



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

“Estudio Geotécnico Empleando la Teoría de Terzaghi para
Determinar la Cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-
Pasco”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Lozano Lopez, Jhoselyn Pilar (ORCID: 0000-0001-5353-9104)

Ventura Fernandez, Roxana Lilibet (ORCID: 0000-0002-0133-4147)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural.

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi familia y amigos, por todo su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad César Vallejo y a mis asesores de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y diseño de la investigación	15
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra y muestreo	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	16
3.5 Procedimientos	20
3.6 Manejo de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN.....	38

VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS.....	51
Anexo 1: Matriz de consistencia.	52
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.....	54
Anexo 3: Planos.	56
Anexo 4: Panel fotográfico.....	64
Anexo 5: Ficha de validación – juicio de expertos.....	82
Anexo 6: Memoria de cálculo - capacidad portante del suelo.	85
Anexo 7: Memoria de cálculo - análisis de asentamientos.....	87
Anexo 8: Ensayo de análisis granulométrico.....	89
Anexo 9: Ensayo de corte directo.	91
Anexo 10: Ensayo químico de agresividad del suelo.	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de factores de carga.....	11
Tabla 2: Contenido de sulfatos.....	12
Tabla 3: Vías de acceso a la zona en estudio.	21
Tabla 4: Ensayos de laboratorio.....	24
Tabla 5: Descripción de los perfiles estratigráficos obtenidos de las calicatas.	25
Tabla 6: Propuesta de cimentación.	26
Tabla 7: Obtención de los parámetros Φ y c	27
Tabla 8: Resultados de capacidad portante de acuerdo a Terzaghi.	31
Tabla 9: Distorsiones angulares permisibles.	32
Tabla 10: Módulo de Elasticidad (E_s) para cada tipo de suelo.	33
Tabla 11: Valores de I_f recomendados.....	33
Tabla 12: Módulo de Poisson según el tipo de suelo.	34
Tabla 13: Resumen de los datos obtenidos.	34
Tabla 14: Resultados de ensayos químicos del suelo de cimentación.	35
Tabla 15: Contenidos permisibles de sulfatos.	36
Tabla 16: Matriz de consistencia.	53
Tabla 17: Matriz de operacionalización de variables.	55
Tabla 18: Ficha de validación – juicio de expertos.	83
Tabla 19: Memoria de cálculo – capacidad portante del suelo.	86
Tabla 20: Memoria de cálculo – análisis de asentamientos.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mecanismo de Falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzaghi.....	10
Figura 2: Tipos de cimentación.	13
Figura 3: Asentamiento diferencial.	14
Figura 4: Esquema de ensayo de corte directo.	17
Figura 5: Equipo para ensayo de análisis granulométrico.	18
Figura 6: Sala de química con equipo para ensayo de agresividad del suelo.....	19
Figura 7: Ubicación del I.E. San Francisco de Asís.	22
Figura 8: Consideraciones para el cálculo de capacidad de carga.	30
Figura 9: Gráfico de asentamiento de tipo diferencial.....	31
Figura 10: Plano de cimentaciones – módulo aula pedagógica.....	57
Figura 11: Plano de estructuras pórticos – módulo aula pedagógica.....	58
Figura 12: Plano de cimentaciones – comedor.....	59
Figura 13: Plano de pórticos – comedor.....	60
Figura 14: Plano de cimentaciones – servicios higiénicos.....	61
Figura 15: Plano de pórticos – servicios higiénicos.	62
Figura 16: Plano de instalaciones sanitarias.	63
Figura 17: Vista frontal de la I.E. San Francisco de Asís.	65
Figura 18: Vista del pabellón del nivel secundario.....	66
Figura 19: Vista de pabellón del nivel primario.	67
Figura 20: Vista del patio y parque principal del colegio.	68
Figura 21: Vista de ambientes pedagógicos del nivel inicial – Foto 1.	69
Figura 22: Vista de ambientes pedagógicos del nivel inicial – Foto 2.	70
Figura 23: Trabajos topográficos – foto 1.	71
Figura 24: Trabajos topográficos – foto 2.	72
Figura 25: Trabajos topográficos – foto 3.	73
Figura 26: Trabajos topográficos – foto 4.	74
Figura 27: Trabajos topográficos – foto 5.	75
Figura 28: Trabajos topográficos – foto 6.	76
Figura 29: Trabajos topográficos – foto 7.	77

Figura 30: Realización de calicatas – foto 1.....	78
Figura 31: Realización de calicatas – foto 2.....	79
Figura 32: Realización de calicatas – foto 3.....	80
Figura 33: Realización de calicatas – foto 4.....	81
Figura 34: Ensayo de análisis granulométrico.....	90
Figura 35: Ensayo de corte directo.....	92
Figura 36: Ensayo químico de agresividad del suelo.....	94

RESUMEN

La presente tesis titulada “Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco”, tiene por finalidad realizar un eficiente estudio geotécnico con fines de mejorar la cimentación del Módulo I del nivel inicial de dicho centro educativo para así poder garantizar su estabilidad empleando para ello los criterios establecidos por la Teoría de Terzaghi. Asimismo, la presente investigación realiza un estudio de asentamientos y determinar la agresividad del suelo a la cimentación, lo cual podría afectar al concreto.

El tema elegido para la presente tesis es sumamente importante debido a que actualmente existe una problemática notoria en la I.E. San Francisco de Asís ya que los servicios educativos que ofrece no cumplen los estándares establecidos por las normas vigentes del Ministerio de Educación. Esto se debe en gran parte a que posee una infraestructura inadecuada e insuficiente, por lo que se construirá el Módulo I del nivel inicial de dicho centro educativo. Para ello es necesario realizar un eficiente estudio geotécnico en la zona involucrada, afín de poder determinar las características físicas y mecánicas del suelo existente, así como la capacidad portante del mismo para garantizar la estabilidad de la cimentación del Módulo I evitando pérdidas humanas y económicas que se podrían originar por el colapso de dicho módulo al fallar la cimentación.

Dentro de los principales aportes de la presente tesis podemos mencionar que, mediante el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se podrá mejorar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

Palabras clave: Estudio geotécnico, Teoría de Terzaghi.

ABSTRACT

The present thesis entitled “Geotechnical study using the Terzaghi Theory to determine the foundation of I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco”, aims to carry out an efficient geotechnical study in order to improve the foundation of Module I of the initial level of said educational center in order to guarantee its stability using the criteria established by the Theory of Terzaghi. Likewise, this research carries out a study of settlements and determines the aggressiveness of the soil to the foundation, which could affect the concrete.

The topic chosen for this thesis is extremely important because there is currently a notorious problem in the I.E. San Francisco de Asís since the educational services it offers do not meet the standards established by the current regulations of the Ministry of Education. This is largely due to the fact that it has inadequate and insufficient infrastructure, which is why Module I of the initial level of said educational center will be built. For this, it is necessary to carry out an efficient geotechnical study in the area involved, in order to determine the physical and mechanical characteristics of the existing soil, as well as its bearing capacity to guarantee the stability of the foundation of Module I, avoiding human and economic losses that they could be caused by the collapse of said module when the foundation fails.

Among the main contributions of this thesis we can mention that, through the geotechnical study using the Terzaghi Theory, the foundation of I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

Keywords: Geotechnical study, Terzaghi theory.

I. INTRODUCCIÓN

La educación es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo toda nación. Si ésta es de alto nivel, el país mejora sus ingresos y calidad de vida, de lo contrario ralentiza su crecimiento y, por ende, su desarrollo. Actualmente aún existen serios problemas educativos a nivel mundial. Según un estudio realizado por el Banco Mundial (2016), en el mundo cerca de 57 millones de niños siguen sin asistir a la escuela de acuerdo a una encuesta realizada a 25 000 líderes de opinión en el campo del desarrollo educativo de todos los países, los cuales también afirmaron que, en muchos de los países, sobre todo en aquellos en vías de desarrollo, existe una baja calidad educativa y docente.

El Perú, lamentablemente no es ajeno a esta problemática, puesto que siempre han existido numerosas deficiencias que afectan la calidad educativa, en aspectos como la cobertura del servicio educativo, la calidad docente, y por supuesto, la infraestructura de los centros educativos. Sin embargo, a pesar de ello, en los últimos años han ocurrido ciertas mejoras.

Según un estudio realizado por el Instituto Peruano de Economía (IPE), hasta el año 2017, hubo un incremento en la cobertura educativa nacional, alcanzándose un total de 7.7 millones de alumnos matriculados en el sistema educativo peruano, que se distribuyeron de la siguiente manera: 1699103 alumnos en el nivel inicial, 3498498 en la primaria y 2534338 en el nivel secundaria. Destacándose que, del total de alumnos de educación básica regular, 25% pertenecen al sector privado y 75% al sector público.

Si nos enfocamos en la Región Pasco, es importante mencionar que al año 2017 esta región presentó por alumno un incremento anual de gasto público en los niveles de inicial, primaria y secundaria los porcentajes de 16%, 12% y 11% respectivamente. En este contexto resulta imprescindible señalar que aproximadamente el 15.1% de los colegios de la provincia de Oxapampa ofrecen los servicios de inicial, primaria y secundaria a la vez, mientras que las provincias de Daniel Alcides Carrión y Pasco los porcentajes de 41% y 60.7% respectivamente. Por otro lado, si hablamos a nivel de distritos, es importante

mencionar como ejemplo notorio, a Goyllarisquizga, en el cual el 100% de los colegios imparten los tres niveles de educación, pero en otros distritos, como Chontabamba, no posee ningún local que imparta los tres niveles a la vez.

Si nos centramos específicamente en la provincia de Oxapampa, es importante mencionar que, según un estudio realizado por el propio Gobierno Regional de Pasco en el año 2018, cerca de la mitad de los centros educativos de la provincia de Oxapampa no cumplen con los estándares de calidad educativa requeridos para los niveles inicial, primaria y secundaria, presentándose limitaciones en la infraestructura (siendo ésta inadecuada e insuficiente) y con bajo equipamiento y mobiliario. Asimismo, también se puede mencionar una carencia en la capacitación pedagógica de la plana docente existente, lo que causa un bajo nivel educativo en la población estudiantil, incremento de tardanzas y faltas, desmotivación al estudio de la población estudiantil y un bajo rendimiento escolar, el cual tiene como efecto directo la disminución de la población estudiantil en Oxapampa.

Es así que el tema elegido para la presente tesis se enmarca dentro del distrito de Oxapampa, el cual fue fundado el 14 de mayo de 1876 y es uno de los 8 distritos que forman parte de la Provincia de Oxapampa, en la Región Pasco. Asimismo, según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), durante el censo del año 2015, este distrito tiene una población de 14,257 habitantes, lo cual expresa una densidad demográfica de 15,96 hab/km².

Dentro de este distrito la presente tesis se centra en la localidad de Miraflores, y más específicamente, toma como objeto de estudio la I.E. San Francisco de Asís, el cual presenta una problemática notoria en la actualidad, ya que los servicios educativos que ofrece no cumplen los estándares establecidos por las normas vigentes del Ministerio de Educación. Esto se debe en gran parte a que posee una infraestructura inadecuada e insuficiente. Por ello se plantea la ejecución de 11 nuevos módulos en el centro educativo: 3 en el nivel inicial, 3 en el nivel primaria y 5 módulos en el nivel secundaria.

Así, la presente tesis tomará como objeto de estudio específicamente el Módulo I del nivel inicial del centro educativo, para el cual se plantea la construcción de cimentaciones superficiales, en específico zapatas aisladas.

Para ello es necesario realizar un eficiente estudio geotécnico en la zona involucrada, afín de poder determinar las características físicas y mecánicas del suelo existente, así como la capacidad portante del mismo para garantizar la estabilidad de la cimentación del Módulo I evitando pérdidas humanas y económicas que se podrían originar por el colapso de dicho módulo al fallar la cimentación. Por ello, para realizar este estudio geotécnico y determinar la capacidad portante del suelo se hará uso del Método de Terzaghi, quien es el padre de la mecánica de suelos.

Ante la problemática planteada se plantea la siguiente **pregunta general**: ¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi permitirá determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco? Asimismo, se plantean tres problemas específicos. El **primer problema específico**, ¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco? El **segundo problema específico**, ¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco? Y el **tercer problema específico**, ¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco?

La investigación presenta una **justificación tecnológica**, ya que permitirá conocer mejor cómo se realiza un estudio geotécnico, así como también brindará un mayor conocimiento sobre el Método de Terzaghi y su aplicación en el estudio geotécnico afín de garantizar la estabilidad de las cimentaciones en módulos de centros educativos. Se expondrá y explicará cómo se calcula la capacidad portante del suelo empleando la Teoría de Terzaghi, así como el estudio de asentamientos. Además, presenta una **justificación social**, puesto que el tema elegido para la presente tesis será de gran beneficio para la población estudiantil, docente y administrativa del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco, contribuyendo a elevar la calidad educativa de dicho centro de estudios gracias a la mejora de su infraestructura. Por otra parte, se **justifica económicamente** ya que el estudio geotécnico para la cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco, que garantiza la estabilidad de la cimentación en dicho centro educativo, permitirá

evitar pérdidas económicas que podrían originarse por el colapso de los módulos de este colegio al fallar la cimentación.

Como **hipótesis general** se establece que mediante el análisis geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se podrá determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco. Asimismo, presenta tres hipótesis específicas. La **primera hipótesis específica**, el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco. La **segunda hipótesis específica**, el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco. Y la **tercera hipótesis específica**, el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo de la I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

Por otro lado, la presente investigación tiene como **objetivo general**, realizar el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco. Asimismo, presenta tres objetivos específicos. El **primer objetivo específico**, determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco. El **segundo objetivo específico**, determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco. Y el **tercer objetivo específico**, determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Córdova (2018) realizó la tesis titulada “Estudio geológico y análisis geotécnico del centro de salud INNFA 24HD”, investigación llevada a cabo con el fin de lograr la obtención del título de Ingeniería Geóloga por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo** realizar una evaluación del suelo existente en la zona en estudio afín de poder proponer algunas recomendaciones técnicas. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva. Para finalizar, se resalta que se obtuvo como **conclusión** que a través de los resultados del ensayo SPT (N) así como las formulaciones de Teng y Meyerhof se logró obtener de manera correcta la capacidad portante destacando el hecho de que este cálculo se hizo para cada una de las perforaciones.

Gil (2018) señala en la tesis titulada “Conceptualización de la metodología de un estudio geotécnico definitivo con base en la literatura científico y la normativa legal vigente”, investigación llevada a cabo con el fin de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Católica de Colombia – Colombia. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo** elaborar de manera detallada y precisa un marco conceptual que permita brindar conocimiento sobre los pasos llevados a cabo en un estudio geotécnico para determinar si estos pasos o procedimientos logran alcanzar su propósito. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue explicativa. Para finalizar, se resalta que se obtuvo como **conclusión** que las más partes que ejercen una mayor importancia dentro de la realización de los estudios geotécnicos son las fases de exploración del terreno, así como también la realización de ensayos.

Calderón (2015) realizó la investigación “Información Geotécnica como elemento de análisis en la Planeación y Diseño de Cimentaciones de Edificios”, investigación llevada a cabo con el fin de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Internacional del Ecuador-Ecuador. Resulta importante mencionar que

presentó por **objetivo** llevar a cabo una evaluación de los resultados que se consiguieron del estudio de suelos en el área de investigación ubicada en Moya para así poder proponer la cimentación que resulte más factible para un edificio de 4 pisos. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva. Para finalizar, se resalta que se obtuvo como **conclusión** que haciendo uso de los ensayos concernientes a la capacidad portante se logró realizar una verificación en relación a los esfuerzos totales de acuerdo a cada estrato encontrado en el suelo estudiado, para de esta manera definir cuál es la altura a la que se encuentra la carga admisible que está destinada a soportar el peso del edificio.

Vanegas (2020) señala en la tesis titulada “Determinación de factores de resistencia para cimentaciones superficiales y profundas, a nivel local”, investigación llevada a cabo con el fin de lograr la obtención del grado de Maestro en Ingeniería Civil por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito – Colombia, tiene como **objetivo**, determinar factores de resistencia para cimentaciones superficiales y profundas que tomen en cuenta las características propias de los suelos que se presentan a nivel local. La **metodología** empleada fue de tipo explicativa. Se obtuvo como **resultado** que, para cimentaciones superficiales, empleando un índice de confiabilidad de 3.5 y distribución normal se obtuvo que las unidades geotécnicas granulares que tienen como origen geológico los depósitos aluviales de terraza baja, presentan factores de resistencia que varían entre 0,08 y 0,41. La **conclusión** a la que se llegó fue que, los factores de resistencia al ser determinados a partir de la resistencia o capacidad portante, toman en cuenta las dimensiones de la cimentación, lo cual también genera variabilidad en los factores de resistencia.

