

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA 3
PISOS EN EL CENTRO POBLADO QUICACÁN, 2021”**

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

AUTOR: Pasquel Cotrina, Aldahir Antonio

ASESOR: Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Proyectos civiles
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería de la edificación

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72118605

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45250659

Grado/Título: Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente

Código ORCID: 0000-0003-0701-2621

DATOS DE LOS JURADOS:

H

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Choquevilca Chinguel, Josué	Ingeniero civil	22486989	0000-0002-1663-3262
3	Villanueva Quijano, Jose Luis	Ingeniero civil	22513478	0000-0002-8421-9549



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las **16:00** horas del día **miércoles 11 de mayo de 2022**, mediante la plataforma Google Meet, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS - PRESIDENTE
- ING. JOSUE CHOQUEVILCA CHINGUEL - SECRETARIO
- ING. JOSE LUIS VILLANUEVA QUIJANO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 918-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA 3 PISOS EN EL CENTRO POBLADO QUICACÁN, 2021", presentado por el Bachiller. ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **15** y cualitativo de **BUENO** (Art. 47).

Siendo las 16:59 horas del día miércoles 11 del mes de mayo del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas suficientes para seguir y continuar con mis metas, a mis padres y hermanos por ser mi fortaleza y brindarme su apoyo emocional siempre muy indispensable e invaluable.

A mis docentes por contribuir a fortalecer mis conocimientos, por darme inspiración de inclinarme en su especialidad de nuestra prestigiosa carrera profesional de Ingeniería civil de la Universidad de Huánuco.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor el Ing. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, por la asesoría brindada para la realización de la presente tesis.

Además, agradezco a los docentes de la especialidad de Mecánica de Suelos que contribuyeron a mi formación académica de los cursos del plan curricular de la carrera de Ingeniería civil de la Universidad de Huánuco.

Y un agradecimiento especial a mis padres quienes me brindaron su incondicional apoyo durante toda la carrera de ingeniería.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I.....	16
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Descripción del problema.....	16
1.2. Formulación del problema.....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problema específico	18
1.3. Objetivo general	18
1.4. Objetivos específicos	18
1.5. Justificación de la investigación	19
1.5.1. Justificación práctica.....	19
1.5.2. Justificación metodológica	19
1.5.3. Justificación teórica.....	19
1.6. Limitaciones de la investigación.....	20
1.7. Viabilidad de la Investigación	20
1.7.1. Viabilidad operativa.....	20
1.7.2. Viabilidad técnica	20
1.7.3. Viabilidad económica-social.....	21
CAPÍTULO	22
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales	23
2.1.3. Antecedentes locales.....	25
2.2. Bases teóricas.....	25

2.2.1.	Propiedades físicas de los suelos.....	25
2.2.2.	Reconocimiento geotécnico.....	26
2.2.3.	Propiedades mecánicas de suelo.....	27
2.2.4.	Marco Situacional.....	39
2.2.5.	Estudio y Zonificación Geotécnica.....	40
2.3.	Definiciones conceptuales.....	42
2.4.	Hipótesis.....	46
2.5.	Variables.....	46
2.5.1.	Variable dependiente.....	46
2.5.2.	Variable independiente.....	47
2.6.	Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores).....	48
CAPÍTULO	49
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
3.1.	Tipo de investigación.....	49
3.1.1.	Enfoque.....	49
3.1.2.	Alcance o nivel.....	49
3.1.3.	Diseño.....	49
3.2.	Población y muestra.....	50
3.2.1.	Población de estudio.....	50
3.2.2.	Tamaño de muestra.....	50
3.3.	Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	51
3.3.1.	Técnicas.....	51
3.3.2.	Instrumentos.....	53
3.4.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	54
CAPÍTULO IV	55
4.	RESULTADOS.....	55
4.1.	Procesamiento de datos (cuadros estadísticos con su respectivo análisis e interpretación).....	55
4.1.1.	CRITERIO 1: Sin Control Inicial de los Asentamientos.....	88
4.1.2.	Cálculo de los asentamientos inmediatos:.....	90
4.1.3.	Análisis de los asentamientos probables sin previo control de asentamientos.....	93
4.1.4.	CRITERIO 2: Con Control Inicial de los Asentamientos.....	94

4.1.5. Análisis de las cimentaciones con control de asentamientos inmediatos	96
4.1.6. Cálculo de las capacidades admisibles con los valores obtenidos de ancho de zapata con control de los asentamientos	98
4.1.7. Resultados con Control Inicial de los Asentamientos	101
4.2. Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis	105
CAPÍTULO V.....	106
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	106
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Número de puntos de exploración según el tipo de edificación u obra.....	27
Tabla N° 2 Simbología de los puntos investigados	28
Tabla N° 3 Simbología del perfil estratigráfico de punto explorado	29
Tabla N° 4 Tamaños de mallas estándar en EE.UU	30
Tabla N° 5 Tabla de valores para el cálculo del asentamiento inmediato.....	38
Tabla N° 6 Valores de asentamientos admisibles.....	39
Tabla N° 7 Operacionalización de variables	48
Tabla N° 8 Ensayo de análisis de granulometría Calicata 1	55
Tabla N° 9 Ensayo de contenido de humedad Calicata 1.....	56
Tabla N° 10 Ensayo de peso específico Calicata 1	57
Tabla N° 11 Ensayo de límite de consistencia Calicata 1	57
Tabla N° 12 Ensayo de corte directo Calicata 1	58
Tabla N° 13 Ensayo de análisis de granulometría Calicata 2	61
Tabla N° 14 Ensayo de contenido de humedad Calicata 2.....	62
Tabla N° 15 Ensayo de peso específico Calicata 2	63
Tabla N° 16 Ensayo de límites de consistencia Calicata 2	63
Tabla N° 17 Ensayo de corte directo Calicata 2	64
Tabla N° 18 Ensayo de análisis de granulometría Calicata 3	67
Tabla N° 19 Ensayo de contenido de humedad Calicata 3.....	68
Tabla N° 20 Ensayo de peso específico Calicata 3	68
Tabla N° 21 Ensayo de límites de consistencia Calicata 3	69
Tabla N° 22 Ensayo de corte directo Calicata 3	70
Tabla N° 23 Generalización de parámetros de la edificación	74
Tabla N° 24 Predimensionamiento de losas	74
Tabla N° 25 Predimensionamiento de Vigas	75
Tabla N° 26 Predimensionamiento de columnas generalidades.....	76
Tabla N° 27 Predimensionamiento de columnas centrales.....	77
Tabla N° 28 Predimensionamiento de columnas perimetrales	77
Tabla N° 29 Predimensionamiento de columnas en esquina.....	78
Tabla N° 30 Resultados Columna Central: Calicata 1	79

Tabla N° 31 Resultados Columna Central: Calicata 2	80
Tabla N° 32 Resultados Columna Central: Calicata 3	81
Tabla N° 33 Resultados Columna Perimetral: Calicata 1	82
Tabla N° 34 Resultados Columna Perimetral: Calicata 2.....	83
Tabla N° 35 Resultados Columna Perimetral: Calicata 3.....	84
Tabla N° 36 Resultados Columna Esquina: Calicata 1	85
Tabla N° 37 Resultados Columna Esquina: Calicata 2	86
Tabla N° 38 Resultados Columna Esquina: Calicata 2.....	87
Tabla N° 39 Asentamiento inmediato Columna Central C-1	91
Tabla N° 40 Asentamiento inmediato Columna Central C-2.....	91
Tabla N° 41 Asentamiento inmediato Columna Central C-3	91
Tabla N° 42 Asentamiento inmediato Columna Perimetral C-1	91
Tabla N° 43 Asentamiento inmediato Columna Perimetral C-2	92
Tabla N° 44 Asentamiento inmediato Columna Perimetral C-3	92
Tabla N° 45 Asentamiento inmediato Columna en Esquina C-1.....	92
Tabla N° 46 Asentamiento inmediato Columna en Esquina C-2.....	92
Tabla N° 47 Asentamiento inmediato Columna en Esquina C-3.....	92
Tabla N° 48 Asentamiento inmediato controlado Columna Central C-1	94
Tabla N° 49 Asentamiento inmediato controlado Columna Central C-2	95
Tabla N° 50 Asentamiento inmediato controlado Columna Central C-3	95
Tabla N° 51 Asentamiento inmediato controlado Columna Perimetral C-1...95	
Tabla N° 52 Asentamiento inmediato controlado Columna Perimetral C-2...95	
Tabla N° 53 Asentamiento inmediato controlado Columna Perimetral C-3...95	
Tabla N° 54 Asentamiento inmediato controlado Columna en Esquina C-1.96	
Tabla N° 55 Asentamiento inmediato controlado Columna en Esquina C-2.96	
Tabla N° 56 Asentamiento inmediato controlado Columna en Esquina C-3.96	
Tabla N° 57 Cálculo Límite de carga para Columna Central: Calicata 1.....98	
Tabla N° 58 Cálculo Límite de carga para Columna Central: Calicata 2.....98	
Tabla N° 59 Cálculo Límite de carga para Columna Central: Calicata 3.....99	
Tabla N° 60 Cálculo Límite de carga para Columna Perimetral: Calicata 1 ..99	
Tabla N° 61 Cálculo Límite de carga para Columna Perimetral: Calicata 2..99	
Tabla N° 62 Cálculo Límite de carga para Columna Perimetral: Calicata 3 100	
Tabla N° 63 Cálculo Límite de carga para Columna en Esquina: Calicata 1	100

Tabla N° 64 Cálculo Límite de carga para Columna en Esquina: Calicata 2	100
Tabla N° 65 Cálculo Límite de carga para Columna en Esquina: Calicata 3	101
Tabla N° 66 Matriz de Consistencia.....	118
Tabla N° 67 Formato de hoja Excel utilizado para el cálculo de los límites de consistencia	132
Tabla N° 68 Formato de hoja Excel utilizado para la clasificación de las partículas de suelo según su distribución granulométrica.....	132
Tabla N° 69 Formato Excel utilizado para calcular el porcentaje de humedad de la muestra	133
Tabla N° 70 Formato Excel utilizado para calcular el peso unitario húmedo de la muestra	133
Tabla N° 71 Formato Excel utilizado para calcular el ángulo de fricción y la cohesión de las muestras	134
Tabla N° 72 Formato Excel utilizado para el metrado de cargas para viviendas típicas	135
Tabla N° 73 Formato Excel para el cálculo de la capacidad de carga admisible y el ancho de la zapata.....	136
Tabla N° 74 Formato Excel para el cálculo de los asentamientos inmediatos	136
Tabla N° 75 Formato Excel para el cálculo del ancho de la zapata para un asentamiento diferencial controlado	137
Tabla N° 76 Formato Excel para el cálculo de los asentamientos inmediatos	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Mapa de Ubicación	40
Figura N° 2 Mapa de ubicación de vías	50
Figura N° 3 Mapa de ubicación de calicatas	52
Figura N° 4 Mapa de zonificación	53
Figura N° 5 Curva granulométrica Calicata N°1	56
Figura N° 6 Límite líquido Calicata N°1.....	58
Figura N° 7 Deformación tangencial vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°1	60
Figura N° 8 Esfuerzo normal vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°1	60
Figura N° 9 Curva granulométrica Calicata N°2.....	62
Figura N° 10 Límite líquido Calicata N°2.....	64
Figura N° 11 Deformación tangencial vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°2	66
Figura N° 12 Esfuerzo normal vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°2	66
Figura N° 13 Curva granulométrica Calicata N°3.....	68
Figura N° 14 Límite líquido Calicata N°3.....	70
Figura N° 15 Deformación tangencial vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°3	72
Figura N° 16 Esfuerzo normal vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°3.....	72
Figura N° 17 Zonificación geotécnica en el centro poblado Quicacán.....	90
Figura N° 18 Características de cimentación típica de luz libre de 4 metros	103
Figura N° 19 Mapa de detalle de las propiedades geotécnicas principales en el CC. PP Quicacán	104
Figura N° 20 Ubicación del tramo de estudio.....	119
Figura N° 21 Se observa la verificación de la profundidad de las calicatas a una distancia de 3 metros respecto al nivel del terreno natural.	120
Figura N° 22 Se observa el punto 1 de extracción de la muestra (calicata n°1), asimismo, se observa la muestra obtenida, con su respectivo registro.	121
Figura N° 23 Se observa el punto 2 de extracción de la muestra (calicata n°2), asimismo, se observa la muestra obtenida, con su respectivo registro.	122

Figura N° 24 Se observa el punto 3 de extracción de la muestra (calicata n°3), asimismo, se observa la muestra obtenida, con su respectivo registro.	123
Figura N° 25 Preparación de las muestras obtenidas, luego del cuarteo, para proceder a realizar el ensayo de granulometría.....	124
Figura N° 26 Registro de las masas inicialmente obtenidas de todas las muestras	125
Figura N° 27 Masas obtenidas de las muestras de suelo teniendo en consideración el tamaño máximo de diámetro de las partículas más grandes	126
Figura N° 28 Se observa el registro de las masas de suelo inalterada con su humedad natural para su posterior registro de sus correspondientes masas secas, de tal manera que se pueda obtener su contenido de humedad natural	127
Figura N° 29 Muestra de suelo inalterada la cual es ensayada para obtener el peso específico del suelo, asimismo, es parafinada y se registra el volumen desplazado por la muestra parafinada en el recipiente volumétrico	128
Figura N° 30 Materiales para preparar el molde de las muestras de suelo los cuales serán enviados en la máquina de corte directo	129
Figura N° 31 Equipo de la máquina de corte directo la cual está ensayando la muestra de suelo a una velocidad de 0.5 mm/min, asimismo, se observa el lector del dial de carga, el lector de deformación lateral horizontal y el lector de deformación vertical por consolidación	130
Figura N° 32 Mapa de detalle de los resultados de la tesis realizada.....	131

RESUMEN

Determinar La Zonificación geotécnica para el diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos en el centro Poblado Quicacán 2021, es el objetivo de este proyecto de investigación, ubicado en el distrito de Conchamarca, Provincia de Ambo.

La Metodología de investigación tiene como alcance de la investigación es descriptivo con un diseño no experimental, transversal de tipo descriptivo, teniendo como población la calle perpendicular a la carretera central del tramo Ambo - Huajuco de 103.8 metros de longitud.

Para luego presentar una serie de resultados obtenidos a partir de la Zonificación geotécnica que se realizó en el área de estudio correspondiente, determinando la viabilidad de la realización de diseños de cimentación superficial para las viviendas de análisis

Finalmente, discusión de resultados, aquí hemos discutido los resultados obtenidos en el estudio, con los antecedentes de investigación Así mismo, las conclusiones y recomendaciones, que hemos llegado en el trabajo de investigación ejecutada.

PALABRAS CLAVES: Zonificación geotécnica, diseño de cimentación, viviendas unifamiliares.

ABSTRACT

Determine the geotechnical zoning for the design of foundations for single-family homes of up to 3 floors in the Poblado Quicacán 2021 center, is the objective of this research project, located in the district of Conchamarca, Province of Ambo.

The Research Methodology has the scope of the research is descriptive with a non-experimental, cross-sectional design of a descriptive type, having as population the street perpendicular to the central highway of the Ambo - Huajuco section of 103.8 meters in length.

To then present a series of results obtained from the geotechnical zoning that was carried out in the corresponding study area, determining the feasibility of carrying out shallow foundation designs for the analysis houses.

Finally, discussion of results, here we have discussed the results obtained in the study, with the research background Likewise, the conclusions and recommendations, which we have arrived at in the executed research work.

KEYWORDS: Geotechnical zoning, foundation design, single-family homes.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis presenta inicialmente los conceptos de problemáticos que estén relacionados con los diseños de cimentaciones para la zona de estudio, dentro del análisis de la problemática planteada lograremos identificar los problemas generales y específicos del área de investigación.

Posterior a ello definiremos las bases teóricas que sirvan de sustento y base de comprensión del análisis de la investigación debido a que existe una gran importancia de los estudios de mecánica de suelos para las construcciones permanentes a mediano y largo plazo, asimismo, para aquellas que albergan vidas humanas. En la región Huánuco se ha observado una gran informalidad en la construcción de viviendas. Es por ello, que es necesario conocer los parámetros de geotécnicos de los suelos de la región Huánuco para proponer sus diseños de cimentaciones.

La presente tesis se limita al diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos debido al uso de suelo que presenta el centro poblado menor Quicacán, el cuál es el lugar donde se desarrollaron los estudios geotécnicos con fines de diseño de cimentaciones.

De esta manera, la presente tesis coadyuva a tener construcciones habitacionales segura que salvaguardan las vidas de sus habitantes, asimismo, resulta social-económico ya que además de contribuir con la sociedad brindando parámetros geotécnicos importantes para el diseño de sus cimentaciones, también abarca mayor área de estudio para realizar los estudios de mecánica de suelo, ya que su uso de suelo es característico para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos. Además, se propondrá las características principales y tipo de cimentaciones superficiales para las condiciones críticas con luz libre de hasta 4 metros para viviendas típicas, asimismo, se presenta un análisis importante en el diseño de cimentaciones, el cual se basó en rediseñar las características principales de las cimentaciones tomando en cuenta los asentamientos diferenciales y totales. Finalmente, se presentan los resultandos en un mapa de la zona de análisis,

identificando 3 zonas diferenciables y especificando sus características principales con su correspondiente capacidad de carga admisible.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En todas partes del mundo se ha presenciado la importancia de los estudios de mecánica de suelos en lo referente a construcciones de edificaciones, es por ello que se ha realizado diversas investigaciones para predecir fallas geotécnicas en suelos característicos, lográndose determinar parámetros de diseño de cimentaciones según el tipo de edificaciones que se quieren realizar. Por esta razón, resulta importante conocer las propiedades de los suelos para ejecutar obras de ingeniería. La mecánica de suelos implica se fundamenta en el estudio de las propiedades de los suelos para poder analizar su comportamiento sujeto a esfuerzos y deformaciones para situaciones ideales. La cimentación requiere los principios de la mecánica de suelos para la planeación y diseño de las cimentaciones de la estructura soportada. (Santa Cruz, 2018).

En el Perú se ha observado un alto grado de vulnerabilidad sísmica, debido a la existencia de informalidades en construcción de edificaciones, por lo que no se están aplicando criterios de construcción antisísmica para la seguridad de las personas y permanencia de sus viviendas frente a eventos sísmicos de baja escala, por esta razón se hace necesaria realizar estudios de los suelos que cubren nuestro territorio como país. Asimismo, debemos tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica en nuestro país es preocupante debido a que en el presente año existe aproximadamente un 70% de viviendas que se encuentran en la informalidad, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). De esta manera, se hace necesario realizar los estudios de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos en áreas de cimentación que permitan obtener los parámetros de corte del suelo. (Villegas, 2014).

La investigación en ingeniería geotécnica es la base básica de diversos proyectos de ingeniería, por lo que, en el Perú, el Laboratorio de Ingeniería Geotécnica SIS MID y el Instituto Geofísico del Perú llevan muchos años realizando este tipo de investigación. Este último realizó un estudio de zonificación técnico sísmico-geológico en siete áreas del área metropolitana de Lima en 2010. El motivo es que en áreas donde hay poco conocimiento sobre la calidad del suelo y qué ciudades han aparecido, los terremotos pueden causar un impacto catastrófico en proyectos de expansión urbana. En 2011, el ingeniero Enrique Lujan Silva realizó un estudio de microzonificación geotécnica en Trujillo, con el propósito de evaluar y clasificar las características del suelo del área para el diseño estructural y planificación urbana de edificaciones. (Carranza & Ponce, 2017).

En Huánuco, debido a la sobrepoblación de habitantes, se ha visto generado una masiva informalidad en construcciones del tipo edificaciones, de tal manera, no se realiza estudios geotécnicos en centros poblados jóvenes, por lo que radica la importancia de que autoridades gubernamentales e instituciones de formación superior realicen investigaciones de esta envergadura en los suelos de la región. Por esta razón, se ha visto necesario realizar un estudio geotécnico a nivel de zonificación geotécnica en el centro poblado Quicacán, ya que dicha zona de estudio está sufriendo un masivo incremento de construcciones de viviendas unifamiliares.

Fue seleccionado el centro poblado Quicacán como el área para este tipo de trabajo de investigación. Edificaciones construidas de manera informal con materiales rústicos y preciosos, con el paso del tiempo estas edificaciones muestran mayor morbilidad en casas antiguas, sin considerar que la investigación de suelos es necesaria para todo tipo de edificaciones. Diseño estructural adecuado en proyectos de construcción.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la Zonificación Geotécnica para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán, 2021?

1.2.2. Problema específico

¿Cuáles son las Propiedades Físicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán?

¿Cuáles son las Propiedades Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán?

¿Cuál es la Zonificación en el Área de Estudio de acuerdo a las Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar la Zonificación Geotécnica para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán, 2021.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las Propiedades Físicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán.

Determinar las Propiedades Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán.

Determinar la zonificación del área de estudio de acuerdo a las Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Justificación práctica

Con este trabajo de investigación se busca evaluar la importancia de realizar estudios de mecánica del suelo para el diseño de las cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos, ya que estos estudios de zonificación ayudan en la planificación urbana de los centros poblados brindando seguridad en el diseño de las estructuras de las viviendas, salvaguardando las vidas humanas y evitando pérdidas de bienes materiales como lo son las edificaciones.

1.5.2. Justificación metodológica

En la presente investigación se busca desarrollar los estudios zonificación geotécnica para el diseño de viviendas unifamiliares de hasta tres pisos dentro de un marco económico-social, esto debido a que los centros poblados aledaños a la ciudad son construidos con uso exclusivo a viviendas unifamiliares con un máximo de hasta 3 pisos, asimismo, resulta económico su ejecución de los estudios de mecánica de suelo, por un número de 3 calicatas por una hectárea de terreno en estudio.

1.5.3. Justificación teórica

Para evitar riesgos a fallas geotécnicas en el futuro, y contribuir a tener construcciones habitacionales seguras que salvaguarden las vidas de sus habitantes planteamos la importancia de realizar este estudio de investigación en el área del centro poblado Quicacán, los cuales serán la base para el diseño de cimentaciones superficiales en el futuro.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto desarrollará los estudios de zonificación geotécnica de una hectárea de terreno en el área de estudio del centro poblado Quicacán.

Esta investigación se plantea desde el punto de vista económico para la realización de estudios geotécnicos, ya que para una determinada área de estudio se tiene el menor número de puntos de exploraciones.

Por ello, está limitado para la construcción de edificaciones de hasta 3 pisos, correspondiendo realizar 3 calicatas por hectárea de terreno según Reglamento Nacional de Edificaciones (2018).

En la realización de las exploraciones de campo se dispone de un periodo de 2 horas de operación con una retroexcavadora.

Para el desarrollo de todos los ensayos de laboratorio se dispone de un periodo máximo de 6 días consecutivos.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Viabilidad operativa

El presente proyecto de investigación resultará ser operativa por cuanto será empleado para el diseño de las cimentaciones en el área de estudio del centro poblado Quicacán, ya que, según la ubicación de la zona de estudio, el uso de suelo de esta zona es para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos, lo cual hace corresponder a la necesidad de desarrollar esta investigación.

1.7.2. Viabilidad técnica

El presente proyecto de investigación presenta una viabilidad favorable, ya que se cuenta con las herramientas necesarias para poder realizar tanto el proceso de recolección de datos de manera óptima, como una correcta evaluación de estos, dentro del marco normativo para

suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (2018).

1.7.3. Viabilidad económica-social

Esta investigación beneficiará a la población que construirá sus viviendas en el área de estudio del centro poblado Quicacán, el cual se encuentra en proceso de desarrollo urbano, por ello esta investigación es esencia un trabajo social, ya que, se describirá las propiedades geotécnicas que permitirán el óptimo diseño de las cimentaciones en el área de estudio del centro poblado Quicacán.

CAPÍTULO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Revisando estudios anteriores relacionados al presente problema en un entorno internacional, nacional y local, podemos resaltar la importancia de estos estudios en centros poblados en proceso de desarrollo urbano, para lograr sostenibilidad en su desarrollo.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Revisando las tesis a nivel internacional en Quito capital de Ecuador, (Sánchez, 2018) realizó un estudio de investigación denominado: “Caracterización geotécnica del centro norte de Quito relacionada con el uso y ocupación del suelo por obras civiles”, cuyo objetivo fue crear un mapa de clasificación físico-mecánica de los suelos del centro norte de Quito y analizar su influencia en el uso y ocupación del suelo por obras civiles. Llegando a la conclusión de definir la susceptibilidad geotécnica de los suelos en relación a la magnitud de la construcción de tipo edificación. Los suelos encontrados en la zona de estudio son: 55% ML (Limos inorgánicos de baja compresibilidad), 26% CL (arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad), 15% CL-ML y el 3% MH (limo inorgánico de alta compresibilidad). Además, los suelos con susceptibilidad geotécnica más baja son suelos más competentes para obras civiles y suelos con susceptibilidad geotécnica más alta son suelos menos competentes para obras civiles. No se ha encontrado una relación técnica entre el número de pisos de los edificios y las zonas de susceptibilidad geotécnica.

