

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRIA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA



**ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA
CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINUA –
DISTRITO INDEPENDENCIA – HUARAZ 2020**

TESIS

Presentada por:

**Bach. John Frayluis Barreto Palma
ORCID: 0000-0003-4633-7437**

Asesor:

**Mtro. Alfonso Oswaldo Flores Mello
ORCID: 0000-0003-4539-7921**

Para Obtener el Grado Académico de:

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GEOTECNIA**

TACNA-PERÚ

2023

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRIA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA



**ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA
CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINUA –
DISTRITO INDEPENDENCIA – HUARAZ 2020**

TESIS

Presentada por:

**Bach. John Frayluis Barreto Palma
ORCID: 0000-0003-4633-7437**

Asesor:

**Mtro. Alfonso Oswaldo Flores Mello
ORCID: 0000-0003-4539-7921**

Para Obtener el Grado Académico de:

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GEOTECNIA**

TACNA-PERÚ

2023

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GEOTECNIA

Tesis

**“ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA
CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINUA –
DISTRITO INDEPENDENCIA – HUARAZ 2020”**

Presentada por:

Bach. John Frayluis Barreto Palma

Tesis sustentada y aprobada el 15 de diciembre de 2023; ante el siguiente jurado
examinador:

PRESIDENTE:	Dr. Pedro Valerio MAQUERA CRUZ.
SECRETARIO:	Dr. Samuel HUAQUISTO CACERES.
VOCAL:	Dr. Martín PAUCARA ROJAS.
ASESOR:	Mtro. Alfonso Oswaldo FLORES MELLO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, John Frayluis Barreto Palma, en calidad de: Egresado de la Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Geotecnia de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 31628965.

Soy autor de la tesis titulada:

“ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINUA – DISTRITO INDEPENDENCIA – HUARAZ 2020”, con asesor: Mtro. Alfonso Oswaldo Flores Mello.

DECLARO BAJO JURAMENTO

Ser el único autor del texto entregado para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Geotecnia, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente publicado para la obtención de un grado académico en ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber trasgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

Declaro que después de la revisión de la tesis con el software Turnitin se declara 19% de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

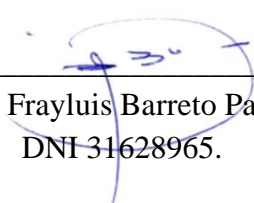
Por último, declaro que para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándose que la información presentada es real y soy conocedor de las sanciones penales en caso de infringir las leyes de plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudiera derivarse de ello en favor de terceros con

motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa de la tesis, libro o invento

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

Lugar y fecha: Tacna, 15 de diciembre de 2023



John Frayluis Barreto Palma
DNI 31628965.

DEDICATORIA

A Dios,

A mi Madre Paula, que Dios lo tiene en su Gloria, y ahora es un Ángel en
mi vida,

A mi esposa Karina, gracias por tu incondicional y silencioso apoyo,

A mi hija Ariana, por darle sentido a mi vida,

A mis hermanas Marilyn, Nely, Yanet, Carmen, y mis hermanos: Henry y

Raúl, por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTO

A mi asesor: Maestro Alfonso Oswaldo Flores Mello por su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	v
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
INDICE DE APENDICES.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Interrogante principal	3
1.2.2. Interrogantes secundarias	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1. Antecedentes nacionales	6
2.1.2. Antecedentes internacionales	8
2.2. BASES TEÓRICAS	10
2.2.1. Isovalores	10
2.2.2. Características	11
2.2.3. Suelo.....	11
2.2.4. Tipos de suelo	12
2.2.5. Suelos gruesos	12
2.2.6. Gravas	12
2.2.7. Arena	13
2.2.8. Suelos finos	13
2.2.9. Limos.....	13
2.2.10. Arcillas	13
2.2.11. Límites de Atterberg.	13
2.2.12. Límite líquido (LL)	14
2.2.13. Límite plástico (LP)	14
2.2.14. Índice de plasticidad (IP)	14
2.2.15. Propiedades mecánicas del suelo	14
2.2.16. Ecuación de falla de Coulomb	14
2.2.17. Cimentación superficial	16
2.2.18. Capacidad de carga en cimentaciones superficiales.....	16
2.2.19. Capacidad de carga última	18
2.2.20. Capacidad admisible	19
2.2.21. Teorías para el cálculo de la capacidad de carga	19
2.2.22. Teoría de Terzaghi	19
2.2.23. Teoría de la Norma Técnica E.050 2018	24

2.2.24. Factor de Seguridad.....	26
2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	26
CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO	28
3.1. HIPÓTESIS.....	28
3.1.1. Hipótesis general.....	28
3.1.2. Hipótesis específicas	28
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
3.2.1. Identificación de la variable independiente.....	29
3.2.2. Identificación de la variable dependiente.....	29
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	30
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.6. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.7.1. Unidad de estudio.....	30
3.7.2. Población.....	31
3.7.3. Muestra.....	31
3.8. PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	32
3.8.1. Procedimiento	32
3.8.2. Técnicas.....	32
3.8.3. Instrumentos	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	34
4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	34
4.1.1. Caracterización de la zona de estudio	34
4.1.2. Zonificación del suelo en estudio.....	36
4.1.3. Estudios Geotécnicos	36
4.1.4. Características físicas del suelo.....	40
4.1.5. Propiedades Mecánicas del suelo.....	44

4.1.6. Determinación de la Capacidad Admisible.....	47
4.1.7. Capacidad admisible (Teoría de Terzaghi)	51
4.2 DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	60
4.3. RESULTADOS.....	61
4.4 PRUEBA ESTADÍSTICA	69
4.5. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	69
4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS	79
APÉNDICE	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Valores del factor de capacidad de carga.</i>	22
Tabla 2. <i>Valores del factor de carga modificada.</i>	23
Tabla 3. <i>Indicadores y escalas de medición de la variable independiente</i>	29
Tabla 4. <i>Indicadores y escalas de medición de la variable dependiente</i>	29
Tabla 5. <i>Valores de composición granulométrica</i>	40
Tabla 6. <i>Límite líquido, plástico e índice de plasticidad</i>	41
Tabla 7. <i>Propiedades físicas de las muestras de suelos.</i>	42
Tabla 8. <i>Esfuerzo normal y cortante del suelo.</i>	45
Tabla 9. <i>Angulo de fricción y cohesión del suelo.</i>	47
Tabla 10. <i>Esfuerzo vertical en el suelo debajo de zona cargada</i>	48
Tabla 11. <i>Valores de esfuerzo vertical en centro de la zapata.</i>	50
Tabla 12. <i>Densidad relativa del suelo.</i>	51
Tabla 13. <i>Capacidad admisible cimentación corrida (prof. 1.00 m).</i>	55
Tabla 14. <i>Capacidad admisible zapata cuadrada (prof. 1.00).</i>	55
Tabla 15. <i>Capacidad admisible cimentación corrida (prof. 1.50).</i>	56
Tabla 16. <i>Capacidad admisible zapata cuadrada (prof. 1.50 m).</i>	57
Tabla 17. <i>Capacidad admisible cimentación corrida (prof. 2.0).</i>	58
Tabla 18. <i>Capacidad admisible zapata cuadrada (prof. 2.0 m).</i>	58