Domínguez (2016) señala en la tesis titulada “Diseño geotécnico de la cimentación para un edificio de oficina de diez niveles desplantado en zona de transición”, investigación llevada a cabo con el fin de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por el Instituto Politécnico Nacional-México. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo** realizar el diseño de la cimentación que debe ser empleada para el edificio de 10 pisos en la zona en estudio mencionada. Asimismo, es

imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue explicativa. Para finalizar, se resalta que se obtuvo como **conclusión** que a pesar de que la profundidad elegida para llevar a cabo los sondeos fue mayor a la mínima que señalan las normas, fue necesario usar un factor de seguridad más conservador.

Antecedentes nacionales

Cruz (2016) llevó a cabo la investigación “Análisis geotécnico y propuesta de cimentaciones sobre rellenos en la zona nor–oeste de la Ciudad de Juliaca”, investigación realizada con el fin de lograr la obtención del grado académico de Magíster en Ingeniería Civil por la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez-Perú. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo**, determinar y evaluar los motivos por los cuales se produjeron daños de tipo estructural en las cimentaciones de las viviendas de la zona en estudio mencionada. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue explicativa. Para finalizar, se resalta que se obtuvo como **conclusión** que la cimentación que fue empleada para dichas viviendas consistió en zapatas de tipo aisladas y cuadradas de 1 metro de ancho, además se obtuvo una capacidad portante del suelo de 0.48 kg/cm².

Escobar (2018) realizó la tesis titulada “Diseño de cimentación y estudio de suelo en el minicomplejo deportivo del centro poblado de Ampas-Huari, 2018”, investigación que fue llevada a cabo con el fin de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Perú. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo**, determinar la relación entre el diseño de cimentación y estudio de suelo en el mini complejo deportivo del centro poblado de Ampas-Huari, 2018. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva-correlacional. Para finalizar se resalta que se obtuvo como **conclusión** que los suelos evaluados en la tesis poseen una baja capacidad de carga, afirmándose que el relleno no fue controlado y no logra el comportamiento mecánico necesario, lo cual provocó daños estructurales.

Teniente (2016) realizó la investigación “Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los Métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta”, investigación llevada a cabo con el fin de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Andina del Cusco – Perú. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo**, lograr calcular la capacidad de carga haciendo uso de dos métodos reconocidos internacionalmente como son los métodos de Terzaghi y Meyerhof, ello con fines de evaluar cuál de ellos contribuye en mayor medida a lograr una cimentación más segura. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva-explicativa. Para finalizar se resalta que se obtuvo como **conclusión** que las formulaciones propuestas por el método de Terzagui brindan mayor seguridad estructural que las del método de Meyerhof, para el caso en específico de cimentaciones de tipo superficiales, de acuerdo a las condiciones geotécnicas de la zona en estudio mencionada.

Sánchez (2019) realizó la tesis titulada “Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el centro poblado de Huamanmarca”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional del Centro del Perú – Perú. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo**, realizar una evaluación del suelo de la zona en estudio para poder diseñar de una manera eficiente las cimentaciones (que serán de tipo superficial) para las viviendas unifamiliares del poblado mencionado anteriormente. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva. Para finalizar se resalta que se obtuvo como **conclusión** que después de realizarse el estudio de suelos, se pudo afirmar que no se encontró nivel freático en las calicatas realizadas, obteniéndose los siguientes resultados para la capacidad portante: una mínima de 1,36 kgf/cm² en la calicata C- 07 a una profundidad de 1,80 m y una máxima de 1,85 kgf/cm² en la calicata C-10 a una profundidad de 1,90 m.

Velayarce (2018) señala en la tesis titulada “Zonificación de la capacidad portante del suelo en el asentamiento humano San Juan – distrito De la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín – Región San Martín”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de San Martín-Perú. Resulta importante mencionar que presentó por **objetivo** realizar un mapa de zonificación de la capacidad portante del suelo de la zona en estudio mencionada. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva. Para finalizar se resalta que se obtuvo como **conclusión** que los valores de la capacidad portante están en el rango general de 1.00 – 2.00 Kg/cm², se obtuvo mediante la aplicación de la teoría de Karl Terzaghi para el caso de Falla local para cimentaciones cuadradas.

Bases teóricas

Análisis geotécnico empleando la teoría de Terzaghi

Sobre el análisis geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi, Sánchez señala que:

Es aquel conjunto de actividades que es empleado para lograr obtener información geotécnica del suelo en el área en estudio con el apoyo de los criterios de la Teoría de Terzaghi. Estas actividades comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis, recomendaciones y cálculos de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, tales como cálculo de capacidad portante del suelo o la determinación de asentamientos, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de las estructuras (2019, p. 12).

Dimensiones de la variable independiente: Análisis geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi

Dimensión 1: Propiedades geotécnicas del suelo

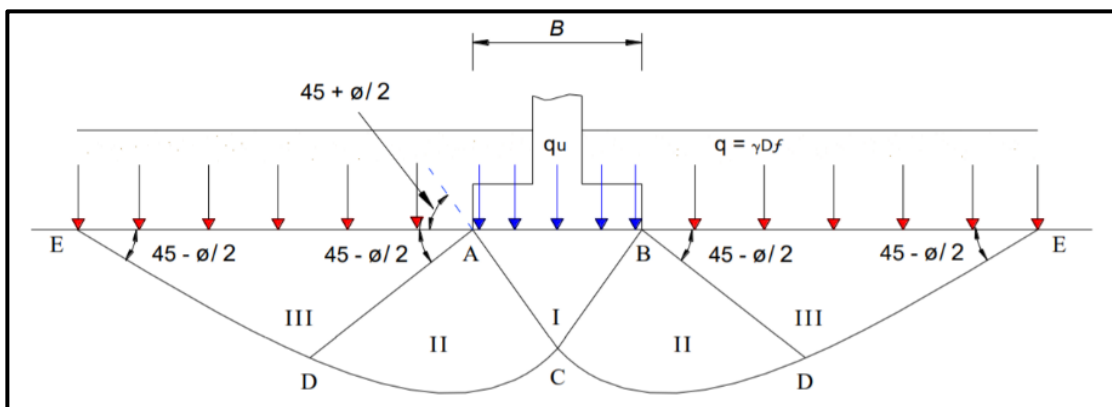
Sánchez (2019) señala que: “Son aquellas que definen el comportamiento de los suelos frente a la acción de cargas. Entre ellas destacan el ángulo de fricción, la cohesión y la capacidad de carga última” (p. 33). Para calcular la capacidad de carga última del suelo en la presente tesis se hará uso de la Teoría de Terzaghi, la cual se expone a continuación:

Teoría de Terzaghi

Sobre la Teoría de Terzaghi, Cañi y Gómez señalan que:

El Método de Terzaghi fue desarrollado para calcular la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales (es decir aquellas cuya profundidad de la cimentación es menor o igual al ancho de la misma). Las formulaciones elaboradas por Terzaghi pueden aplicarse estrictamente solo a los casos en que el manto freático es profundo; las tensiones totales son iguales a todas las tensiones efectivas y los parámetros de tensión de corte deben expresarse en términos de tensión efectiva. (2019, p. 8).

Figura 1 Mecanismo de Falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzaghi.



Fuente: Cañi y Gómez, 2019.

Terzaghi propone las siguientes formulaciones para hallar la capacidad de carga:

En el caso de zapatas corridas: $q_u = \frac{1}{2} * B * \gamma * N_\gamma + c * N_c + \gamma_q * D_f * N_q$

En el caso de zapatas cuadradas: $q_u = 0.4 * B * \gamma * N_\gamma + 1.3 * c * N_c + \gamma_q * D_f * N_q$

Donde:

q_u = es el valor de la capacidad de carga ultima

c = es el valor de la cohesión

γ = es el valor del peso específico del suelo

B = es el valor del ancho de la zapata

N_c, N_q, N_γ = vienen a ser factores adimensionales que se caracterizan por depender del parámetro Φ

Los factores de carga pueden ser determinados a través de las siguientes fórmulas:

$$N_q = e^{\pi * \tan \varphi} * \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right); \quad N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi; \quad N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi$$

Así tenemos los siguientes valores:

Tabla 1 Valores de factores de carga.

φ	N_γ	N_c	N_q
0	0	5.14	1
1	0.07	5.38	1.09
2	0.15	5.63	1.20
3	0.24	5.90	1.31
4	0.34	6.19	1.43
5	0.45	6.49	1.57
6	0.57	6.81	1.72
7	0.71	7.16	1.88
8	0.86	7.53	2.06
9	1.03	7.92	2.25
10	1.22	8.34	2.4

11	1.44	8.80	2.71
12	1.69	9.28	2.97
13	1.97	9.81	3.26
14	2.29	10.37	3.59
15	2.65	10.98	3.94
16	3.06	11.63	4.34
17	3.53	12.34	4.77
18	4.07	13.10	5.26
19	4.68	13.93	5.80
20	5.39	14.83	6.40

Fuente: Cañi y Gómez, 2019.

Dimensión 2: Análisis de asentamientos

Sánchez (2019) señala que: “Consiste en analizar aquel movimiento descendente vertical del suelo que se origina al aplicarse cargas sobre el terreno debido a la presencia de estructuras existentes” (p. 35).

Dimensión 3: Agresión química del suelo

Sánchez (2019) señala que: “Es aquella que está relacionada con la concentración de cloruros y sulfatos en el suelo, los cuales pueden resultar perjudiciales para la cimentación de las estructuras a edificarse” (p. 31).

Tabla 2 Contenido de sulfatos.

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	(ppm)	GRADO DE ALTERACIÓN	CONSECUENCIA
Sulfatos	0 – 1,000	Leve	“Ocasiona agresión química al concreto de la cimentación”
	1,000 – 2,000	Moderado	
	2,000 – 20,000	Severo	
	> 20,000	Muy severo	
Cloruros	> 6,000	Perjudicial	“Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o de elementos metálicos”
Sales solubles totales	> 15,000	Perjudicial	“Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación”

Fuente: ACI.201.2R.77

Cimentación

Al respecto de las cimentaciones, Cruz señala que:

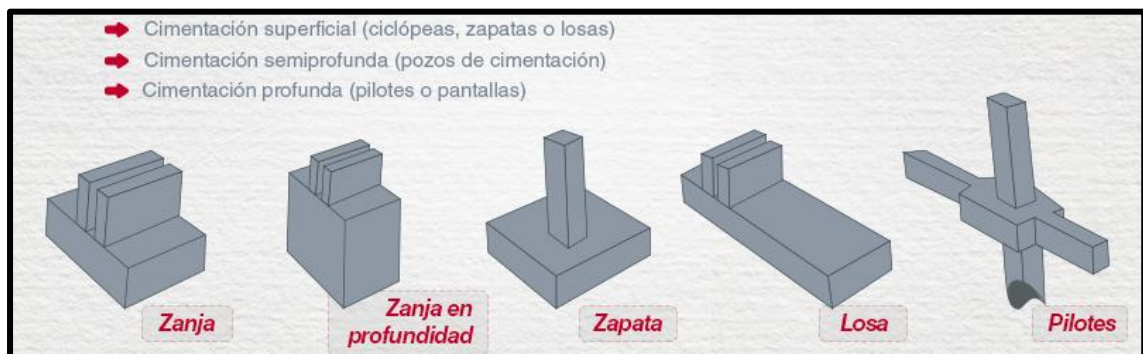
Es aquella parte de una estructura que se encuentra en contacto con el terreno y permite transmitir las cargas de ésta al suelo. Por ejemplo, una de las cimentaciones más comunes son las zapatas aisladas, las cuales son muy importantes porque brindan soporte a las columnas y pueden ser de forma circular, cuadrada o rectangular. (2016, p. 14).

Dimensiones de la variable dependiente: cimentación

Dimensión 1: Tipo de cimentación

Cruz (2016) señala que: “Las cimentaciones generalmente se clasifican en dos tipos: la cimentación superficial cuando la relación profundidad/ancho resulta ser de un valor menor o igual a 5, y cimentación profunda cuando dicha relación es mayor que cinco” (p. 16).

Figura 2 Tipos de cimentación.



Fuente: Cruz, 2016.

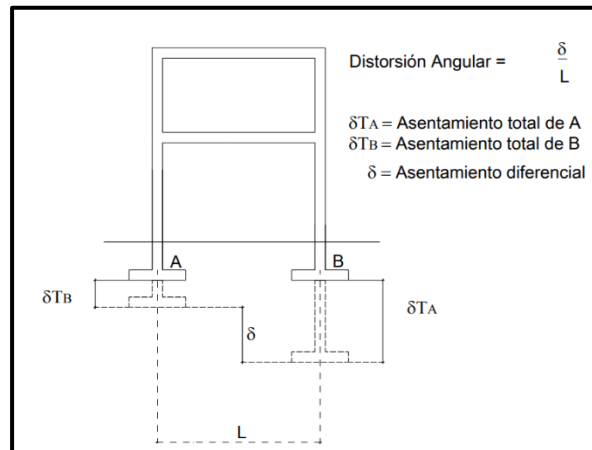
Dimensión 2: Características mecánicas del suelo

Cruz (2016) señala que: “Son aquellas relacionadas con el comportamiento mecánico del suelo, siendo la principal característica o parámetro la capacidad portante del suelo en estudio” (p. 17).

Dimensión 3: Asentamiento de cimentación

Cruz (2016) señala que: “Es aquel desnivel que se origina en las cimentaciones y que puede ocurrir no solo por estructuras pesadas sino también en los casos de pequeñas estructuras cuando el suelo es malo para construcción” (p. 23). Por lo general, se consideran dos tipos de asentamientos, totales y diferenciales.

Figura 3 Asentamiento diferencial.



Fuente: RNE Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Enfoque

La presente investigación presenta un enfoque cuantitativo puesto que se apoya en medidas numéricas y, asimismo, emplea la observación del proceso en forma de recolección de datos. (Cabezas, Andrade y Torres, 2018).

Tipo de investigación

Es aplicada, ya que busca solucionar problemas prácticos en un área específica, y apoyándose en la aplicación de los conocimientos existentes y no buscando crear nuevos conocimientos. (Cabezas, Andrade y Torres, 2018).

Diseño de investigación

Es no experimental, la cual es aquella que no manipula intencionadamente las variables en estudio, teniendo como finalidad observar los fenómenos de manera natural, para posteriormente analizarlos. (Cabezas, Andrade y Torres, 2018).

Nivel de investigación

Esta investigación es descriptiva ya que busca especificar las propiedades, así como las características ya sea de personas, poblaciones u otro fenómeno que se esté analizando. (Cabezas, Andrade y Torres, 2018).

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi.

Variable dependiente: Cimentación.

La matriz de operacionalización de variables se expone en los anexos.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Cabezas, Andrade y Torres (2018) definieron a la población como: “Aquel conjunto de datos en el cual se emplea procedimientos para llevar a cabo el estudio detallado de un conglomerado de elementos con características comunes” (p. 88). En este sentido se ha tomado como población los suelos existentes en el distrito de Oxapampa, Provincia de Oxapampa – Región Pasco.

Muestra y muestreo

Cabezas, Andrade y Torres (2018) definieron a la muestra como: “Es una pequeña parte de la población la cual permitirá dar a conocer datos específicos de la misma”. (p. 93). En este sentido la presente investigación toma como muestra el suelo de la localidad de Miraflores, del distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa - Región Pasco, siendo el muestreo realizado con un criterio no probabilístico y de tipo intencional. Cabezas, Andrade y Torres (2018) señalan que: “El muestreo no probabilístico de tipo intencional u opinático es aquel en el cual los elementos muestrales se escogen en función a criterios establecidos por el investigador” (p. 101). Para el muestreo se han realizado exploraciones de campo en la localidad de Miraflores, más específicamente en el área de la I.E. San Francisco de Asís, recolectándose muestras de suelos mediante la realización de calicatas y llevando un registro de excavaciones.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Según Arias (2012) sustenta que: “Las técnicas son aquellas que componen el conjunto de recursos o mecanismos orientados a recabar, preservar y transferir información de los fenómenos sobre los cuales se está investigando” (p. 67).