Así mismo en Ambato - Ecuador, (Castillo, 2017) realizó un estudio de investigación denominado: “Estudio de Zonificación en Base a la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo en las Cimentaciones de las Viviendas del Casco Urbano de la Parroquia la Matriz del Cantón Patate Provincia De Tungurahua”, cuyo objetivo fue establecer la

Zonificación en base a la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la Parroquia la matriz del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua. Llegando a la conclusión se ha establecido un mapa de zonificación del Cantón Patate de acuerdo a la capacidad portante del suelo y a sus propiedades mecánicas en franjas de colores identificando la zona que tiene resistencias bajas, medias y altas, con la propuesta de cada cimentación a construirse. En el análisis de la capacidad portante del suelo para las zonas 1 y 7 donde sus resistencias son superiores a los 30 ton /m² sus cimentaciones serán estables con un nivel de desplante de 1.50. En las zonas 2, 4, 5, 6 su resistencia esta sobre los 15 ton /m² , sus cimentaciones serán construidas dentro de los parámetros máximos. Para la zona 3 se determina una resistencia baja de 10.83 ton /m² y con presencia de nivel freático, en donde se propone un mejoramiento de suelo y un sistema de drenaje con la construcción de una cimentación reforzada para evitar fallo por hundimiento

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Revisando las tesis a nivel nacional en la región de San Martín, (Córdova & Montalvan, 2017) realizaron una investigación de: “Zonificación geotécnica del barrio centro del distrito de Picota, provincia Picota - región de San Martín”, su principal objetivo fue realizar la zonificación geotécnica de los suelos del Barrio Centro del distrito de Picota según el área delimitada, Provincia Picota – Región San Martín, asimismo, determinar las características físicas-mecánicas del suelo en el área de estudio y zonificar el área de estudio de acuerdo a las características físicas-mecánicas del suelo. Se llegó a la conclusión de que el área de estudio presenta dos tipos de formaciones geológicas. La formación Ipururo que abarca la mayor área y la formación de Depósitos Aluviales. En todas las calicatas se encontró dos estratos, un primer estrato que corresponde material orgánico o turba (Pt) con un espesor de 0.20 m y en la mayoría de calicatas los otros 2.80 m restantes corresponden a un único estrato representado por el tipo de suelo que se

halló en cada calicata. De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), se ha determinado 03 (tres) tipos de suelo: CL (arcilla de baja plasticidad), es el suelo predominante en la zona de estudio con un total de 09 (nueve) calicatas que arrojaron este tipo de suelo, CL-ML (limo arcilloso de baja plasticidad), con un total de 04 (cuatro) calicatas que arrojaron este tipo de suelo y OH (limo arcilloso orgánico), es el suelo más particular en la zona de estudio con un total de 02 (dos) calicatas que arrojaron este tipo de suelo. Respecto a la granulometría se puede afirmar con todos los suelos estudiados son de grano fino compuestos en su mayoría por limos y arcillas. El porcentaje de grava varía entre 0.00% y 2.89% con un promedio de 0.21%, el porcentaje de arena varía entre 4.07% y 47.11% con un promedio de 28.84%, finalmente el porcentaje de Limos y Arcillas varía entre 52.89% y 95.93% con un promedio de 70.95%. El contenido de humedad varía entre 4.96% y 15.43% con un promedio de 8.51%. La densidad aparente varía entre 1.67 g/cm³ y 1.85 g/cm³ con un promedio de 1.80 g/cm³. El límite líquido varía entre 21.61 % y 54.27% con un promedio de 30.32%, el límite plástico varía entre 10.10% y 24.00% con un promedio de 16.54% y el índice de plasticidad varía entre 5.02% y 30.27% con un promedio de 13.78%. La cohesión varía entre 0.11 kg/cm² y 0.31 kg/cm² con un promedio de 0.18 kg/cm². El ángulo de fricción interna varía entre 8° y 27° con un promedio de 18.56°.

En Trujillo, (Carranza & Ponce, 2017) realizaron un estudio de: “Estudio de zonificación geotécnica en el sector III del Centro Poblado El Milagro para el diseño de cimentaciones superficiales”, esta tesis tuvo como objetivo establecer cuáles son los usos correctos que se le debería otorgar a estas áreas para un buen diseño de cimentaciones. Se llegó a la conclusión de que la zona de estudio podía subdividirse en cuatro partes y diferenciarlos según la capacidad de carga, la capacidad admisible del suelo según una propuesta de una profundidad de desplante y un área de zapata. Se proponen 4 Zonas Geotécnicas para el área de estudio delimitada por las calles Huáscar, José Carlos Mariátegui, Miguel Grau y S/N en el Sector III del Centro Poblado El

Milagro. El Asentamiento que se produce por las cimentaciones cuadradas y corridas, calculado a partir de la Teoría de los Asentamientos Inmediatos o Elástico, para esta zona de estudio no supera el asentamiento máximo permisible que es de 1" (2.54 cm), debido a que el asentamiento máximo calculado que se produce en esta área es de 1 cm.

2.1.3. Antecedentes locales

Revisando las tesis a nivel local en la localidad de Pampamarca, Yarowilca, Huánuco, (García, 2016) realizó una investigación titulada: "Esquema Urbano de Zonificación, Vías y Diseño de un Prototipo de Vivienda para la Reubicación de la Localidad de Pampamarca, Yarowilca, Huánuco 2015 – 2025", su principal objetivo fue proponer un esquema urbano de zonificación, vías y diseño de un prototipo de vivienda que contribuye a la reubicación de la localidad de Pampamarca. Se llegó a la conclusión de proponer un esquema urbano de zonificación, vías y diseño de un prototipo de vivienda que contribuye a la reubicación de la localidad de Pampamarca, Yarowilca, Huánuco 2015 – 2025.

2.2. BASES TEÓRICAS

Es importante que toda investigación establezca sus bases teóricas de información a partir de la cual se desarrolle la solución al problema de estudio.

2.2.1. Propiedades físicas de los suelos

El programa de exploración del subsuelo debe estar precedido por una investigación previa. En este estudio, el ingeniero responsable de la exploración debe preparar un informe con todos los datos sobre las condiciones del suelo cercano a la obra y sobre el comportamiento de otras estructuras construidas en la vecindad en regiones muy desarrolladas en las en las que las condiciones del subsuelo son desfavorables, es posible encontrar información útil en revistas técnicas, pero en la gran mayoría de áreas rurales. El estudio debe presentar en

forma general el entorno geológico y geomorfológico, características del subsuelo recomendaciones geotécnicas para la elaboración del proyecto incluyendo la zonificación del área, amenazas de origen geológico, criterios generales de cimentación y obras de adecuación del terreno. (Quinto & Ortiz, 2019, pág. 27)

2.2.2. Reconocimiento geotécnico

El ingeniero siempre debe realizar una inspección visual del sitio para obtener información acerca de estas características. Topografía general del sitio y posible existencia de zanjas de drenaje, los tiraderos de escombros abandonados y otros materiales. Además, la evidencia de deslizamiento de las laderas y profundidad, y amplias grietas de contracción a intervalos regularmente espacios puede ser indicativo de suelos expansivos. (Quinto & Ortiz, 2019, pág. 28)

- Estratificación del suelo de los cortes profundos, como los realizados para la construcción de carreteras y vías férreas.
- Tipo de vegetación en el sitio, que puede indicar la naturaleza del suelo.
- Marcas de agua altas en los edificios cercanos y pilares de puente.
- Niveles de agua subterráneas, que pueden determinarse mediante la verificación de los pozos cercanos.
- Tipos de construcción cercanas y existencia de grietas en las paredes u otros problemas.

La naturaleza de la estratificación y las propiedades físicas del suelo en las inmediaciones también se pueden obtener a partir de los informes de exploración del suelo disponible para las estructuras existentes cercanas. Métodos directos. A este grupo pertenecen las técnicas que permiten el acceso y observación directa al subsuelo, permitiendo a su vez la obtención de muestras. Se incluye en este grupo, (calicatas, zanjas trincheras, socavones). (Quinto & Ortiz, 2019, pág. 28)

2.2.3. Propiedades mecánicas de suelo

La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica. (Bustos, 2017, pág. 11).

2.2.3.1. Numero “n” de puntos de exploración

Según el Reglamento nacional de edificaciones (2018), se determinará los puntos de exploración según la Tabla siguiente, las cuales dependerán del tipo de construcción y área en superficie de dicha construcción. (MVCS, 2018, pág. 19)

Tabla N° 1

Número de puntos de exploración según el tipo de edificación u obra

NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN	
Tipo de edificación u obra	Número de puntos de exploración (n)
I	uno por cada 225 m ² de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m ² de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso*
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Fuente: (RNE, 2018)

En el presente trabajo de investigación debido a su ubicación de la zona de estudio que se encuentra alejada de la ciudad y según la evaluación realizada, se concluye que tendrá fines constructivos proyectado a viviendas unifamiliares con proyección de máximo tres pisos, es por ello que usaremos el criterio de habilitación urbana para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos el cual comprende realizar 3 calicatas por cada hectárea de terreno por habilitar.



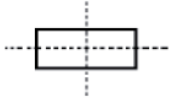

2.2.3.2. Técnicas de Exploración de Campo.

Utilizaremos la siguiente referencia normativa ASTM D 420 como guía para la exploración en campo y el procedimiento de obtención de muestras con fines de construcción.

2.2.3.3. Plano de Ubicación de los puntos de exploración

El plano planimétrico del terreno debe indicar la ubicación física de los puntos de investigación, con su simbología correspondiente según la siguiente tabla.

Tabla N° 2
Simbología de los puntos investigados

TECNICAS DE EXPLORACIÓN		
TÉCNICA DE EXPLORACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Perforación	P - n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A - n	

Fuente: (RNE, 2018)

2.2.3.4. Tipos de Muestras

Según el Reglamento nacional de edificaciones, vamos a considerar el tipo de Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit), según la norma ASTM D1587 suelos: Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada, mantiene inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo es aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención.

2.2.3.5. Perfil estratigráfico por punto explorado

Debe considerar la cota de inicio del punto del punto explorado y la cota de fondo, incluyendo gráficos. (MVCS, 2018, pág. 25)

Tabla N° 3

Simbología del perfil estratigráfico de punto explorado

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Fuente: (RNE, 2018)

2.2.3.6. Ensayos de Laboratorio

Según el objeto de estudio de la presente investigación serán necesarios realizar los ensayos de laboratorio con las muestras representativas extraídas. Las cuales comprenden:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-4222).
- Peso Unitario (ASTM D2937-71).
- Límite Líquido (ASTM D-4318).
- Límite Plástico (ASTM D4318).
- Contenido de Humedad (ASTM D-2216).
- Corte Directo (ASTM D-3080)

2.2.3.7. Análisis granulométrico con mallas

Sirven para clasificar a los suelos: “Se mide la cantidad de suelo retenido en cada malla y se determina el porcentaje acumulado del suelo que pasa a través de cada una. A este porcentaje se le refiere por lo general como porcentaje de finos”. (Soto, 2018, pág. 48)

Tabla N° 4
Tamaños de mallas estándar en EE.UU

Malla núm.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: (RNE, 2018)

2.2.3.8. Peso unitario

El peso unitario de un suelo, se puede definir como la masa de un volumen unitario de suelo, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas, bien sea que estos vacíos estén llenos de agua para lo cual sería peso unitario saturado o que estén secos para un peso unitario seco. El valor del peso unitario del suelo además de variar por la cantidad de agua que tenga el suelo (condición seca, húmeda o saturada), también dependerá de condiciones de compactación y consolidación que esté presente. (Soto, 2018, pág. 45).

Un peso unitario saturado se define como el peso de la masa de suelo saturada por unidad de volumen, donde los vacíos están llenos de agua. Un peso unitario húmedo se define como el peso de la masa de suelo por unidad de volumen, donde los vacíos del suelo contienen tanta agua como aire. Un peso unitario seco se define como el peso de la masa de suelo seco por unidad de volumen, donde los vacíos no contienen agua. (Soto, 2018, pág. 45).

2.2.3.9. Limite líquido

El Límite Líquido se define como el porcentaje de humedad del suelo, por debajo del cual se presenta un comportamiento plástico. Cuando los suelos alcanzan porcentajes de humedad mayores al límite líquido, su comportamiento será el de un fluido viscoso. (Cortés, 2018, págs. 43 - 44).

Este límite además de ser un parámetro esencial para la clasificación de los suelos, puede ser útil para determinar problemas de potencial de volumen, para estimar asentamientos en problemas de consolidación y en conjunto con el Límite plástico para predecir la máxima densidad en estudios de compactación. En la determinación de correlaciones de los suelos como la compresibilidad, permeabilidad y compactibilidad, es usado el límite líquido en conjunto con el límite plástico y el índice de plasticidad. (Cortés, 2018, págs. 43 - 44).

2.2.3.10. Limite plástico

El límite plástico fue definido por Atterberg como la frontera que existe entre los estados plástico y semisólido del suelo. En términos de laboratorio este límite es definido como el momento en términos de contenido de humedad, en que rollitos de aproximadamente 3 mm de diámetro empiezan a presentar desmoronamiento y agrietamiento. Es importante resaltar que el diámetro de los rollitos fue propuesto por Terzaghi, dado que Atterberg nunca especifico este parámetro. El índice de plasticidad es la diferencia entre los valores de Limite Líquido y Limite Plástico. Un Índice de plasticidad bajo, significa que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo, lo transforma de semisólido a la condición de líquido, es decir resulta muy sensible a los cambios de humedad. Por el contrario, un índice de plasticidad alto, indica que para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, se le debe agregar gran cantidad de agua. (Cortés, 2018, págs. 49 - 50).

2.2.3.11. Contenido de Humedad

El comportamiento el suelo se puede comparar con el de una esponja por su capacidad para retener agua dentro de su estructura y cuya cantidad depende de las características de sus partículas (textura y estructura). El contenido de humedad de un suelo es la relación existente entre la masa de agua que logra alojarse dentro de la estructura porosa del suelo, y la masa propia de las partículas de suelo. También se define el contenido de humedad de un suelo como la suma del agua libre, capilar e higroscópica. (Botía, 2015, pág. 25).

Existen diversos métodos para determinar el contenido de agua en un suelo como son la sonda de neutrones, el método TDR, método de la aguja Proctor, método del Speedy, método nuclear, método del picnómetro al aire diferencial, método del alcohol metílico, a través del tacto, de manera indirecta con tensiómetro y la más utilizada en la ingeniería civil y geotecnia el método por secado al horno. La determinación del contenido de agua en un suelo es de vital importancia

en el momento de tratar propiedades del mismo como la cohesión, consistencia, cambios de volumen y estabilidad mecánica. (Botía, 2015, pág. 25).

2.2.3.12. Corte directo

El ensayo de corte directo consiste en inducir una falla en una muestra de suelo, a través de la imposición de dos esfuerzos: el primero de ellos un esfuerzo normal, que se da mediante la aplicación de una carga vertical y que está direccionado a inducir las condiciones de presión a las que está sometida dicha muestra en su entorno natural y un esfuerzo cortante que se da mediante la aplicación de una carga horizontal y que cuyos valores de esfuerzos obtenidos a través del ensayo permiten obtener un plano de ejes coordenados y a través del cual se determinan los valores de cohesión y ángulo de fricción. (Botía, 2015, pág. 116).

Sus aplicaciones en la ingeniería con el tiempo han perdido aplicabilidad y han sido sustituidas en muchos casos por el ensayo de compresión triaxial, pero se debe decir que, por cuestiones de simplicidad, tiempos, economía, facilidad en la interpretación y últimamente con la mejoría al implementar las cajas cuadradas, el ensayo se ha mantenido vigente y al parecer seguirá siendo así. (Botía, 2015, pág. 116).

2.2.3.13. Corte directo no consolidado – no drenado (UU)

Se considera un ensayo rápido, donde los esfuerzos cortantes se empiezan a aplicar antes de la etapa de consolidación bajo la carga normal. Cuando el suelo es cohesivo y está saturado se desarrollará un exceso en la presión de poros. (Botía, 2015, pág. 117).

2.2.3.14. Corte directo consolidado – no drenado (CU)

En este ensayo se permite que la etapa de consolidación se presente antes de someter la muestra a esfuerzos cortantes, siendo así, en el momento de aplicar las cargas horizontales la presión de poros en

cero, pero dicha presión horizontal es rápida y esto hace que durante el ensayo no se disipe la presión de poros. (Botía, 2015, pág. 117).

2.2.3.15. Corte directo consolidado – drenado (CD)

Se considera como el ensayo más lento y por ende demorado de todos. Se efectúa de igual manera que en ensayo CU, pero al aplicar el esfuerzo cortante, este se aplica de la manera más lenta posible permitiendo así el drenaje de la muestra en todo momento y la disipación de las presiones de poros. (Botía, 2015, pág. 117).

Para el desarrollo de los ensayos se desarrollará el corte directo consolidado-drenado (CD).

2.2.3.16. Muestras compactadas

Según (Botía, 2015, págs. 121 - 122)

- Secar el material al aire hasta que el mismo obtenga condiciones de humedad ambiente. De no contar con el tiempo suficiente, llevar el material al horno a una temperatura que no exceda 60 grados centígrados.
- Desmenuzar el material, teniendo cuidado de que no se produzca rompimiento o trituración de las partículas.
- Agregar agua previamente medida con el fin de producir un contenido de humedad específico.
- Si se trata de material SW o SP no es necesario dejar reposar, si es material SM dejar reposar 3 horas, si es material SC, ML o CL dejar reposar 18 horas y si se trata de material MH o CH dejar reposar 36 horas. Lo anterior según la ASTM D3080-98.
- Realizar el proceso de compactación dentro de la misma caja de corte o en el anillo y luego llevar la muestra a la caja de corte.

- Se debe compactar por capas y apisonar las mismas con un compactador, preferiblemente de diámetro medianamente inferior al de la muestra y realizando una escarificación antes de la aplicación de la próxima capa. Realizar la compactación hasta obtener un peso unitario específico.
- Se debe registrar previamente el peso del anillo, sus dimensiones exactas y posteriormente el peso del anillo más la muestra.

2.2.3.17. Capacidad de carga “ q_d ”

Es la presión última o de falla de corte del suelo.

1. En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se emplea un ángulo de fricción interna (Φ) igual a cero.
2. En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero.

$$q_d = i_q \gamma_1 D_f N_q + 0,5 s_\gamma i_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$$

Para las ecuaciones indicadas se tiene

$$q_d = s_c i_c c N_c$$

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

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4 \phi')$$

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$s_\gamma = 1 - 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{\phi^\circ} \right)^2$$

Donde:

- c = cohesión del suelo ubicado bajo la zapata.
- i_c = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la cohesión
- i_q = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la sobre carga (γD_f)
- s_c = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la cohesión
- s_f = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la fricción
- i_γ = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la fricción
- γ_1 = peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación.
- γ_2 = peso unitario volumétrico efectivo de suelo ubicado bajo el nivel de cimentación.
- N_c = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la cohesión = 5.14
- N_q = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la sobre carga (γD_f)
- N_γ = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción
- B' = ancho del "área efectiva"
- α° = ángulo en grados que hace la carga con la vertical

2.2.3.18. Factor de seguridad frente a una falla por corte

Factor de seguridad mínimo para cargas estáticas igual a 3.

2.2.3.19. Presión admisible

Es la presión de seguridad, cuya ecuación es:

$$q_{adm} = \frac{q_d}{F.S}$$

2.2.3.20. Criterios de asentamiento

Un factor de seguridad de 3 contra la falla por capacidad portante. La satisfacción de este requisito depende si la arcilla es normalmente consolidada (NC) o sobreconsolidada (OC). Si la arcilla es NC los asentamientos totales y diferencial serán grandes. El asentamiento variará en función del ancho de zapata y la carga. Los procesos de reducir el asentamiento al reducir la carga son inefectivos y costosos (es mejor utilizar plateas). Si la arcilla es OC, el valor de q_a que corresponde a un FS=3 será siempre menor que la presión de pre-consolidación. El valor de Δp en estas arcillas son aproximadamente igual a los valores de Δp de zapatas en arenas adecuadamente diseñadas. (Alva, 2012, pág. 66)

2.2.3.21. Asentamiento Inicial

Los métodos más comunes emplean varias integraciones de la solución de Boussinesq para determinar el asentamiento de una carga puntual en la superficie de un semi-espacio homogéneo, isotrópico y elástico. (Alva, 2012, pág. 67).

Tabla N° 5

Tabla de valores para el cálculo del asentamiento inmediato

TIPO DE SUELO	Es (ton/m ²)	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA: SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	ARENA: DENSA	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 16000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 6000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA: SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.36
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			RÍGIDA
UBICACION	CENTRO	ESQ.	MEDIO	...
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

Fuente: (Alva, 2012)

$$\rho_i = p B \frac{(1 - \mu^2)}{E} I$$

Donde:

- ρ_i = asentamiento inicial
- p = esfuerzo promedio transmitido
- B = dimensión característica del área cargada
- E = módulo de Young
- I = factor de influencia
- $\mu = 0.5$, relación de Poisson

Tabla N° 6
Valores de asentamientos admisibles

Tipo de Movimiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo	
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg.	
	Acceso	12-24 plg.	
	Probabilidad de asentamiento no uniforme		
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg.	
	Estructuras reticulares Chimeneas, silos, placas	2-4 plg. 3-12 plg.	
Inclinación o giro	Estabilidad frente al vuelco	Depende de la altura y el ancho	
	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 ℓ	
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 ℓ	
	Almacenamiento de mercancías	0.01 ℓ	
	Funcionamiento de máquinas-telares de algodón	0.003 ℓ	
	Funcionamiento de máquinas-turbogeneradores	0.0002 ℓ	
	Carriles de grúas	0.003 ℓ	
	Drenaje de soleras	0.01-0.02 ℓ	
	Asentamiento diferencial	Muros de ladrillo continuos y elevados	0.0005-0.001 ℓ
		Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo	0.001-0.002 ℓ
Fisuración de revocos (yeso)		0.001 ℓ	
Pórticos de concreto armado		0.0025-0.004 ℓ	
Pantallas de concreto armado		0.003 ℓ	
Pórticos metálicos continuos		0.002 ℓ	
Pórticos metálicos sencillos		0.005 ℓ	

Fuente: (Alva, 2012)

Nota. ℓ = distancia entre columnas adyacentes con asentamientos diferentes o entre dos puntos cualesquiera con asentamiento diferencial. Los valores más elevados son para asentamientos homogéneos y estructuras más tolerantes. Los valores inferiores corresponden a asentamientos irregulares y estructuras delicadas.

2.2.4. Marco Situacional

El contexto en el que se va desarrollar los estudios de la investigación tiene el nombre de centro poblado Quicacán y se encuentra en el distrito de Conchamarca, perteneciente a la provincia de Ambo y región Huánuco:

- Ubicación: Conchamarca-Ambo-Huánuco
- Perímetro: 405.2765m
- Área: 9,556m²
- Latitud: 10° 3'17.63"S
- Longitud: 76°13'25.14"O

Figura N° 1

Mapa de Ubicación



Fuente: (Google Earth, 2019)

En el estado situacional de la zona de investigación señalamos que se encuentra en proceso de desarrollo urbano, específicamente en sus inicios de su desarrollo, sin embargo, por la gran demanda predial para la construcción de viviendas que está teniendo esta zona, el avance de construcción de viviendas está siendo acelerado, sin planeamientos urbanos sostenibles que garanticen la inversión en el sector construcción.

2.2.5. Estudio y Zonificación Geotécnica

Los estudios de Zonificación Geotécnica permiten obtener una base referencial de conocimientos sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, sobre los cuales emergen construcciones que serán futuras áreas de expansión. Para ello es necesario realizar una investigación de Estudios Básicos de Ingeniería para obtener una información geotécnica. (Carranza & Ponce, 2017, pág. 10).

La Geotecnia como parte de la Geología, mediante el estudio de las propiedades de los suelos, es base para la realización de una

Zonificación Geotécnica que consiste en establecer zonas de suelos con comportamiento similar de manera que se puedan definir allí recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificaciones, permitiendo (Carranza & Ponce, 2017, pág. 10):

- Determinar los tipos de suelos existentes en cuanto a profundidad.
- Determinar la distribución de estos suelos en toda la zona de estudio.
- Definir la posición del nivel freático.
- Determinar rangos de valores de capacidad de carga.

2.2.5.1. Cimentaciones Superficiales

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la estructura al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su esfuerzo admisible. La cimentación es la parte de la estructura que permite la transmisión de las cargas generadas por la estructura hacia el suelo o hacia la roca subyacente. (Carranza & Ponce, 2017, pág. 15).

Una Cimentación Superficial es aquella en la cual, el plano de contacto entre la estructura y el terreno está situado bajo el terreno que la rodea, a una profundidad que resulta pequeña cuando se compara con el ancho de la cimentación. Se considera cimentación superficial cuando tienen entre 0,50 m. y 4 m. de profundidad, y cuando las tensiones admisibles de las diferentes capas del terreno que se hallan hasta esa cota permiten apoyar el edificio en forma directa sin provocar asentamientos excesivos de la estructura que puedan afectar la funcionalidad de la estructura. (Carranza & Ponce, 2017, pág. 15).

Para comportarse de modo aceptable las cimentaciones superficiales deben tener dos características elementales. Tienen que ser seguras contra la falla general por corte del suelo que las soporta. No pueden experimentar un desplazamiento, o un asentamiento excesivo. (El término excesivo es relativo, debido a que el grado de asentamiento

permitido para una estructura depende de varias consideraciones). La carga por área unitaria de la cimentación a la que ocurre la falla por corte en un suelo se denomina capacidad de carga última. (Carranza & Ponce, 2017, pág. 15).

2.2.5.2. Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi

Fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones aproximadamente superficiales. De acuerdo con su teoría, una cimentación es superficial si su profundidad, D_f es menor que o igual a su ancho. Sin embargo, investigadores posteriores sugirieron que las cimentaciones con D_f igual a tres o cuatro veces su ancho se podían definir como cimentaciones superficiales. (Carranza & Ponce, 2017, pág. 15).

Las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi ahora se han modificado para tomar en cuenta los efectos de la forma de la cimentación (B/L), la profundidad de empotramiento (D_f) y la inclinación de la carga. (Carranza & Ponce, 2017, pág. 18).