Tabla 19. <i>Resumen de valores de capacidad admisible</i>	59
Tabla 20. <i>Coordenadas de localización de calicatas</i>	61
Tabla 21. <i>Composición del suelo</i>	62
Tabla 22. <i>Valores de límites de consistencia</i>	62
Tabla 23. <i>Clasificación SUCS del suelo</i>	63
Tabla 24. <i>Valores de propiedades mecánicas del suelo</i>	63
Tabla 25. <i>Valores de capacidad admisible del suelo</i>	64
Tabla 26. <i>Resultado de contrastación de hipótesis específica 1.</i>	72
Tabla 27. <i>Resultado de contrastación de hipótesis específica 2.</i>	74
Tabla 28. <i>Resultado de contrastación de hipótesis específica 3.</i>	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Origen de la falla general por corte.</i>	17
Figura 2. <i>Origen de la falla de corte por punzonamiento.</i>	18
Figura 3. <i>Origen de la falla local por corte.</i>	18
Figura 4. <i>Teoría de Terzaghi para capacidad de carga.</i>	19
Figura 5. <i>Falla por capacidad de carga, según Terzaghi.</i>	20
Figura 6. <i>Equipo de corte directo.</i>	33
Figura 7. <i>Delimitación de la zona de estudio</i>	34
Figura 8. <i>Curvas de nivel de la zona de estudio.</i>	35
Figura 9. <i>Ubicación de calicatas en zona de estudio.</i>	37
Figura 10. <i>Muestreo en calicata 02.</i>	37
Figura 11. <i>Muestreo en calicata 01.</i>	38
Figura 12. <i>Muestreo en calicata 03.</i>	38
Figura 13. <i>Muestreo en calicata 04.</i>	39
Figura 14. <i>Muestreo en calicata 05.</i>	39
Figura 15. <i>Prueba de límite líquido.</i>	40
Figura 16. <i>Resultado de ensayo de corte directo calicata 01.</i>	46
Figura 17. <i>Variación esfuerzo vertical vs profundidad</i>	49
Figura 18. <i>Incremento de esfuerzos.</i>	51
Figura 19. <i>Tipo de falla.</i>	52

Figura 20. <i>Vista general de zona de estudio</i>	59
Figura 21. <i>Capacidad admisible a 1.0 m de profundidad</i>	65
Figura 22. <i>Capacidad admisible a 1.50 m de profundidad</i>	66
Figura 23. <i>Capacidad admisible a 2.0 m de profundidad</i>	66
Figura 24. <i>Capacidad admisible a 1.00 m de profundidad</i>	70
Figura 25. <i>Capacidad admisible a 1.50 m de profundidad</i>	70
Figura 26. <i>Capacidad admisible a 2.00 m de profundidad</i>	71
Figura 27. <i>Angulo de fricción del suelo</i>	72
Figura 28. <i>Cohesión del suelo</i>	73
Figura 29. <i>Valores de capacidad admisible</i>	75

INDICE DE APENDICES

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	82
Anexo 2. Ficha de Laboratorio (contenido de humedad)	83
Anexo 3. Ficha de Laboratorio (límites de consistencia)	84
Anexo 4. Ficha de Laboratorio (granulometría)	85
Anexo 5. Ficha de Laboratorio (ángulo de fricción y cohesión)	86
Anexo 6. Ficha de laboratorio (densidad in situ).....	87
Anexo 7. Resumen calicata 01.....	88
Anexo 8. Resumen calicata 02.....	89
Anexo 9. Resumen calicata 3.....	90
Anexo 10. Resumen calicata 04.....	91
Anexo 11. Resumen calicata 05.....	92
Anexo 12. Resumen calicata 06.....	93
Anexo 13. Resumen calicata 07.....	94
Anexo 14. Resumen calicata 08.....	95
Anexo 15 Resumen calicata 09.....	96
Anexo 16. Resumen calicata 10.....	97
Anexo 17. Resumen calicata 11.....	98
Anexo 18. Resumen calicata 12.....	99
Anexo 19. Plano ubicación de calicatas.....	100

Anexo 20. Plano de contenido de grava a 1.50 m de profundidad	101
Anexo 21. Plano de contenido de arena a 1.50 m de profundidad.....	102
Anexo 22. Plano de contenido de finos a 1.50 m de profundidad	103
Anexo 23. Plano de índice de plasticidad a 1.50 m de profundidad.....	104
Anexo 24. Plano de límite plástico a 1.50 m de profundidad.....	105
Anexo 25. Plano de límite líquido de los suelos.....	106
Anexo 26. Plano de ángulo de fricción de los suelos	107
Anexo 27. Plano de cohesión de los suelos	108
Anexo 28. Plano de la zona de estudio	109
Anexo 29. Plano de curvas de nivel de la zona de estudio	110
Anexo 30. Plano de calicatas en curvas de nivel	111
Anexo 31. Plano de capacidad admisible a 1.00 m de profundidad	112
Anexo 32. Plano de capacidad admisible a 1.50 m de profundidad	113
Anexo 33. Plano de capacidad admisible a 2.0 m de profundidad	114
Anexo 34. Plano de clasificación del suelo	115