Las técnicas que se emplearon en la presente investigación fueron: la observación directa llevando a cabo visitas a las zonas de estudio, la experimentación con la aplicación de ensayos para lograr la determinación de las características del suelo en la zona estudiada, el análisis e interpretación de la Normativa Vigente y fuentes

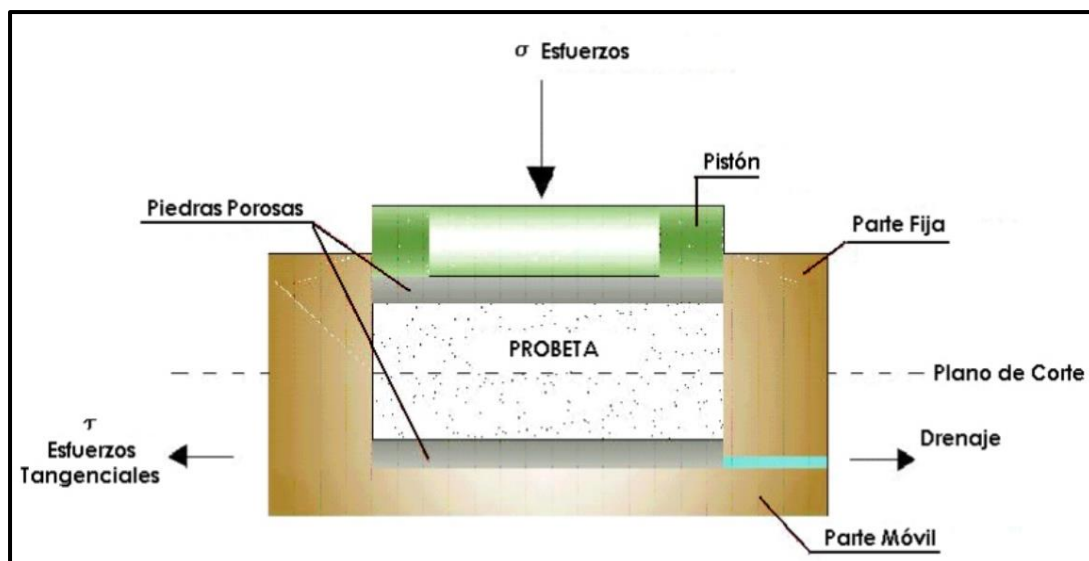
bibliográficas consultadas relacionadas al estudio geotécnico empleando el Método de Terzaghi y la evaluación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos realizados.

Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012) señala que: “Los instrumentos son cualquier medio o formato ya sea digital o en papel, utilizado para registrar o acopiar información y posteriormente poder procesarla, analizarla e interpretarla” (p. 16). Por lo tanto, para la presente investigación se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Ensayo de corte directo: Este ensayo consiste en deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado con la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento. Este ensayo es desarrollado para la determinación de la resistencia al corte de un suelo. Este ensayo resulta muy útil puesto que permite determinar de una manera relativamente rápida las propiedades de resistencia de materiales drenados y consolidados.

Figura 4 Esquema de ensayo de corte directo.



Fuente: ASTM International.

- Ensayo de análisis granulométrico: Este ensayo tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 μm . Los resultados de laboratorio obtenidos del ensayo de análisis granulométrico brindaron información geotécnica valiosa como el contenido de humedad, los límites de consistencia, la granulometría del suelo y por consiguiente su clasificación.

Figura 5 Equipo para ensayo de análisis granulométrico.



Fuente: Laboratorio N° 2 de Mecánica de Suelos-UNI.

- Ensayo químico de agresividad del suelo: Sirve para determinar el potencial de hidrógeno pH, así como el contenido de sulfatos solubles, sales solubles y contenido de cloruros, los cuales pueden ser perjudiciales para la cimentación ya que afectan negativamente al concreto.

Figura 6 Sala de química con equipo para ensayo de agresividad del suelo.



Fuente: GEOPERÚ S.A.C.

- Memoria de cálculo: se realizaron memorias de cálculo con fines de calcular la capacidad portante del suelo mediante la Teoría de Terzaghi, así como para realizar el análisis de asentamientos para poder garantizar la estabilidad de la cimentación.

Validación y confiabilidad de instrumento

Se entiende por validez al grado o nivel en el cual un instrumento lograr medir realmente la variable estudiada (Hernández, 2014). Se utilizó el criterio de juicio de expertos, donde se sometió el instrumento a la valoración por quienes juzgaron la capacidad de éste para evaluar todas las variables que deseamos medir.

Por su parte es posible entender por confiabilidad al grado o nivel en el cual un instrumento al aplicarse repetidamente da como respuesta los mismos resultados (Hernández, 2014). Las mediciones de los datos serán exactas esto debido a que el laboratorio de suelos se caracteriza por cumplir eficientemente con los estándares de calidad y normativas. Los resultados del análisis de validez y confiabilidad se adjuntan en los anexos.

3.5 Procedimientos

- Se visitó el área en estudio para llevar a cabo una inspección de campo a fin de extraer muestras a través de calicatas y empleando un registro de excavaciones.
- Se llevó a cabo un ensayo de análisis granulométrico mediante el cual fue posible conocer la granulometría del suelo, así como sus límites de consistencia.
- Se llevó a cabo un ensayo de corte directo mediante el cual fue posible conocer los valores de la cohesión y ángulo de fricción del suelo.
- Se llevó a cabo un ensayo químico de agresividad el cual permitió determinar el pH, así como el contenido de cloruros y sulfatos del suelo que pueden afectar al concreto de la cimentación.
- Se realizaron memorias de cálculo, para lograr obtener la capacidad de carga del suelo empleando la Teoría de Terzaghi, así como para realizar el análisis de asentamientos.
- Al final se analizaron y discutieron los resultados obtenidos.

3.6 Manejo de análisis de datos

Se ha realizado un registro de excavaciones, gracias al cual fue posible anotar las principales características del suelo encontrado, dentro de éstas podemos mencionar: humedad, consistencia, plasticidad, forma y tamaño de las partículas, clasificación, etc. Posteriormente se hizo uso de los criterios de la Teoría de Terzaghi empleando una memoria de cálculo.

Análisis de la zona en estudio

Ubicación

El área en estudio de la presente tesis se ubica en la Región Pasco, Provincia de Oxapampa y Distrito de Oxapampa; específicamente en la I.E San Francisco de Asís.

Departamento: Pasco

Provincia: Oxapampa

Distrito: Oxapampa

Localidad: Miraflores

Lugar: I.E. San Francisco de Asís

Vías de Acceso

Para llegar a la I.E. San Francisco de Asís, se sigue el siguiente recorrido desde la ciudad de Pasco, que es la capital departamental:

Tabla 3 Vías de acceso a la zona en estudio.

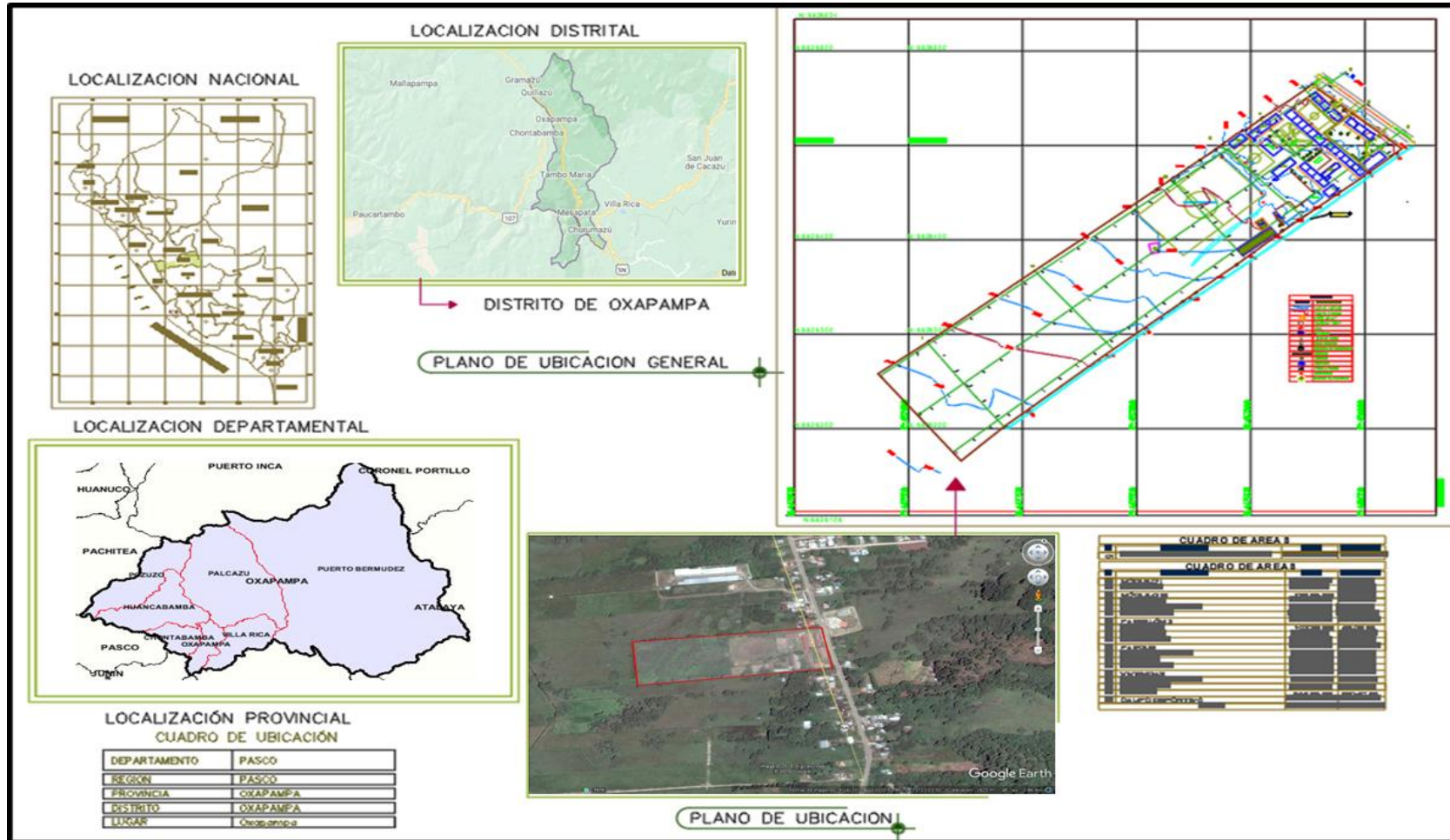
TRAMO	TIPO	DISTANCIA	TIEMPO
De Cerro de Pasco a Tarma	Carretera Asfaltada 3N	146.00 Km	2h 48min
De Tarma a Oxapampa.	Carretera Asfaltada 22B	148 km	3h 17 min
TOTAL		294.00 Km	6h 05min

Fuente: Propia.

Condición climática y altitud de la zona

El componente atmosférico de la zona en donde se encuentra ubicado el I.E. San Francisco de Asís es de clima templado, propio de la Selva Alta, Húmedo y semicálido.

Figura 7 Ubicación de la I.E. San Francisco de Asís.



Fuente: Propia.

3.7. Aspectos éticos

Se puede afirmar que el tema de estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco, cumplió con toda la normatividad exigida por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Asimismo, es importante mencionar que, para realizar la presente investigación, se cumplió con el reglamento del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad César Vallejo, así como también con todas las indicaciones que establece la Norma APA Séptima Edición. Se destaca el respeto por la propiedad intelectual, así como por el medio ambiente.

Valores éticos

Dentro de los valores éticos que se empleó en la presente tesis se puede mencionar los siguientes: el **respeto**, que no se precipita en emitir juicios y no condena a los colegas, sino que considera los distintos puntos de vista. La **humildad**, que es una fiel compañera que está siempre presente en la opiniones o apreciaciones que se realizan en la presente tesis. La **cordialidad** con los asesores, así como con los compañeros vinculados o relacionados con la investigación.

IV. RESULTADOS

Estudio de mecánica de suelos realizado

Para la construcción de los 11 nuevos módulos en la I.E. San Francisco de Asís se han realizado 08 sondeos mediante calicatas a cielo abierto con herramientas manuales, ubicadas dentro del terreno destinado a los nuevos módulos. La relación de sondeos son C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 que se ejecutaron hasta una profundidad mínima de 3.00 m.

Tabla 4 Ensayos de laboratorio.

CALICATAS	ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS
C-1	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.
C-2	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.
C-3	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.
C-4	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.
C-5	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.
C-6	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.
C-7	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.
C-8	Tamizado, peso volumétrico, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo, físico - químico.

Fuente: Propia.

A continuación, se describen los perfiles estratigráficos encontrados en cada calicata, así como los resultados de los ensayos de mecánica de suelos:

Tabla 5 Descripción de los perfiles estratigráficos obtenidos de las calicatas.

Calicata C-1		Calicata C-2	
<p>Estrato E-1: Presenta 0.20 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Posee 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color marrón, poco húmedo, medio consolidado, con presencia de piedras de 3''.</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (17) LL=38.00% IP=24.00% Pasa tamiz N° 04 =95.67% Pasa tamiz N° 200 =79.33% Peso unitario =1.70 ton/m3 Humedad =8.71% Angulo de Fricción = 25.81° Cohesión = 0.0800</p>	<p>Estrato E-1: Presenta 0.20 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Presenta 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color amarillo, húmedo, medio consolidado, con presencia de piedras de 3''.</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (10) LL=34.20% IP=17.60% Pasa tamiz N° 04 =95.87% Pasa tamiz N° 200 =67.99% Peso unitario =1.72 ton/m3 Humedad =12.14% Angulo de Fricción = 24.08° Cohesión = 0.0510</p>
Calicata C-3		Calicata C-4	
<p>Estrato E-1: Presenta 0.20 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Presenta 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color amarillo, poco húmedo, medio consolidado.</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (21) LL=34.90% IP=18.60% Pasa tamiz N° 04 =97.17% Pasa tamiz N° 200 =68.15% Peso unitario =1.74 ton/m3 Humedad =9.95% Angulo de Fricción = 21.07° Cohesión = 0.0710</p>	<p>Estrato E-1: Presenta 0.20 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Presenta 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color amarillo, poco húmedo, medio consolidado, con presencia de piedras de 3''</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (10) LL=33.90% IP=17.90% Pasa tamiz N° 04 =96.05% Pasa tamiz N° 200 =68.39% Peso unitario =1.70 ton/m3 Humedad =9.95% Angulo de Fricción = 22.09° Cohesión = 0.0410</p>
Calicata C-5		Calicata C-6	
<p>Estrato E-1: Presenta 0.20 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Presenta 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color amarillo, poco húmedo, medio consolidado, con presencia de piedras de 3''</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (10) LL=34.80% IP=18.90% Pasa tamiz N° 04 =97.02% Pasa tamiz N° 200 =66.48% Peso unitario =1.73 ton/m3 Humedad =8.43% Angulo de Fricción = 22.02° Cohesión = 0.0300</p>	<p>Estrato E-1: Presenta 0.50 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Presenta 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color marrón, poco húmedo, medio consolidado.</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (18) LL=45.30% IP=9.20% Pasa tamiz N° 04 =95.27% Pasa tamiz N° 200 =77.45% Peso unitario =1.72 ton/m3 Humedad =8.71% Angulo de Fricción = 21.00° Cohesión = 0.0300</p>
Calicata C-7		Calicata C-8	
<p>Estrato E-1: Presenta 0.20 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Presenta 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (20) LL=37.50% IP=22.30% Pasa tamiz N° 04 =100.00% Pasa tamiz N° 200 =91.83% Peso unitario =1.80 ton/m3 Humedad =13.28%</p>	<p>Estrato E-1: Presenta 0.20 m. de espesor. Suelo húmedo, de color marrón resto de raíces, clasificado como PT A-8.</p> <p>Estrato E-2: Presenta 2.80 m. de espesor. Arcilla de baja plasticidad, de color rojizo, poco húmedo, medio consolidado.</p>	<p>SUCS = CL AASHTO = A-6 (21) LL=39.10% IP=22.40% Pasa tamiz N° 04 =100.00% Pasa tamiz N° 200 =92.92% Peso unitario =1.79 ton/m3 Humedad =13.28%</p>

rojizo, poco húmedo, medio consolidado.	Angulo de Fricción = 22.34° Cohesión = 0.0809 Densidad = 2.170 g/cm ³		Angulo de Fricción = 22.55° Cohesión = 0.0702
---	--	--	--

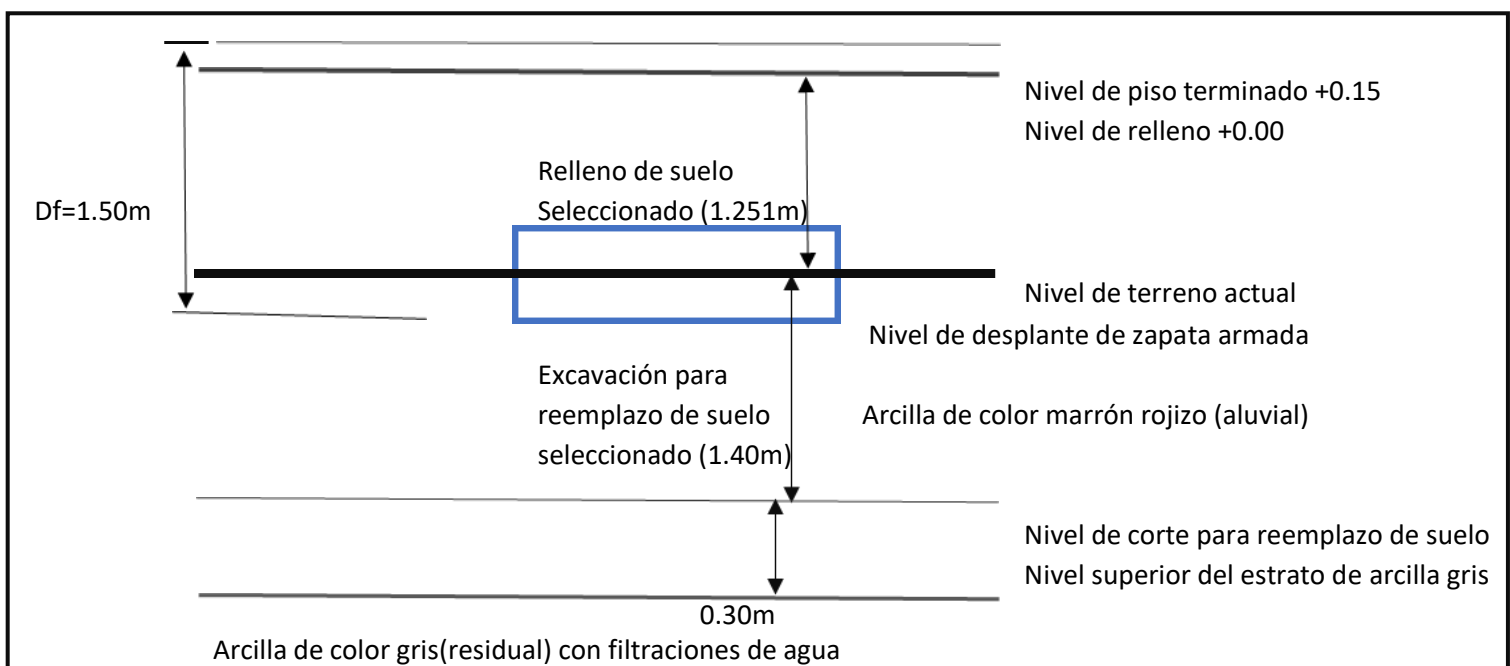
Fuente: Propia.