2.2.5.3. Capacidad de Carga Permisible

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última. (Carranza & Ponce, 2017, pág. 18).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Zonificación Geotécnica:

Carranza y Ponce (2017) define: “Zonificación Geotécnica es el estudio de una determinada área para determinar las propiedades del tipo de suelo que se encuentre allí, siendo primordial este tipo de investigación para el desarrollo de diseños estructurales en cualquier obra de construcción”.

Pozos o Calicatas y Trincheras:

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas y trincheras son realizadas según la NTP 339.162. El PR debe tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes. Se prohíbe el uso de este tipo de técnica de exploración en suelos arenosos con un porcentaje de finos menores e iguales a 5%. (RNE, 2018)

Suelo cohesivo

Suelo que, no estando confinado posee considerable resistencia cuándo se ha secado a temperatura ambiente y tiene una cohesión considerable cuando está sumergido.

Suelo no cohesivo

Suelo que, cuándo está confinado tiene leve o ninguna resistencia cuándo está secado a temperatura ambiente y tiene poca o ninguna cohesión cuando está sumergido.

Perfil de suelo

Hoyos, F., define como: “sección vertical de un suelo que muestra la naturaleza y secuencia de varias capas, como han sido desarrollada por sedimentación o por meteorización, o por ambos procesos”.

Capacidad de carga:

Reglamento nacional de edificaciones (2018) define: “Es la presión requerida para producir la falla del suelo por corte que sirve de apoyo a la cimentación (sin factor de seguridad)”.

Cimentación superficial:

Una cimentación superficial es un elemento estructural cuya sección transversal es de dimensiones grandes con respecto a la altura

y cuya función es trasladar las cargas de una edificación a profundidades relativamente cortas, menores de 4m aproximadamente con respecto al nivel de la superficie natural de un terreno o de un sótano. (Garza Vásquez, L., 2000)

Muestra inalterada:

Calificación de valor relativo, para un espécimen de suelo tomado con herramientas apropiadas, retirado del terreno con los cuidados debidos, transportado, conservado y llevado al aparato de ensayo, de manera que pueda considerarse que las propiedades del suelo natural, que se desean conocer en la muestra, no se han modificado de manera significativa. (Duque & pEscobar, 2002)

Nivel de la Napa Freática:

Reglamento nacional de edificaciones (2018) define: “Ubicación de la Napa Freática dentro de la profundidad de exploración, indicando la fecha de medición”.

Límites de Atterberg:

Cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, puede fluir como un semilíquido. Si el suelo se seca gradualmente, se comportará como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su contenido de humedad. El contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado líquido a uno plástico se define como límite líquido (LL). De manera similar, el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado plástico a uno semisólido y de un estado semisólido a uno sólido se definen como límite plástico (LP) y límite de contracción (LC), respectivamente. A estos límites se les refiere como límites de Atterberg.

Esfuerzo Permissible Transmitido:

Se obtiene empíricamente al observar que la presión máxima no causa daño estructural en diferentes condiciones de suelos. Lo anterior

no significa que no ocurrirán asentamientos. Esta presión admisible es válida para tamaños de cimentación y tipos de estructuras para las cuales las reglas prácticas se han establecido. Los valores son conservadores y es difícil averiguar en qué datos han sido basados. Las fallas registradas se atribuyen a mala clasificación de suelos, en vez de mala regla empírica. En muchos casos se verifica con ensayos de carga, que pueden no ser significativos. (Alva, J.E, 2018).

Resistencia al corte del suelo:

Duque & Escobar (2002) define: “Esta resistencia del suelo determina factores como la estabilidad de un talud, la capacidad de carga admisible para una cimentación y el empuje de un suelo contra un muro de contención”.

Factor de seguridad:

“El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta”.

Asentamiento:

Cuando una estructura se apoya en la tierra, transmite los esfuerzos al suelo donde se funda. Estos esfuerzos producen deformaciones en el suelo que pueden ocurrir de tres maneras: por deformación elástica de las partículas, por cambio de volumen en el suelo como consecuencia de la evacuación del líquido existente en los huecos entre las partículas y por fluencia en el tiempo del medio considerado continuo (el suelo). (Claudia, A.S, 2018).

Asentamiento diferencial:

Reglamento nacional de edificaciones (2018) define: “Máxima diferencia de nivel entre dos cimentaciones adyacentes de una misma estructura”.

Asentamiento diferencial tolerable:

Reglamento nacional de edificaciones (2018) define: “Máximo asentamiento diferencial entre dos elementos adyacentes a una estructura, que al ocurrir no produce daños visibles ni causa problemas”.

Profundidad de cimentación:

La profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos, es la distancia desde el nivel de la superficie del terreno a la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación estará referida al nivel del piso del sótano... Si para una estructura se plantean varias profundidades de cimentación, deben determinarse la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada caso. Deben evitarse la interacción entre las zonas de influencia de los cimientos adyacentes, de lo contrario será necesario tenerla en cuenta en el dimensionamiento de los nuevos cimientos. (RNE, 2018).

2.4. HIPÓTESIS

H1: La Zonificación Geotécnica en el Área de Estudio, permitirá realizar Diseños de Cimentaciones Superficiales Seguras para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos del Centro Poblado de Quicacán, 2021.

H0: La Zonificación Geotécnica en el Área de Estudio, no permitirá realizar Diseños de Cimentaciones Superficiales Seguras para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos del Centro Poblado de Quicacán, 2021.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable dependiente

Zonificación Geotécnica en el área de estudio del centro poblado Quicacán

2.5.2. Variable independiente

Diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla N° 7
Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>V. Dependiente Zonificación Geotécnica en el área de estudio del centro poblado Quicacán.</p>	Propiedades geotécnicas	Peso específico Ángulo de fricción Cohesión Capacidad portante admisible del suelo.	Cuantitativa.	Discreta.
<p>V. Independientes Diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos.</p>	Ensayos de laboratorio.	Contenido de humedad Granulometría Límite líquido Límite plástico Ensayo de corte directo	Cuantitativa.	Discreta.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque

Según se refiere (Sampieri, 2014), debido al carácter del presente estudio y por la naturaleza de la presente investigación, se recurrirá al tipo de investigación cuantitativa, ya que tiene como objetivo describir los datos obtenidos de forma no experimental, a partir de la recolección de datos en campo y usando estos conocimientos como antecedentes técnicos que sean de beneficio para futuros proyectos y así contribuir con el progreso de nuestra sociedad. En la realización de los ensayos para analizar las partículas geotécnicas del suelo y su composición decimos que es cuantitativo por cuanto vamos a obtener valores en numeración, ya sean estos en porcentajes en unidades fuerza, esfuerzo y deformaciones.

3.1.2. Alcance o nivel

Según (Sampieri, 2014), el alcance de la investigación es descriptivo ya que indaga las propiedades físicas y mecánicas de los estratos de suelo presentes en el área de estudio del centro poblado Quicacán, para luego describir dichas propiedades físicas y mecánicas existentes en esta zona de investigación, clasificándolos en áreas con similares características de propiedades geotécnicas.

3.1.3. Diseño

Según (Sampieri, 2014), el diseño de la investigación es no experimental, transversal de tipo descriptivo, ya que solo analiza la composición de la distribución de las partículas de suelo presentes en los estratos de suelo, asimismo, se analiza las propiedades geotécnicas del suelo en el área de estudio del centro poblado Quicacán, relacionadas al

grado de saturación, resistencia al corte del suelo y asentamiento máximo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población de estudio

Según (Sampieri, 2014), la población resulta ser el conjunto de todos los casos que concuerdan, por ello, la presente investigación abarcará todas las calles transitables dentro del área de estudio del centro poblado Quicacán, lo cual comprende dos calles paralelas a la carretera central del tramo Ambo-Huánuco de 30.32 metros y 31.59 metros de longitud y una calle perpendicular a dicha carretera central de 103.8 metros de longitud.

Figura N° 2

Mapa de ubicación de vías



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Tamaño de muestra

Según (Sampieri, 2014), para la determinación del tamaño de la muestra de esta investigación, se va considerar el tipo de muestreo no probabilístico también llamado muestreo dirigido, ya que se analizará directamente la calle perpendicular a la carretera central del tramo Ambo-

Huánuco de 103.8 metros de longitud, debido a que se va desarrollar el “Método de distribución por área tributarias” a lo largo de la única vía perpendicular a la carretera, lo cual permite determinar la distribución de áreas de influencia para cada calicata, dichas calicatas se ubicarán a lo largo de la longitud en 3 tramos de 34.6 metros, las calicatas serán ubicadas en el centro de cada tramo distribuidas de forma progresiva. La calicata N°1 se ubicará a una distancia de +17.3 metros, de manera consecutiva la calicata N°2 se ubicará a una distancia de +51.9 metros, de manera consecutiva la calicata N°3 se ubicará a una distancia de +86.5 metros.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. Técnicas

Técnicas; el desarrollo de la investigación requerirá la recopilación de datos obtenidos mediante exploraciones del suelo (calicatas) en el área de estudio del centro poblado Quicacán, los cuales serán ensayados en el laboratorio de suelos de la Universidad de Huánuco.

- **Observación:** La observación directa aplicaremos para identificar nuestra población y muestra para el análisis de nuestros puntos de exploración o calicatas.
- **Extracción de muestras:** Se extraen las muestras de suelo de los estratos de cada calicata a una profundidad de 3 metros respecto el nivel del terreno natural.
- **Ensayo de laboratorio:** Es la principal técnica de recolección de datos que se aplicará a la investigación. Asimismo, estarán enmarcadas al Reglamento nacional de edificaciones (2018), que contiene la NTE E.050 suelos y cimentaciones, en relación de las normas ASTM.
- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-4222).
- Peso Unitario (ASTM D2937-71).

- Límite Líquido (ASTM D-4318).
- Límite Plástico (ASTM D4318).
- Contenido de Humedad (ASTM D-2216).
- Corte Directo (ASTM D-3080)

Figura N° 3

Mapa de ubicación de calicatas



Fuente: Elaboración Propia

En el presente trabajo de investigación se definirá los puntos de muestreo mediante un análisis inicial con el método tributario de la calle longitudinal en función del área de cada cuadra o manzana que separa la calle en el área de estudio del centro poblado Quicacán.

Posteriormente se realizará sondeos de tipo calicatas con la obtención de nuestras muestras que serán llevadas a laboratorio.

Además, debido a que la presente investigación comprende un estudio de aproximadamente 1 hectárea de terreno, solo se realizará 3 puntos de exploración según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2018).

Figura N° 4

Mapa de zonificación



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Instrumentos

Instrumentos; a fin de realizar un proceso óptimo de recolección de datos en el proceso de investigación, se requieren de diversos instrumentos que faciliten el estudio, para esto, contaremos con los siguientes:

- Instrumentos para la cuantificación de muestras: balanza.
- Máquina de Ensayo de corte directo.
- Plantilla de recolección de datos de laboratorio de la Universidad de Huánuco para ensayos de mecánica de suelo.
- Hojas Excel automatizadas para el análisis de los ensayos de la investigación.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En el laboratorio seguido de una serie de ensayos según normativa E.050 “suelos y cimentaciones” en función de las normas ASTM y/o normas técnicas peruanas para ensayos de laboratorio y se realizará un análisis de las propiedades físicas mecánicas de los suelos de cada muestra tomada, para ello se utilizará:

- Tablas de cálculo estadísticos, usando hojas Excel automatizadas.
- Tablas de doble entrada.
- Gráficos estadísticos, usando hojas Excel automatizadas.

Asimismo, se emplearán los principios vigentes para el análisis de la capacidad admisible del suelo según; Joseph E. (1996) en su libro: Foundation Analysis and Design.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS (CUADROS ESTADÍSTICOS CON SU RESPECTIVO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN)

Resultados de los ensayos realizados:

De las muestras obtenidas se realizaron los ensayos en el “Laboratorio de Mecánica de Suelos” de la Facultad de Ingeniería Programa Académico Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, teniendo consecuentemente los siguientes resultados:

Tabla N° 8

Ensayo de análisis de granulometría Calicata 1

ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA				
CALICATA N°1				
APELLIDOS Y NOMBRES		ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA		
UBICACIÓN		CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO		
NIVEL DE ESTUDIO		TESIS		
N° Tamiz	Diámetro(mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Acu Pasante
3"	76.200	0.000	0.000	100.000
2 1/2"	63.500	0.000	0.000	100.000
2"	50.800	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.050	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.700	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.525	0.000	0.000	100.000
1/4"	6.350	0.500	0.095	99.905
N° 4	4.760	1.000	0.189	99.716
N° 8	2.360	37.300	7.052	92.664
N° 10	2.000	22.000	4.160	88.504
N°20	0.840	127.500	24.107	64.398
N°30	0.590	52.500	9.926	54.472
N° 40	0.426	36.300	6.863	47.608
N° 60	0.250	51.700	9.775	37.833
N° 80	0.180	32.700	6.183	31.651
N° 100	0.149	17.700	3.347	28.304
N°200	0.075	58.600	11.080	17.224
Cazoleta	0.000	91.100	17.224	0.000
TOTAL		528.900	100.000	

PORCENTAJE DE FINOS	17.224
PORCENTAJE DE ARENA	82.492
PORCENTAJE DE GRAVA	0.284

D10 =	0.0746
D30 =	0.1651
D60 =	0.7344

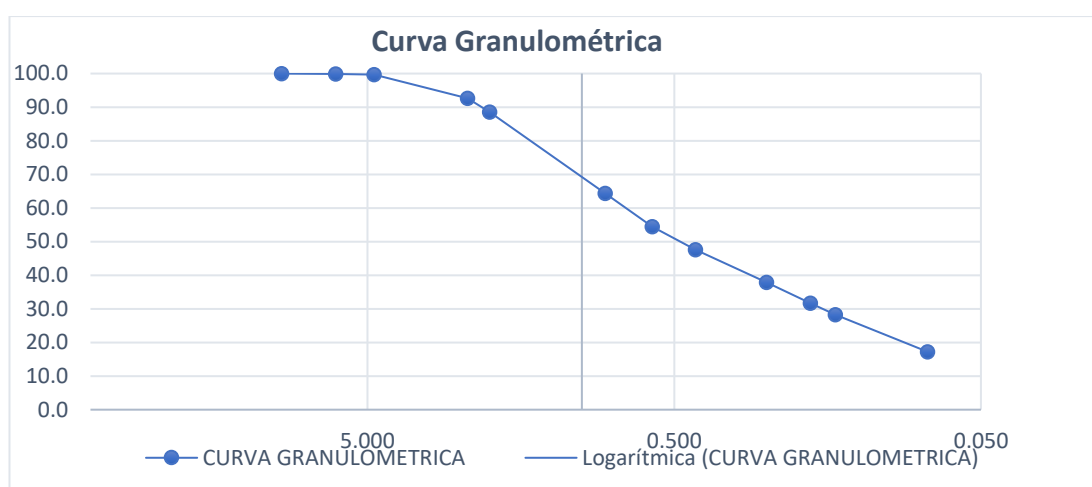
CU =	9.8440
CC =	0.4978

Fuente: Elaboración Propia

De la muestra obtenida para la calicata N°1 se le realiza un tamizado con las diferentes mallas conseguidas en el laboratorio para poder clasificar los porcentajes en composición que la forma, del análisis de granulometría se observa que la calicata N°1 cuenta con una cantidad de finos de alrededor del 17%, un porcentaje de arena de alrededor del 82% y un porcentaje de grava de menos de un 1%, definida la composición se procede a graficar la curva granulométrica.

Figura N° 5

Curva granulométrica Calicata N°1



Fuente: Elaboración Propia

De la curva granulométrica se puede observar que esta tiene que el tamaño en gran parte de la muestra es de igual o menor a 4.75 mm lo cual facilita la caracterización del suelo.

Tabla N° 9

Ensayo de contenido de humedad Calicata 1

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216	
CALICATA N°1	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1
1 Peso de tara(gr)	56.500
2 Peso de tara+M.humeda (gr)	395.100
3 Peso de tara + M.seca (gr)	352.200
4 Peso del Agua(gr)	42.900
5 Peso de la Muestra seca (gr)	295.700
6 Contenido de Humedad (%)	14.51%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10

Ensayo de peso específico Calicata 1

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO ASTM D2937-71	
CALICATA N°1	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1
1	Peso de tara(gr)	66.000
2	Peso de tara+M.humeda (gr)	229.800
3	Peso de M.humeda (gr)	163.800
4	Peso de M.humeda parafinada (gr)	183.100
5	Densidad de la parafina (gr/ml)	0.971
6	Volúmen de la parafina (ml)	19.878
7	Volúmen de agua desalojada (ml)	105.000
8	Peso unitario Húmeda (gr/ml) (Tn/m3)	1.924
9	Contenido de Humedad (%)	0.145
10	Peso unitario Seco (gr/ml) (Tn/m3)	1.680

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 11

Ensayo de límite de consistencia Calicata 1

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA	
CALICATA N°1	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

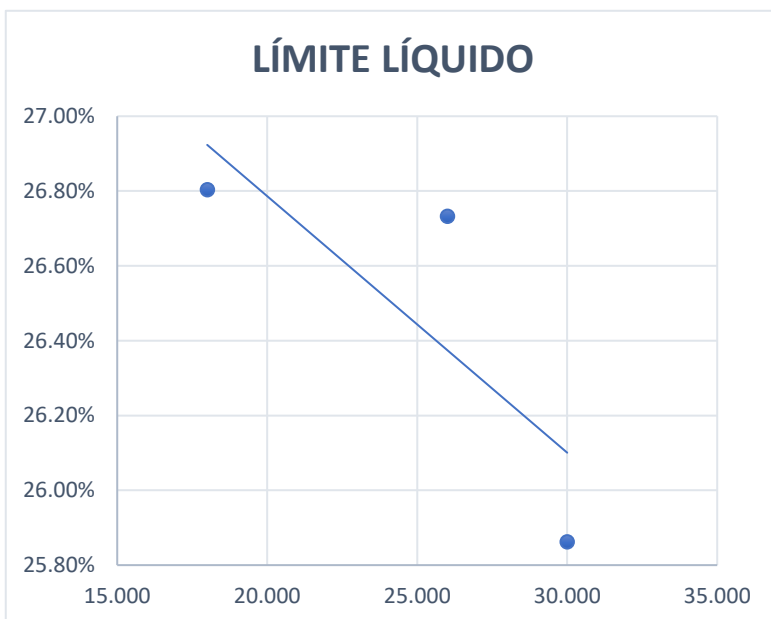
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO				
	1	2	3	1	2	3	4	5
N° de ensayo	1	2	3	1	2	3	4	5
N° de cápsula	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Peso de cápsula(gr)	27.800	26.600	26.200	26.600				
Peso de cápsula+M.humeda (gr)	40.600	33.900	38.500	46.100				
Peso de cápsula + M.seca (gr)	37.900	32.400	35.900	43.600				
Peso del Agua(gr)	2.700	1.500	2.600	2.500				
Peso de la Muestra seca (gr)	10.100	5.800	9.700	17.000				
Contenido de Humedad (%)	26.73%	25.86%	26.80%	14.71%				
N° de golpes	26.000	30.000	18.000					
Promedio C. de humedad (%)				14.71%				
Para la figura: A								
LIMITE LIQUIDO	26.4%							
LIMITE PLÁSTICO	14.7%							
IP	11.7%							
N° DE GOLPES PARA LL	25							

Fuente: Elaboración Propia

De la relación de estos ensayos se demostró que la muestra tiene las características de un suelo SC que significa una arena arcillosa que tiene un índice plástico de 11.7% un límite líquido de 26.4%, como se puede ver en la siguiente gráfica.

Figura N° 6

Límite Líquido Calicata N°1



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 12

Ensayo de corte directo Calicata 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO	
CALICATA N°1	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DATOS

VELOCIDAD (mm/min)	0.5
LADO MUESTRA (mm)	60
LADO MUESTRA (cm)	6

ÁREA (cm ²)	36
K	0.39879

N° DE ENSAYO	DEF. TANGENCIAL	DESPLAZAMIENTO LATERAL (mm)	CARGAS (LECTURA HORIZONTAL)			ESFUERZO O CORTANTE PARA 0.5kg/cm ²	ESFUERZO O CORTANTE PARA 1kg/cm ²	ESFUERZO O CORTANTE PARA 1.5kg/cm ²
			0.5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	1.5 kg/cm ²			
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	25	0.025	6	14.5	19	0.08601	0.18017	0.23002
2	50	0.050	9	21	27	0.11924	0.25217	0.31864
3	75	0.075	10.5	26	32	0.13586	0.30756	0.37403
4	100	0.100	12	29.6	36	0.15248	0.34744	0.41834
5	125	0.125	12.7	32.8	40	0.16023	0.38289	0.46265
6	150	0.150	13	35	44	0.16355	0.40726	0.50696
7	175	0.175	13.3	37.3	47.2	0.16688	0.43274	0.54240
8	200	0.200	13.6	39	50	0.17020	0.45157	0.57342
9	225	0.225	14	40.8	53	0.17463	0.47151	0.60665
10	250	0.250	14.3	42	56	0.17795	0.48480	0.63989
11	275	0.275	14.6	43	58	0.18128	0.49588	0.66204
12	300	0.300	14.9	44	60	0.18460	0.50696	0.68420
13	325	0.325	15.1	45.1	62	0.18682	0.51914	0.70635
14	350	0.350	15.2	46.1	64	0.18792	0.53022	0.72851

15	375	0.375	15.3	47.1	65.2	0.18903	0.54130	0.74180
16	400	0.400	15.6	48	67.2	0.19235	0.55127	0.76395
17	425	0.425	15.8	48.7	68.5	0.19457	0.55902	0.77835
18	450	0.450	16	49.2	69.5	0.19679	0.56456	0.78943
19	475	0.475	16.1	49.8	71	0.19789	0.57121	0.80605
20	500	0.500	16.2	50	72.2	0.19900	0.57342	0.81934
21	525	0.525	16.3	50.3	73	0.20011	0.57674	0.82820
22	550	0.550	16.4	50.6	74	0.20122	0.58007	0.83928
23	575	0.575	16.6	51.8	75	0.20343	0.59336	0.85036
24	600	0.600	16.8	52.1	75.5	0.20565	0.59668	0.85590
25	625	0.625	16.9	52.5	76.8	0.20676	0.60111	0.87030
26	650	0.650	17	53.5	77.2	0.20786	0.61219	0.87473
27	675	0.675	17.1	53.8	78	0.20897	0.61552	0.88359
28	700	0.700	17.2	54.1	78.5	0.21008	0.61884	0.88913
29	725	0.725	17.3	54.4	79	0.21119	0.62216	0.89467
30	750	0.750	17.4	54.7	79.3	0.21229	0.62548	0.89799
31	775	0.775	17.5	55	79.8	0.21340	0.62881	0.90353
32	800	0.800	17.6	55.3	80.1	0.21451	0.63213	0.90685
33	825	0.825	17.7	55.6	80.2	0.21562	0.63545	0.90796
34	850	0.850	17.8	55.8	80.2	0.21673	0.63767	0.90796
35	875	0.875	17.9	56	80.2	0.21783	0.63989	0.90796
36	900	0.900	18	56.2	80.2	0.21894	0.64210	0.90796
37	925	0.925	18.1	56.2	80.2	0.22005	0.64210	0.90796

ESFUERZO NORMAL kg/cm2	0.5	1	1.5
ESFUERZO NORMAL kg/cm2	0.22005	0.6421 0	0.9079610 56

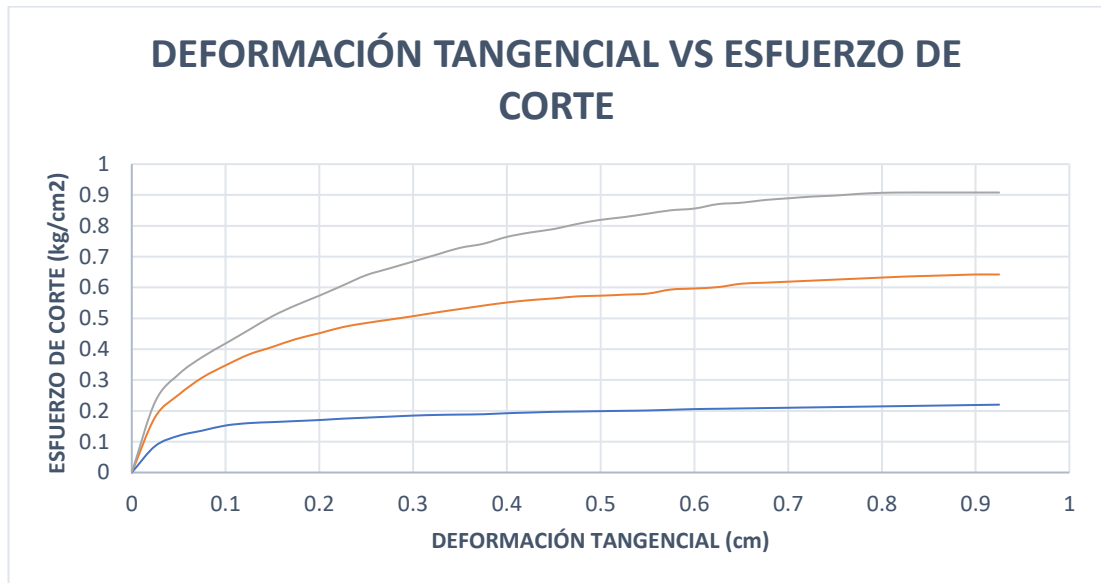
c	0.1
Φ	34.52

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados de corte directo indican la resistencia de la composición de la muestra a partir de un análisis a diferentes fuerzas que se le ejerzan, de la cuales se obtuvo las respectivas deformaciones del campo, estos resultados se pueden mostrar en gráficas para ver el comportamiento que se tiene a diversos esfuerzos normales relacionado con la deformación tangencial que se presente en cada uno de los casos.