RESUMEN

La presente investigación trata sobre la determinación de isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el Sector Jinua-Distrito Independencia-Huaraz. Se tuvo por objetivo general determinar los isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el Sector Jinua- Distrito Independencia-Huaraz, así mismo como objetivos específicos determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, los valores de capacidad admisible de los suelos. Se planteó una investigación de origen cuantitativo descriptivo, diseño no experimental de corte transversal, con nivel de investigación aplicada, teniendo como población suelos del sector Jinua, compuesta por 12 muestras de suelo. Se realizaron ensayos de mecánica de suelos para determinar las propiedades físicas y propiedades mecánicas del suelo. Se ensayaron 12 muestras de suelos. Finalmente se han elaborado mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para el sector Jinua Distrito Independencia, Huaraz. Las características físicas y mecánicas del suelo determinan el suelo del área investigada, a una profundidad de desplante entre 1.0 m a 2.00 m como un suelo de grava arcillosa con arena (GC) con ángulo de fricción (ϕ) que varía de 14.53° a 37.34° , la cohesión varía de 0.33 ton/m² a 1.81 ton/m². La capacidad admisible de una cimentación continua a una profundidad entre 1.50 m a 2.0 m varía de 0.39 a 10.47 kg/cm², y para una zapata cuadrada varía de 0.38 a 10.19 kg/cm². La capacidad admisible para una cimentación corrida a 1.50 m de profundidad varía de 0.38 a 8.74 kg/cm², y para una zapata cuadrada varía de 0.8 a kg/cm².

Palabras clave: Isovalores de capacidad admisible, ángulo de fricción. cimentaciones superficiales.

ABSTRACT

The present investigation deals with the determination of isovalues of admissible soil capacity for superficial foundations in the Jinua Sector-Independencia-Huaraz District. The general objective was to determine the admissible capacity isovalues of the soil for superficial foundations in the Jinua Sector-Independencia-Huaraz District, as well as specific objectives to determine the physical and mechanical properties of the soil, the admissible capacity values of the soils. An investigation of descriptive quantitative origin was proposed, non-experimental cross-sectional design, with an applied research level, having soils from the Jinua sector as a population, composed of 12 soil samples. Soil mechanics tests were carried out to determine the physical properties and mechanical properties of the soil. 12 soil samples were tested. Finally, maps of admissible soil capacity isovalues have been prepared for the Jinua sector, Independence District, Huaraz. The physical and mechanical characteristics of the soil determine the soil of the investigated area, at a depth of seedling between 1.0 m and 2.00 m as a clayey gravel soil with sand (GC) with a friction angle (ϕ) that varies from 14.53° to 37.34° , the cohesion varies from 0.33 ton/m² to 1.81 ton/m². The allowable capacity of a continuous foundation at a depth between 1.50 m to 2.0 m varies from 0.39 to 10.47 kg/cm², and for a square footing it varies from 0.38 to 10.19 kg/cm². The allowable capacity for a continuous foundation at a depth of 1.50 m varies from 0.38 to 8.74 kg/cm², and for a square footing it varies from 0.8 to kg/cm².

Key word: Isovalues of allowable capacity, friction angle. shallow foundations.

INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento urbano, la necesidad de viviendas y la falta de un plan de desarrollo para el sector Jinua del distrito de independencia Huaraz, permite edificaciones cuya cimentación no cuente con estudio técnico que permitan conocer la resistencia del suelo y con ello garantizar un adecuado dimensionamiento de las cimentaciones superficiales. En el sector Jinua del Distrito de Independencia Provincia de Huaraz no existe registros de resistencia del suelo y por tanto no existe registros de capacidad admisible plasmados en mapas que permitan un adecuado diseño de la cimentación superficial, situación causada por la ausencia de investigaciones que permitan obtener la resistencia de suelo. El presente trabajo de investigación se estructura en cuatro capítulos. El capítulo I, describe la situación problemática de las cimentaciones superficiales y la causa de este problema.

El trabajo de investigación se justifica en la escasa información sobre la resistencia del suelo y la falta de mapas de zonificación del área por isovalores de capacidad admisible, que da origen al objetivo de la tesis. El capítulo II desarrolla el marco teórico. El capítulo III desarrolla el marco metodológico, la hipótesis, la operacionalización de variables, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, ámbito y tiempo social de la investigación, población y muestra, y procedimiento, técnicas e instrumentos. En el capítulo IV, describe el trabajo de campo, diseña la presentación de resultados, realiza la prueba estadística y la comprobación de la hipótesis y la discusión de resultados. Seguido se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Finalmente, en el Anexo se presenta la matriz de consistencia, los instrumentos utilizados y los resultados de los ensayos de mecánica de suelos con sus parámetros de resistencia que se requiere para calcular la capacidad admisible del suelo.

El autor

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En América Latina, el acelerado crecimiento urbano compuesto por invasiones, establecen que las familias se asienten en lugares que cuentan con suelos sin ningún estudio técnico que permita viabilizar la sustentabilidad de las edificaciones por lo que el uso de suelos de estos lugares es indefinido.

En el Perú y especialmente en Huaraz en el distrito de Independencia, en el sector Jinua, presenta un crecimiento acelerado y en sus alrededores no existe estudios de mecánica de suelos que permitan describir las propiedades físicas y mecánicas en consecuencia no hay valorización de las capacidades admisibles del suelo de cimentación registrados en mapas que permitan un adecuado uso del suelo y por tanto un adecuado diseño de las cimentaciones superficiales, por lo que es necesario considerar la información de la capacidad admisible del suelo y como respuesta a ello el tipo de cimentación superficial a utilizar.

El sector de estudio está localizado en el centro poblado Jinua, perteneciente distritalmente a Independencia, debido a que el asentamiento de familias en este sector es creciente y generado por invasiones desde el año 2018.

Problema: en el sector Jinua del Distrito de Independencia en la Provincia de Huaraz no existe registros de capacidad admisible del suelo registrados en mapas que permitan un adecuado diseño de la cimentación superficial.

Causa: esta situación problemática se presenta debido a la ausencia de investigaciones geotécnicas que permitan conocer adecuadamente la resistencia y su uso del suelo.

Consecuencia: Si esta situación problemática continúa ocurre, que no es posible conocer la resistencia del suelo y por ello el dimensionamiento adecuado de las cimentaciones superficiales y su comportamiento.

Aporte Elaborar mapas de isovalores de capacidad admisible y uso de suelo del sector Jinua, para que la población tenga una herramienta para la toma de decisiones en el dimensionamiento de la cimentación que usará para las edificaciones.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante principal

¿Cuáles son los mapas de isovalores de la capacidad admisible del suelo del sector Jinua, como herramienta, que permitan obtener diseños adecuados de las cimentaciones superficiales?

1.2.2. Interrogantes secundarias

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Jinua?
2. ¿Cuáles son los valores de capacidad admisible de los suelos del Sector Jinua?
3. ¿Cuáles son los mapas de isovalores de capacidad admisible y uso de suelo, como instrumento, del Sector Jinua?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación beneficiará a la población del sector Jinua del distrito de independencia y a las entidades públicas encargadas del desarrollo urbano.