Análisis de cimentación

Profundidad de cimentación

Teniendo en cuenta que los dos estratos de arcillas: la roja de origen aluvial y la gris de origen residual son blandas y de poca capacidad de soporte se plantea realizar reemplazos de las mismas y adicionar rellenos hasta alcanzar el nivel del terreno natural requerido. Los niveles del terreno natural actual se encuentran por debajo de dicho nivel. Al realizar los reemplazos de suelos y rellenos con material seleccionado se mejoran las condiciones de cimentación, logrando suelos de soporte con una alta fricción interna. El esquema se plantea en la siguiente figura. En este esquema se señala las alturas de corte y relleno referenciados al nivel de piso terminado.

Tabla 6 Propuesta de cimentación.



Fuente: Propia.

Por estas consideraciones la profundidad (Df) tendrá un valor de 1.50 m, para las estructuras con zapatas aisladas.

Para el tipo de cimentación: Se hará uso de zapatas cuadradas aisladas.

Cálculo de capacidad admisible

Para calcular esta propiedad se hizo uso de ensayos, especialmente del corte directo que se ha practicado a las muestras tomada en el estrato E-2 de las calicatas C-1, C-2 y C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 de la institución educativa que es representativo para toda el área en los distintos puntos que son objeto de estudio. En los cálculos no se tomará en cuenta la fricción interna ϕ , porque en la condición sumergida se pierde esta propiedad. Los cálculos de la capacidad portante se realizan con la ecuación para suelos plásticos, con un factor de seguridad de 3, que es indiferente a las dimensiones de la cimentación y a la profundidad de desplante.

$$q_a = \frac{5.7 * c}{3}$$

Los resultados de laboratorio de corte directo se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 7 Obtención de los parámetros Φ y c.

Ubicación	Profundidad de muestreo (m)	Tipo de suelo a la profundidad de muestreo	Cohesión interna c (kg/cm2)	Coefficiente de fricción interna ϕ (°)	Peso unitario promedio (Ton/m3)
E-2, C-1	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0800	25.81	1.70
E-2, C-2	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0510	24.08	1.72
E-2, C-3	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0700	21.07	1.74
E-2, C-4	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0410	22.09	1.70
E-2, C-5	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0510	25.02	1.73
E-2, C-6	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0300	21.00	1.72
E-2, C-7	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0809	22.34	1.80
E-2, C-8	2.00	Arcilla de baja plasticidad (CL)	0.0702	22.55	1.79

Fuente: Propia.

Capacidad admisible C-1

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.800 Ton/m²

Los cálculos determinan: Qadm= 0.15 Kg/cm².

Capacidad admisible C-2

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.0510 Ton/m²

Qadm= 0.10 Kg/cm²

Capacidad admisible C-3

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.0710 Ton/m²

Qadm= 0.8 Kg/cm²

Capacidad admisible C-4

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.0410 Ton/m²

Qadm= 0.4 Kg/cm²

Capacidad admisible C-5

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.0510 Ton/m²

$Q_{adm} = 0.6 \text{ Kg/Cm}^2$

Capacidad admisible C-6

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.0300 Ton/m²

$Q_{adm} = 0.4 \text{ Kg/cm}^2$

Capacidad admisible C-7

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.809 Ton/m²

$Q_{adm} = 0.94 \text{ Kg/Cm}^2$

Capacidad admisible C-8

Con los siguientes datos:

Cohesión interna (c) = 0.0702 Ton/m²

$Q_{adm} = 0.81 \text{ Kg/cm}^2$

Estos son muy bajos. Es decir que los cimientos proyectados en el suelo plástico residual no son factibles por las siguientes razones.

1. El suelo residual sumergido es muy plástico, sin fricción.
2. Al excavar hasta la profundidad de desplante se libera el agua, que asciende hasta la superficie, dificultando las actividades. Además, que la profundidad de desplante no aporta a mejorar la capacidad de carga.
3. Aunque se usara una losa de cimentación en todos los módulos, la capacidad portante total es mínima y no suficiente para la carga de servicio de la edificación.

Por lo expuesto se debe descartar cimentar a esa profundidad y a usar como suelo de soporte la arcilla blanda residual.

Cálculo de la capacidad portante para suelo mejorado

Para calcular la capacidad admisible del terreno de cimentación se tomó en cuenta la Norma E-050 del RNE. La capacidad admisible estuvo mayormente determinada por el suelo de relleno seleccionado, que cumplió con las características de un suelo granular con ligantes, cuyas propiedades se asumieron conservadoramente en:

- Fricción interna posee un valor de $\phi=23^\circ$
- Cohesión posee un valor de $c= 0.01 \text{ Kg/cm}^2$

El aporte del suelo arcilloso de fondo es mínimo, llegando a una capacidad admisible de 0.4 Kg/cm^2 en el más crítico. Los cálculos se han realizado usando las teorías clásicas de elasticidad de Terzaghi, obteniéndose la capacidad última (Q_{ult}) y la capacidad admisible (Q_{adm}) en Kg/cm^2 . Resulta importante señalar que se tomó un FS de 3 a acuerdo al RNE.

Figura 8 Consideraciones para el cálculo de capacidad de carga.

B =	1.20	(m)	$\phi =$	23.00	(°)	ca =	0.00	
L =	1.20	(m)	$\delta =$	0.01	(°)	$\gamma =$	19.00	(kN/m ²)
D =	1.50	(m)	$\beta =$	20.00	(°)	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	
Terzaghi			Tipo de cimentación			Los factores de forma		
Nq =	10.231		Cuadrada			sc =	1.3	
Nc =	21.746					sg =	0.8	
Ng =	9.534							
LEYENDA: B = Ancho de la cimentación L = Longitud de la cimentación D = Profundidad de la cimentación ecc.B = Excentricidad en B ecc.L = Excentricidad en L $\phi =$ Ángulo de fricción $\delta =$ A. inclinación del terreno de fundación $\beta =$ A. inclinación de la carga $\eta =$ Inclinación de la cimentación ca = Adhesión a la base de la fundación $\gamma =$ Peso específico del suelo qv = Comp. Vertical de la carga qh = Comp. Horizontal de la carga Kp = Coeficiente de empuje pasivo Af = Área efectiva de la cimentación FS = Factor de seguridad q = Capacidad portante								

Fuente: Propia.

Tabla 8 Resultados de capacidad portante de acuerdo a Terzaghi.

	(kN/m ²)		(kN)		(kN/m ²)
qult=	378.53	q=	681.36	Qadm=	126.18
	(t/m ²)		(t)		(t/m ²)
qult=	38.6	q=	69.48	Qadm=	1.29
	(Kg/cm ²)		(Kg)		(Kg/cm ²)
qult=	3.86	q=	69478.32	Qadm=	1.29

Fuente: Propia

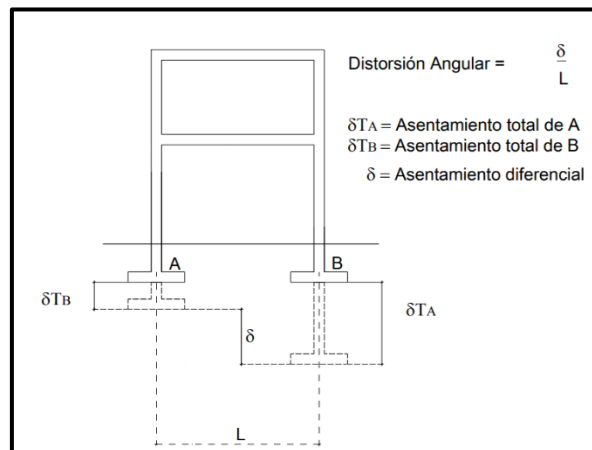
Entonces la capacidad portante para toda el área de terreno con suelo mejorado es $Q_{adm} = 1.29 \text{ Kg/Cm}^2$.

Cálculo de asentamientos

Asentamiento tolerable

De acuerdo a la norma E-050 Suelos y Cimentaciones del RNE se establece que el asentamiento diferencial permisible es $L/500$ para edificaciones donde no se permiten fisuras y donde "L" representa la luz mayor entre los ejes de las columnas. Asimismo, en esta norma se establece que el asentamiento total máximo será de 0.025 m. En la presente tesis se ha tomado como "L" máximo = 7.00 m, del cual resulta el asentamiento diferencial máximo de 0.014 m. y tomando el criterio del RNE, que indica que para suelos finos que funcionan como elásticos, se puede tomar el asentamiento diferencial como 75% del asentamiento total, entonces el asentamiento total máximo tolerable (s) es 0.018 m.

Figura 9 Gráfico de asentamiento de tipo diferencial.



Fuente: RNE Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Tabla 9 Distorsiones angulares permisibles.

DISTORSIÓN ANGULAR = α	
$\alpha = d/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1.20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Fuente: RNE Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Asentamiento a ocurrir

En los suelos finos no saturados, como en este caso, predomina el asentamiento del tipo elástico, que se produce inmediatamente después de colocada la carga y dura poco tiempo. Este asentamiento se calcula con la fórmula:

$$s = \frac{q * B * (1 - \mu^2)}{E_s} * I_f$$

Donde:

q = Esfuerzo actuante (Qt), que se puede tomar igual a la capacidad admisible en Ton/m², asumiendo que se cargará hasta una carga similar.

B = Ancho de la zapata (m)

μ = Módulo de Poisson (adimensional)

E_s = Módulo de elasticidad del suelo de cimentación (Ton/m²)

I_f = Factor de forma (que depende de la forma de la cimentación)

Parámetros por tipo de suelo para calcular asentamientos:

Tabla 10 Módulo de Elasticidad (Es) para cada tipo de suelo.

Tipo de suelo	Es (Ton/m ²)
Arcilla muy blanda	30-300
Arcilla blanda	200-400
Arcilla media	450-900
Arcilla dura	700-2000
Arcilla arenosa	3000-4250
Suelos Glaciares	1000-16000
Loess	1500-6000
Arena Limosa	500-2000
Arena suelta	1000-2500
Arena densa	5000-10000
Grava arenosa densa	8000-20000
Grava arenosa suelta	5000-14000
Arcilla esquistosa	14000-140000
Limos	200-2000

Fuente: Alva, 2014.

Como el suelo en estudio consistió en una arcilla dura (de baja plasticidad), del cuadro anterior se tomó un valor de $E_s = 1000 \text{ ton/m}^2 = 100 \text{ Kg/cm}^2$.

Tabla 11 Valores de I_f recomendados.

Forma de la zapata	Valores de I_f (cm/m)			
	Cim. flexible			Rígida
Ubicación	Centro	Esquina	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, 2014.

Como la cimentación propuesta está conformada por zapatas cuadradas y rígidas, entonces se empleó un valor de $I_f = 82$.

Tabla 12 Módulo de Poisson según el tipo de suelo.

Tipo de suelo	μ (-)
Arcilla saturada	0.4 - 0.5
Arcilla no saturada	0.1 - 0.3
Arcilla arenosa	0.2 - 0.3
Limo	0.3 - 0.35
Arena densa	0.2 - 0.4
Arena de grano grueso	0.15
Arena de grano fino	0.25
Roca	0.1 - 0.4
Loess	0.1 - 0.3
Hielo	0.36
Concreto	0.15

Fuente: Alva, 2014.

De acuerdo al cuadro anterior, se tomó un valor de $\mu = 0.30$.

Tabla 13 Resumen de los datos obtenidos.

B = ancho de la cimentación (m)	B = 1.20
M = Relación de Poisson	$\mu = 0.30$
qadm = Capacidad de carga admisible (ton/m ²)	qadm = 12.9
I _f = Factor de forma (cm/m)	I _f = 82
E _s = Módulo de elasticidad (ton/m ²)	E _s = 1000

Fuente: Propia.

Entonces reemplazando en la fórmula de cálculo de asentamiento por la Teoría Elástica de Suelos.

$$S_i = q_{adm} * B * (1 - \mu^2) * I_f / E_s$$

$$S_i = 12.9 * 1.20 * (1 - 0.30^2) * 82 / 1000$$

$$S_i = 1.16 \text{ cm} = 0.012 \text{ m}$$

Como el asentamiento obtenido es de 0.012 m, el cual es menor que al máximo tolerable 0.018 m, entonces se afirma que el asentamiento a ocurrir es menor que el máximo tolerable, siendo correctas las dimensiones planteadas y la capacidad portante calculada. Las características del suelo de cimentación y el asentamiento a ocurrir, permiten trabajar a las zapatas. Con todo ello se garantiza la estabilidad de la cimentación propuesta.

Agresión del suelo

Para el análisis de agresión del suelo se tomó muestras del suelo de la calicata C-3, E-2.

Tabla 14 Resultados de ensayos químicos del suelo de cimentación.

Características	Concentraciones	
	Suelo	Total
Ph	5.4	--
Cloruros (ppm)	115	115
Sulfatos (ppm)	115	115

Fuente: Propia.

Ataque ácido

En general, cuanto el pH es menor de 5 es ácido, debiéndose proteger los elementos del concreto. La Norma E-060, recomienda que, para pH menores de 4,

se deben proteger el concreto. La Norma E.050 cita que en caso del pH menor a 4, se debe proponer medidas adecuadas para proteger el concreto del ataque del ácido. De acuerdo al cuadro mostrado anteriormente, se observa que el suelo arroja un pH mayor a 5, por lo cual, no hay necesidad de proteger al concreto por ataques de ácidos.

Ataques por sulfatos

La Norma E-060 brinda el siguiente cuadro de contenidos permisibles. El cuadro especifica que en caso el sulfato soluble en agua (SO₄) presente en el suelo, está entre el 0.0% y 0.1%, la exposición del concreto es insignificante. De los ensayos de laboratorio se observó que la concentración es 0.0090%, que es menor a 0.1%. De ello se concluye que no existe ataque por sulfatos, pudiéndose usar solo cemento portland tipo I, descartándose realizar obras de protección del concreto de cimentación.

Tabla 15 Contenidos permisibles de sulfatos.

Exposición de sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de cemento	Relación de agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal	f'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0.0 \leq SO_4 < 0.1$	$0 \leq SO_4 < 150$	-	-	-
Moderada	$0.1 \leq SO_4 < 0.2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP (MS), IS (MS), P (MS), I (PM) (MS), I (SM) (MS)	0.50	28
Severa	$0.2 \leq SO_4 < 2.0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0.45	31
Muy severa	$2.0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana	0.45	31

Fuente: RNE Norma E.060 – Concreto.