Figura N° 7

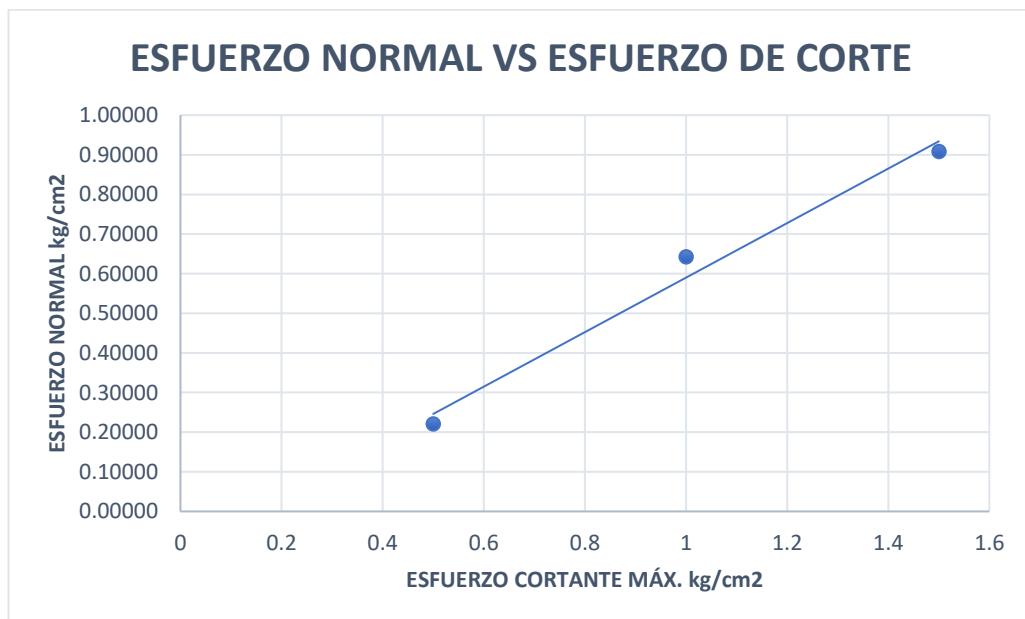
Deformación tangencial vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°1



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 8

Esfuerzo normal vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°1



Fuente: Elaboración Propia

Tanto los datos obtenidos como las gráficas nos ayudan a especificar las características del suelo que conforma la muestra de la calicata N°1 para poder luego calcular la capacidad portante que tiene el suelo del área de estudio

Tabla N° 13**Ensayo de análisis de granulometría Calicata 2**

ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA	
CALICATA N°2	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

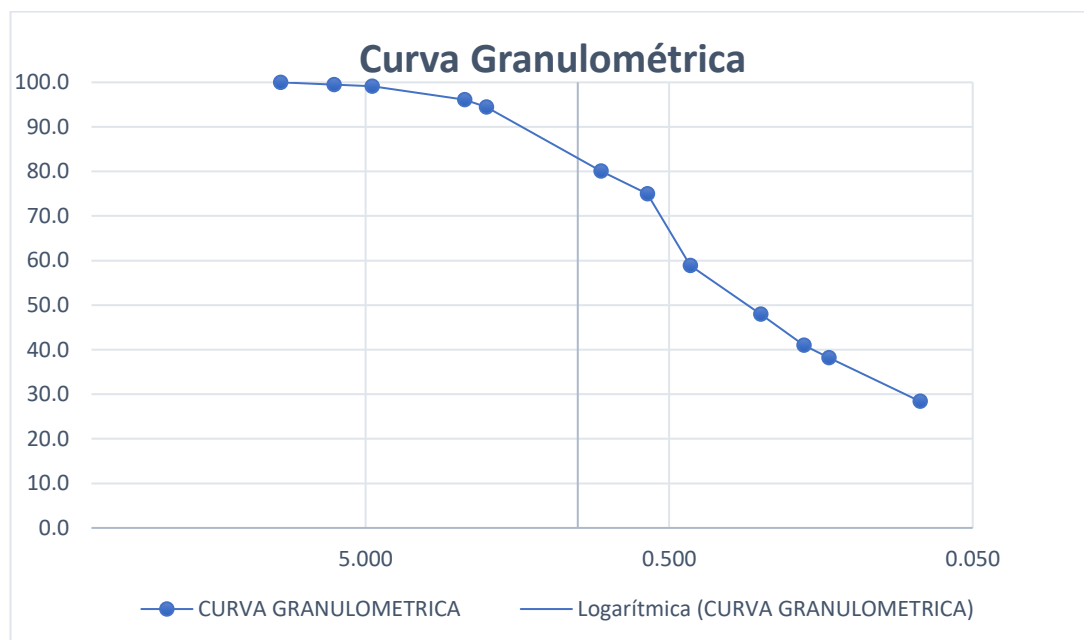
N° Tamiz	Diámetro(mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Acu Pasante
3"	76.200	0.000	0.000	100.000
2 1/2"	63.500	0.000	0.000	100.000
2"	50.800	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.050	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.700	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.525	0.000	0.000	100.000
1/4"	6.350	2.800	0.530	99.470
N° 4	4.760	1.700	0.322	99.148
N° 8	2.360	16.100	3.049	96.098
N° 10	2.000	8.600	1.629	94.470
N°20	0.840	76.100	14.413	80.057
N°30	0.590	26.600	5.038	75.019
N° 40	0.426	85.300	16.155	58.864
N° 60	0.250	57.300	10.852	48.011
N° 80	0.180	36.900	6.989	41.023
N° 100	0.149	15.000	2.841	38.182
N°200	0.075	51.600	9.773	28.409
Cazoleta	0.000	150.000	28.409	0.000
TOTAL		528.000	100.000	
PORCENTAJE DE FINOS		28.409		
PORCENTAJE DE ARENA		70.739		
PORCENTAJE DE GRAVA		0.852		
D10 =	0.0746		CU =	5.9318
D30 =	0.0883		CC =	0.2363
D60 =	0.4425			

Fuente: Elaboración Propia

De la muestra obtenida para la calicata N°2 se le realiza un tamizado con las diferentes mallas conseguidas en el laboratorio para poder clasificar los porcentajes en composición que la forma, del análisis de granulometría se observa que la calicata N°2 cuenta con una cantidad de finos de alrededor del 28%, un porcentaje de arena de alrededor del 70% y un porcentaje de grava de menos de un 2%, definida la composición se procede a graficar la curva granulométrica.

Figura N° 9

Curva granulométrica Calicata N°2



Fuente: Elaboración Propia

De la curva granulométrica se puede observar que esta tiene que el tamaño en gran parte de la muestra es de igual o menor a 4.75 mm lo cual facilita la caracterización del suelo.

Tabla N° 14

Ensayo de contenido de humedad Calicata 2

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216	
CALICATA N°2	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1
1 Peso de tara(gr)	57.500
2 Peso de tara+M.humeda (gr)	384.300
3 Peso de tara + M.seca (gr)	342.500
4 Peso del Agua(gr)	41.800
5 Peso de la Muestra seca (gr)	285.000
6 Contenido de Humedad (%)	14.67%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 15
Ensayo de peso específico Calicata 2

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO ASTM D2937-71	
CALICATA N°2	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1
1 Peso de tara(gr)	65.400
2 Peso de tara+M.humeda (gr)	249.600
3 Peso de M.humeda (gr)	184.200
4 Peso de M.humeda parafinada (gr)	193.200
5 Densidad de la parafina (gr/ml)	0.971
6 Volúmen de la parafina (ml)	9.270
7 Volúmen de agua desalojada (ml)	110.000
8 Peso unitario Húmeda (gr/ml) (Tn/m3)	1.829
9 Contenido de Humedad (%)	0.147
10 Peso unitario Seco (gr/ml) (Tn/m3)	1.595

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 16
Ensayo de límites de consistencia Calicata 2

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA								
CALICATA N°2								
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA							
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO							
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS							

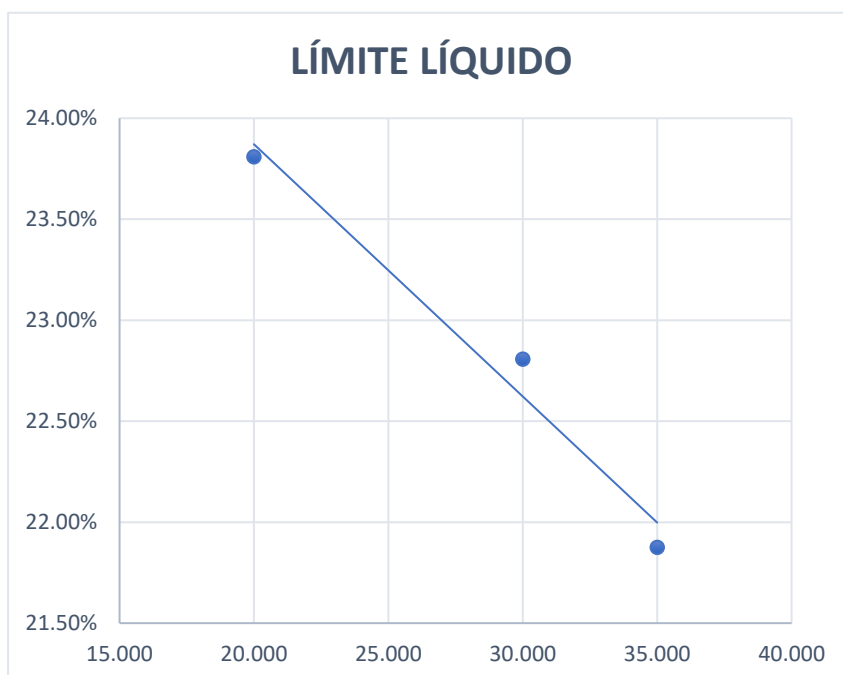
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO				
	1	2	3	1	2	3	4	5
N° de ensayo	1	2	3	1	2	3	4	5
N° de cápsula	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Peso de cápsula(gr)	25.800	26.100	27.700	29.500				
Peso de cápsula+M.humeda (gr)	37.500	40.100	38.100	38.900				
Peso de cápsula + M.seca (gr)	35.400	37.500	36.100	37.300				
Peso del Agua(gr)	2.100	2.600	2.000	1.600				
Peso de la Muestra seca (gr)	9.600	11.400	8.400	7.800				
Contenido de Humedad (%)	21.88%	22.81%	23.81%	20.51%				
N° de golpes	35.000	30.000	20.000					
Promedio C. de humedad (%)				20.51%				
Para la figura: A								
LÍMITE LÍQUIDO	23.2%							
LÍMITE PLÁSTICO	20.5%							
IP	2.7%							
N° DE GOLPES PARA LL	25							

Fuente: Elaboración Propia

De la relación de estos ensayos se demostró que la muestra tiene las características de un suelo SM que significa una arena limosa que tiene un índice plástico de 2.7% un límite líquido de 23.2%, como se puede ver en la siguiente gráfica.

Figura N° 10

Límite Líquido Calicata N°2



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17

Ensayo de corte directo Calicata 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO	
CALICATA N°2	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DATOS	
VELOCIDAD (mm/min)	0.5
LADO MUESTRA (mm)	60
LADO MUESTRA (cm)	6

ÁREA (cm ²)	36
K	0.39879

N° DE ENSAYO	DEF. TANGENCIAL	DESPLAZAMIENTO LATERAL (mm)	CARGAS (LECTURA HORIZONTAL)			ESFUERZO O CORTANTE PARA 0.5kg/cm ²	ESFUERZO O CORTANTE PARA 1kg/cm ²	ESFUERZO O CORTANTE PARA 1.5kg/cm ²
			0.5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	1.5 kg/cm ²			
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	25	0.025	6	12	16.5	0.08601	0.15248	0.20232
2	50	0.050	9	17	33	0.11924	0.20786	0.38510
3	75	0.075	13.5	20.8	48	0.16909	0.24996	0.55127
4	100	0.100	16.5	25	59	0.20232	0.29648	0.67312
5	125	0.125	18.7	30.3	66.5	0.22669	0.35519	0.75620
6	150	0.150	21.5	33.7	72	0.25771	0.39286	0.81713

7	175	0.175	24.5	37.5	75	0.29094	0.43495	0.85036
8	200	0.200	27.5	41.8	79	0.32418	0.48259	0.89467
9	225	0.225	29.6	45	82	0.34744	0.51803	0.92790
10	250	0.250	31.5	48.2	84.5	0.36849	0.55348	0.95559
11	275	0.275	32.5	50.8	87	0.37956	0.58228	0.98329
12	300	0.300	33.5	52.5	88.5	0.39064	0.60111	0.99990
13	325	0.325	34.3	53.5	90	0.39950	0.61219	1.01652
14	350	0.350	34.7	54.3	91	0.40393	0.62105	1.02760
15	375	0.375	35.5	56	92.2	0.41280	0.63989	1.04089
16	400	0.400	36	56.8	93	0.41834	0.64875	1.04975
17	425	0.425	36.4	57.3	94.2	0.42277	0.65429	1.06305
18	450	0.450	36.8	58	95.3	0.42720	0.66204	1.07523
19	475	0.475	37	59	96.1	0.42941	0.67312	1.08409
20	500	0.500	37.3	59.8	97.3	0.43274	0.68198	1.09739
21	525	0.525	37.5	60.2	98.3	0.43495	0.68641	1.10846
22	550	0.550	37.7	61.2	99	0.43717	0.69749	1.11622
23	575	0.575	37.9	61.7	99.5	0.43938	0.70303	1.12176
24	600	0.600	38.3	62	100.3	0.44381	0.70635	1.13062
25	625	0.625	38.7	62.2	101.1	0.44824	0.70857	1.13948
26	650	0.650	39.1	62.8	101.3	0.45268	0.71521	1.14170
27	675	0.675	39.4	63	101.5	0.45600	0.71743	1.14391
28	700	0.700	39.7	63.1	101.7	0.45932	0.71854	1.14613
29	725	0.725	40	63.2	101.9	0.46265	0.71964	1.14834
30	750	0.750	40.3	63.2	101.9	0.46597	0.71964	1.14834
31	775	0.775	40.5	63.2	101.9	0.46818	0.71964	1.14834
32	800	0.800	40.6	63.2	101.9	0.46929	0.71964	1.14834
33	825	0.825	40.7	63.2	101.9	0.47040	0.71964	1.14834
34	850	0.850	40.8	63.2	101.9	0.47151	0.71964	1.14834
35	875	0.875	40.8	63.2	101.9	0.47151	0.71964	1.14834
36	900	0.900	40.8	63.2	101.9	0.47151	0.71964	1.14834
37	925	0.925	40.8	63.2	101.9	0.47151	0.71964	1.14834

ESFUERZO NORMAL kg/cm ²	0.5	1	1.5
ESFUERZO NORMAL kg/cm ²	0.47151	0.7196 4	1.1483428 06

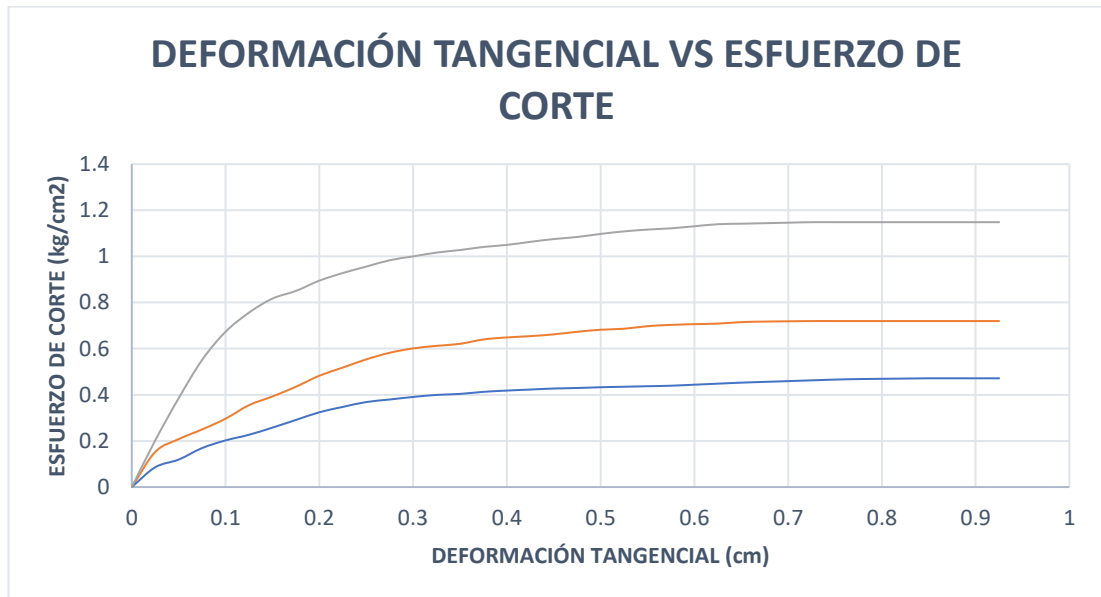
c	0.10
φ	34.09

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados de corte directo indican la resistencia de la composición de la muestra a partir de un análisis a diferentes fuerzas que se le ejerzan, de la cuales se obtuvo las respectivas deformaciones del campo, estos resultados se pueden mostrar en gráficas para ver el comportamiento que se tiene a diversos esfuerzos normales relacionado con la deformación tangencial que se presente en cada uno de los casos.

Figura N° 11

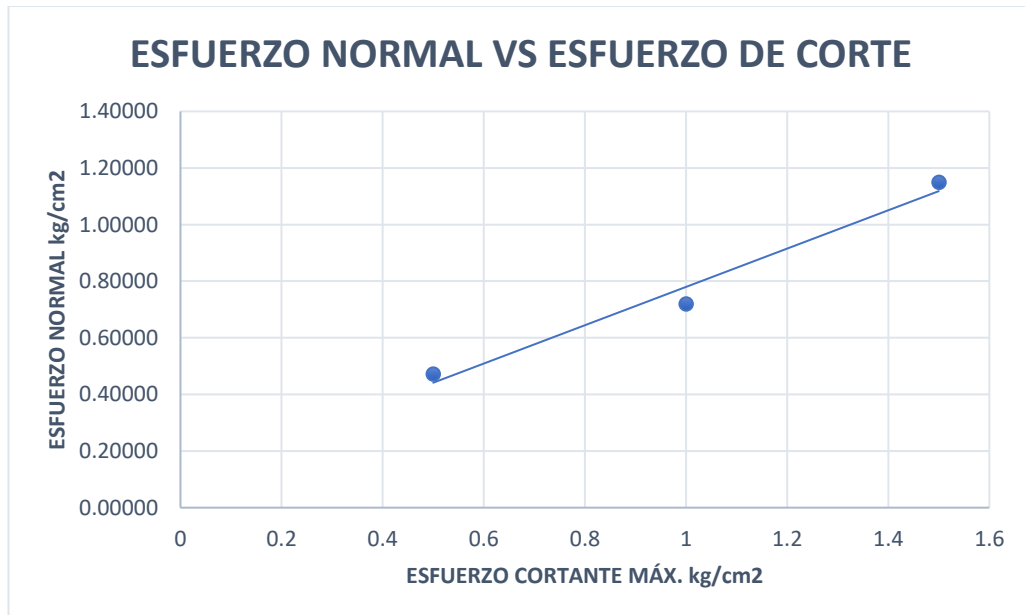
Deformación tangencial vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°2



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 12

Esfuerzo normal vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°2



Fuente: Elaboración Propia

Tanto los datos obtenidos como las gráficas nos ayudan a especificar las características del suelo que conforma la muestra de la calicata N°2 para poder luego calcular la capacidad portante que tiene el suelo del área de estudio

Tabla N° 18

Ensayo de análisis de granulometría Calicata 3

ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA	
CALICATA N°3	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

N° Tamiz	Diámetro(mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Acu Pasante
3"	76.200	0.000	0.000	100.000
2 1/2"	63.500	0.000	0.000	100.000
2"	50.800	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.050	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.700	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.525	0.000	0.000	100.000
1/4"	6.350	1.600	0.185	99.815
N° 4	4.760	2.100	0.243	99.572
N° 8	2.360	44.100	5.099	94.473
N° 10	2.000	27.200	3.145	91.328
N°20	0.840	191.000	22.083	69.245
N°30	0.590	88.800	10.267	58.978
N° 40	0.426	72.800	8.417	50.561
N° 60	0.250	91.800	10.614	39.947
N° 80	0.180	66.500	7.689	32.258
N° 100	0.149	39.800	4.602	27.656
N°200	0.075	108.100	12.499	15.158
Cazoleta	0.000	131.100	15.158	0.000
TOTAL		864.900	100.000	
PORCENTAJE DE FINOS		15.158		
PORCENTAJE DE ARENA		84.414		
PORCENTAJE DE GRAVA		0.428		

D10 =	0.0746
D30 =	0.1654
D60 =	0.6168

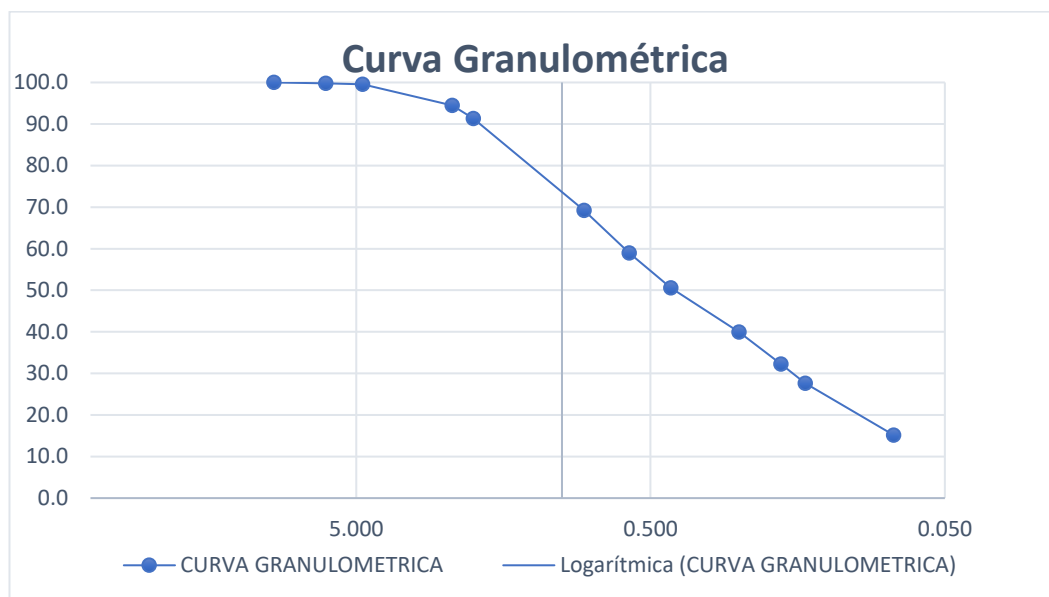
CU =	8.2676
CC =	0.5945

Fuente: Elaboración Propia

De la muestra obtenida para la calicata N°3 se le realiza un tamizado con las diferentes mallas conseguidas en el laboratorio para poder clasificar los porcentajes en composición que la forma, del análisis de granulometría se observa que la calicata N°3 cuenta con una cantidad de finos de alrededor del 15%, un porcentaje de arena de alrededor del 84% y un porcentaje de grava de menos de un 1%, definida la composición se procede a graficar la curva granulométrica.

Figura N° 13

Curva granulométrica Calicata N°3



Fuente: Elaboración Propia

De la curva granulométrica se puede observar que esta tiene que el tamaño en gran parte de la muestra es de igual o menor a 4.75 mm lo cual facilita la caracterización del suelo.

Tabla N° 19

Ensayo de contenido de humedad Calicata 3

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216	
CALICATA N°3	
APPELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1
1 Peso de tara(gr)	56.300
2 Peso de tara+M.humeda (gr)	320.700
3 Peso de tara + M.seca (gr)	296.200
4 Peso del Agua(gr)	24.500
5 Peso de la Muestra seca (gr)	239.900
6 Contenido de Humedad (%)	10.21%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 20

Ensayo de peso específico Calicata 3

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO ASTM D2937-71

CALICATA N°3	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1
1 Peso de tara(gr)	66.000
2 Peso de tara+M.humeda (gr)	278.800
3 Peso de M.humeda (gr)	212.800
4 Peso de M.humeda parafinada (gr)	221.300
5 Densidad de la parafina (gr/ml)	0.971
6 Volúmen de la parafina (ml)	8.755
7 Volúmen de agua desalojada (ml)	120.000
8 Peso unitario Húmeda (gr/ml) (Tn/m3)	1.913
9 Contenido de Humedad (%)	0.102
10 Peso unitario Seco (gr/ml) (Tn/m3)	1.736

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 21
Ensayo de límites de consistencia Calicata 3

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA					
CALICATA N°3					
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA				
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO				
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS				

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO				
	1	2	3	1	2	3	4	5
N° de ensayo								
N° de cápsula	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Peso de cápsula(gr)	24.000	24.300	23.800	25.900				
Peso de cápsula+M.humeda (gr)	37.600	38.700	37.100	42.400				
Peso de cápsula + M.seca (gr)	35.000	35.900	34.200	40.100				
Peso del Agua(gr)	2.600	2.800	2.900	2.300				
Peso de la Muestra seca (gr)	11.000	11.600	10.400	14.200				
Contenido de Humedad (%)	23.64%	24.14%	27.88%	16.20%				
N° de golpes	35.000	30.000	20.000					
Promedio C. de humedad (%)				16.20%				

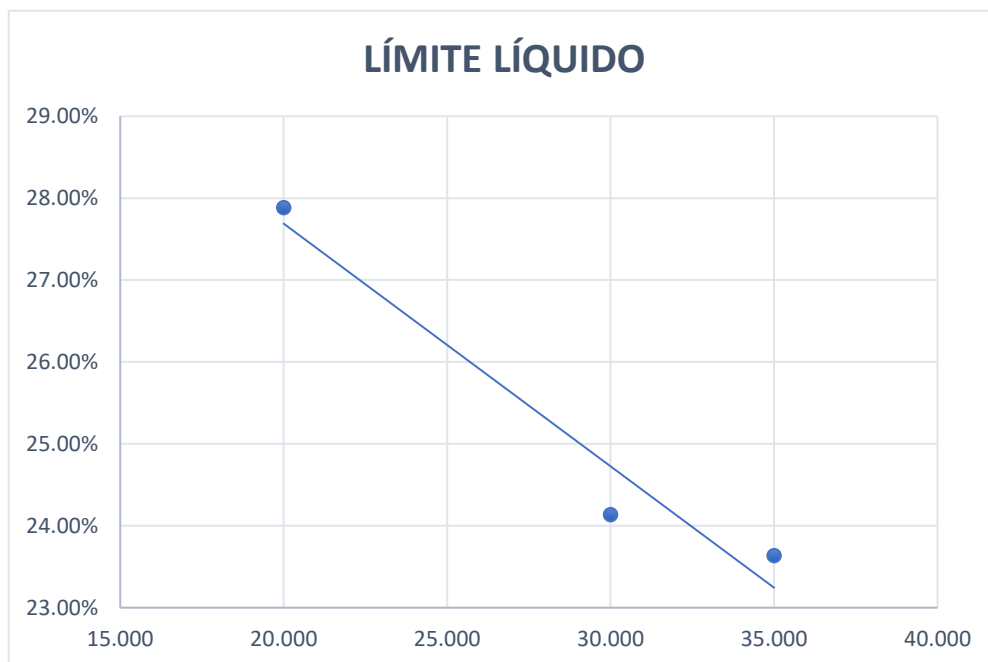
Para la figura: A	
LIMITE LIQUIDO	26.2%
LIMITE PLÁSTICO	16.2%
IP	10.0%
N° DE GOLPES PARA LL	25

Fuente: Elaboración Propia

De la relación de estos ensayos se demostró que la muestra tiene las características de un suelo SC que significa una arena arcillosa que tiene un índice plástico de 10.00% un límite líquido de 26.20%, como se puede ver en la siguiente gráfica.