La presente investigación cuenta con una justificación teórica porque resume el aporte teórico de los autores más importantes que hacen referencia a las variables en estudio.

Así mismo tiene justificación práctica en la medida que ayuda a prevenir este problema actual y contribuye técnicamente al establecimiento de mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo, y recomendaciones de uso del suelo.

De igual manera presenta una justificación económica puesto que colabora con el ahorro o evita gastos económicos a los propietarios en la elaboración de estudios de mecánica de suelos.

Así mismo, presenta una justificación social en razón que se está trabajando con muestras de suelos que son el estrato de apoyo de las edificaciones y estas albergan individuos que están inmersos en el problema social.

También cuenta con una justificación legal en cuanto la determinación de la capacidad admisible del suelo involucra normas técnicas.

Además de una justificación investigativa pues los resultados darán pie a que se continúen los estudios en este campo y se puedan estudiar otras variables no consideradas en esta investigación incluyendo otro conjunto de población.

Esta investigación tiene un alcance social ya que para alcanzar los objetivos y responder las hipótesis se trabajó con 12 muestras.

Así mismo cuenta con un alcance geográfico que considera determinar los mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el Centro Poblado Jinoa- Distrito Independencia-Huaraz.

Esta investigación tiene un alcance temporal con inicio en enero de 2021 y culminación en diciembre de 2021. Con una ejecución de 12 meses.

Esta investigación tiene limitaciones en cuanto a la muestra ya que se ha circunscrito a 12 muestras y no pueden generalizarse a otros ámbitos ni a otras muestras. A si mismo hay limitaciones en lo referente a las variables, puesto que en un grupo de 12 muestras existen muchas variables interesantes que se pueden investigar.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Determinar los mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el Sector Jinua- Distrito Independencia-Huaraz 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Jinua.
2. Determinar los valores de capacidad admisible de los suelos del sector Jinua.
3. Elaborar mapas de isovalores de capacidad admisible y uso de suelo del sector Jinua.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En base a la revisión efectuada, se encontró las siguientes investigaciones relacionadas con el tema de investigación, pero no en la zona de estudio.

2.1.1. Antecedentes nacionales

Berlanga (2018) en su estudio en Arequipa, titulado “Análisis comparativo de cimentaciones superficiales y uso de geo-sintéticos en suelos de baja capacidad portante en la zona de Bella Pampa Distrito de Socabaya”, tuvo por objetivo evaluar la viabilidad de construir edificios en suelos de baja capacidad portante en la ciudad de Arequipa mediante el empleo de cimentaciones superficiales reforzadas con geo sintéticos. La investigación inició con el diagnóstico de una edificación normal que cuenta con cinco plantas y además está destinado a usarse como viviendas multifamiliares, de acuerdo con un análisis de microzonificación sísmica es descrita como un área que posee baja capacidad de carga y nivel freático prácticamente superficial, del área mencionada se obtuvieron muestreos de suelo para el establecimiento de sus características, obedeciendo a las directrices de la normatividad de suelos y cimentaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones E-050. Se realizaron pruebas de laboratorio identificar las características de interacción suelo-geo sintético para su diseño futuro. Además, Determinó dos opciones de cimentación; losa de cimentación y zapatas aisladas reforzadas con geo-sintéticos, hizo un análisis y

comparación de la conducta geotécnica del suelo con y sin geo sintéticos considerando el empuje de poros causada por el agua.

Maldonado y Muñoz (2018) en su estudio en Tarapoto titulado “Estudio de la capacidad portante del suelo del centro poblado Santa Rosa de Cumbaza”, se elaboró con el objetivo de Efectuar el estudio de la capacidad portante del suelo del Centro Poblado Santa Rosa de Cumbaza, Distrito de Tarapoto, con fines de cimentación, el diseño utilizado fue El diseño fue no experimental de tipo transeccional. Se determinó la capacidad portante del suelo del Centro Poblado Santa Rosa de Cumbaza, empleando la fórmula de Terzaghi, para una profundidad de cimentación $D_f = 1.50$ m y con un ancho de cimentación de 1.00 m. Así mismo se realizó la zonificación según la capacidad portante del suelo del Centro Poblado Santa Rosa de Cumbaza, obteniendo tras el análisis de datos dos (02) zonas denominadas ZONA I y ZONA II. También determinó que, en la Zona I, la capacidad portante va desde 0.74 kg/cm² hasta 0.80 kg/cm² con un promedio de 0.77 kg/cm², así mismo En la ZONA II, la capacidad portante va desde 1.39 kg/cm² hasta 1.90 kg/cm² con un promedio de 1.65 kg/.

Maquera (2017) en su estudio en Tacna titulado “Isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el sector Siete del distrito Alto de la Alianza, Tacna”, tuvo como objetivo general construir mapas de isovalores de las capacidades de carga de los suelos del sector siete, para que las autoridades dispongan de una herramienta que evite un crecimiento urbano indiscriminado y mitigar los daños por sismos, el diseño que empleo fue una investigación prospectiva, Las propiedades físicas del suelo y de resistencia caracterizan al suelo de la zona de estudio, a una profundidad de desplante de 0.8 y 1.20 m como un suelo arena limosa (SM) no plástica, con una densidad in situ es de 1.55 gr/cc a 1.87, con una coloración de rosado a claro, cohesión cero y ángulo de fricción del suelo que varía de 25.2° a 31.5°, confirmando un material propio de cenizas volcánicas. Además, los resultados de la capacidad de carga admisible para una profundidad de desplante de 1.20 m y para un ancho de

cimentación cuadrada de 1.0 m son los siguientes: de 0.81 kg/cm² en la calicata C-1; 0.54 kg/cm² en la calicata C-3, 0.56 kg/cm² en la calicata C-4 y 0.69 kg/cm² en la calicata C-6, en otras calicatas se presenta afloramientos rocosos.

Ravines (2017) en su estudio elaborado en la ciudad de José Gálvez, denominado “Capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y corte directo para la ciudad de José Gálvez - Celendín – Cajamarca”, su objetivo fue calcular la capacidad portante de carga de los suelos mediante las técnicas mencionadas en el título, encontró que existe variación entre las capacidades portantes obtenidas por ambas técnicas, el primer método la variación que se observó estuvo entre 0,54 y 1.21 kilogramos/centímetros cuadrados y el número de golpes se encuentra entre 7 y 16 mientras que la técnica de Corte Directo la variación que se obtuvo se encuentra entre 0,85 y 0,97 kilogramos/centímetros cuadrados.