Ataque por cloruros

La presencia del ion cloruro indica el peligro de corrosión al acero de refuerzo del concreto. La Norma E-050 establece que cuando la concentración del ion cloruro en el suelo de cimentación es mayor a 1000 ppm (0.1%), se debe recomendar medidas de protección necesaria. De los ensayos químicos realizados se obtuvo una concentración de iones cloruro total de 115 ppm (0.0115%), descartándose con ello ataques por cloruros. Es así que se concluye que el suelo de cimentación y el agua para preparar el concreto no son agresivos para el concreto.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: Mediante el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se podrá determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

A partir de los resultados obtenidos en base a los criterios de la Metodología de Terzaghi, los cuales fueron una capacidad portante del suelo de 1.29 kg/cm² y un asentamiento máximo de 0.012m se puede afirmar que el estudio geotécnico realizado empleando la Teoría de Terzaghi permitió determinar la cimentación de la I.E. San Francisco de Asís en el distrito de Oxapampa - Pasco, puesto que siguiendo los criterios de la Teoría de Terzaghi se optó por reemplazar el suelo arcilloso existente que poseía una baja capacidad portante (0.15 kg/cm²), por un suelo de relleno seleccionado (granular) de una buena capacidad portante (1.29 kg/cm²). Es así que se optó por una cimentación superficial de tipo zapata aislada debido a los siguientes motivos: como el Módulo I a construirse solo será de 1 nivel (1 piso) y como se obtuvo una buena capacidad portante del suelo (1.29 kg/cm²) solo es suficiente realizar una cimentación superficial, y como el sistema constructivo elegido fue un sistema aporticado entonces se optó por las zapatas aisladas ya que estas podrán transmitir individualmente las cargas de cada columna al terreno de manera eficiente.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que obtuvo Sánchez (2019) en su tesis titulada “Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el centro poblado de Huamanmarca”, quien obtuvo resultados similares al obtener empleando los criterios de Terzaghi una capacidad portante de 1.85 kg/cm² y un asentamiento de 0.009 m por lo que se optó por cimentaciones superficiales de tipo zapatas aisladas para las viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Huamanmarca.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que *Mediante el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se podrá determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, además que tiene coherencia con el objetivo general de *realizar el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-*

Pasco, puesto que se cumplió con dicho objetivo ya que siguiendo los criterios de la Teoría de Terzaghi se determinó la cimentación de dicho centro educativo, la cual consistió en cimentaciones superficiales de tipo zapatas aisladas.

Hipótesis específica 1: El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

A partir del resultado obtenido, el cual consistió en una cimentación superficial de tipo zapata aislada cuadrada de ancho 1.20 m y una profundidad 1.50 m, se puede afirmar que el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, del distrito de Oxapampa-Pasco, puesto que esta teoría fue elaborada por Terzaghi tomando en consideración solo cimentaciones superficiales, es decir las formulaciones elaboradas por este investigador solo pueden emplearse específicamente en el caso de cimientos corridos o zapatas aisladas, cuando la carga de la estructura que va soportar el suelo es baja, como en el caso del Módulo I del I.E. San Francisco de Asís, ya que este poseerá sólo 1 nivel (1 piso).

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Vanegas (2020) en su tesis titulada “Determinación de factores de resistencia para cimentaciones superficiales y profundas, a nivel local”, quien obtuvo que la Teoría de Terzaghi es recomendable que sea empleada solo en construcciones pequeñas, es decir, cuando existe una baja estructural, resaltando que es uno de los mejores métodos para el diseño de zapatas aisladas y corridas hasta hoy en día.

Por lo tanto, se acepta la primera hipótesis específica que establece que *El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, además que tiene coherencia con el primer objetivo específico de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, puesto que se cumplió con dicho objetivo establecido, ya que se determinó que esta relación radica en que los criterios del Método de Terzaghi fueron elaborados tomando en consideración solo

cimentaciones superficiales como cimientos corridos o zapatas aisladas, como las consideradas para la cimentación de la I.E. San Francisco de Asís.

Hipótesis específica 2: El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

De acuerdo al resultado obtenido, el cual fue una capacidad de carga de 1.29 kg/cm², se puede afirmar que el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, distrito de Oxapampa-Pasco, puesto que las características mecánicas que posee el suelo se expresan en su capacidad portante, la cual determina su comportamiento mecánico, y justamente la Teoría de Terzaghi se emplea para determinar la capacidad portante del suelo, que es el valor de la presión de apoyo para el cual el riesgo de falla al corte es mínimo.

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Teniente (2016) en su tesis titulada “Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los Métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta”, quien obtuvo mediante el empleo de la Teoría de Terzaghi una capacidad portante de 1.36 kg/cm², resaltando que el mérito de esta teoría radica en el hecho de que permite representar correctamente el comportamiento mecánico del suelo ante la acción de cargas estructurales gracias a una formulación eficiente para calcular la capacidad portante del suelo.

Por lo tanto, se acepta la segunda hipótesis específica que establece que *El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, además que tiene coherencia con el segundo objetivo específico de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, puesto que se cumplió con dicho objetivo establecido, ya que se determinó que esta relación radica en el hecho de que la Teoría de Terzaghi permite calcular la capacidad portante del suelo, y es justamente en la capacidad portante en la que

se expresan las características mecánicas del suelo, ya que determina su comportamiento mecánico ante la acción de cargas estructurales.

Hipótesis específica 3: El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los cuales fueron una cohesión (c) de 0.01 Kg/cm² y un ángulo de fricción interna (ϕ) de 23°, se puede afirmar que el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, del distrito de Oxapampa-Pasco, puesto que esta relación radica en el hecho de que la Teoría de Terzaghi necesita de manera indispensable los valores de las propiedades físicas del suelo, como son la cohesión y el ángulo de fricción interna, para poder calcular el valor de la capacidad portante del suelo, es decir, que sin el conocimiento de estas propiedades físicas no sería posible determinar la capacidad del suelo para soportar cargas de la futura estructura que se apoyará en él.

Estos resultados contrastan con los que obtuvo Velayarce (2018) en su tesis titulada “Zonificación de la capacidad portante del suelo en el asentamiento humano San Juan – distrito De la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín – Región San Martín”, quien obtuvo que la Teoría de Terzaghi hace uso de las propiedades físicas del suelo (cohesión y ángulo de fricción) obtenidos a partir del ensayo de corte directo, para poder determinar la capacidad de carga admisible y carga última del suelo, resaltando que en este estudio se obtuvo una cohesión de 0.25 Kg/cm², un ángulo de fricción interna de 28° y una capacidad de carga admisible de 1.953 Kg/cm².

Por lo tanto, se acepta la tercera hipótesis específica que establece que *El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, además que tiene coherencia con el tercer objetivo específico planteado de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, puesto que se cumplió con dicho objetivo específico, ya que se determinó que esta

relación radica en el hecho de que la Teoría de Terzaghi necesita de manera indispensable los valores de las propiedades físicas del suelo, como son la cohesión y el ángulo de fricción interna, para poder calcular el valor de la capacidad portante del suelo del I.E. San Francisco.

VI. CONCLUSIONES

Primera: Al respecto del objetivo general planteado de *realizar el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se concluye que, siguiendo los criterios de la Teoría de Terzaghi se determinó la cimentación de dicho centro educativo, la cual consistió en cimentaciones superficiales de tipo zapatas aisladas, resaltándose que en esta investigación se optó por este tipo de cimentación debido a que el Módulo I a construirse solo será de 1 nivel (1 piso) y como se obtuvo una buena capacidad portante del suelo (1.29 kg/cm^2) solo es suficiente realizar una cimentación superficial, y como el sistema constructivo elegido fue un sistema aporticado entonces se optó por las zapatas aisladas ya que estas podrán transmitir individualmente las cargas de cada columna al terreno de manera eficiente.

Segunda: Al respecto del primer objetivo específico planteado de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se concluye que, se determinó que esta relación radica en que los criterios del Método de Terzaghi fueron elaborados tomando en consideración solo cimentaciones superficiales como cimientos corridos o zapatas aisladas, como las consideradas para la cimentación de la I.E. San Francisco de Asís, resaltándose que en esta investigación se obtuvo una cimentación conformada por zapatas aisladas cuadradas de ancho 1.20 m y de profundidad 1.50 m.

Tercera: Al respecto del segundo objetivo específico planteado de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se concluye que, se determinó que esta relación radica en el hecho de que la Teoría de Terzaghi permite calcular la capacidad portante del suelo, y es justamente en la capacidad portante en la que se expresan las características mecánicas del suelo, ya que determina su comportamiento mecánico ante la acción de cargas estructurales, resaltándose que en esta investigación se obtuvo una capacidad portante del suelo de 1.29 kg/cm^2 .

Cuarta: Al respecto del tercer objetivo específico planteado de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se concluye que, se determinó que esta relación radica en el hecho de que la Teoría de Terzaghi necesita de manera indispensable los valores de las propiedades físicas del suelo, como son la cohesión y el ángulo de fricción interna, para poder calcular el valor de la capacidad portante del suelo del I.E. San Francisco, resaltándose que en esta investigación se obtuvo una cohesión (c) de 0.01 Kg/cm² y un ángulo de fricción interna (ϕ) de 23°.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Al respecto del objetivo general planteado de *realizar el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se recomienda hacer uso de la Teoría de Terzaghi en los estudios geotécnicos puesto que ha demostrado ser eficiente en la evaluación del suelo y el diseño de cimentaciones superficiales como zapatas aisladas.

Segunda: Al respecto del primer objetivo específico planteado de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se recomienda en futuros proyectos similares realizar estudios geotécnicos empleando también los Métodos de Meyerhof y Hansen, afín de determinar cómo se relacionan estos métodos con los tipos de cimentación y comparar sus resultados con los obtenidos por la Teoría de Terzaghi para determinar cuál es el método más apropiado en casos de cimentaciones superficiales.

Tercera: Al respecto del segundo objetivo específico planteado de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se recomienda analizar cómo influye en esta relación las modificaciones que propuso el Método de Vesic a las formulaciones elaboradas por Terzaghi en relación al análisis del comportamiento mecánico del suelo.

Cuarta: Al respecto del tercer objetivo específico planteado de *determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco*, se recomienda realizar un análisis más detallado sobre cómo influyen las propiedades físicas del suelo en el mecanismo de falla de un cimiento poco profundo según Terzaghi.

REFERENCIAS

- Al-Shamrani, M. y Baig, A. (2015). Soluciones de forma cerrada para la capacidad de carga de zapatas en suelos anisotrópicos cohesivos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 30 (2), 109-125.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México: Grupo Editorial Patria.
- Bunawan, A., Momeni, E., Armaghani, D., Nissa, K. & Rashid, A. (2018). Neuro-Fuzzy and Neural Network Techniques to Estimate Bearing Capacity of Cohesive Soft Soils Reinforced with Soil-Cement Columns. *Measurement*, 124, 529-538.
- Cabezas, E., Andrade, D. y Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolquí, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Calderón, A. (2015). *Información Geotécnica como elemento de análisis en la Planeación y Diseño de Cimentaciones de Edificios* (Tesis de Pregrado), Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Chen, D., Hou, L., Bu, X. & Chen, Y. (2020). A piecewise bearing capacity method of unstructured terrain considering characteristics of soil mechanic and wheel geometry. *Journal of Terramechanics*, 89, 13-20.
- Chen, Q. & Abu-Farsakh, M. (2015). Ultimate bearing capacity analysis of strip footings on reinforced soil foundation. *Soils and Foundations*, 55 (1), 74-85.
- Chen, T. & Xiao, S. (2020). Unified upper bound solution for bearing capacity of shallow rigid strip foundations generally considering soil dilatancy. *Soils and Foundations*, 60 (1), 155-166.

- Chwała, M. (2019). Undrained bearing capacity of spatially random soil for rectangular footings. *Soils and Foundations*, 59, 1508-1521.
- Córdova, M. (2018). *Estudio geológico y análisis geotécnico del centro de salud INNFA 24HD* (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Cruz, N. (2016). *Análisis geotécnico y propuesta de cimentaciones sobre rellenos en la zona nor-oeste de la Ciudad de Juliaca* (Tesis de Posgrado), Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú.
- Domínguez, R. (2016). *Diseño geotécnico de la cimentación para un edificio de oficina de diez niveles desplantado en zona de transición* (Tesis de Pregrado), Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.
- Escobar, A. (2018). *Diseño de cimentación y estudio de suelo en el minicomplejo deportivo del centro poblado de Ampas-Huari, 2018* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Fu, D., Zhang, Y. & Yan, Y. (2020). Bearing capacity of a side-rounded suction caisson foundation under general loading in clay. *Computers and Geotechnics*, 123.
- Gil, J. (2018). *Conceptualización de la metodología de un estudio geotécnico definitivo con base en la literatura científico y la normativa legal vigente* (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Halder, K. & Chakraborty, D. (2020). Effect of inclined and eccentric loading on the bearing capacity of strip footing placed on the reinforced slope. *Soils and Foundations*, 60, 791-799.
- Ibáñez, L. (2017). Análisis de la influencia de la profundidad de cimentación en la disminución de asentamientos en losas de fundación combinadas con pilotes. *Obras y proyectos*, 22, 42-49.
- Jin, L., Zhang, H. & Feng, Q. (2019). *Application of improved radial movement optimization for calculating the upper bound of ultimate bearing capacity of*

- shallow foundation on unsaturated soil. Computers and Geotechnics, 109, 82-88.*
- Kasama, K., Whittle, A. & Kitazume, M. (2019). Effect of spatial variability of block-type cement-treated ground on the bearing capacity of foundation under inclined load. *Soils and Foundations, 59, 2125-2143.*
- Khorrami, R., Derakhshani, A. & Moayedi, H. (2020). *New explicit formulation for ultimate bearing capacity of shallow foundations on granular soil using M5' model tree. Measurement, 163, 1-14.*
- Lee, J., Jeong, S. & Lee, S. (2016). Undrained bearing capacity factors for ring footings in heterogeneous soil. *Computers and Geotechnics, 75, 103-111.*
- Luo, N. & Bathurst, R. (2017). Reliability bearing capacity analysis of footings on cohesive soil slopes using RFEM. *Computers and Geotechnics, 89, 203-212.*
- Misir, G. & Laman, M. (2018). Estimating the bearing capacity of single reinforced granular fill overlying clay. *Geotextiles and Geomembranes, 46 (6), 817–829.*
- Motra, H., Stutz, H. & Wuttke, F. (2016). Quality assessment of soil bearing capacity factor models of shallow foundations. *Soils and Foundations, 56 (2), 265-276.*
- Panique, D., Galindo, R. & Patiño, H. (2020). Bearing capacity of shallow foundation under cyclic load on cohesive soil. *Computers and Geotechnics, 123, 1-16.*
- Quevedo, G. & Martínez, A. (2011). Análisis estocástico y diseño probabilista en la geotecnia: Aplicación al diseño geotécnico de cimentaciones superficiales en suelos cohesivos. *Revista de la construcción, 10 (1), 15-23.*
- Salimi, S., Abbo, A. & Kouretzis, G. (2019). Bearing capacity of strip footings on layered sands. *Computers and Geotechnics, 114, 1-11.*
- Sánchez, I. (2019). *Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el centro poblado de*

- Huamanmarca* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Santhoshkumar, G. & Ghosh, P. (2020). Ultimate bearing capacity of skirted foundation on cohesion less soil using slip line theory. *Computers and Geotechnics*, 123.
- Sargazi, O. & Seyedi, E. (2017). Bearing capacity of ring footings on cohesion less soil under eccentric load. *Computers and Geotechnics*, 92, 169-178.
- Schmüdderich, C., Lavasan, A., Tschuchnigg, F. & Wichtmann, T. (2020). Bearing capacity of a strip footing placed next to an existing footing on frictional soil. *Soils and Foundations*, 60 (1), 229-238.
- Teniente, A. (2016). *Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los Métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta* (Tesis de Pregrado), Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Tristá, J., Cobelo, W. y Quevedo, G. (2020). Aplicación de la caracterización de suelos parcialmente saturados en la modelación del comportamiento resistente de cimientos aislados sometido a carga axial. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35 (2), 100-110.
- Vanegas, Y. (2020). *Determinación de factores de resistencia para cimentaciones superficiales y profundas, a nivel local* (Tesis de Pregrado), Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia.
- Vaseghi, S., Imam, R. & McCartney, J. (2019). Relative density effects on the bearing capacity of unsaturated sand. *Soils and Foundations*, 59, 1280-1291.
- Velayarce, P. (2018). *Zonificación de la capacidad portante del suelo en el asentamiento humano San Juan – distrito De la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín – Región San Martín* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

- Wu, Y., Zhou, X., Gao, Y. & Shu, S. (2020). Bearing capacity of embedded shallow foundations in spatially random soils with linearly increasing mean undrained shear strength. *Computers and Geotechnics*, 122, 1-13.
- Zhang, C., Yan, Q., Zhao, J. & Wang, J. (2020). Formulation of ultimate bearing capacity for strip foundations based on the Meyerhof theory and unsaturated soil mechanics. *Computers and Geotechnics*, 126, 1-11.
- Zhang, R., Xiao, Y., Zhao, M. & Jiang, J. (2020). Seismic bearing capacity of strip footings placed near $c-\phi$ soil slopes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 136, 1-11.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia.

Tabla 16: Matriz de consistencia.