Figura N° 14

Límite Líquido Calicata N°3



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 22

Ensayo de corte directo Calicata 3

ENSAYO DE CORTE DIRECTO	
CALICATA N°3	
APELLIDOS Y NOMBRES	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
UBICACIÓN	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
NIVEL DE ESTUDIO	TESIS

DATOS	
VELOCIDAD (mm/min)	0.5
LADO MUESTRA (mm)	60
LADO MUESTRA (cm)	6

ÁREA (cm ²)	36
K	0.39879

N° DE ENSAYO	DEF. TANGENCIAL	DESPLAZAMIENTO LATERAL (mm)	CARGAS (LECTURA HORIZONTAL)			ESFUERZO CORTANTE PARA 0.5kg/cm ²	ESFUERZO CORTANTE PARA 1kg/cm ²	ESFUERZO CORTANTE PARA 1.5kg/cm ²
			0.5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	1.5 kg/cm ²			
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	25	0.025	7	11.5	20.3	0.09709	0.14694	0.24442
2	50	0.050	11	16.8	28.3	0.14140	0.20565	0.33304
3	75	0.075	12.6	20.8	33.3	0.15912	0.24996	0.38843
4	100	0.100	14.8	24.5	37.3	0.18349	0.29094	0.43274
5	125	0.125	15.2	28	41.3	0.18792	0.32972	0.47705
6	150	0.150	15.8	31.2	45.3	0.19457	0.36516	0.52136
7	175	0.175	16	34.1	48.5	0.19679	0.39729	0.55680
8	200	0.200	16.3	36.5	51.3	0.20011	0.42387	0.58782
9	225	0.225	16.8	37.5	54.3	0.20565	0.43495	0.62105

10	250	0.250	17	39.2	57.3	0.20786	0.45378	0.65429
11	275	0.275	17.3	40.9	59.3	0.21119	0.47262	0.67644
12	300	0.300	17.5	42.6	61.3	0.21340	0.49145	0.69860
13	325	0.325	17.8	43.1	63.3	0.21673	0.49699	0.72075
14	350	0.350	17.9	45.2	65.3	0.21783	0.52025	0.74291
15	375	0.375	18	46.6	66.5	0.21894	0.53576	0.75620
16	400	0.400	18.2	47.9	68.5	0.22116	0.55016	0.77835
17	425	0.425	18.3	48.6	69.8	0.22226	0.55791	0.79276
18	450	0.450	18.4	49.5	70.8	0.22337	0.56788	0.80383
19	475	0.475	18.5	50.5	72.3	0.22448	0.57896	0.82045
20	500	0.500	18.6	51.2	73.5	0.22559	0.58671	0.83374
21	525	0.525	18.7	51.9	74.3	0.22669	0.59447	0.84260
22	550	0.550	18.8	52.9	75.3	0.22780	0.60555	0.85368
23	575	0.575	18.9	53.5	76.3	0.22891	0.61219	0.86476
24	600	0.600	19	54.3	76.8	0.23002	0.62105	0.87030
25	625	0.625	19.1	55	78.1	0.23113	0.62881	0.88470
26	650	0.650	19.1	55.7	78.5	0.23113	0.63656	0.88913
27	675	0.675	19.1	56.3	79.3	0.23113	0.64321	0.89799
28	700	0.700	19.1	57.2	79.8	0.23113	0.65318	0.90353
29	725	0.725	19.1	57.7	80.3	0.23113	0.65872	0.90907
30	750	0.750	19.1	58.2	80.6	0.23113	0.66426	0.91239
31	775	0.775	19.1	59.2	81.1	0.23113	0.67533	0.91793
32	800	0.800	19.1	59.6	81.4	0.23113	0.67976	0.92125
33	825	0.825	19.1	60.1	81.5	0.23113	0.68530	0.92236
34	850	0.850	19.1	60.3	81.5	0.23113	0.68752	0.92236
35	875	0.875	19.1	60.3	81.5	0.23113	0.68752	0.92236
36	900	0.900	19.1	60.3	81.5	0.23113	0.68752	0.92236
37	925	0.925	19.1	60.3	81.5	0.23113	0.68752	0.92236

ESFUERZO NORMAL kg/cm2	0.5	1	1.5
ESFUERZO NORMAL kg/cm2	0.231125806	0.68751881	0.922361806

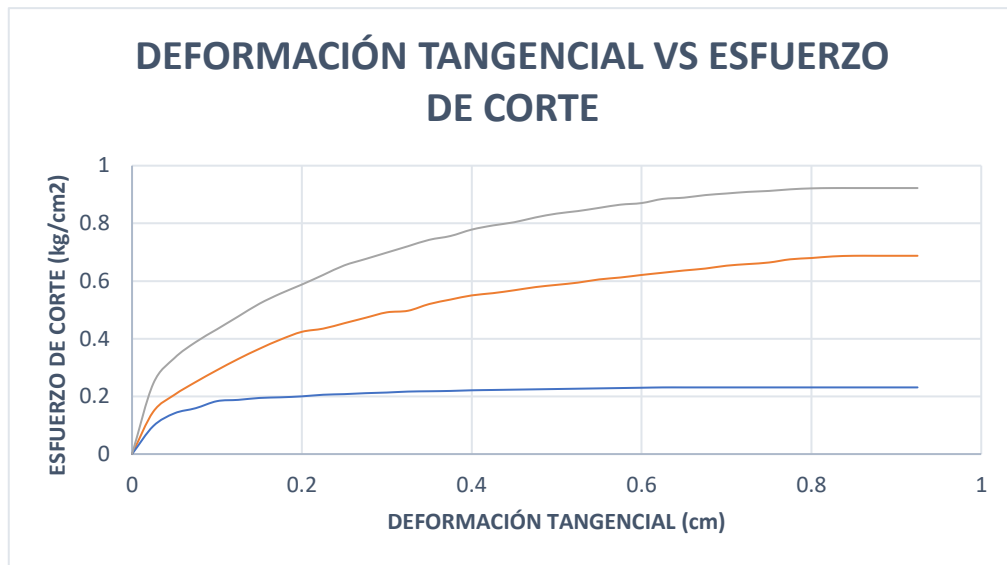
c	0.1
Φ	34.65°

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados de corte directo indican la resistencia de la composición de la muestra a partir de un análisis a diferentes fuerzas que se le ejerzan, de la cuales se obtuvo las respectivas deformaciones del campo, estos resultados se pueden mostrar en gráficas para ver el comportamiento que se tiene a diversos esfuerzos normales relacionado con la deformación tangencial que se presente en cada uno de los casos.

Figura N° 15

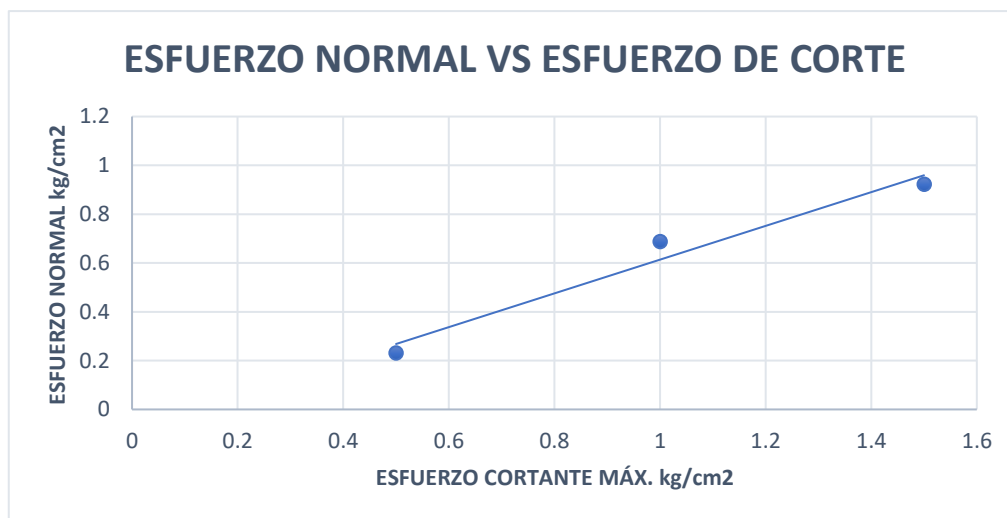
Deformación tangencial vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°3



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 16

Esfuerzo normal vs. Esfuerzo de corte de la Calicata N°3



Fuente: Elaboración Propia

Tanto los datos obtenidos como las gráficas nos ayudan a especificar las características del suelo que conforma la muestra de la calicata N°3 para poder luego calcular la capacidad portante que tiene el suelo del área de estudio

Para cada una de las siguientes muestras tomadas de las calicatas se puede plantear el diseño adecuado para la cimentación para las viviendas unifamiliares de 3 pisos:

Diseño de cimentación de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos

Se plantea para esta investigación ya que se encuentra enmarcada a viviendas unifamiliares las siguientes características generales para las edificaciones que se encuentran en una situación crítica considerando que tenga mayoración en el peso de servicio para las zapatas de análisis.

1. La sobrecarga de diseño tendrá un valor de 200 kgf/m² según lo descrito en la norma E.020 del Reglamento nacional de edificaciones (2018), para uso de viviendas.
2. Se analizará desde un punto de vista económico, para lo cual consideraremos un peralte o espesor de losa de 17 centímetros, el cual está dada para una luz libre menor o igual a 4 metros de longitud. Es por ello que para dicha consideración se tomará el valor más crítico de luz libre cuyo valor es equivalente a 4 metros.
3. Se realizarán los procedimientos del cálculo de metrado de cargas para una vivienda unifamiliar de hasta 3 pisos, para hallar el peso de servicio.
4. Según las condiciones críticas de diseño se tendrá una zapata cuadrada, para lo cual será necesario proponer una profundidad de cimentación cuyo valor será de 1.5 metros de acuerdo a criterios económicos relacionado a los trabajos de excavación para la cimentación.
5. Luego, obtendremos las características principales de ancho mínimo de zapata, para una profundidad de cimentación seleccionada.
6. Finalmente, tendremos la capacidad admisible mínima en los puntos de estudio de nuestro proyecto, para condiciones críticas que bridan seguridad a la edificación que tengan una profundidad de cimentación seleccionada de 1.5 metros.

Tabla N° 23**Generalización de parámetros de la edificación**

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS Y COLUMNAS- METRADOS DE CARGAS	
Se desarrolla el metrado de cargas de nuestra edificación apórticada teniendo en cuenta parámetros necesarios como, predimensionamiento de la losa, predimensionamiento de la viga y predimensionamiento de la columna, y el correspondiente metrado de carga para cada piso de la edificación.	
I. DATOS GENERALES DE LA EDIFICACIÓN:	La estructura se va a considerar una estructura apórticada, con los siguientes elementos estructurales.
II. DATOS PARA EL DISEÑO	
N° NIVELES	3
USO	VIVIENDA
SOBRECARGA(Kgf/m ²)	USOS
200	VIVIENDA
500	GARAJES-TIENDAS
1000	DEPÓSITOS

CARGA VIVA(Kgf/m²)	200
f'c (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO) (Kgf/cm ²)	210
PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO(Kgf/cm ³)	2400

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 24**Predimensionamiento de losas**

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS	Para determinar el peralte de la losa aligerada analizamos dos criterios.
	Luz libre mayor entre dos ejes, de la viga secundaria o mayor luz de las viguetas.

1. CRITERIO	SOBRECARGA MENOR O IGUAL A 300Kgf/m ²	ALTURA DE LOSA ALIGERADA - H LOSA	L/25
	LUZ MÁS CORTA-MAYOR LUZ		4
	ALTURA DE ALIGERADO CRITERIO		0.16
	PESO PROPIO ALIGERADO(Kgf/m ²)		200
	ALTURA DE LOSA ALIGERADA(m)		0.17
ALTURA LOSA ALIGERADA(m)+ALTURA DE CONTRAPISO= ALTURA A PISO TERMINADO			0.22

Ln	H LOSA	H LADRILLO	PESO PROPIO EN Kg/m ²
4 m	17 cm	12 cm	280
5 m	20 cm	15 cm	300
6 m	25 cm	20 cm	350
6 m	30 cm	25 cm	420

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 25
Predimensionamiento de Vigas

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS	Partiremos de la exigencia de que la resistencia de diseño debe ser por lo menos a la resistencia requerida, y que el elemento va a trabajar por lo menos con una cuantía de acero mínima.
	ANÁLISIS PARA VIGAS PRINCIPALES
MAX(X) (Dirección de la losa y vigas secundarias) =	4
MAX (Y) (Dirección de la viga Principal) =	4
Ancho tributario máx (X)	4
Ancho tributario máx (Y)	4

ANÁLISIS PARA VIGAS PRINCIPALES Y-Y			
h=L/12			Sólo es necesario analizar la longitud y ancho tributario más crítico.
L	4		
h	0.33333	0.35	
VIGA 101			
EJE 1-2			
B: ANCHO TRIBUTARIO	4	ANCHO TRIBUTARIO SE CONSIDERA LA DISTANCIA ENTRE EJE A EJE	
b	0.2	0.25	

ANÁLISIS PARA VIGAS SECUNDARIAS X-X			
h=L/14			Sólo es necesario analizar la longitud y ancho
L	4		
h	0.28571	0.3	

VIGA 108		ANCHO TRIBUTARIO SE CONSIDERA LA DISTANCIA ENTRE EJE A EJE 0.25	tributario más crítico.
EJE A-B			
B: ANCHO TRIBUTARIO	4		
b	0.2		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 26

Predimensionamiento de columnas generalidades

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS	Partiremos de la exigencia de que la resistencia de diseño debe ser por lo menos a la resistencia requerida, y que el elemento va a trabajar por lo menos con una cuantía de acero mínima.
--	--

Fc=	210kg/cm2
fy=	4200kg/cm2

TIPO DE COLUMNAS	K	n
COLUMNA CENTRAL	1.1	0.3
COLUMNA PERIMETRAL	1.25	0.25
COLUMNA ESQUINA	1.5	0.2

NIVELES DE ANÁLISIS:	4 NIVELES
----------------------	-----------

S/C nivel 1:	200Kg/m2
S/C nivel 2:	200Kg/m2
S/C nivel 3:	200Kg/m2
S/C nivel 4:	100Kg/m2

VP	35	25
VS	30	25

CARGA MUERTA

PESO ACABADOS:	100KG/M2	3 NIVELES
PESO LOSA ALIGERADAS:	280KG/M2	3 NIVELES
PESO DE TABIQUERÍA TÍPICA:	210KG/M2	3 NIVELES
PESO DE TABIQUERÍA ÚLTIMO NIVEL:	50KG/M2	1 NIVELES
PESOS DE FALSO PISO:	100KG/M2	4 NIVELES

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 27*Predimensionamiento de columnas centrales*

COLUMNA:	CENTRAL
ANCHO TRIBUTARIO X-X	4
ANCHO TRIBUTARIO Y-Y	4

→A =	875.53 cm2	<	900.00 cm2
Entonces la seccion será de:	30	X	30

PESOACABADOS=	4800Kg
PESO DE LOSA ALIGERADA=	13440Kg
PESO DE TABIQUERÍA TÍPICA=	10080Kg
PESO DE TABIQUERÍA ÚLTIMO NIVEL=	800Kg
PESO FALSO PISO=	4800Kg
PESO DE VIGAS=	4680Kg
PESO DE COLUMNA=	1944Kg
→PD=	40544Kg

→PL=	9600.00Kg
→PS=	50144.00Kg
→P ultima=	73081.60Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 28*Predimensionamiento de columnas perimetrales*

COLUMNA:	PERIMETRAL
ANCHO TRIBUTARIO X-X	4
ANCHO TRIBUTARIO Y-Y	2

→A =	642.38 cm2	<	750.00 cm2
Entonces la seccion será de:	25	X	30

PESOACABADOS=	2400Kg
PESO DE LOSA ALIGERADA=	6720Kg
PESO DE TABIQUERÍA TÍPICA=	5040Kg
PESO DE TABIQUERÍA ÚLTIMO NIVEL=	400Kg
PESO FALSO PISO=	2400Kg
PESO DE VIGAS=	3600Kg
PESO DE COLUMNA=	1620Kg
→PD=	22180Kg

→PL=	4800.00Kg
→PS=	26980.00Kg
→P ultima=	39212.00Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 29*Predimensionamiento de columnas en esquina*

COLUMNA:	ESQUINA
ANCHO TRIBUTARIO X-X	2
ANCHO TRIBUTARIO Y-Y	2

→A =	520.36 cm²	<	625.00 cm²
Entonces la seccion será de:	25	X	25

PESOACABADOS=	1200Kg
PESO DE LOSA ALIGERADA=	3360Kg
PESO DE TABIQUERÍA TÍPICA=	2520Kg
PESO DE TABIQUERÍA ÚLTIMO NIVEL=	200Kg
PESO FALSO PISO=	1200Kg
PESO DE VIGAS=	2340Kg
PESO DE COLUMNA=	1350Kg

→PL=	2400.00Kg
→PS=	14570.00Kg
→P ultima=	21118.00Kg

Fuente: Elaboración Propia

Se analizará la capacidad de carga admisible del terreno según la posición de las columnas (columna central, columna perimetral y columna en esquina), como se muestran en los siguientes resultados de cálculo:

Tabla N° 30
Resultados Columna Central: Calicata 1

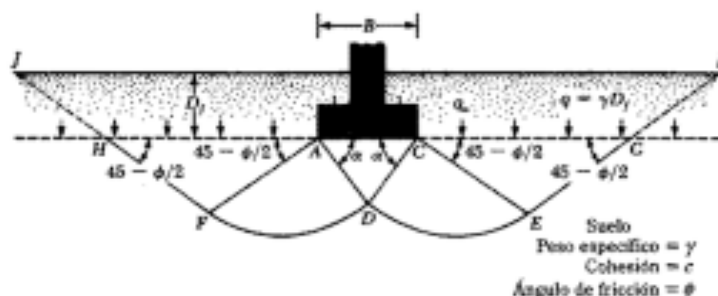
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-1

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

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

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

donde:

Ángulo de F. I. (ϕ°):	<u>34.52</u>	N_q :	<u>31.38</u>
Cohesión (Kg.f / cm ²):	<u>0</u>	N_c :	<u>44.16</u>
P_u (Kg.f):	<u>50144</u>	N_γ :	<u>44.54</u>

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.924

D_f (m): 1.5 q (Kp/cm²): 0.2886

Capacidad última de carga (q_u) (Kp/cm²): 13.57

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q_{adm}) (Kp/cm²): 4.52

Dimensión calculada de la zapata (B) (m): 1.05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31
Resultados Columna Central: Calicata 2

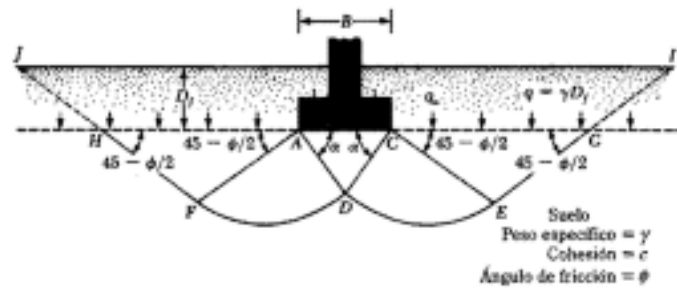
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-2

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \qquad q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

donde:

Ángulo de F. l. (ϕ°):	<u>34.09</u>	N_q :	<u>29.76</u>
Cohesión (Kg.f / cm ²):	<u>0.1</u>	N_c :	<u>42.50</u>
P_u (Kg.f):	<u>50144</u>	N_γ :	<u>41.64</u>

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.829

D_f (m): 1.5 q (Kp/cm²): 0.27435

Capacidad última de carga (q_u) (Kp/cm²): 16.09

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q_{adm}) (Kp/cm ²):	5.36
---	------

Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	0.97
---	------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 32

Resultados Columna Central: Calicata 3

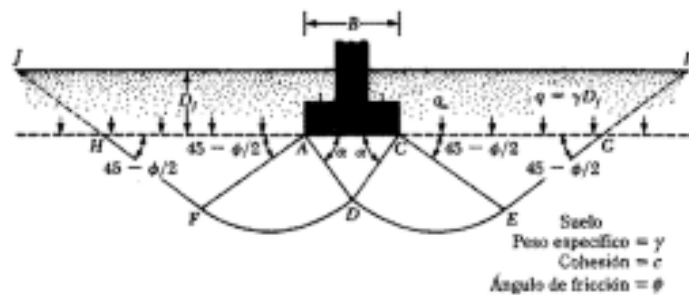
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-3

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \qquad q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

donde:

Ángulo de F. l. (ϕ°):	<u>34.65</u>	N_q :	<u>31.88</u>
Cohesión ($Kg.f / cm^2$):	<u>0</u>	N_c :	<u>44.68</u>
P_u ($Kg.f$):	<u>50144</u>	N_γ :	<u>45.45</u>

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m^3)
Suelo 1	1.5	1.913

D_f (m): 1.5 q (Kp/cm^2): 0.28695

Capacidad ultima de carga (q_u) (Kp/cm^2): 13.70

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q_{adm}) (Kp/cm^2):	<u>4.57</u>
Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	<u>1.05</u>

Tabla N° 33

Resultados Columna Perimetral: Calicata 1

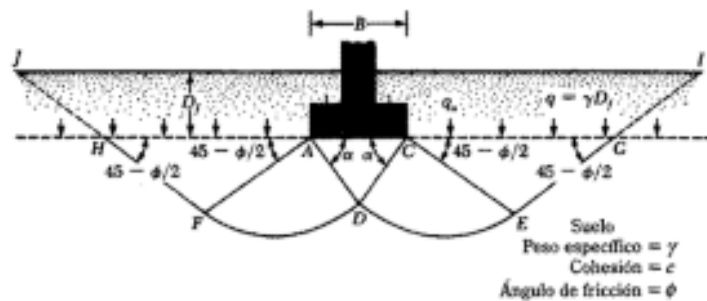
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-1

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

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

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

donde:

Ángulo de F. l. (φ°):	<u>34.52</u>	N _q :	<u>31.38</u>
Cohesión (Kg.f / cm ²):	<u>0</u>	N _c :	<u>44.16</u>
Pu (Kg.f):	<u>26980</u>	N _γ :	<u>44.54</u>

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.924

Df (m): 1.5 q (Kp/cm²): 0.2886

Capacidad última de carga (qu) (Kp/cm²): 12.49

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q adm) (Kp/cm ²):	4.16
---	------

Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	0.81
---	------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 34
Resultados Columna Perimetral: Calicata 2

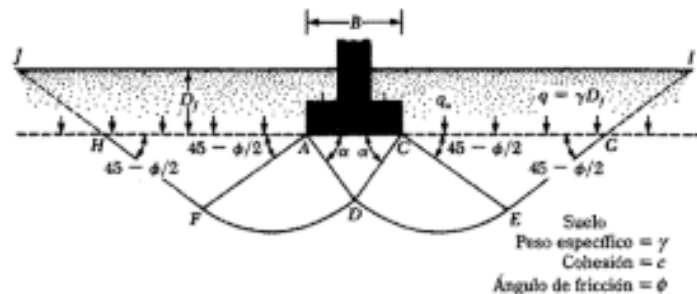
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-2

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUANUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \qquad q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

donde:

Ángulo de F. l. (ϕ°):	<u>34.09</u>	N_q :	<u>29.76</u>
Cohesión (Kg.f / cm ²):	<u>0.1</u>	N_c :	<u>42.50</u>
P_u (Kg.f):	<u>26980</u>	N_γ :	<u>41.64</u>