Fernández (2015) en su estudio titulado “Capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos SPT y Corte Directo en el distrito de Aguas Verdes-Tumbes”, tuvo como objetivo establecer la capacidad admisible con la finalidad de cimentar a través de la utilización de pruebas de penetración estándar (SPT) y Corte Directo en el área descrita en el título. Los hallazgos fueron que se determinó que el ensayo SPT es un 87% menor que el ensayo de corte directo, por lo que en conclusión la capacidad admisible suelo a un desplante de 300 cm tiene una variación de 13.3 a 25.8 ton/m².

2.1.2. Antecedentes internacionales

Peña y Pérez (2012) en su estudio titulado: “Comparación de los parámetros de resistencia al corte obtenido en los ensayos de corte directo y triaxial de una arena arcillosa, Bucaramanga”, tuvo como objetivo general determinar la relación entre el ángulo de fricción interna y la cohesión obtenidos por medio de los ensayos de corte directo y triaxial. Y encontró que el valor del ángulo de fricción interna obtenido mediante el ensayo

triaxial es 2.0 veces mayor que el valor obtenido mediante el ensayo de corte directo digital, mientras que el valor de la cohesión obtenido mediante el ensayo triaxial es 5.44 veces mayor que el valor obtenido mediante el ensayo de corte directo digital.

Naranjo (2010) en su estudio titulado “Análisis comparativo del cálculo de capacidad portante en base a geofísica y método convencional caso práctico Puente sobre el río Maicito en Quito”, tuvo por objetivo principal realizar el análisis comparativo teórico y práctico del cálculo de capacidad portante del suelo. Y encontró que el ensayo de refracción sísmica es aceptable, confiable y recomendable para los cálculos de capacidades portantes para diferentes tipos de obras. Además, presentan resultados de los terrenos in situ sin provocar ningún tipo de cambios de las características y propiedades del mismo al ser golpeado como el ensayo de penetración estándar (S.P.T) o extraído de su sitio natural para ensayos en el laboratorio (Triaxial). Así mismo con el tiempo la técnica de interpretación de los resultados de este ensayo es cada vez más perfeccionada.

Gómez (2008) realizó un estudio titulado “Efecto de la Cohesión Aparente en la Capacidad Soportante de Cimentaciones Superficiales, Costa Rica, tuvo como objetivo general examinar el efecto de la cohesión aparente en la capacidad soportante de cimentaciones superficiales y comparar el costo de diseño obtenido para cada una de estas. Obteniendo como conclusiones: Las variaciones en el grado de saturación de un suelo afectan directamente el esfuerzo de succión de sus partículas, por lo tanto, también se produce una variación en las presiones efectivas. Así mismo la cohesión aparente obtenida de diferentes porcentajes de saturación afecta notablemente la capacidad soportante de cimentaciones superficiales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Isovalores

La palabra isovalores proviene del griego Iso = igual y el verbo en nuestra lengua valor que es entendida como una cualidad que confiere características comunes, a partir de mediado del siglo XX el estudio de las leyes de los elementos fue cobrando gran importancia, porque ilustra y ayuda a plasmar comportamientos estadísticos de la información. Valores iguales de la característica o parámetro bajo análisis.

La Real Academia de la lengua española (1995), define que el prefijo iso “significa igualdad o denota uniformidad o semejanza”. En este sentido, los isovalores son valores que denotan una cualidad o característica común. Estos puntos de igual valor son unidos por isolíneas que definen una zona o área común, Dichos puntos provienen de mediciones y de interpolaciones de las mismas.

Pero no todos los datos utilizados para trazar isolíneas provienen de puntos fijos, lo que requiere un tratamiento especial para ubicar esos puntos desconocidos y proceder a interpolar.

El uso y trazado de isolíneas corrobora la importancia del análisis espacial en la medida en que sugiere la búsqueda de relaciones antes y después de su construcción, lo que exige varios niveles de interpretación que van desde la selección de los datos, su procesamiento y finalmente la búsqueda de relaciones con el espacio, integrando en cada uno de estos pasos las variables necesarias para tratar un problema. Es aquí donde se emplea el pre mapa como un documento en potencia del mapa, que permite establecer relaciones no cartográficas por medio de tratamientos estadísticos y gráficos que actúan como calibradores para hacer más comprensibles las relaciones espaciales que se harán evidentes posteriormente en los mapas de isolíneas.

En este aspecto las funciones que serán plasmadas en los mapas será la capacidad admisible del suelo, el tipo de suelo, previamente identificadas con los ensayos de laboratorio y de campo.

2.2.2. Características

Todas las isolíneas se cierran, a pesar de que los mapas no las muestren de manera completa, se asume que la distribución del fenómeno que representan es continua y no puede desaparecer de manera brusca.

No es posible que las isolíneas se crucen puesto que cada una representa un único valor.

El acercamiento o la separación entre las isolíneas, muestra las características de la variación del fenómeno en relación con la distancia. Cuando estas se acercan expresan un cambio notorio del fenómeno y cuando se separan el cambio es gradual, más suave o lento.

Estructura del suelo

La estructura del suelo es el ordenamiento y estado de agregación de las partículas en una masa de suelo, llamada también microestructura del suelo. Forma particular de ordenamiento espacial de las partículas individuales de un suelo. La estructura de un suelo puede ser modificada por manipulación mecánica, en particular por la compactación o mediante un proceso de estabilización química.

2.2.3. Suelo

El suelo, es definido como el conjunto de partículas minerales y sustancias orgánicas resultado de la descomposición mecánica o descomposición química de las rocas en estado de descomposición como resultado de procesos físicos y químicos.

Crespo (2008) define el suelo como una capa delgada sobre la corteza terrestre que surge de la descomposición y/o modificación física y/o

química de las rocas y de los desechos de las actividades de la población que encima de ella se establecen.

2.2.4. Tipos de suelo

Según, Crespo (2008) señala que respecto a la naturaleza de sus componentes, los suelos se agrupan en dos tipos: suelos que se originan debido a la desintegración física y/o química de las rocas, o los llamados suelos inorgánicos, y los llamados suelos orgánicos. En el caso de los suelos inorgánicos que permanecen en el sitio donde se formaron se denomina residual, caso contrario se denomina suelo transportado. El suelo así definido sirve de base de las cimentaciones que sobre ella se edifican.