TÍTULO: Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.
 AUTORA: Bach. Lozano López, Jhoselyn Pilar
 Bach. Ventura Fernandez, Roxana Lilibet

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN		
GENERAL	GENERAL	GENERAL							
¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi permitirá determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco?	Realizar el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.	Mediante el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se podrá determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.	VARIABLE INDEPENDIENTE Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi.	Propiedades geotécnicas del suelo.	Ángulo de fricción interna.	Ensayo de corte directo.	Tipo: (Aplicada) Nivel: (descriptivo) Diseño de Investigación: (No experimental.) Enfoque: (cuantitativo) Población: (los suelos existentes en el distrito de Oxapampa, Provincia de Oxapampa – Región Pasco.) Muestra: el suelo de la localidad de Miraflores, del distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa - Región Pasco Técnica: Observación directa La experimentación con la aplicación de ensayos Instrumentos: Fichas Técnicas de los ensayos realizados		
								Cohesión del suelo.	Ensayo de corte directo.
								Capacidad de carga última del suelo.	Memoria de cálculo.
					Análisis de asentamientos	Capacidad admisible del suelo.		Memoria de cálculo.	
								Ancho de zapata.	Memoria de cálculo.
								Módulo de Poisson.	Memoria de cálculo.
								Módulo de elasticidad del suelo.	Memoria de cálculo.
						Factor de forma.		Memoria de cálculo.	
					Agresión química del suelo.	Potencial de hidrógeno pH.		Ensayo químico de agresividad del suelo.	
								Cloruros (ppm)	Ensayo químico de agresividad del suelo.
						Sulfatos (ppm)	Ensayo químico de agresividad del suelo.		
			VARIABLE DEPENDIENTE Cimentación.	Tipo de cimentación.	Profundidad de cimentación.	Memoria de cálculo.			
						Ancho de cimentación.	Memoria de cálculo.		
					Características mecánicas del suelo.	Capacidad de carga admisible (qadm)	Memoria de cálculo.		
						Propiedades físicas del suelo.	Cohesión del suelo.	Ensayo de análisis granulométrico.	
							Ángulo de fricción interna.	Ensayo de análisis granulométrico.	
<p>PE1: ¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco?</p> <p>PE2: ¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco?</p> <p>PE3: ¿De qué manera el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco?</p>	<p>OE1: Determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.</p> <p>OE2: Determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.</p> <p>OE3: Determinar cómo el estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.</p>	<p>HE1: El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con el tipo de cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.</p> <p>HE2: El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las características mecánicas del suelo de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.</p> <p>HE3: El estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi se relaciona con las propiedades físicas del suelo del I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.</p>							

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2
Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 17: Matriz de operacionalización de variables.

TÍTULO: Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco.
 AUTORA: Bach. Lozano López, Jhoselyn Pilar.
 Bach. Ventura Fernandez, Roxana Lilibet

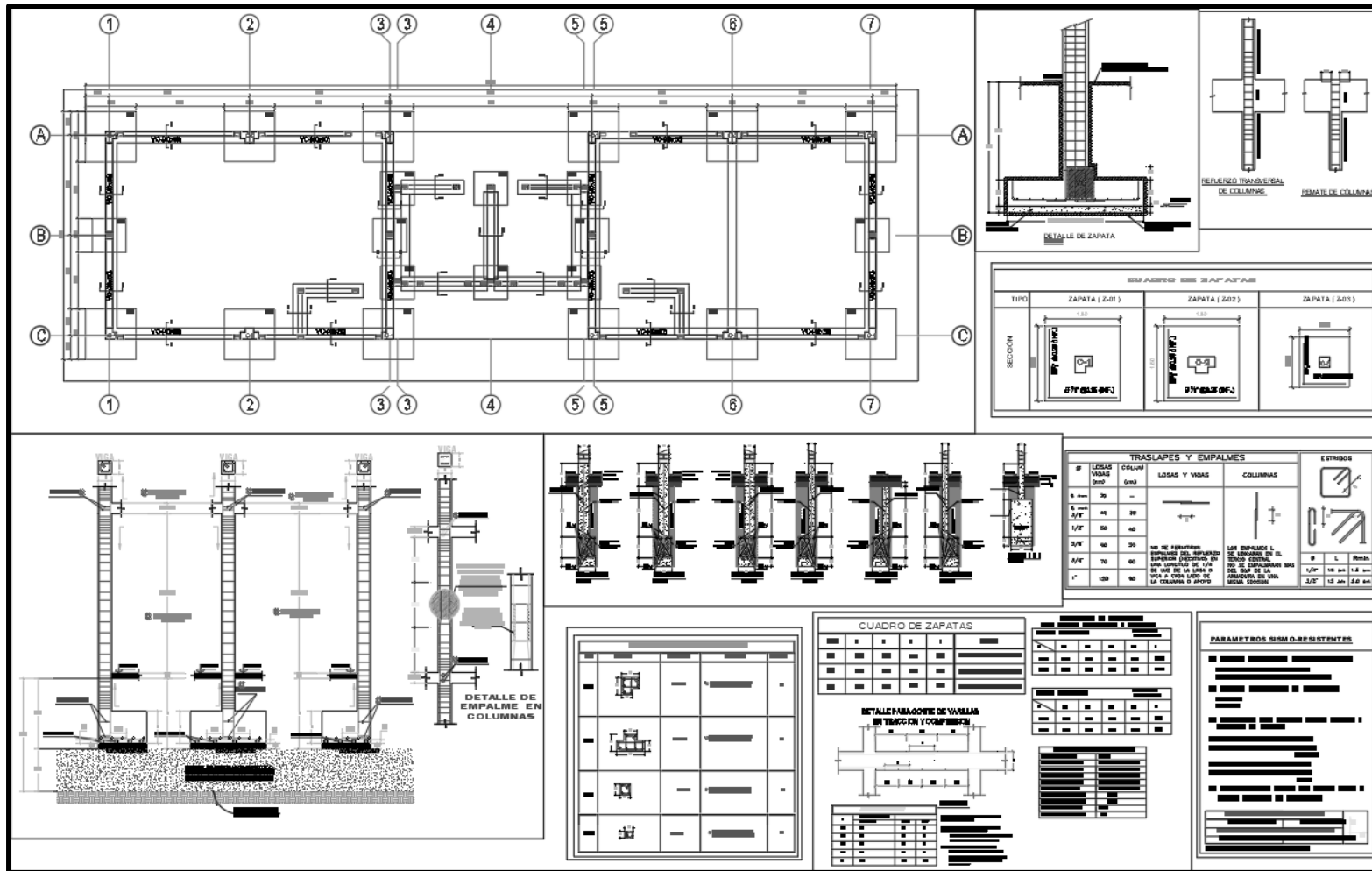
VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi.	Es aquel conjunto de actividades que es empleado para lograr obtener información geotécnica del suelo en un área en estudio, con el apoyo de la Teoría de Terzaghi. (Sánchez, 2019).	Conjunto de actividades realizadas para definir las características geotécnicas de una zona específica empleando los criterios de la Teoría de Terzaghi analizando las propiedades geotécnicas del suelo y los asentamientos probables. Asimismo, analiza la agresión química del suelo. Emplea memorias de cálculo, ensayos de corte directo y ensayos químicos de agresividad del suelo.	Propiedades geotécnicas del suelo.	Ángulo de fricción interna.	ORDINAL
				Cohesión del suelo.	
				Capacidad de carga última del suelo	
			Análisis de asentamientos.	Capacidad admisible del suelo.	ORDINAL
				Ancho de zapata.	
				Módulo de Poisson.	
				Módulo de elasticidad del suelo.	
			Agresión química del suelo.	Factor de forma.	ORDINAL
				Potencial de hidrógeno pH.	
				Cloruros (ppm)	
DEPENDIENTE Cimentación.	Es aquella parte de la edificación que ésta en contacto directo con el terreno y que trasmite la carga de la estructura al suelo. (Cruz, 2016).	Parte de la cimentación que se apoya en el terreno en estudio. Debe garantizar la estabilidad de la estructura para lo cual se debe definir el tipo de cimentación a emplearse. Asimismo, depende de las características mecánicas y propiedades físicas del suelo, por lo cual requiere ensayos granulométricos.	Tipo de cimentación	Profundidad de la cimentación.	ORDINAL
				Ancho de la cimentación.	
			Características mecánicas del suelo.	Capacidad de carga admisible (qadm).	ORDINAL
				Propiedades físicas del suelo.	
			Ángulo de fricción interna.		

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3

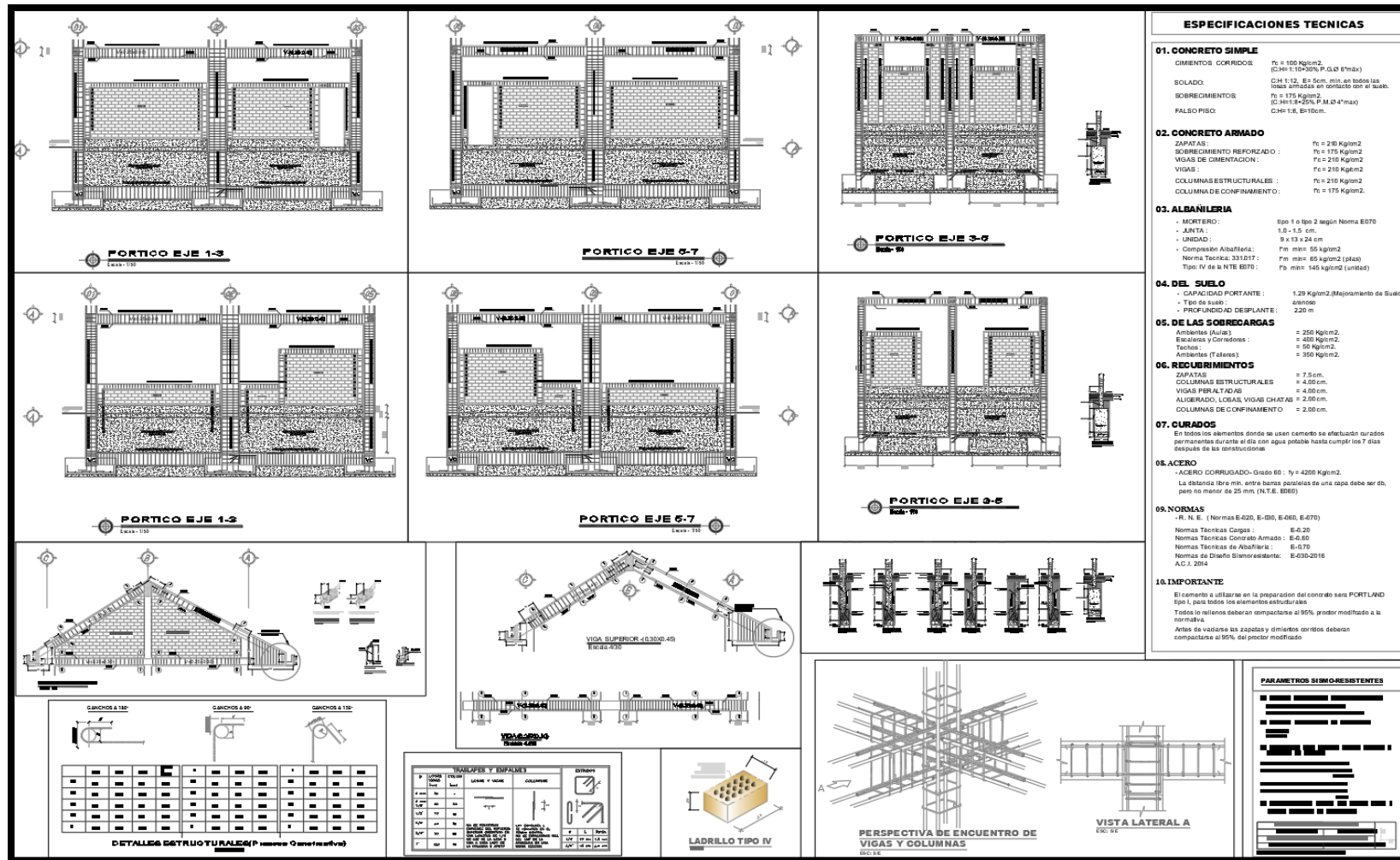
Planos.

Figura 10 Plano de cimentaciones – módulo aula pedagógica.



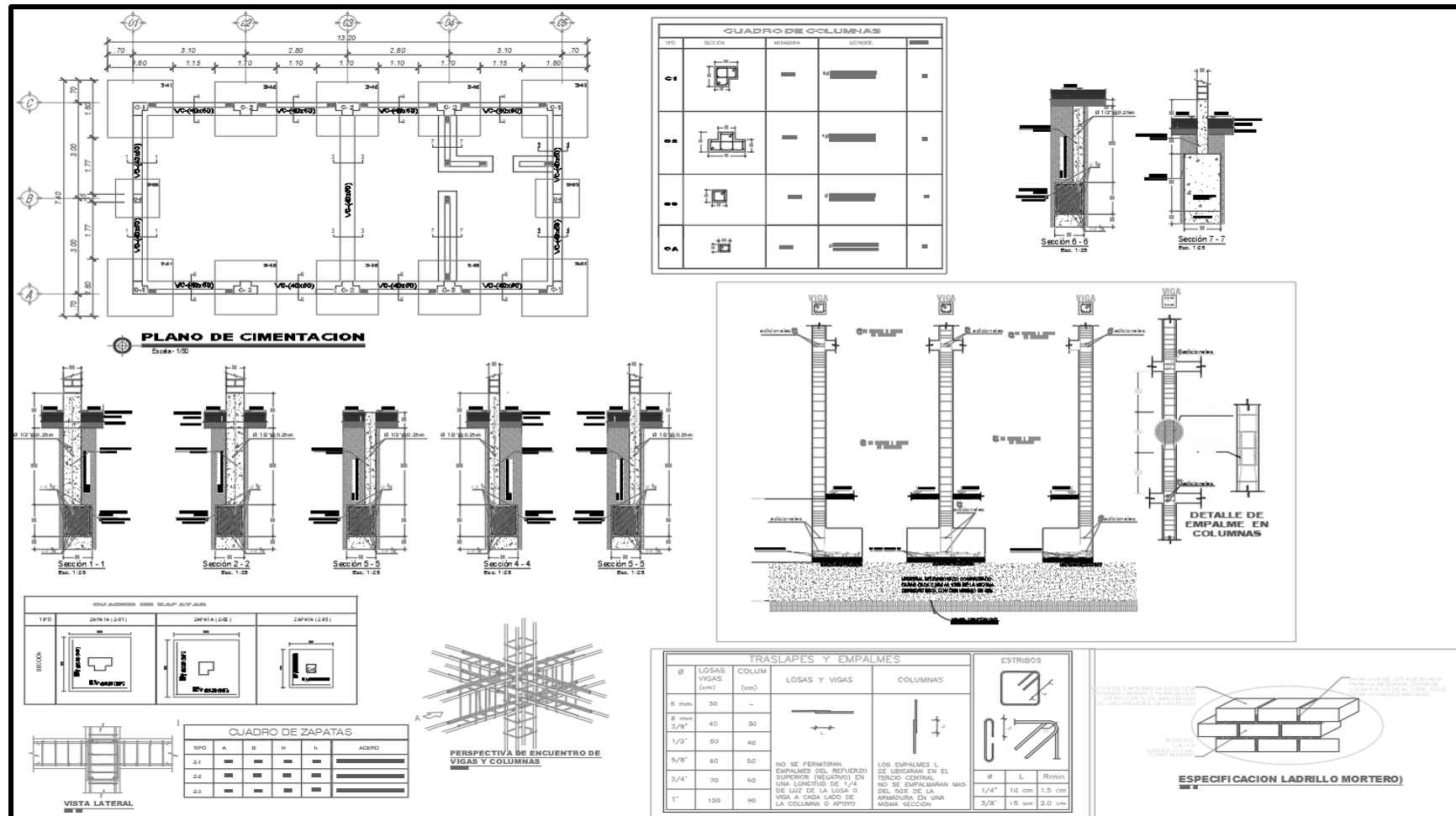
Fuente: Propia.

Figura 11 Plano de estructuras pórticos – módulo aula pedagógica.