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.829

Df (m): 1.5 q (Kp/cm²): 0.27435

Capacidad última de carga (q_u) (Kp/cm²): 15.19

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q_{adm}) (Kp/cm ²):	5.06
Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	0.73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 35
Resultados Columna Perimetral: Calicata 3

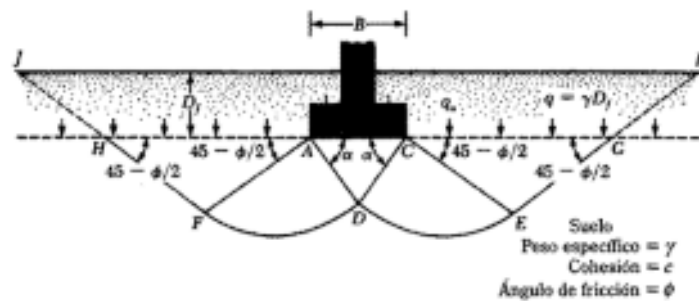
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-3

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \qquad q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

donde:

Ángulo de F. l. (ϕ°):	<u>34.65</u>	N _q :	<u>31.88</u>
Cohesión (Kg.f / cm ²):	<u>0</u>	N _c :	<u>44.68</u>
Pu (Kg.f):	<u>26980</u>	N _γ :	<u>45.45</u>

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.913

Df (m): 1.5 q (Kp/cm²): 0.28695

Capacidad última de carga (q_u) (Kp/cm²): 12.62

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q _{adm}) (Kp/cm ²):	<u>4.21</u>
---	-------------

Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	<u>0.80</u>
---	-------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 36
Resultados Columna Esquina: Calicata 1

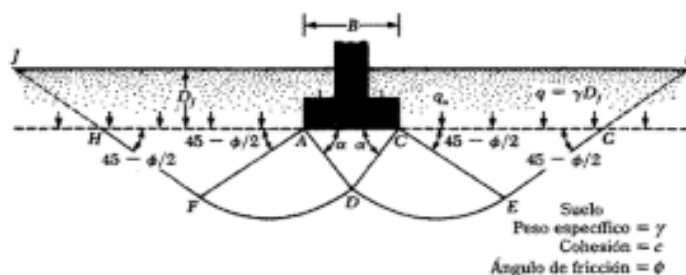
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-1

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

donde:

Ángulo de F. l. (φ°):	34.52	Nq:	31.38
Cohesión (Kg.f / cm ²):	0	Nc:	44.16
Pu (Kg.f):	14570	N _γ :	44.54

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.924

Df (m): 1.5 q (Kp/cm²): 0.2886

Capacidad última de carga (qu) (Kp/cm²): 11.67

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q adm) (Kp/cm ²):	3.89
---	------

Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	0.61
---	------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 37
Resultados Columna Esquina: Calicata 2

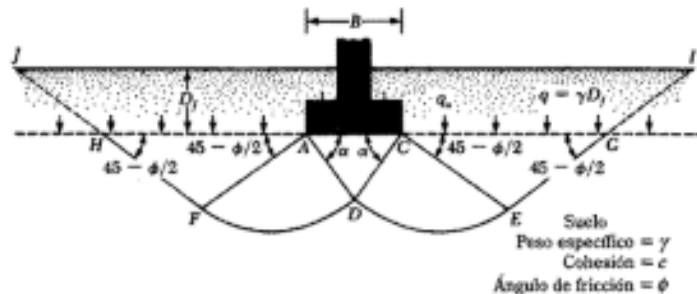
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"

ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-2

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivienda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUANUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

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

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

donde:

Ángulo de F. l. (ϕ°):	<u>34.09</u>	N_q :	<u>29.76</u>
Cohesión (Kg.f / cm ²):	<u>0.1</u>	N_c :	<u>42.50</u>
P_u (Kg.f):	<u>14570</u>	N_γ :	<u>41.64</u>

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.829

D_f (m):	1.5	q (Kp/cm ²):	<u>0.27435</u>
------------	-----	----------------------------	----------------

Capacidad última de carga (q_u) (Kp/cm ²):	<u>14.50</u>
--	--------------

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q_{adm}) (Kp/cm ²):	4.83
---	------

Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	0.55
---	------

Fuente: Elaboración Propia

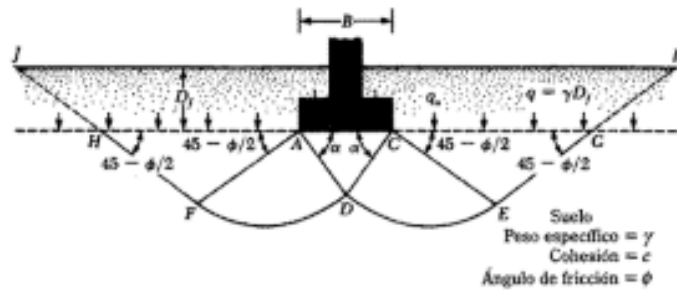
Tabla N° 38
Resultados Columna Esquina: Calicata 2

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA "UDH"
 ESTUDIO DE CIMENTACIONES C-3

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

PROYECTO:	Vivivenda Unifamiliar de 3 pisos
UBICACIÓN:	CC.PP QUICACÁN-CONCHAMARCA-AMBO-HUÁNUCO
SOLICITA:	ALDAHIR ANTONIO PASQUEL COTRINA
ZAPATA:	A-1

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

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

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

donde:

Ángulo de F. l. (ϕ°):	34.65	N_q :	31.88
Cohesión (Kg.f / cm ²):	0	N_c :	44.68
P_u (Kg.f):	14570	N_γ :	45.45

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m ³)
Suelo 1	1.5	1.913

D_f (m): 1.5 q (Kp/cm²): 0.28695

Capacidad última de carga (q_u) (Kp/cm²): 11.79

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q_{adm}) (Kp/cm ²):	3.93
---	------

Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	0.61
---	------

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos se plantea la interpretación de acuerdo a los criterios que se muestran:

4.1.1. CRITERIO 1: Sin Control Inicial de los Asentamientos

Para las condiciones críticas desarrolladas con luz libre de hasta 4 metros para viviendas típicas se tuvieron las siguientes características de cimentaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos:

Según la posición de columna central:

La zona 1 perteneciente a la calicata N°1 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 1.05m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.52 kgf/cm².

La zona 2 perteneciente a la calicata N°2 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.97m, con una capacidad admisible de los suelos de 5.36 kgf/cm².

La zona 3 perteneciente a la calicata N°3 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 1.05m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.57 kgf/cm².

Según la posición de columna perimetral:

La zona 1 perteneciente a la calicata N°1 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.81m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.16 kgf/cm².

La zona 2 perteneciente a la calicata N°2 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.73m, con una capacidad admisible de los suelos de 5.06 kgf/cm².

La zona 3 perteneciente a la calicata N°3 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.8m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.21 kgf/cm².

Según la posición de columna en esquina:

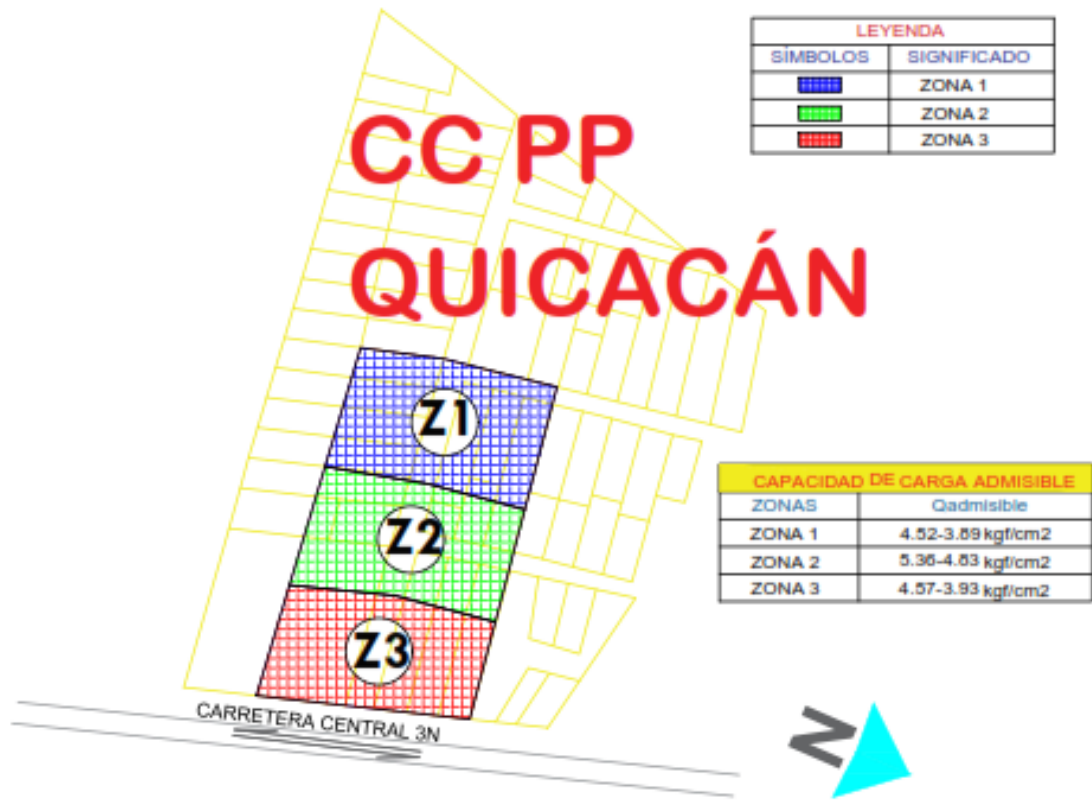
La zona 1 perteneciente a la calicata N°1 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.61m, con una capacidad admisible de los suelos de 3.89 kgf/cm².

La zona 2 perteneciente a la calicata N°2 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.55m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.83 kgf/cm².

La zona 3 perteneciente a la calicata N°3 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.61m, con una capacidad admisible de los suelos de 3.93 kgf/cm².

Figura N° 17

Zonificación geotécnica en el centro poblado Quicacán



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Cálculo de los asentamientos inmediatos:

Utilizaremos los procedimientos descritos en el libro “Diseño de cimentaciones” del Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado para el cálculo de los asentamientos.

Para arenas, gravas, arcillas duras y suelos no saturados en general se tiene que el asentamiento total es equivalente al asentamiento inmediato o probable.

$$\text{Formula : } Si = \frac{qB(1-\mu^2)}{Es} I_f$$

Simbología :

Si	=	Asentamiento Probable (cm)
μ	=	Relación de Poisson (adimensional)
Es	=	Módulo de Elasticidad (ton/m ²)
I _f	=	Factor de Forma (cm/m)
q	=	Presión de Trabajo (ton/m ²)
B	=	Ancho de La Cimentación (m)

Tabla N° 39

Asentamiento inmediato Columna Central C-1

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-1			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	45.2	1250	1750
B (m)	1.05		
I _f (cm/m)	112		
u	0.15		
Si	2.9690976		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 40

Asentamiento inmediato Columna Central C-2

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-2			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	53.6	1250	1750
B (m)	0.97		
I _f (cm/m)	112		
u	0.15		
Si	4.55366733		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 41

Asentamiento inmediato Columna Central C-3

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-3			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	45.7	1250	1750
B (m)	1.05		
I _f (cm/m)	112		
u	0.15		
Si	4.20271824		

Elaboración Propia

Fuente:

Tabla N° 42

Asentamiento inmediato Columna Perimetral C-1

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-1			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	41.6	1250	1750
B (m)	0.81		
I _f (cm/m)	95		
u	0.15		
Si	1.78805417		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 43**Asentamiento inmediato Columna Perimetral C-2**

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-2			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	50.6	1250	1750
B (m)	0.73		
lf (cm/m)	95		
u	0.15		
Si	2.74412402		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 44**Asentamiento inmediato Columna Perimetral C-3**

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-3			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	42.1	1250	1750
B (m)	0.80		
lf (cm/m)	95		
u	0.15		
Si	2.5020872		

Fuente:

Elaboración Propia

Tabla N° 45**Asentamiento inmediato Columna en Esquina C-1**

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-1			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	38.9	1250	1750
B (m)	0.61		
lf (cm/m)	56		
u	0.15		
Si	0.74224312		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 46**Asentamiento inmediato Columna en Esquina C-2**

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-2			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	48.3	1250	1750
B (m)	0.55		
lf (cm/m)	56		
u	0.15		
Si	1.16333448		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 47**Asentamiento inmediato Columna en Esquina C-3**

ASENTAMIENTO INMEDIATO C-3			
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
q (Tn/m ²)	39.3	1250	1750
B (m)	0.61		
lf (cm/m)	56		
u	0.15		
Si	1.04982562		

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Análisis de los asentamientos probables sin previo control de asentamientos

Según la posición de columna central:

En la calicata N°1 se obtuvo un asentamiento probable de 3.11 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

En la calicata N°2 se obtuvo un asentamiento probable de 4.69 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

En la calicata N°3 se obtuvo un asentamiento probable de 4.40 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

Según la posición de columna perimetral:

En la calicata N°1 se obtuvo un asentamiento probable de 1.88 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

En la calicata N°2 se obtuvo un asentamiento probable de 2.82 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

En la calicata N°3 se obtuvo un asentamiento probable de 2.50 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

Según la posición de columna en esquina:

En la calicata N°1 se obtuvo un asentamiento probable de 0.80 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

En la calicata N°2 se obtuvo un asentamiento probable de 1.16 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

En la calicata N°3 se obtuvo un asentamiento probable de 1.12 cm, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para asentamientos totales admisibles menores a los 5.08 cm.

Asentamientos diferenciales:

$$\Delta\delta = 0.0025 \times l$$

$\Delta\delta$: Asentamiento diferencial.

l : Luz libre de los pórticos.

$$\Delta\delta = 0.0025 \times 4$$

$$\Delta\delta = 1\text{cm}$$

De nuestro análisis se obtuvo asentamientos diferenciales mayores a nuestro asentamiento diferencial admisible crítico de 1 cm por lo cual se concluye prescindir el control inicial de asentamientos.

4.1.4. CRITERIO 2: Con Control Inicial de los Asentamientos

Conociendo la capacidad admisible de carga de los suelos en cada zona del proyecto de estudio, podemos controlar los asentamientos totales, todo ello para evitar fallas por asentamientos diferenciales, es por ello que, a criterio conservador, tomaremos un valor de asentamiento diferencial máximo de 0.7cm.

Tabla N° 48

Asentamiento inmediato controlado Columna Central C-1

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO		C-1	
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	49.833	Es	1250
Si (cm)	1.20		1750
If (cm/m)	112		
u	0.15		
B (m)	2.59=2.6		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 49**Asentamiento inmediato controlado Columna Central C-2**

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO		
C-2		
		ARENA LIMOSA ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	50.43224	Es 1250 1750
Si (cm)	1.20	
If (cm/m)	112	
u	0.15	
B (m)	2.62=2.6	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 50**Asentamiento inmediato controlado Columna Central C-3**

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO		
C-3		
		ARENA LIMOSA ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	50.38425	Es 1250 1750
Si (cm)	1.20	
If (cm/m)	112	
u	0.15	
B (m)	2.62=2.6	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 51**Asentamiento inmediato controlado Columna Perimetral C-1**

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO		
C-1		
		ARENA LIMOSA ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	27.29376	Es 1250 1750
Si (cm)	1.20	
If (cm/m)	95	
u	0.15	
B (m)	1.20=1.2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 52**Asentamiento inmediato controlado Columna Perimetral C-2**

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO		
C-2		
		ARENA LIMOSA ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	26.96474	Es 1250 1750
Si (cm)	1.20	
If (cm/m)	95	
u	0.15	
B (m)	1.19=1.2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 53**Asentamiento inmediato controlado Columna Perimetral C-3**

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO		
C-3		
		ARENA LIMOSA ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	26.944	Es 1250 1750
Si (cm)	1.20	
If (cm/m)	95	
u	0.15	
B (m)	1.19=1.2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 54

Asentamiento inmediato controlado Columna en Esquina C-1

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO			
		C-1	
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	14.47469	Es 1250	1750
Si (cm)	0.50		
If (cm/m)	56		
u	0.15		
B (m)	0.90=0.9		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 55

Asentamiento inmediato controlado Columna en Esquina C-2

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO			
		C-2	
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	14.61075	Es 1250	1750
Si (cm)	0.50		
If (cm/m)	56		
u	0.15		
B (m)	0.91=0.9		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 56

Asentamiento inmediato controlado Columna en Esquina C-3

ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO			
		C-3	
		ARENA LIMOSA	ARENA ARCILLOSA
Q (Tn)	14.62353	Es 1250	1750
Si (cm)	0.50		
If (cm/m)	56		
u	0.15		
B (m)	0.91=0.9		

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Análisis de las cimentaciones con control de asentamientos inmediatos

Según la posición de columna central:

En la calicata N°1 se controló un asentamiento aceptable de 1.2 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 2.6 metros.

En la calicata N°2 se controló un asentamiento aceptable de 1.2 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 2.6 metros.

En la calicata N°3 se controló un asentamiento aceptable de 1.2 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 2.6 metros.

Según la posición de columna perimetral:

En la calicata N°1 se controló un asentamiento aceptable de 1.2 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 1.2 metros.

En la calicata N°2 se controló un asentamiento aceptable de 1.2 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 1.2 metros.

En la calicata N°3 se controló un asentamiento aceptable de 1.2 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 1.2 metros.

Según la posición de columna esquina:

En la calicata N°1 se controló un asentamiento aceptable de 0.5 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 0.9 metros.

En la calicata N°2 se controló un asentamiento aceptable de 0.5 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 0.9 metros.

En la calicata N°3 se controló un asentamiento aceptable de 0.5 centímetros, obteniendo un valor de ancho de zapata equivalente de 0.9 metros.

4.1.6. Cálculo de las capacidades admisibles con los valores obtenidos de ancho de zapata con control de los asentamientos

Tabla N° 57

Cálculo Límite de carga para Columna Central: Calicata 1

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	2.60	[m]	$\phi =$	34.52	[°]	ca =	0.00	
L =	2.60	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	18.87	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	q _v =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	q _h =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	0.00	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	1779.50		q =	12029.41		Q _{amm} =		593.17
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	181.46		q =	1226.64		Q _{amm} =		60.48517
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	18.15		q =	1226639.30		Q _{amm} =		6.05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 58

Cálculo Límite de carga para Columna Central: Calicata 2

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	2.60	[m]	$\phi =$	34.09	[°]	ca =	0.00	
L =	2.60	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	17.94	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	q _v =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	q _h =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	9.81	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	2362.73		q =	15972.08		Q _{amm} =		787.58
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	240.93		q =	1628.67		Q _{amm} =		80.30931
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	24.09		q =	1628672.71		Q _{amm} =		8.03

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 59

Cálculo Límite de carga para Columna Central: Calicata 3

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	2.60	[m]	$\phi =$	34.65	[°]	ca =	0.00	
L =	2.60	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	18.76	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	qv =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	qh =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	9.81	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	1769.33		q =	11960.64		Q _{amm} =		589.78
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	180.42		q =	1219.63		Q _{amm} =		60.13936
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	18.04		q =	1219626.29		Q _{amm} =		6.01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 60

Cálculo Límite de carga para Columna Perimetral: Calicata 1

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	1.20	[m]	$\phi =$	34.52	[°]	ca =	0.00	
L =	1.20	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	18.87	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	qv =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	qh =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	0.00	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	1377.56		q =	1983.69		Q _{amm} =		459.19
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	140.47		q =	202.28		Q _{amm} =		46.82323
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	14.05		q =	202276.37		Q _{amm} =		4.68

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 61

Cálculo Límite de carga para Columna Perimetral: Calicata 2

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	1.20	[m]	$\phi =$	34.09	[°]	ca =	0.00	
L =	1.20	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	17.94	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	qv =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	qh =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	9.81	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	1980.64		q =	2852.12		Q _{amm} =		660.21
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	201.97		q =	290.83		Q _{amm} =		67.32194
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	20.20		q =	290830.79		Q _{amm} =		6.73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 62

Cálculo Límite de carga para Columna Perimetral: Calicata 3

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	1.20	[m]	$\phi =$	34.65	[°]	ca =	0.00	
L =	1.20	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	18.76	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	qv =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	qh =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	0.00	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	1369.68		q =	1972.34		Q _{amm} =		456.56
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	139.67		q =	201.12		Q _{amm} =		46.55553
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	13.97		q =	201119.90		Q _{amm} =		4.66

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 63

Cálculo Límite de carga para Columna en Esquina: Calicata 1

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	0.90	[m]	$\phi =$	34.52	[°]	ca =	0.00	
L =	0.90	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	18.87	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	qv =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	qh =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	0.00	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	1291.43		q =	1046.06		Q _{amm} =		430.48
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	131.69		q =	106.67		Q _{amm} =		43.89568
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	13.17		q =	106666.49		Q _{amm} =		4.39

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 64

Cálculo Límite de carga para Columna en Esquina: Calicata 2

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	0.90	[m]	$\phi =$	34.09	[°]	ca =	0.00	
L =	0.90	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	17.94	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	qv =	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	qh =	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	9.81	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
q _{ult} =	1898.76		q =	1538.00		Q _{amm} =		632.92
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
q _{ult} =	193.62		q =	156.83		Q _{amm} =		64.53894
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
q _{ult} =	19.36		q =	156829.61		Q _{amm} =		6.45

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 65

Cálculo Límite de carga para Columna en Esquina: Calicata 3

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA								
B =	0.90	[m]	$\phi =$	34.65	[°]	$ca =$	0.00	
L =	0.90	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	18.76	[kN/m ³]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	$q_v =$	0.00	[kN/m ²]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	$q_h =$	0.00	[kN/m ²]
ecc.L =	0.00	[m]	$c =$	0.00	[kN/m ²]	FS =	3.00	
Capacidad portante según Terzaghi:								
	[kN/m ²]			[kN]				[kN/m ²]
$q_{ult} =$	1284.05		$q =$	1040.08		$Q_{amm} =$		428.02
	[t/m ²]			[t]				[t/m ²]
$q_{ult} =$	130.93		$q =$	106.06		$Q_{amm} =$		43.64471
	[Kg/cm ²]			[Kg]				[Kg/cm ²]
$q_{ult} =$	13.09		$q =$	106056.65		$Q_{amm} =$		4.36

Fuente: Elaboración Propia

4.1.7. Resultados con Control Inicial de los Asentamientos

Para las condiciones críticas desarrolladas con luz libre de hasta 4 metros para viviendas típicas se tuvieron las siguientes características de cimentaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos:

Según la posición de columna central:

La zona 1 perteneciente a la calicata N°1 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 2.6m, con una capacidad admisible de los suelos de 6.05 kgf/cm².

La zona 2 perteneciente a la calicata N°2 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 2.6m, con una capacidad admisible de los suelos de 8.03 kgf/cm².

La zona 3 perteneciente a la calicata N°3 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 2.6m, con una capacidad admisible de los suelos de 6.01 kgf/cm².

Según la posición de columna perimetral:

La zona 1 perteneciente a la calicata N°1 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 1.2m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.68 kgf/cm².

La zona 2 perteneciente a la calicata N°2 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 1.2m, con una capacidad admisible de los suelos de 6.73 kgf/cm².

La zona 3 perteneciente a la calicata N°3 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 1.2m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.66 kgf/cm².

Según la posición de columna en esquina:

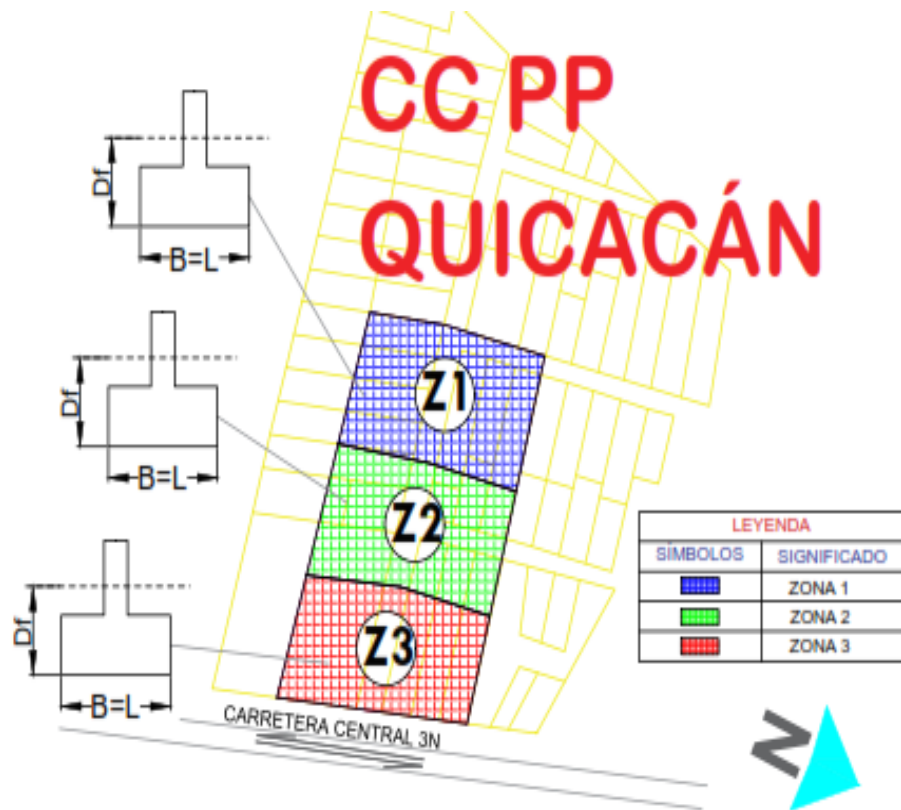
La zona 1 perteneciente a la calicata N°1 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.9m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.39 kgf/cm².

La zona 2 perteneciente a la calicata N°2 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.9m, con una capacidad admisible de los suelos de 6.45 kgf/cm².