2.2.5. Suelos gruesos

Según el Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS, determina que los suelos de granos gruesos y los de granos finos se distinguen a través del análisis granulométrico por medio del tamiz número 200, los suelos que no pasan el mencionado tamiz se denominan suelos gruesos mientras que a los que pasan la malla número 200, suelos finos.

En los suelos gruesos la grava se identifica con la letra G, y la arena se representan por la letra S, de forma que los suelos pertenecen al grupo de las gravas si más del 50% de la fracción gruesa no pasa por el tamizador N°4, si la situación no se da de esta manera corresponde al conjunto de los suelos finos.

2.2.6. Gravitas

Corresponden a partículas de rocas con granos ocasionales de cuarzo, feldespato y minerales diferentes. Según el sistema unificado de clasificación de suelos, el tamaño del grano de las gravitas varía desde 4.75 mm hasta 76.2 mm.

2.2.7. Arena

Se denomina así al material de partículas finas que procede de la denudación de las rocas o de ser triturado por el hombre, y cuyo diámetro varían desde 4.75 mm hasta 0.075 mm.

2.2.8. Suelos finos

Son un conjunto de partículas compuestas por arcillas y limos, cuya composición imposibilita el paso del agua. Según el sistema unificado de clasificación de suelos los agrupa en tres conjuntos para los limos y arcillas con límite por debajo del 50% de líquidos, en tres conjuntos para los limos y arcillas con límite superior de 50% de líquidos y finalmente en un conjunto para los suelos de partículas finas sumamente orgánicos.

2.2.9. Limos

Corresponden a suelos de partículas finas con escasa plasticidad, pudiendo ser inorgánico obtenido del que es producido en las canteras u orgánico obtenidos de las búsquedas en los ríos.

Según el sistema unificado de clasificación su diámetro es inferior a 0.075 mm.

2.2.10. Arcillas

Son el conjunto de moléculas cuyo diámetro es inferior a 0.075 mm, y en contacto con el agua desarrollan plasticidad, son moléculas de láminas microscópicas y submicroscópicas de mica.

2.2.11. Límites de Atterberg.

El porcentaje de grado de humedad que hace que haya una conversión de sólido al estado semisólido es definido como el límite de contracción, por otra parte, el grado de humedad que convierta del estado semisólido al estado plástico se denomina límite plástico, y finalmente la conversión del estado plástico al estado líquido se denomina límite líquido; los límites antes descritos se denominan límites de Atterberg.

2.2.12. Límite líquido (LL)

El límite líquido está definido como el porcentaje de humedad que posee el suelo cuando se juntan dos mitades con 25 golpes de la copa de Casagrande contra su base. Si el número de golpes es mayor a 25, el suelo está muy duro. Si el número de golpes es menor a 25 el suelo está muy blando.

2.2.13. Límite plástico (LP)

Se define como el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro se desmorona. El límite plástico es el límite inferior del escenario plástico del suelo.

2.2.14. Índice de plasticidad (IP)

El índice de plasticidad es la diferencia entre el valor del límite líquido y el límite plástico de un suelo.

2.2.15. Propiedades mecánicas del suelo

La resistencia cortante del suelo, es la resistencia interna que un suelo ofrece a la falla y el deslizamiento a lo largo de un plano, está en función de la cohesión, y la resistencia a la fricción. Estos dos parámetros definen las propiedades mecánicas del suelo.

El comportamiento de la resistencia al corte está regido por la ley de Coulomb.

2.2.16. Ecuación de falla de Coulomb

Coulomb, sostiene, que la resistencia máxima al corte, τ , en el plano de falla está dado por:

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Donde:

τ = esfuerzo cortante en el plano de falla

c = cohesión

σ = esfuerzo normal en el plano de falla

ϕ = ángulo de fricción interna.

En la ecuación (2.1) el parámetro cohesión, que se define como la atracción entre partículas, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. Por lo tanto, la cohesión de un suelo variará si cambia su contenido de humedad.

Es decir, la cohesión es la máxima resistencia del suelo a la tensión. Ésta resulta de la interacción de factores tales como la adherencia de la superficie de las partículas, la tensión capilar de las partículas de agua, las condiciones de drenaje y los esfuerzos del suelo.

La cohesión en un suelo variará según su contenido de humedad, y se encuentra principalmente en los suelos finos (arcillas y limos), mientras que en los suelos granulares (arenas y gravas) esta propiedad es prácticamente nula, y para encontrar su valor se utiliza el ensayo de corte directo.

El otro parámetro que interviene para determinar la capacidad de carga del suelo es la fricción interna, identificado por (ϕ), y viene a ser la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad. Es un valor que depende del tamaño, forma, densidad de las partículas y de la presión normal. Como los suelos gruesos tienen superficies de contacto y sus partículas son angulares, presentan una fricción entre ellas que se opone al movimiento. Para encontrar el ángulo de fricción interno, se puede desarrollar el ensayo de corte directo o ensayo triaxial. El primero arroja la información más representativa del esfuerzo cortante que sufre una masa del suelo al ser cargada. El segundo consiste en colocar una muestra cilíndrica del suelo dentro de una membrana de goma que se introduce en una cámara especial y se aplica una presión igual en todo sentido y dirección. Alcanzado ese estado de equilibrio, se aumenta la presión normal o axial, sin modificar la presión lateral aplicada hasta que se produzca la falla.

2.2.17. Cimentación superficial

La cimentación es parte de la estructura que transmite la carga directamente al suelo.

Y, según, el Comité Técnico de Normalización (2018), cimentación superficial, es aquella en la cual la relación profundidad/ancho (D_f / B) es menor o igual a 5, siendo D_f la profundidad de la zapata y B el ancho o diámetro de la misma (p. 25).

Así mismo, Braja (2012) menciona que, respecto a la profundidad y el ancho, si el primero tiene un valor menos o equivalente a cero es superficial. No obstante, algunos estudios mencionan la cimentación con profundidad equivalente a tres o cuatro veces el valor de su ancho también les corresponde la denominación de cimientos superficiales, y es la más empleada para cimentar las estructuras. (p. 136).

Por lo descrito, las cimentaciones con relación (D_f / B) desde 1 hasta 5, será considerada como cimentación superficial.