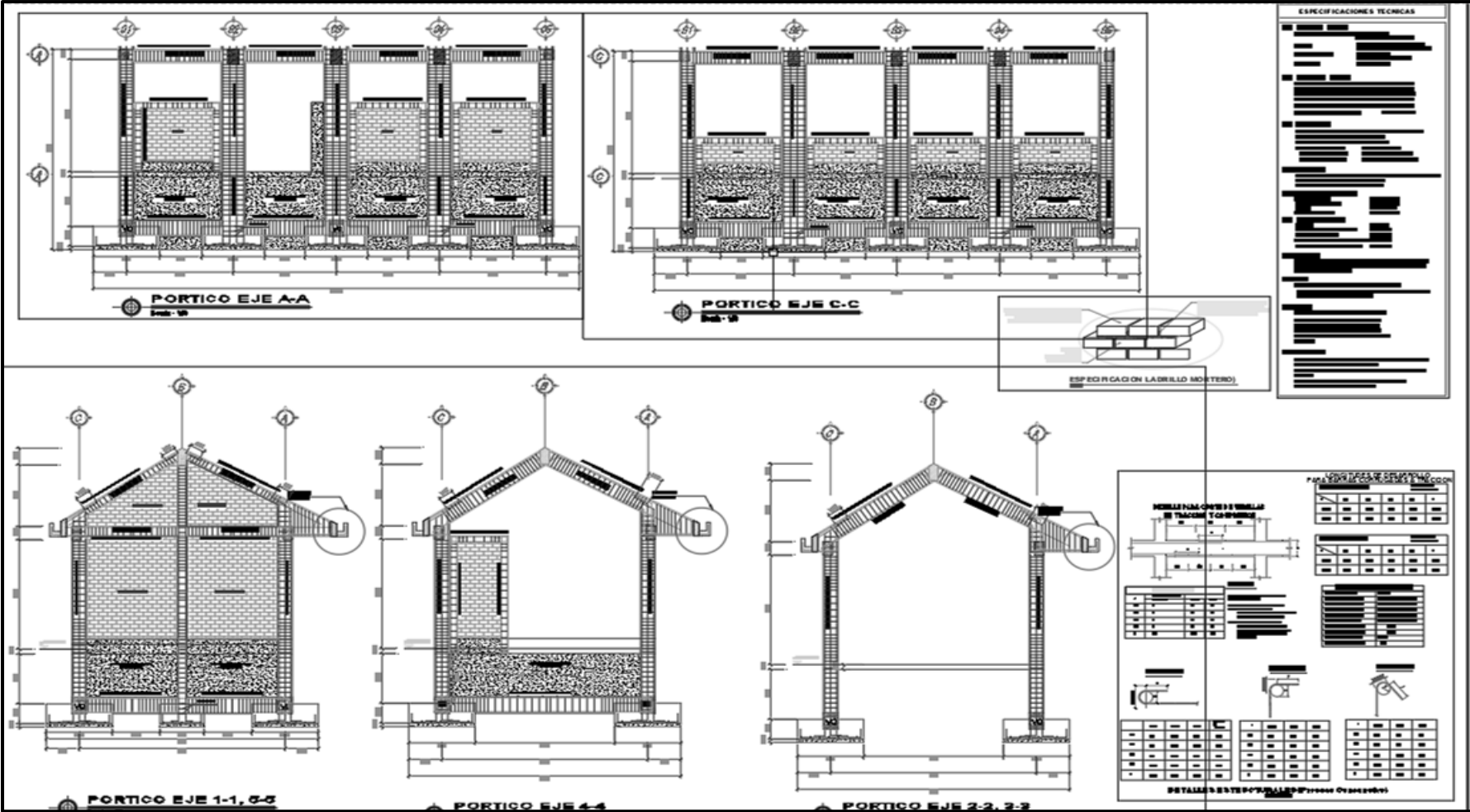
Fuente: Propia.

Figura 12 Plano de cimentaciones – comedor.



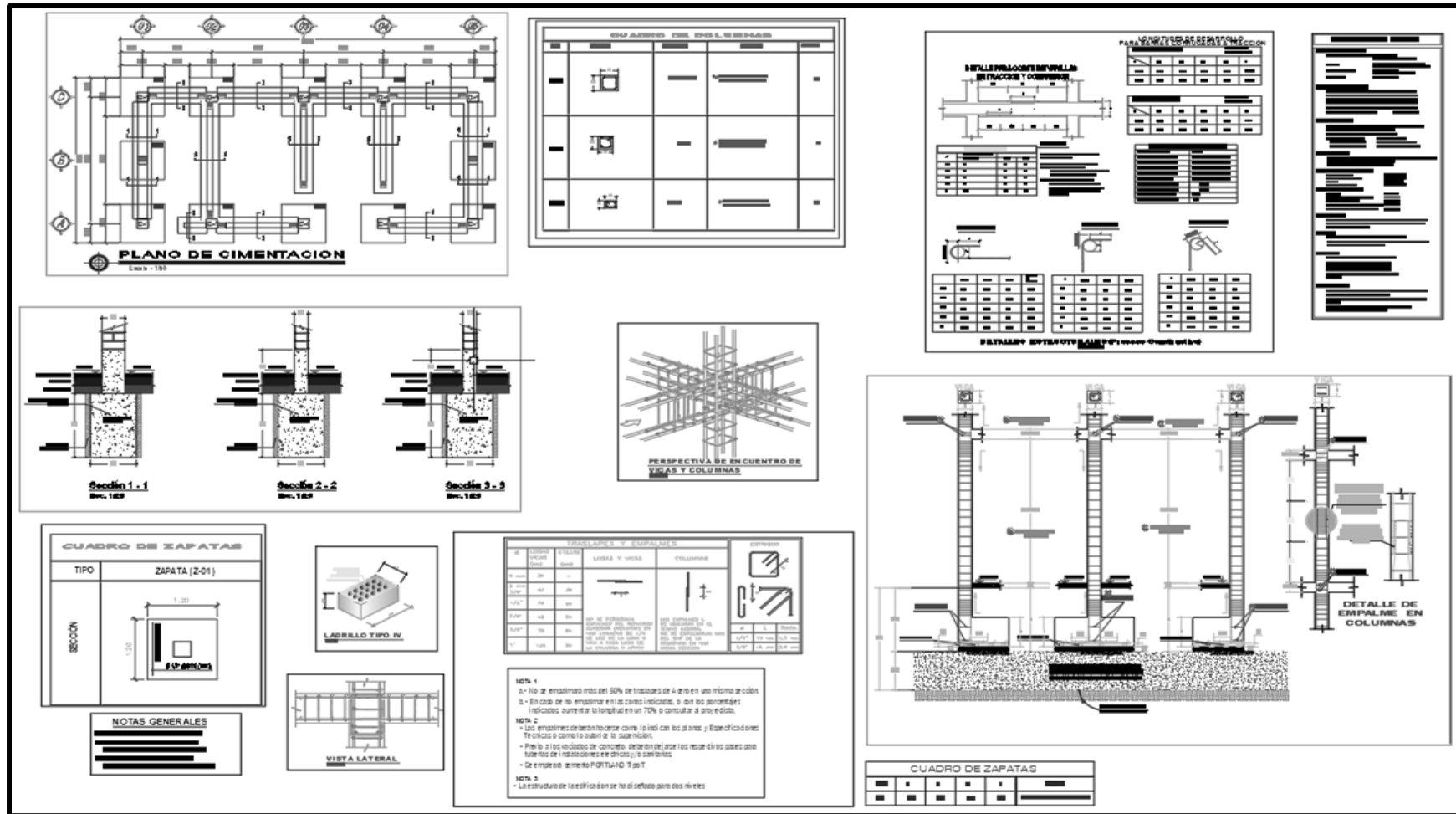
Fuente: Propia.

Figura 13 Plano de pórticos – comedor.



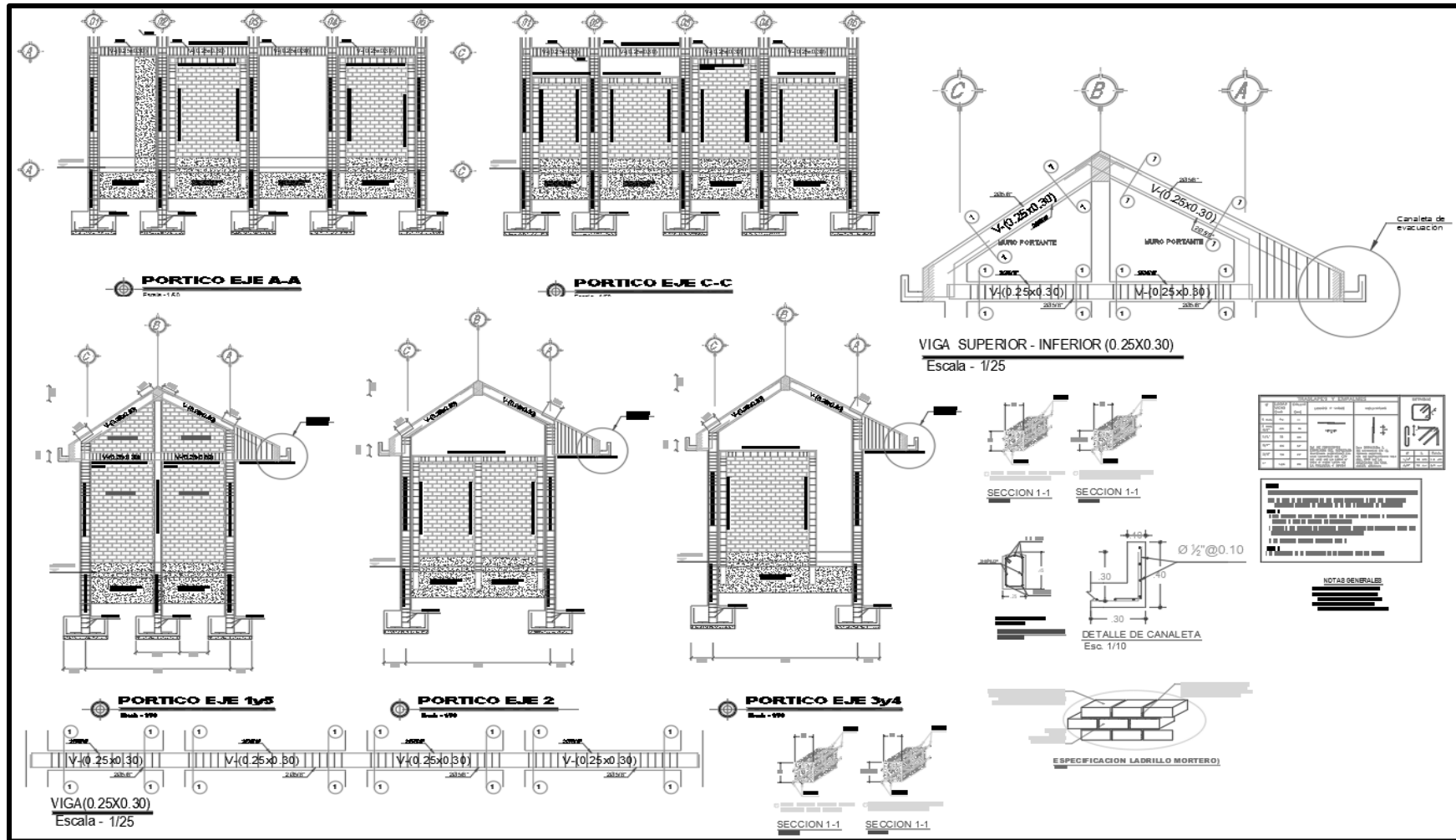
Fuente: Propia.

Figura 14 Plano de cimentaciones – servicios higiénicos.



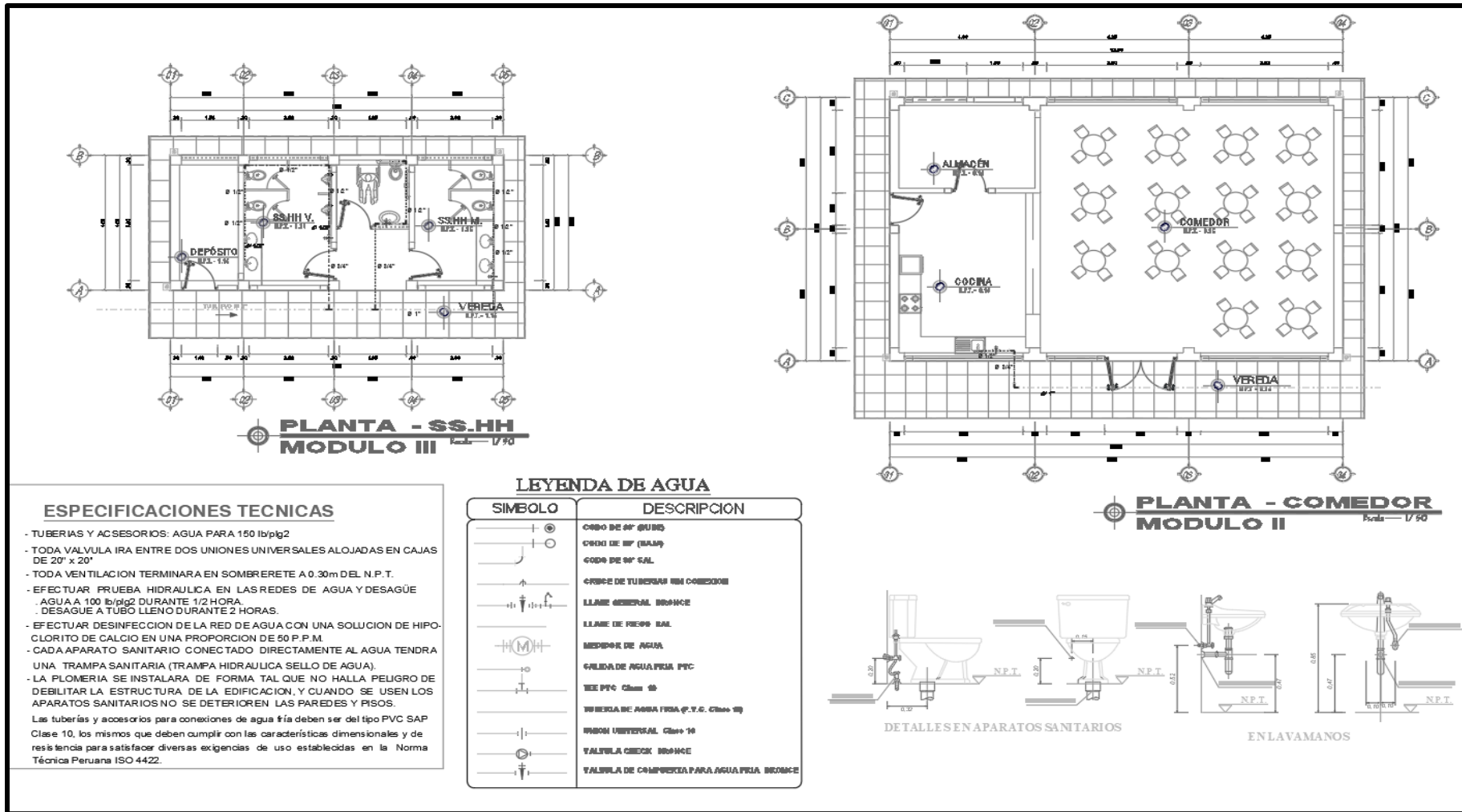
Fuente: Propia.

Figura 15 Plano de pórticos – servicios higiénicos.



Fuente: Propia.

Figura 16 Plano de instalaciones sanitarias.



Fuente: Propia.

Anexo 4
Panel fotográfico.

Figura 17 Vista frontal de la I.E. San Francisco de Asís.



Fuente: Propia.

Figura 18 Vista del pabellón del nivel secundario.



Fuente: Propia.

Figura 19 Vista de pabellón del nivel primario.



Fuente: Propia.

Figura 20 Vista del patio y parque principal del colegio.



Fuente: Propia.

Figura 21 Vista de ambientes pedagógicos del nivel inicial – Foto 1.



Fuente: Propia.

Figura 22 Vista de ambientes pedagógicos del nivel inicial – Foto 2.



Fuente: Propia.

Figura 23 Trabajos topográficos – foto 1.



Fuente: Propia.

Figura 24 Trabajos topográficos – foto 2.



Fuente: Propia.

Figura 25 Trabajos topográficos – foto 3.



Fuente: Propia.

Figura 26 Trabajos topográficos – foto 4.



Fuente: Propia.

Figura 27 Trabajos topográficos – foto 5.



Fuente: Propia.

Figura 28 Trabajos topográficos – foto 6.



Fuente: Propia.

Figura 29 Trabajos topográficos – foto 7.



Fuente: Propia.

Figura 30 Realización de calicatas – foto 1.



Fuente: Propia.

Figura 31 Realización de calicatas – foto 2.



Fuente: Propia.

Figura 32 Realización de calicatas – foto 3.



Fuente: Propia.

Figura 33 Realización de calicatas – foto 4.



Fuente: Propia.

Anexo 5
Ficha de validación – juicio de expertos.

Tabla 18: Ficha de validación – juicio de expertos.