La zona 3 perteneciente a la calicata N°3 con cimentación de zapatas aisladas para una profundidad de cimentación de 1.5 metros tendrá un ancho máximo de zapata cuadrada de 0.9m, con una capacidad admisible de los suelos de 4.36 kgf/cm².

Figura N° 18

Características de cimentación típica de luz libre de 4 metros

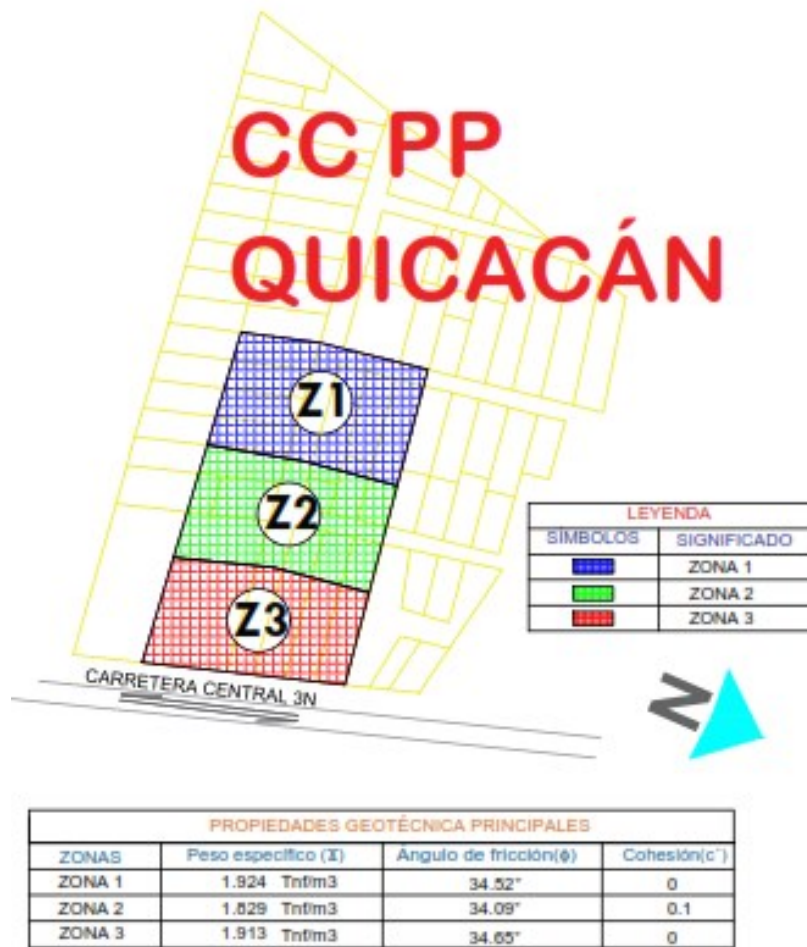


CARACTERÍSTICAS DE CIMENTACIÓN TÍPICA DE LUZ LIBRE DE 4 METROS					
ZONAS	Qadmisible	Df	B=L CENTRAL	B=L PERIMETRAL	B=L ESQUINA
ZONA 1	4.39-6.05 kgf/cm ²	1.5 m	2.6 m	1.2 m	0.9 m
ZONA 2	6.45-8.03 kgf/cm ²	1.5 m	2.6 m	1.2 m	0.9 m
ZONA 3	4.36-6.01 kgf/cm ²	1.5 m	2.6 m	1.2 m	0.9 m

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 19

Mapa de detalle de las propiedades geotécnicas principales en el CC. PP Quicacán



Fuente: Elaboración Propia

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

H₁: La Zonificación Geotécnica en el Área de Estudio, permitirá realizar Diseños de Cimentaciones Superficiales Seguras para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos del Centro Poblado de Quicacán, 2021.

H₀: La Zonificación Geotécnica en el Área de Estudio, no permitirá realizar Diseños de Cimentaciones Superficiales Seguras para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos del Centro Poblado de Quicacán, 2021.

De los parámetros geotécnicos demostrados en la parte anterior de la investigación según la caracterización de los suelos en el CC. PP Quicacán se propuso una cimentación superficial del tipo zapatas aisladas a una profundidad de cimentación de 1.5 metros con capacidad admisible conocida de los suelos.

Las variables definidas inicialmente pudieron satisfacer las necesidades de la investigación las cuales lograron desarrollar la presente investigación correctamente y secuencialmente, pudiendo optimizar la interpretación de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación desarrolló el “Zonificación geotécnica para el diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos en el centro poblado Quicacán, 2021”.

Esta presente investigación se desarrolló satisfactoriamente, ya que se logró obtener los datos necesarios y suficientes para lograr los objetivos propuestos.

Según la norma de zonificación del Perú, la profundidad de cimentación para una zapata aislada cuadrada tiene que ser menor a 5.08 m, en su columna central si cumple con dicho requerimiento se puede afirmar que el diseño es correcto.

Zona N°1:

En la zona 1 se encontró un mismo perfil estratigráfico de una capa de 3 metros, para lo cual se propuso una cimentación de zapata aislada cuadrada para una profundidad de cimentación de 1.5 metros obteniendo anchos de zapatas de la siguiente manera; según la posición de las columnas, para columna central se obtuvo anchos de zapatas de 2.6 metros, para columna perimetral se obtuvo anchos de zapatas de 1.2 metros, para columna en esquina se obtuvo anchos de zapatas de 0.9 metros con capacidad de carga admisible de los suelos entre los valores de 4.36 kgf/cm² y 6.05 kgf/cm².

Zona N°2:

En la zona 2 se encontró un mismo perfil estratigráfico de una capa de 3 metros, para lo cual se propuso una cimentación de zapata aislada cuadrada para una profundidad de cimentación de 1.5 metros obteniendo anchos de zapatas de la siguiente manera; según la posición de las columnas, para columna central se obtuvo anchos de zapatas de 2.6 metros, para columna perimetral se obtuvo anchos de zapatas de 1.2 metros, para columna en

esquina se obtuvo anchos de zapatas de 0.9 metros con capacidad de carga admisible de los suelos entre los valores de 6.45 kgf/cm² y 8.03 kgf/cm².

Zona N°3:

En la zona 3 se encontró un mismo perfil estratigráfico de una capa de 3 metros, para lo cual se propuso una cimentación de zapata aislada cuadrada para una profundidad de cimentación de 1.5 metros obteniendo anchos de zapatas de la siguiente manera; según la posición de las columnas, para columna central se obtuvo anchos de zapatas de 2.6 metros, para columna perimetral se obtuvo anchos de zapatas de 1.2 metros, para columna en esquina se obtuvo anchos de zapatas de 0.9 metros con capacidad de carga admisible de los suelos entre los valores de 4.36 kgf/cm² y 6.01 kgf/cm².

Como se puede observar en las zonas anteriores ninguno de ellos supera los 5.08 m, lo cual nos lleva a un correcto diseño de cimentaciones mediante la zonificación geotécnica.

CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados en el estudio de la investigación se llegaron a conclusiones, a través de los estudios de las propiedades físicas y mecánicas

Zona N°1:

En la zona 1 se encontró que sus propiedades físicas y mecánicas en un mismo perfil estratigráfico de una capa de 3 metros compuesto por arena arcillosa (SC), mediante lo propuesto que es de una profundidad de cimentación de 1.5 metros, obteniendo una capacidad admisible de los suelos entre 4.36 kgf/cm² y 6.05 kgf/cm² (siendo esto las propiedades mecánicas), los cuales poseen un valor admisible, considerándolos como suelos buenos, ya que poseen asentamientos totales admisibles, asimismo se realizó un control de los asentamientos totales con valores entre 1.2 cm como asentamiento máximo y 0.5 cm como asentamiento mínimo, de esta manera se previene fallas por asentamientos diferenciales, limitando a un valor máximo de asentamiento diferencial de 0.7 cm, el cual se encuentra dentro de los valores admisibles para asentamientos diferenciales, de esta manera se determina el diseño de cimentaciones para luz libre máxima de 4 metros, con ancho de zapata según la posición de las columnas, para columna central se obtuvo un ancho de zapata de 2.6 metros, para columna perimetral se obtuvo un ancho de zapata de 1.2 metros, para columna en esquina se obtuvo un ancho de zapata de 0.9 metros. (siendo esto las propiedades físicas),

Zona N°2:

En la zona 2 se encontró que sus propiedades físicas y mecánicas en un mismo perfil estratigráfico de una capa de 3 metros compuesto por arena limosa (SM), mediante lo propuesto que es de una profundidad de cimentación de 1.5 metros, obteniendo una capacidad admisible de los suelos entre 6.45 kgf/cm² y 8.03 kgf/cm² (siendo esto las propiedades mecánicas), los cuales poseen un valor admisible, considerándolos como suelos buenos, ya que poseen asentamientos totales admisibles, asimismo se realizó un control de los asentamientos totales con valores entre 1.2 cm como asentamiento

máximo y 0.5 cm como asentamiento mínimo, de esta manera se previene fallas por asentamientos diferenciales, limitando a un valor máximo de asentamiento diferencial de 0.7 cm, el cual se encuentra dentro de los valores admisibles para asentamientos diferenciales, de esta manera se determina el diseño de cimentaciones para luz libre máxima de 4 metros, con ancho de zapata según la posición de las columnas, para columna central se obtuvo un ancho de zapata de 2.6 metros, para columna perimetral se obtuvo un ancho de zapata de 1.2 metros, para columna en esquina se obtuvo un ancho de zapata de 0.9 metros. (siendo esto las propiedades físicas)

Zona N°3:

En la zona 3 se encontró que sus propiedades físicas y mecánicas en un mismo perfil estratigráfico de una capa de 3 metros compuesto por arena arcillosa (SC), mediante lo propuesto que es de una profundidad de cimentación de 1.5 metros, obteniendo una capacidad admisible de los suelos entre 4.36 kgf/cm² y 6.01 kgf/cm² (siendo esto las propiedades mecánicas), los cuales poseen un valor admisible, considerándolos como suelos buenos, ya que poseen asentamientos totales admisibles, asimismo se realizó un control de los asentamientos totales con valores entre 1.2 cm como asentamiento máximo y 0.5 cm como asentamiento mínimo, de esta manera se previene fallas por asentamientos diferenciales, limitando a un valor máximo de asentamiento diferencial de 0.7 cm, el cual se encuentra dentro de los valores admisibles para asentamientos diferenciales, de esta manera se determina el diseño de cimentaciones para luz libre máxima de 4 metros, con ancho de zapata según la posición de las columnas, para columna central se obtuvo un ancho de zapata de 2.6 metros, para columna perimetral se obtuvo un ancho de zapata de 1.2 metros, para columna en esquina se obtuvo un ancho de zapata de 0.9 metros. (siendo esto las propiedades físicas)

RECOMENDACIONES

Para suelos compuestos de arenas, gravas, arcillas duras y suelos no saturados en general se recomienda verificar que los valores de la capacidad portante del suelo y ancho de zapata de la cimentación muestren resultados de asentamientos inmediatos menores a los asentamientos admisibles establecidos de 2 pulgadas o 5.08 centímetros, asimismo, se recomienda realizar un control de estos asentamientos, obteniendo asentamientos diferenciales menores a 1 centímetro.

Se recomienda diseñar las cimentaciones considerando las normas técnicas que se usan en el Perú para brindar seguridad a las futuras construcciones en el Centro Poblado de Quicacan.

Se recomienda también realizar diseños de cimentaciones teniendo en cuenta la viabilidad económica para la ejecución de los proyectos de edificación, en lo referente a movimiento de tierras para las cimentaciones.

Se recomienda prescindir por diseños óptimos de nuestras cimentaciones, es decir, nuestro dimensionamiento debe ser coordinado en toda nuestra cimentación, para evitar los sobredimensionamientos innecesarios.

Elegir profundidades de cimentación considerando criterios económicos, es decir, cimentaciones no muy profundas, teniendo en cuenta que la naturaleza de nuestro diseño de cimentación propuesto son cimentaciones superficiales.

Se espera que, en el transcurso de los años, se enfatice en nuestro país, y en toda la región Huánuco, realizar muchos trabajos de investigación de zonificación geotécnica, ya que la informalidad en la construcción de viviendas en nuestro país y en toda nuestra región Huánuco es de porcentaje muy elevado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Psychological Association (2019).** *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association (7 ed.)*. México, D.F.: Editorial El Manual Moderno.
- Alva, J. E. (2012).** *Diseño de Cimentaciones*. Cochabamba - Bolivia: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Botía, W. Á. (2015).** *Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Cálculo*. Bogotá - Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Bustos, W. (2017).** *Diseño de la capacidad portante de la comunidad nativa Quechua de Morillo, distrito de Shanao, provincia de Lamas, región San Martín*. Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- CAPECO (2018).** *Reglamento nacional de edificaciones*. Lima. Diario oficial "El Peruano".
- Carranza, I., & Ponce, A. (2017).** *Estudio de Zonificación Geotécnica en el Sector III del Centro Poblado el Milagro para el Diseño de Cimentaciones Superficiales*. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Castillo, M. F. (2017).** *Estudio de Zonificación en base a la Determinación de la capacidad portante del Suelo en las Cimentaciones de las Viviendas del Casco Urbano de la Parroquia la matriz del Cantón Patate Provincia de Tungurahua*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Claudia, A.S (2018).** *Unidad V. Asentamiento debido a causas no comunes*. Universidad nacional de ingeniería recinto universitario Pedro Arauz Palacios.

- Construcción & vivienda comunicadores S.A.C (2019).** *MVCS: Viviendas informales son más vulnerables a desastres naturales. Edición 370/3. Recuperado de: www.construccionyvivienda.com*
- Córdova, Y. B., & Montalvan, C. (2017).** *Zonificación Geotécnica del Barrio Centro del Distrito de Picota, Provincia Picota - Región San Martín. Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín.*
- Cortés, P. A. (2018).** *Evaluación Geotécnica del Suelo de 1KM de Vía No Pavimentada, Exponiendo el Comportamiento Físico y Mecánico del mismo en el Municipio de Melgar – Tolima. Tolima - Colombia: Universidad Piloto de Colombia.*
- Cotrina J.W (2017).** *Estudio de zonificación geotécnica de los suelos de fundación, mediante el ensayo de corte directo y DPL en la urbanización Los Girasoles-Jaen-2016 (tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú.*
- Dass, B.M (2015).** *Fundamentos de ingeniería geotécnica. México. Cengage Learning Editores.*
- Dass, B.M (2012).** *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. México. Cengage Learning Editores.*
- Duque, G., & Escobar, C. (2002).** *Mecánica de suelos “Notas del curso Suelos I”. Colombia. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.*
- García, M. A. (2016).** *Esquema Urbano de Zonificación, Vías y Diseño de un prototipo de Vivienda para la reubicación de la localidad de Pampamarca, Yarowilca, Huánuco 2015 – 2025. Huanuco - Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán .*
- Garza Vásquez, L. (2000).** *Diseño y construcción de cimentaciones. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.*

- Gonzales de Vallejo, L.I (2002).** *Ingeniería Geológica. Madrid. Pearson educación.*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014).** *Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill Education.*
- MVCS. (2018).** *NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES 2018. Lima - Perú.*
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016).** *Manual de ensayos de materiales. Lima.*
- Quinto, O. O., & Ortiz, F. L. (2019).** *Influencia de las Características Geotécnicas en el Diseño de Cimentaciones en el Sector San Gerónimo - Huancavelica . Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.*
- Sampieri, R. H. (2014).** *Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill Education.*
- Sanchez Carlessi, H y Reyes, C. (2009).** *Diseño y metodología de la Investigación Científica. Lima.*
- Sánchez, E. F. (2018).** *Caracterización geotécnica del centro norte de Quito relacionada con el uso y ocupación del suelo por obras civiles. Quito - Ecuador : Pontificia Universidad Católica del Ecuador .*
- Santa Cruz, D. (2018).** *Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo de la Localidad de Soritor del Distrito de Soritor - Provincia de Moyobamba . Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.*
- Soto, J. L. (2018).** *Influencia de las características físicas en la determinación del ángulo de fricción y coeficiente de permeabilidad para arenas mal graduadas en estado saturado. Lima - Perú: Universidad Peruana Unión.*
- Supo, J. (2012).** *Seminarios de Investigación Científica. Arequipa - Perú: CreateSpace Independent Publishing Platform.*

Villegas, J. O. (2014). *Análisis de la Universidad y Riesgo de las Edificaciones en el Sector Morro Solar Bajo, Ciudad de Jaén - Cajamarca.* Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

ANEXOS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 135-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 05 de febrero de 2021

Visto, el Oficio N° 083-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA 3 PISOS EN EL CENTRO POBLADO DE QUICACÁN, 2021" presentado por el (la) Bach. **Aldahir Antonio, PASQUEL COTRINA**.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 360-2020-D-FI-UDH, de fecha 09 de abril de 2020, perteneciente al Bach. **Aldahir Antonio, PASQUEL COTRINA** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 083-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA 3 PISOS EN EL CENTRO POBLADO DE QUICACÁN, 2021" presentado por el (la) Bach. **Aldahir Antonio, PASQUEL COTRINA**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Ing. Josué Choquevilca Chinguel (Secretario) y Ing. José Luis Villanueva Quijano (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución titulado: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA 3 PISOS EN EL CENTRO POBLADO DE QUICACÁN, 2021" presentado por el (la) Bach. **Aldahir Antonio, PASQUEL COTRINA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
SECRETARÍA
DOCENTE
Mg. Johnny B. Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/JJR/nto.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 360-2019-D-FI-UDH

Huánuco, 09 de abril de 2019

Visto, el Oficio N° 250-2019-C-EAPIC-FI-UDH presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 700-19, del estudiante **Aldahir Antonio, PASQUEL COTRINA**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 700-19, presentado por el (la) estudiante **Aldahir Antonio, PASQUEL COTRINA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del estudiante **Aldahir Antonio, PASQUEL COTRINA**, al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIC – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – File Personal – Interesado – Archivo.
BLCR/JPJR/nto.

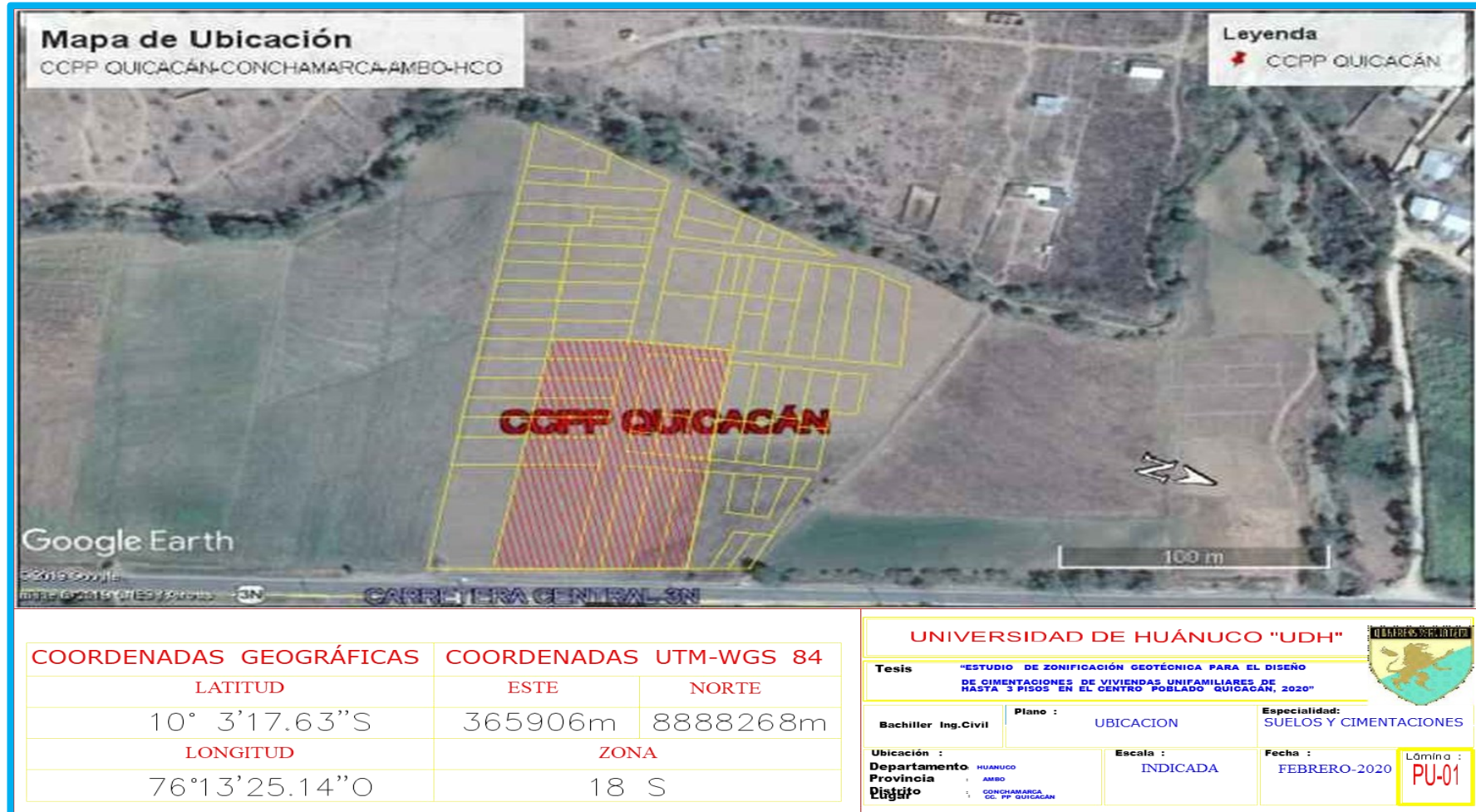
Tabla N° 66 Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general: ¿Cuál es la Zonificación Geotécnica para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán, 2021?</p> <p>Problema específico: ¿Cuáles son las Propiedades Físicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán? ¿Cuáles son las Propiedades Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán? ¿Cuál es la Zonificación en el Área de Estudio de acuerdo a las Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán?</p>	<p>Objetivo General Determinar la Zonificación Geotécnica para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán, 2021.</p> <p>Objetivos específicos Determinar las Propiedades Físicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán. Determinar las Propiedades Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán. Determinar la zonificación del área de estudio de acuerdo a las Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo para el Diseño de Cimentaciones de Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos en el Centro Poblado Quicacán.</p>	<p>H1: La Zonificación Geotécnica en el Área de Estudio, permitirá realizar Diseños de Cimentaciones Superficiales Seguras para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos del Centro Poblado de Quicacán, 2021.</p> <p>H0: La Zonificación Geotécnica en el Área de Estudio, no permitirá realizar Diseños de Cimentaciones Superficiales Seguras para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 Pisos del Centro Poblado de Quicacán, 2021.</p>	<p>Variable dependiente: Zonificación Geotécnica en el área de estudio del centro poblado Quicacán.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Peso específico ✓ Ángulo de fricción ✓ Cohesión ✓ Capacidad portante admisible del suelo. <p>Variable independiente: Diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contenido de humedad ✓ Granulometría ✓ Límite líquido ✓ Límite plástico ✓ Ensayo de corte directo 	<p>Enfoque La presente investigación es en esencia cuantitativa.</p> <p>Alcance o nivel El alcance de la investigación es descriptivo.</p> <p>Diseño El diseño de la investigación es no experimental, transversal de tipo descriptivo.</p>	<p>Población La población abarcará todas las calles transitables dentro del área de estudio del centro poblado Quicacán.</p> <p>Muestra Para la determinación del tamaño de la muestra de esta investigación, se va considerar el tipo de muestreo no probabilístico también llamado muestreo dirigido según H. Sampieri (2014). Se analizará la calle perpendicular a la carretera central del tramo Ambo-Huánuco.</p>

Figura N° 20

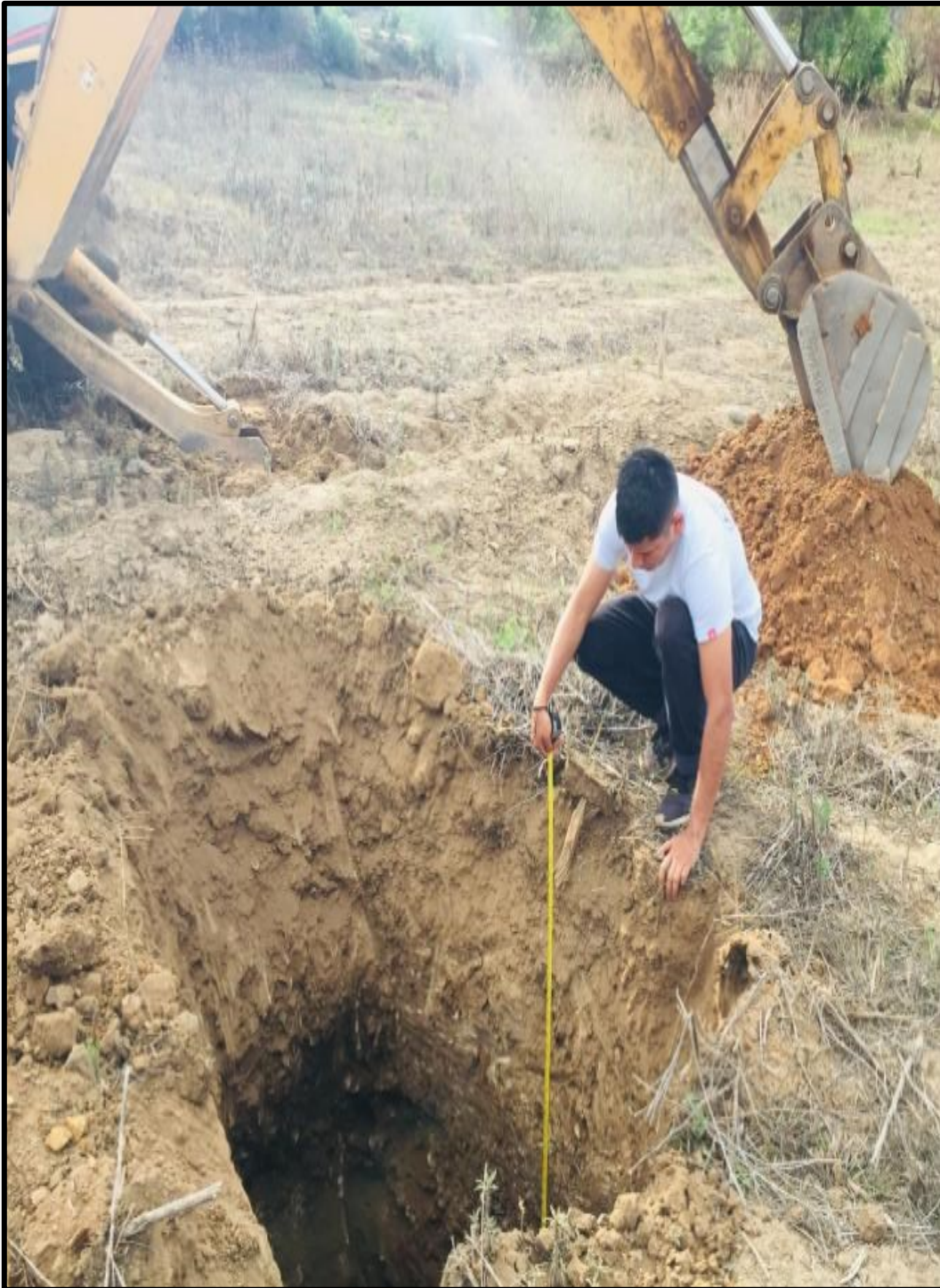
Ubicación del tramo de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21