El suelo se utiliza generalmente como un estrato sobre el que se apoyan los cimientos de la estructura y, por tanto, la estructura. El suelo debajo de los cimientos debe ser lo suficientemente fuerte para soportar la carga de toda la estructura. La carga de la cimentación es compresiva, pero la fuerza cortante también ejerce presión sobre las fuerzas laterales sobre el suelo. Esta fuerza para resistir el esfuerzo de compresión se llama capacidad de carga del suelo.

La cimentación es la parte más importante de cualquier estructura. Toda la carga de la estructura recae sobre los cimientos.

2.2.18. Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

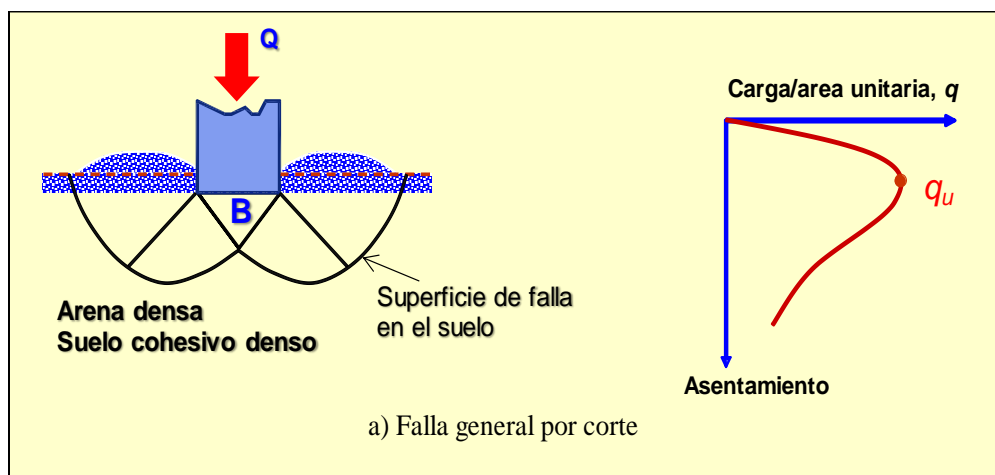
La capacidad de carga es el esfuerzo vertical al que puede ser sometida una Proción o masa de suelo, por efecto de la construcción de estructuras sobre ella, sin que presenten asentamientos que coloquen en peligro la integridad o funcionalidad de las estructuras.

Aunque sin un criterio único, Braja (2012), define la capacidad de carga como la carga por unidad de superficie debido a la cual se ocasiona la falla por corte, en otras palabras, es el mayor empuje unitario que el suelo puede soportar sin alcanzar su punto de falla. La falla considera asentamientos, giro y volteo. Según el suelo la falla puede presentarse en tres maneras:

- a) Falla general por corte: La falla general por corte genera una superficie de rotura continua que inicia en la base de la estructura y emerge a un costado de esta. Este tipo de rotura es característica su presencia en suelos de arena densa y arcillas blandas.

Figura 1.

Origen de la falla general por corte.

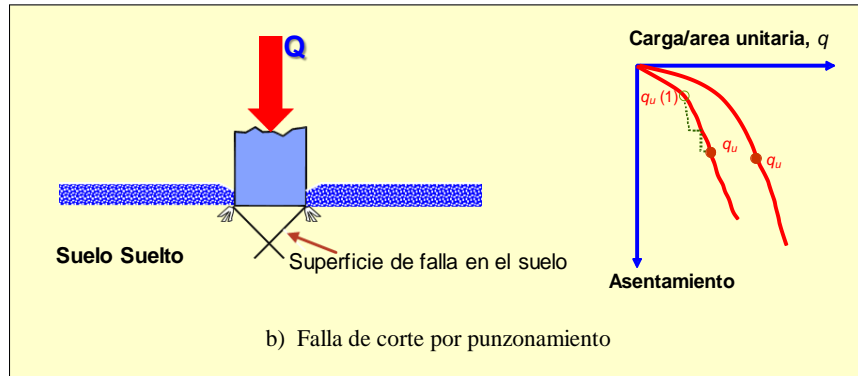


Nota: Tomada de (Braja, 2012, p. 134).

- b) Falla por Punzonamiento: Ocurre cuando el cimiento se desplaza verticalmente cortando el terreno de su entorno. Este tipo de fallas ocurre en suelos sueltos.

Figura 2.

Origen de la falla de corte por punzonamiento.

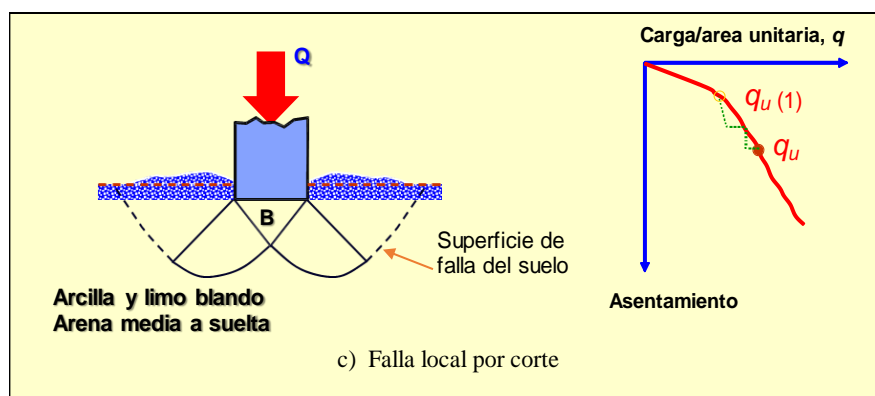


Nota: Tomada de (Braja, 2012, p. 134).

- c) Falla por rotura local: Ocurre cuando el suelo llega a su punto plástico en los contornos de la zapata. Este tipo de falla se presenta en arcillas, limos blandos y arenas.

Figura 3.

Origen de la falla local por corte.



Nota: Tomada de (Braja, 2012, p. 134).

2.2.19. Capacidad de carga última

La capacidad de carga última, está definida como la carga por unidad de superficie unitaria de la cimentación a la que ocurre la falla por corte en un suelo.

2.2.20. Capacidad admisible

Se denomina así a la capacidad que posee el área para resistir las cargas. La capacidad admisible se determina como la carga última entre el factor de seguridad.