FICHA DE VALIDACIÓN							
TÍTULO:		"Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco".					
AUTORA:		Lozano López, Jhoselyn Pilar. Bach. Ventura Fernandez, Roxana Lilibet					
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS			
				INGENIERO N°1	INGENIERO N°2	INGENIERO N°3	
INDEPENDIENTE Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi.	Propiedades geotécnicas del suelo.	Ángulo de fricción interna.	Ensayo de corte directo.	0.78	0.82	0.94	
		Cohesión del suelo.	Ensayo de corte directo.	0.85	0.78	0.92	
		Capacidad de carga última del suelo.	Memoria de cálculo.	0.88	0.88	0.87	
	Análisis de asentamientos.	Capacidad admisible del suelo.	Memoria de cálculo.	0.73	0.89	0.79	
		Ancho de zapata.	Memoria de cálculo.	0.91	0.74	0.85	
		Módulo de Poisson.	Memoria de cálculo.	0.87	0.92	0.84	
		Módulo de elasticidad del suelo.	Memoria de cálculo.	0.85	0.86	0.95	
	Agresión química del suelo.	Factor de forma.	Memoria de cálculo.	0.85	0.75	0.73	
		Potencial de hidrógeno pH.	Ensayo de agresividad del suelo.	0.84	0.94	0.85	
		Cloruros (ppm)	Ensayo de agresividad del suelo.	0.93	0.91	0.79	
	DEPENDIENTE Cimentación.	Tipo de cimentación.	Sulfatos (ppm)	Ensayo de agresividad del suelo.	0.89	0.89	0.81
			Profundidad de la cimentación.	Memoria de cálculo.	0.96	0.76	0.86
Ancho de la cimentación.		Memoria de cálculo.	0.85	0.88	0.92		
Características mecánicas del suelo.		Capacidad de carga admisible (qadm).	Memoria de cálculo.	0.93	0.97	0.84	
Propiedades físicas del suelo.		Cohesión del suelo.	Ensayo de análisis granulométrico.	0.96	0.79	0.76	
	Ángulo de fricción interna.	Ensayo de análisis granulométrico.	0.87	0.75	0.96		
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2011)			Sumatoria	=	13.95	13.53	13.68
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria / (n° de instrumentos)	=	0.87	0.85	0.86
De 0 a 0.60		Inaceptable					
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente					
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable					
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena					
Mayor a 0.90		Excelente	Promedio de la validez obtenida	=	0.86		

INGENIERO N°1

INGENIERO N°2

INGENIERO N°3

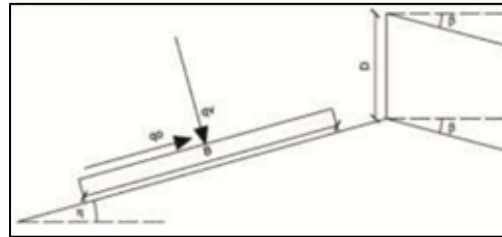
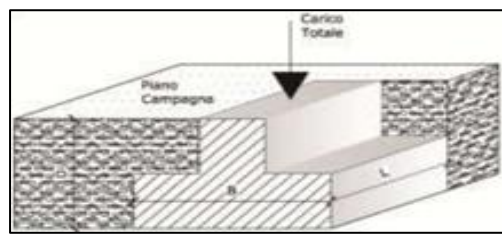
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6

Memoria de cálculo - capacidad portante del suelo.

Tabla 19: Memoria de cálculo – capacidad portante del suelo.

MEMORIA DE CÁLCULO - CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO					
TÍTULO:	"Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco"				
AUTORES:	Bach. Lozano López, Jhoselyn Pilar Bach. Ventura Fernandez, Roxana Lilibet		FECHA:	11/04/2021	
CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA					
B =	1.20	(m)	$\phi =$	23.00	(°)
L =	1.20	(m)	$\delta =$	0.01	(°)
D =	1.50	(m)	$\beta =$	20.00	(°)
ecc.B =	0.00	(m)	$\eta =$	0.00	(°)
ecc.L =	0.00	(m)	c =	0.00	(kN/m ²)
			ca =	0.00	
			$\gamma =$	19.00	(kN/m ²)
			qv =	0.00	(kN/m ²)
			qh =	0.00	(kN/m ²)
			FS =	3.00	
Terzaghi			Los factores de forma		
Nq =	10.231		Tipo de cimentación		sc =
Nc =	21.746		Cuadrada		sg =
Ng =	9.534				1.3
					0.8
LEYENDA:					
B =	Ancho de la cimentación				
L =	Longitud de la cimentación				
D =	Profundidad de la cimentación				
ecc.B =	Excentricidad en B				
ecc.L =	Excentricidad en L				
$\phi =$	Ángulo de fricción				
$\delta =$	A. inclinación del terreno de fundación				
$\beta =$	A. inclinación de la carga				
$\eta =$	Inclinación de la cimentación				
c =	Cohesión				
ca =	Adhesión a la base de la fundación				
$\gamma =$	Peso específico del suelo				
qv =	Comp. Vertical de la carga				
qh =	Comp. Horizontal de la carga				
Kp =	Coeficiente de empuje pasivo				
Af =	Área efectiva de la cimentación				
FS =	Factor de seguridad				
q =	Capacidad portante				
Capacidad portante según Terzaghi:					
	(kN/m ²)		(kN)		(kN/m ²)
qult =	378.53	q =	681.36	Qadm =	126.18
	(t/m ²)		(t)		(t/m ²)
qult =	38.60	q =	69.48	Qadm =	1.29
	(Kg/cm ²)		(Kg)		(Kg/cm ²)
qult =	3.86	q =	69478.32	Qadm =	1.29
Nombre del ingeniero revisor:		N° CIP:		Firma:	




Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7

Memoria de cálculo - análisis de asentamientos.

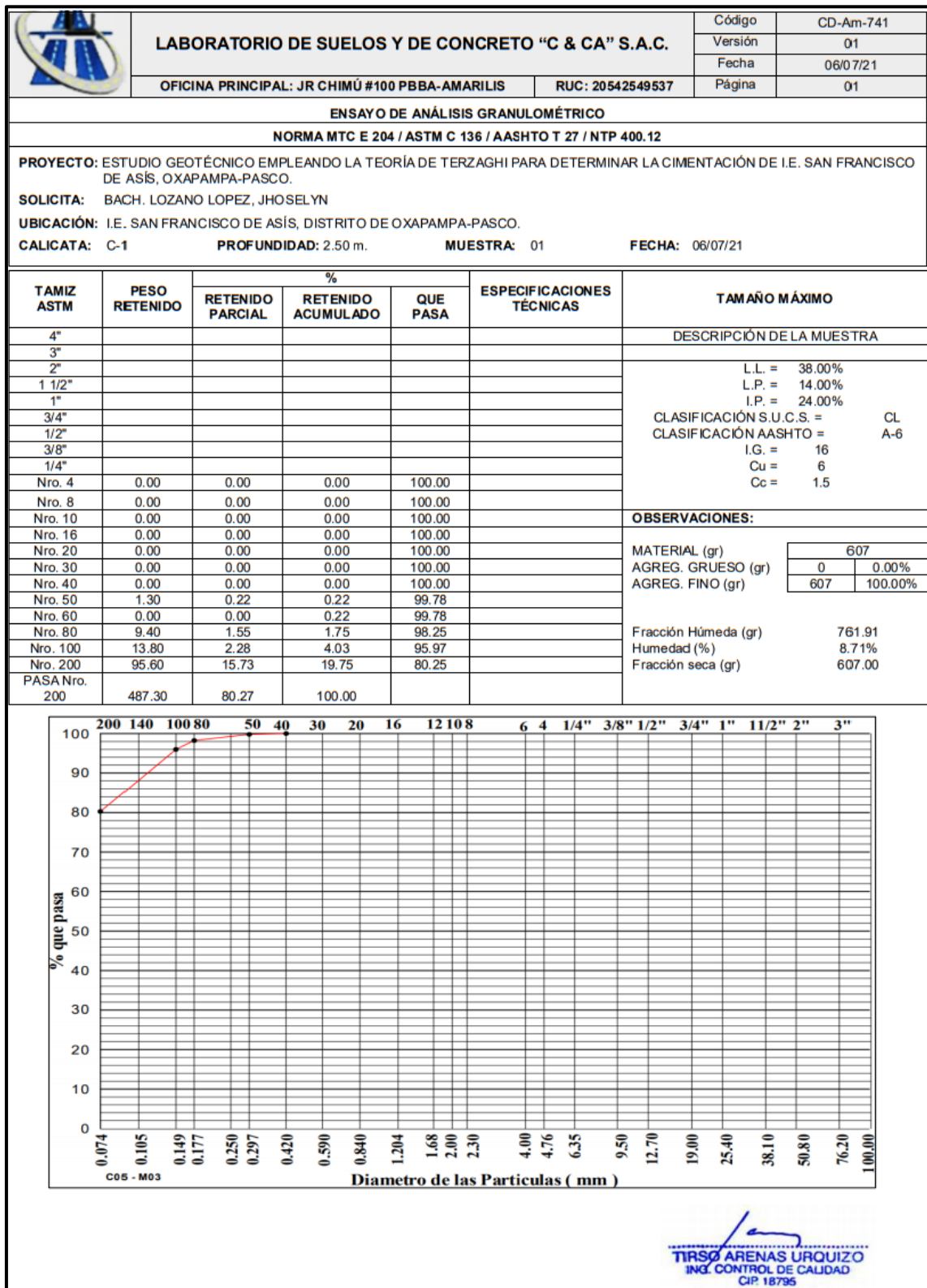
Tabla 20: Memoria de cálculo – análisis de asentamientos.

MEMORIA DE CÁLCULO - ASENTAMIENTOS				
TÍTULO		AUTORA		
"Estudio geotécnico empleando la Teoría de Terzaghi para determinar la cimentación de I.E. San Francisco de Asís, Oxapampa-Pasco"		Bach. Lozano Lopez, Jhoselyn Pilar Bach. Ventura Fernandez, Roxana Lilibet		
Parámetros empleados para el cálculo de asentamiento.				
B = ancho de cimentación (m)	1.20	Forma de la Zapata	Valores de I _f (cm/m)	
μ = Relación de Poisson	0.30		Cim. Flexible	
q _{adm} = Capacidad de carga admisible (ton/m ²)	12.9	Ubicación	Centro	Esq. Medio
f = Factor de forma (cm/m)	82	Rectangular L/B = 2	153	77
E _s = Módulo de elasticidad (ton/m ²)	1000	L/B = 5	210	105
		L/B = 10	254	127
		Cuadrada	112	56
		Circular	100	64
				82
				88
Tipo de Suelo	E _s (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 - 4200	Arena: Densa	0.2 - 0.4	
Suelos Glaciares	1000 - 18000	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 - 3500	Loess	0.1 - 0.3	
Arena: Densa	5000 - 10000	Hielo	0.38	
Grava Arenosa: Densa	5000 - 20000	Concreto	0.15	
Grava Arenosa: Suelta	5000 - 14000			
Arcilla Esquistosa	14000 - 140000			
Limosa	200 - 2000			
Ecuación para calcular asentamientos según la Teoría Elástica de Elasticidad:				
$S_p = q_o \cdot B \cdot (1 - \mu_s) \cdot I_f / E_s$				
Entonces el asentamiento probable será:		S _e = 0.012 cm.		
Como el asentamiento obtenido es de 0.012 m, el cual es menor que al máximo tolerable 0.016 m, entonces se afirma que el asentamiento a ocurrir es menor que el máximo tolerable, siendo correctas las dimensiones planteadas y la capacidad portante calculada.				
Las características del suelo de cimentación y el asentamiento a ocurrir, permiten trabajar a las zapatas. Con todo ello se garantiza la estabilidad de la cimentación propuesta.				
Nombre del revisor:	N° CIP	Firma:		
Ing. Franklin Raúl Gómez Sapallanay	137631	 FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS Reg. CIP N° 137631		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8
Ensayo de análisis granulométrico.

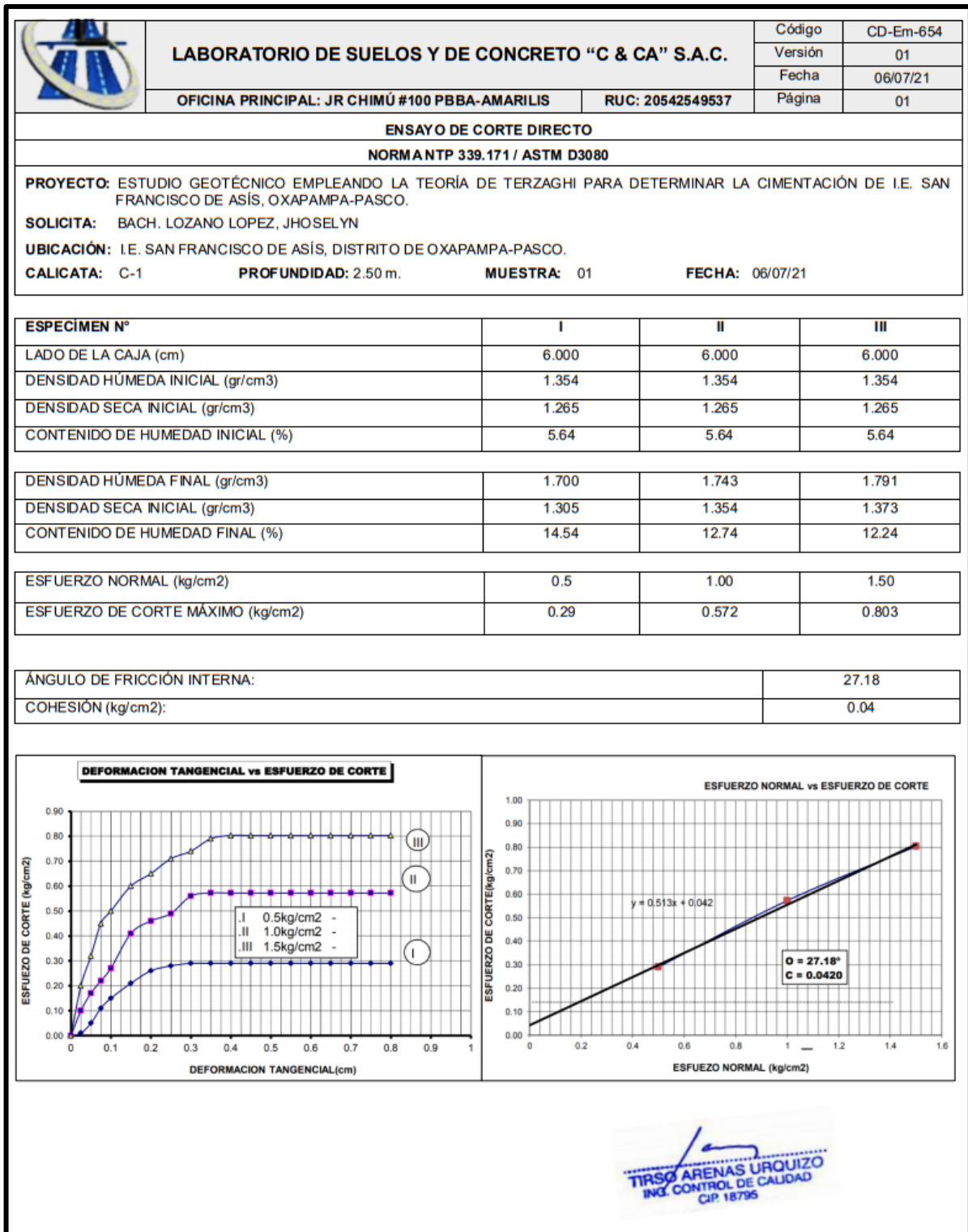
Figura 34: Ensayo de análisis granulométrico.



Fuente: Laboratorio de Suelos y de Concreto "C & CA" S.A.C.

Anexo 9
Ensayo de corte directo.



Figura 35: Ensayo de corte directo.



Fuente: Laboratorio de Suelos y de Concreto "C & CA" S.A.C.

Anexo 10
Ensayo químico de agresividad del suelo.

Figura 36: Ensayo químico de agresividad del suelo.

	LABORATORIO DE SUELOS Y DE CONCRETO "C & CA" S.A.C.		Código	CD-Qr-741
			Versión	01
	OFICINA PRINCIPAL: JR CHIMÚ #100 PBBA-AMARILIS RUC: 20542549537		Fecha	06/07/21
			Página	01
ENSAYO QUÍMICO DE AGRESIVIDAD DEL SUELO				
NORMA NTP 339.178 / NTP 339.177 / ASTM D1293				
PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO EMPLEANDO LA TEORÍA DE TERZAGHI PARA DETERMINAR LA CIMENTACIÓN DE I.E. SAN FRANCISCO DE ASÍS, OXAPAMPA-PASCO.				
SOLICITA: BACH. LOZANO LOPEZ, JHOSELYN				
UBICACIÓN: I.E. SAN FRANCISCO DE ASÍS, DISTRITO DE OXAPAMPA-PASCO.				
CALICATA: C-1 PROFUNDIDAD: 2.50 m. MUESTRA: 01 FECHA: 06/07/21				
MUESTRA N°01				
REPORTE DE RESULTADOS	LÍMITES PERMISIBLES (*)		RESULTADOS	
		%	VALOR	UNIDADES
Sulfatos como ión SO ₄	0.10	0.0090	%	
Cloruros como ión Cl	0.10	0.0115	%	
pH A 15.9°C	>4	5.4		
(*) Límites máximos permisibles de concentración de sustancias según Norma NTP 339.178 / NTP 339.177 / ASTM D1293				
				

Fuente: Laboratorio de Suelos y de Concreto "C & CA" S.A.C.