Se observa la verificación de la profundidad de las calicatas a una distancia de 3 metros respecto al nivel del terreno natural.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22

Se observa el punto 1 de extracción de la muestra (calicata n°1), asimismo, se observa la muestra obtenida, con su respectivo registro.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23

Se observa el punto 2 de extracción de la muestra (calicata n°2), asimismo, se observa la muestra obtenida, con su respectivo registro.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24

Se observa el punto 3 de extracción de la muestra (calicata n°3), asimismo, se observa la muestra obtenida, con su respectivo registro.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 25

Preparación de las muestras obtenidas, luego del cuarteo, para proceder a realizar el ensayo de granulometría



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26

Registro de las masas inicialmente obtenidas de todas las muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 27

Masas obtenidas de las muestras de suelo teniendo en consideración el tamaño máximo de diámetro de las partículas más grandes

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	5 00
19,6 (3/4")	1 000
25,7 (1")	2 000
37,5 (1 1/2")	3 000
50,0 (2")	4 000
75,0 (3")	5 000



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 28

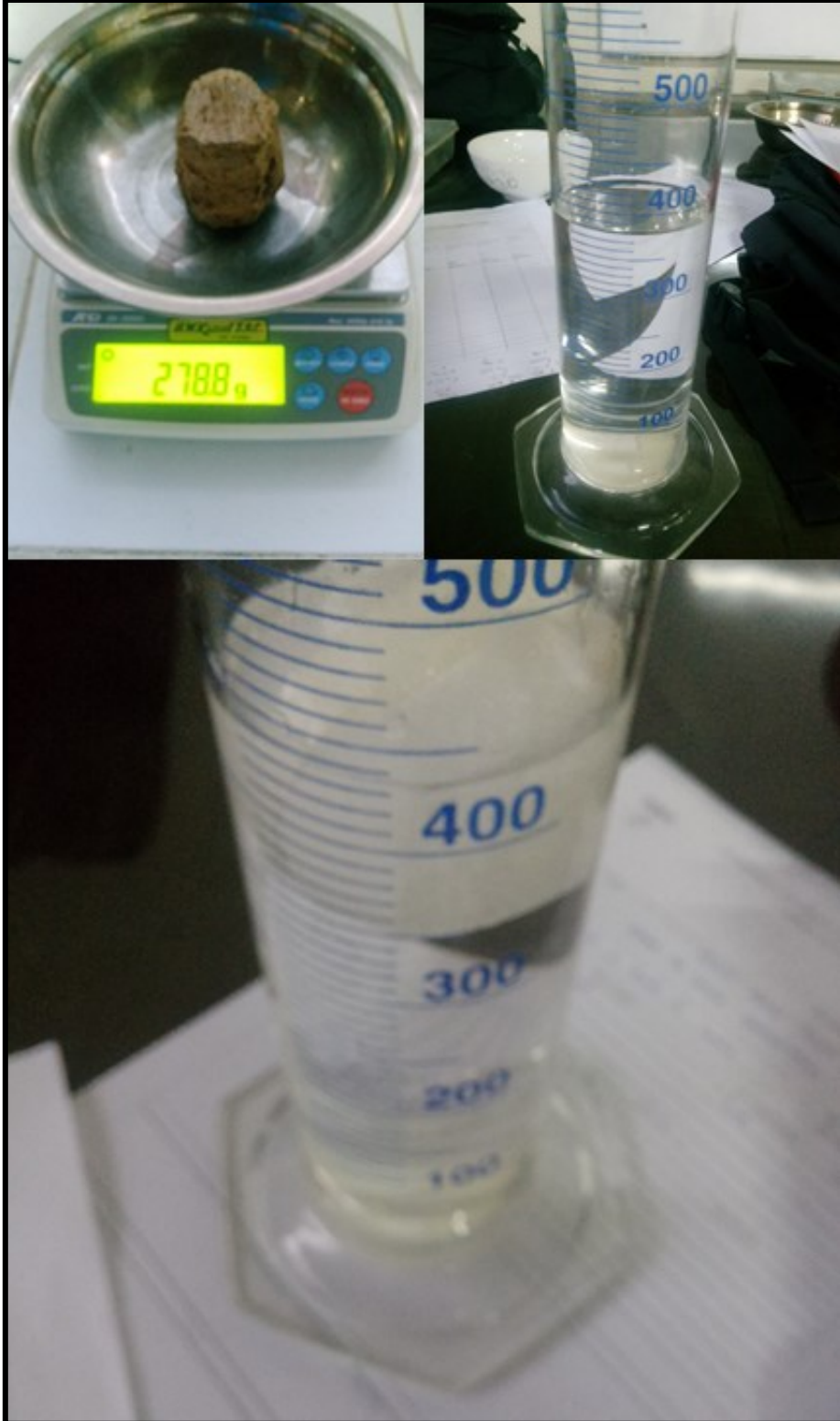
Se observa el registro de las masas de suelo inalterada con su humedad natural para su posterior registro de sus correspondientes masas secas, de tal manera que se pueda obtener su contenido de humedad natural



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 29

Muestra de suelo inalterada la cual es ensayada para obtener el peso específico del suelo, asimismo, es parafinada y se registra el volumen desplazado por la muestra parafinada en el recipiente volumétrico



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30

Materiales para preparar el molde de las muestras de suelo los cuales serán enviados en la máquina de corte directo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 31

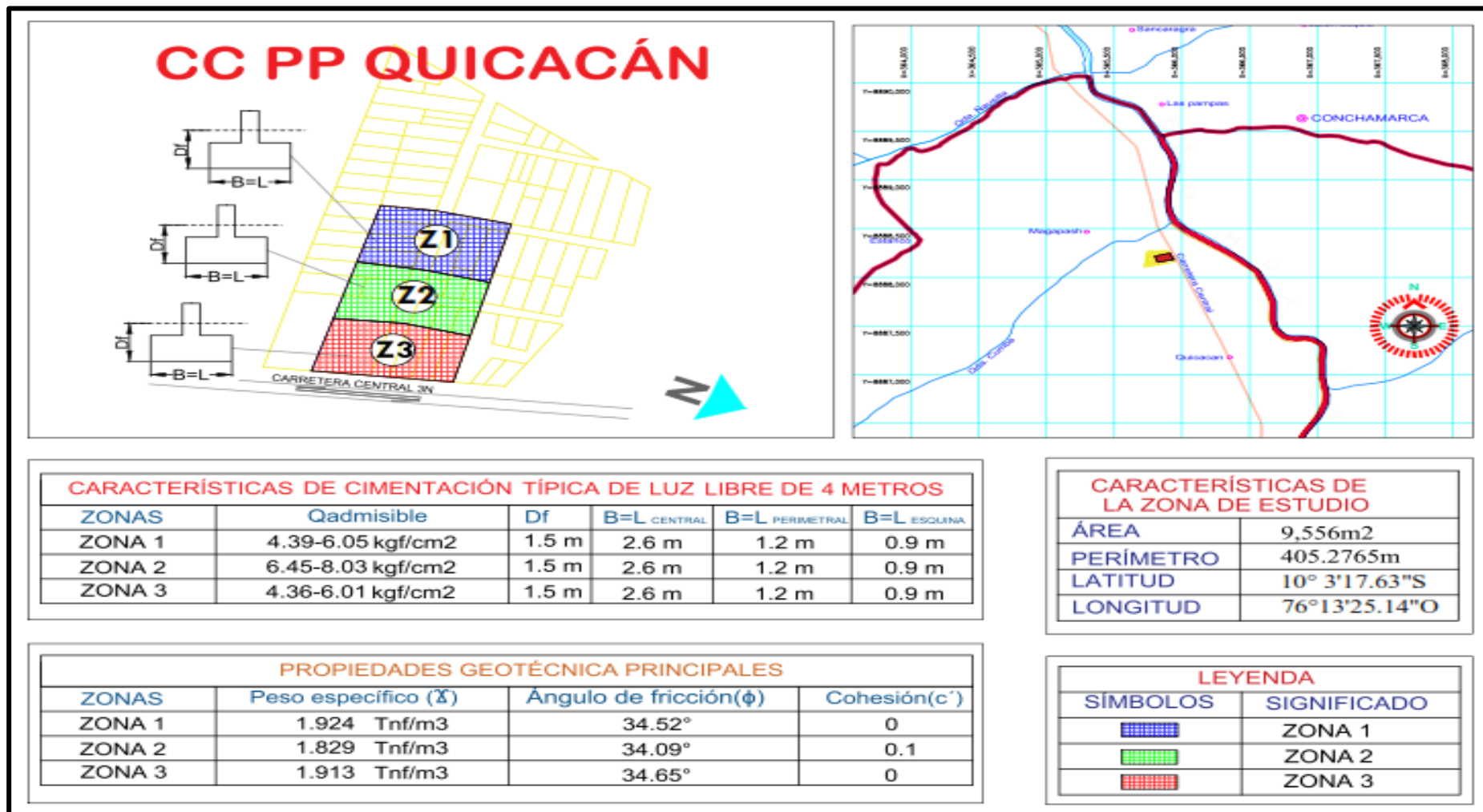
Equipo de la máquina de corte directo la cual está ensayando la muestra de suelo a una velocidad de 0.5 mm/min, asimismo, se observa el lector del dial de carga, el lector de deformación lateral horizontal y el lector de deformación vertical por consolidación



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 32

Mapa de detalle de los resultados de la tesis realizada



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 67

Formato de hoja Excel utilizado para el cálculo de los límites de consistencia

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

CALCULO N° 2

APellidos y nombres: ALCAHAR ANTONIO PASCUAL COTRINA
 UBICACION: CO.F.P. EDUCACION-COCHABAMBA-2480-HUENDIO
 NIVEL DE ESTUDIO: TESIS

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N de ensayo	1	1
N de golpes	21	25
Para de ceros (C)	25.900	24.300
Para de ceros + Masa de	40.640	38.940
Para de ceros + Masa de (27.940)	32.940	31.940
Para de Masa (C)	2.700	2.400
Para de la muestra (C)	16.190	13.700
Constante de humedad (C)	24.73%	24.89%
N de golpes	24.900	18.000
Promedio C de humedad (C)	24.7%	

Para la figura A:
 LIMITE LIQUIDO: 26.4%
 LIMITE PLASTICO: 11.7%
 IP: 14.7%
 N DE GOLPES PARA LL: 25

Figura 1.5 Crítica de plasticidad.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 68

Formato de hoja Excel utilizado para la clasificación de las partículas de suelo según su distribución granulométrica

ENSAYO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA

CRUCETA N° 2

APellidos y nombres: ALCAHAR ANTONIO PASCUAL COTRINA
 UBICACION: CO.F.P. EDUCACION-COCHABAMBA-2480-HUENDIO
 NIVEL DE ESTUDIO: TESIS

N Tamiz	Diámetro (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Acu Pasante
8	2.000	0.000	0.000	100.000
10	1.500	0.000	0.000	100.000
15	1.000	0.000	0.000	100.000
20	0.750	0.000	0.000	100.000
25	0.600	0.000	0.000	100.000
30	0.425	0.000	0.000	100.000
35	0.300	0.000	0.000	100.000
40	0.250	0.000	0.000	100.000
45	0.200	0.000	0.000	100.000
50	0.150	0.000	0.000	100.000
55	0.125	0.000	0.000	100.000
60	0.106	0.000	0.000	100.000
75	0.075	0.000	0.000	100.000
80	0.075	0.000	0.000	100.000
100	0.150	17.700	3.344	96.656
150	0.250	85.200	16.113	83.887
200	0.300	311.000	58.818	41.182
Cazoleta		0.000	0.000	
TOTAL		528.900	100.000	

PORCENTAJE DE FINOS: 17.224%
 PORCENTAJE DE ARENAS: 82.776%
 PORCENTAJE DE GRAVA: 0.284%

D10 = 0.0746 CU = 3.8440
 D30 = 0.1651 CC = 0.4978
 D60 = 0.2544

Tabla 1.2 Límites del tamaño de suelos separados.

Sistema de clasificación	Tamaño del grano (mm)
Unificado	Grava: 75 mm a 4.75 mm
	Arena: 4.75 mm a 0.075 mm
	Limo y arcilla (fines): < 0.075 mm
AASHTO	Grava: 75 mm a 2 mm
	Arena: 2 mm a 0.05 mm Limo: 0.05 mm a 0.002 mm Arcilla: < 0.002 mm

Curva Granulométrica

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: ARENAS ARCILLOSAS (SC)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 69

Formato Excel utilizado para calcular el porcentaje de humedad de la muestra

DESCRIPCIÓN		MUESTRA 1
1	Peso de tara(gr)	56.500
2	Peso de tara+M.humeda (gr)	395.100
3	Peso de tara + M.seca (gr)	352.200
4	Peso del Agua(gr)	42.900
5	Peso de la Muestra seca (gr)	295.700
6	Contenido de Humedad (%)	14.51%

Fuente: Elaboración Propia

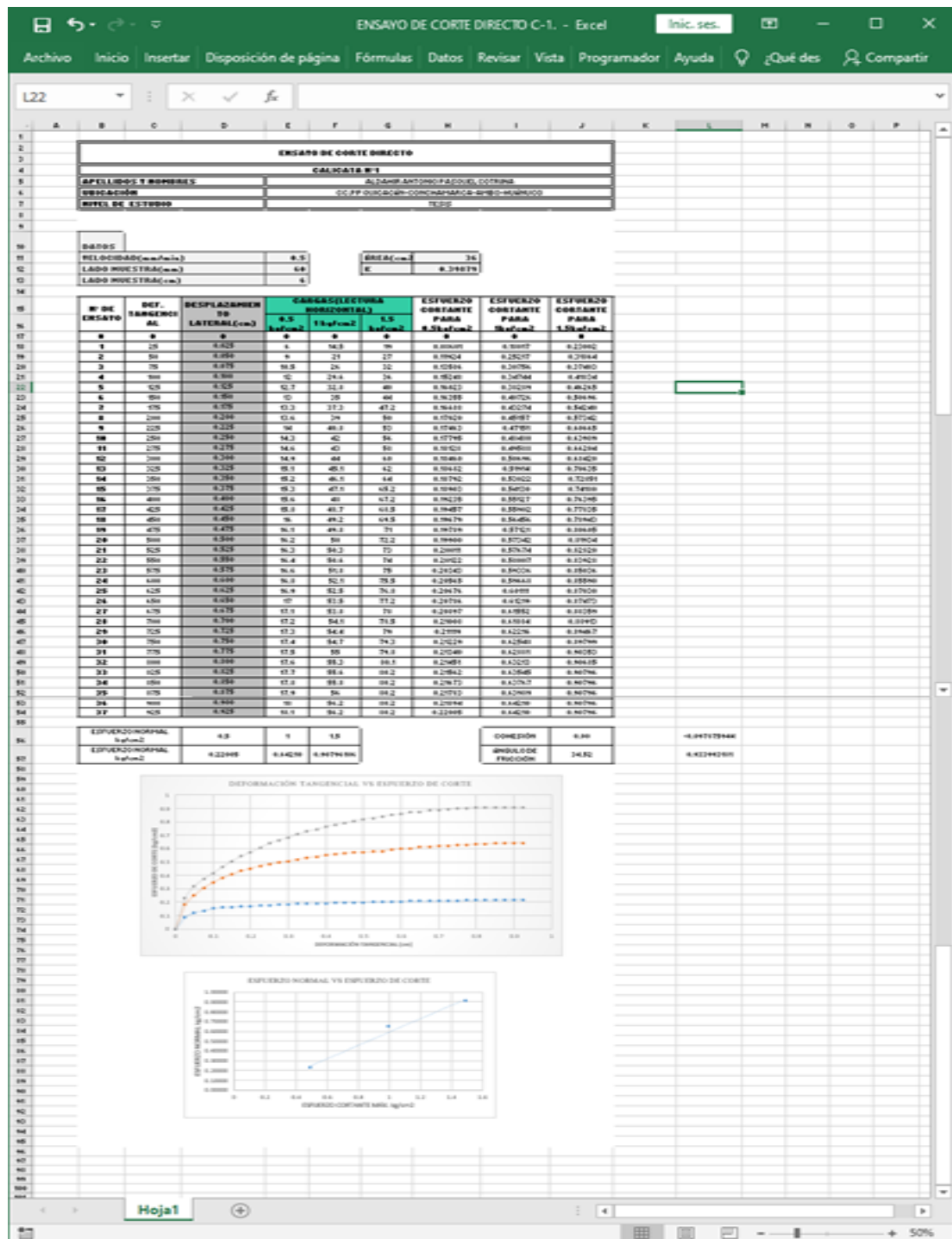
Tabla N° 70

Formato Excel utilizado para calcular el peso unitario húmedo de la muestra

DESCRIPCIÓN		MUESTRA 1
1	Peso de tara(gr)	66.000
2	Peso de tara+M.humeda (gr)	229.800
3	Peso de M.humeda (gr)	163.800
4	Peso de M.humeda parafinada (gr)	183.100
5	Densidad de la parafina (gr/ml)	0.971
6	Volúmen de la parafina (ml)	19.878
7	Volúmen de agua desalojada (ml)	105.000
8	Peso unitario Húmeda (gr/ml) (T _u /m ³)	1.924
9	Contenido de Humedad (%)	0.145
10	Peso unitario Seco (gr/ml) (T _u /m ³)	1.680

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 71
 Formato Excel utilizado para calcular el ángulo de fricción y la cohesión de las muestras



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 72

Formato Excel utilizado para el metrado de cargas para viviendas típicas

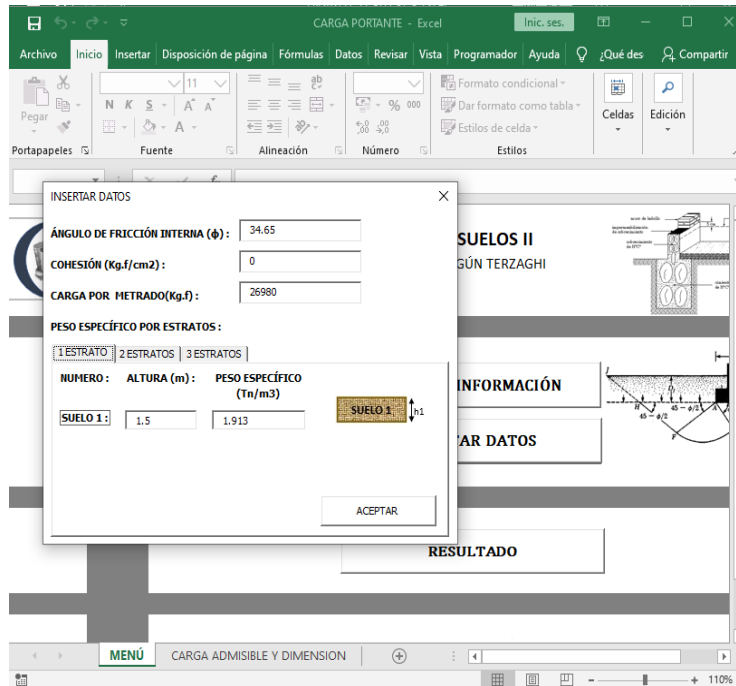
The screenshots illustrate the following sections of the Excel spreadsheet:

- General Data:** Includes fields for 'N° NIVELES', 'USO', 'VIVIENDA', 'SOLAR', 'CARGA VIVIENDA (kg/m²)', 'SOBRECARGA (kg/m²)', 'RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (kg/cm²)', and 'PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO (kg/cm³)'.
- PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS:** Contains criteria for slab thickness based on 'SOBRECARGA MENOR O IGUAL A 300kg/m²' and 'SOBRECARGA MAYOR A 300kg/m²'. It lists 'VIGA PRIMARIAL' (más largo) and 'VIGA SECUNDARIA' (más corto).
- PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS:** Includes criteria for beam resistance based on 'MOMENTO ULTIMO RESISTENTE' and 'ANCHO DE VIGA'. It lists 'ANCHO INICIAL' and 'ANCHO FINAL'.
- PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS:** Includes criteria for column resistance based on 'CARGA MUERTA' and 'CARGA VIVA'. It lists 'PESO DE COLUMNA' and 'PESO DE TABICAJERIA'.
- Summary Table:** A table with columns for 'Niveles de Analisis', 'S/C nivel 1', 'S/C nivel 2', 'S/C nivel 3', and 'S/C nivel 4'. It lists 'Cargas Muertas' and 'Cargas Vivas' for each level.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 73

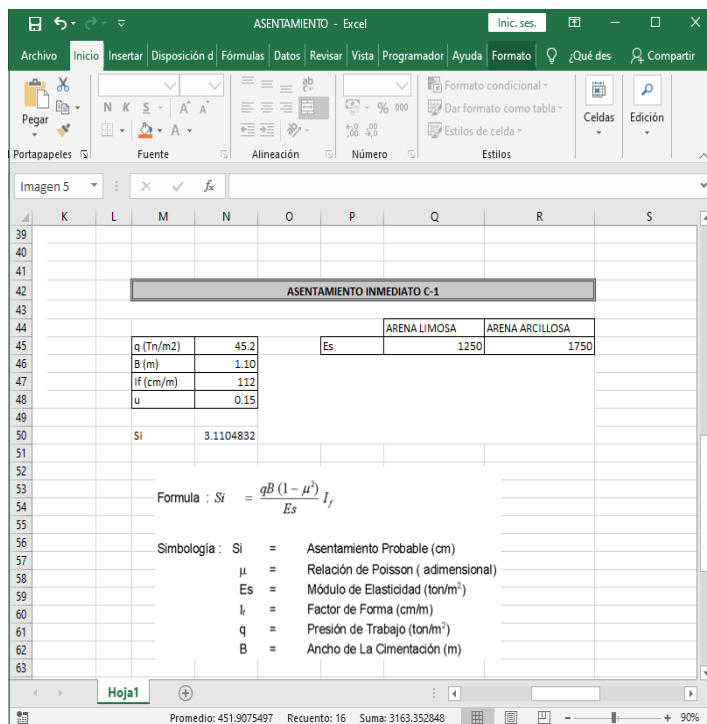
Formato Excel para el cálculo de la capacidad de carga admisible y el ancho de la zapata



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 74

Formato Excel para el cálculo de los asentamientos inmediatos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 75

Formato Excel para el cálculo del ancho de la zapata para un asentamiento diferencial controlado

Row	Column	Value
35	B inicial	0.61
36	q inicial	39.3
37	Q	14.62353
ASENTAMIENTO INMEDIATO CONTROLADO		
C-1		
45	Q (Tn)	14.62353
46	Si (cm)	0.50
47	If (cm/m)	56
48	u	0.15
50	B (m)	0.91484804
		Es
		ARENA LIMOSA
		ARENA ARCILLOSA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 76

Formato Excel para el cálculo de los asentamientos inmediatos

Row	Column	Value	Unit
3	B =	0.90	[m]
4	L =	0.90	[m]
5	D =	1.50	[m]
6	ecc.B =	0.00	[m]
7	ecc.L =	0.00	[m]
8	c =	kg./ftcm2	0.00000 t./ftm2
8	φ =	34.52	[°]
8	ccr =	0.00	
8	γ =	18.87	[kN/m³]
8	q _v =	0.00	[kN/m²]
8	q _u =	0.00	[kN/m²]
8	FS =	3.00	
8	γ =	1.324	[t/m³]
45	Terzaghi:		Los factores de forma
46	N _q =	36.5	
47	N _c =	52.64	
48	N _γ =	38.04	
46	Tipo de la Cimentación		sc = 1.3
48	Cuidada		sg = 0.8
Capacidad portante según Terzaghi:			
96	q _{ult} =	1291.43	[kN/m²]
97	q =	1046.06	[kN]
98	Q _{ult} =	430.48	[kN/m²]
99	q _{ult} =	131.69	[t/m²]
100	q =	106.67	[t]
101	Q _{ult} =	43.89568	[t/m²]
102	q _{ult} =	13.17	[Kg/cm²]
103	q =	106666.49	[Kg]
104	Q _{ult} =	4.39	[Kg/cm²]

Fuente: Elaboración Propia