2.2.21. Teorías para el cálculo de la capacidad de carga

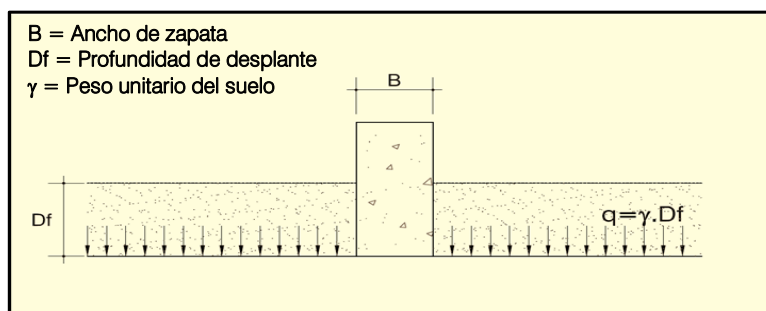
Según, Medrano (2008) las teorías para calcular la capacidad de carga del suelo, constituyen moldes para el diseño de cimentaciones sobre suelos en su naturaleza. Existen diversas bases teóricas para calcular la capacidad portante del suelo, tales como Terzaghi, Meyerhof, Prandtl, Hill, Skempton, etc., cada una de ellas basadas en las especificaciones de la zapata y particularidades del suelo.

2.2.22. Teoría de Terzaghi

Medrano (2008) afirma que la teoría de Terzaghi para calcular la capacidad de carga del suelo, es aplicado en suelos con cohesión y/o fricción, y es considerada la hipótesis usada universalmente para calcular la capacidad de carga del suelo en cimentaciones superficiales.

Figura 4.

Teoría de Terzaghi para capacidad de carga.



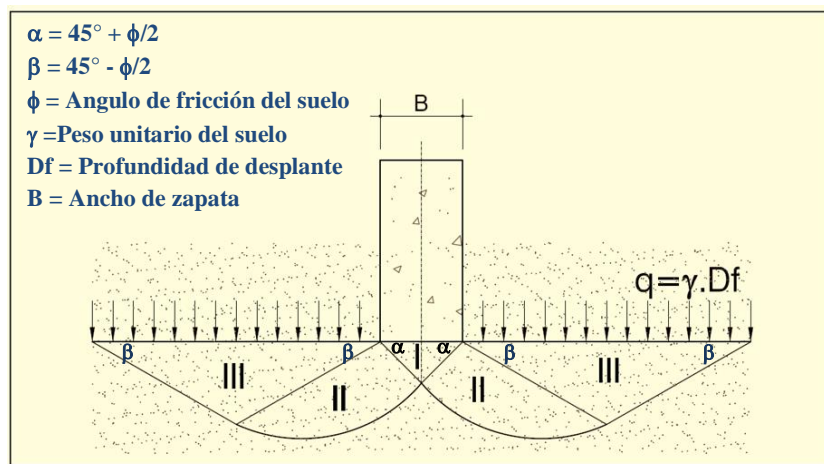
Nota: Tomada de (Teniente, 2016, p. 40).

Terzaghi, en su base teórica desestima la incidencia de la resistencia al esfuerzo cortante sobre el nivel de desplante. Así mismo, determina que una zapata continua se apoya sobre un área de suelo, haciendo fallar el terreno a través de la zona I, II y III.

Así mismo el autor menciona que la zona I interviene como una cuña que es introducida en el suelo originando en los lados del triángulo ángulos de $(45^\circ + \phi/2)$, a causa de la fricción y cohesión del el suelo y la base de la zapata. La zona II son de deformación tangencial radial, y la zona III es un área en condición plástica pasiva de Rankine y sus límites originan un ángulo de $(45^\circ - \phi/2)$ con la horizontal” (p. 40).

Figura 5.

Falla por capacidad de carga, según Terzaghi.



Nota: Tomada de (Teniente, 2016, p. 40).

Por tanto, la capacidad de carga admisible del suelo, está sujeto a:

Capacidad de soportar el empuje cortante, Ancho de la zapata, peso unitario sobre el nivel de desplante, y profundidad de desplante. Y para calcular la capacidad de carga última (última) del suelo, para cimentaciones con falla general por corte, Terzaghi formuló las siguientes ecuaciones:

Para zapata continua o corrida:

$$q_u = c \cdot N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots\dots\dots (2.2)$$

Para zapata cuadrada:

$$q_{\text{última}} = 1.3c \cdot N_c + q N_q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots\dots\dots (2.3)$$

Donde:

q_u : capacidad de carga última

c : cohesión del suelo

γ : peso unitario del suelo ubicado encima del nivel de cimentación.

B : ancho de la zapata

$q = \gamma \cdot D_f$

D_f : Profundidad de desplante

N_c : factor de capacidad de capacidad de carga debido a la cohesión debajo del desplante de la cimentación

N_q : factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga.

N_γ : factor de capacidad de carga debido al peso del suelo.

Los factores de carga se determinan a través de las siguientes relaciones matemáticas.

$$N_q = \frac{e^{2.(\frac{3.\pi}{4} - \frac{\phi}{2}).\tan\phi}}{2.\cos^2(45 + \frac{\phi}{2})} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot\phi \dots\dots\dots (2.6)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{K_p \gamma}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan\phi \dots\dots\dots (2.7)$$

Donde:

ϕ : Angulo de fricción del suelo, $K_p \gamma$: coeficiente de presión pasiva.

La variación de N_c , N_q y N_γ con el ángulo de fricción del suelo ϕ se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.*Valores del factor de capacidad de carga.*

ϕ	Nc	Nq	N γ	ϕ	Nc	Nq	N γ
0	5.70	1.00	0.00	25	25.13	12.72	8.34
1	6.00	1.10	0.01	26	27.09	14.21	9.84
2	6.30	1.22	0.04	27	29.24	15.90	11.60
3	6.62	1.35	0.06	28	31.61	17.81	13.70
4	6.97	1.49	0.10	29	34.24	19.98	16.18
5	7.34	1.64	0.14	30	37.16	22.46	19.13
6	7.73	1.81	0.20	31	40.41	25.28	22.65
7	8.15	2.00	0.27	32	44.04	28.52	26.87
8	8.60	2.21	0.35	33	48.09	32.23	31.94
9	9.09	2.44	0.44	34	52.64	36.50	38.04
10	9.61	2.69	0.56	35	57.75	41.44	45.41
11	10.16	2.98	0.69	36	63.53	47.16	54.36
12	10.76	3.29	0.85	37	70.01	53.80	65.27
13	11.41	3.63	1.04	38	77.50	61.55	78.61
14	12.11	4.02	1.26	39	85.97	70.61	95.03
15	12.86	4.45	1.52	40	95.66	81.27	115.31
16	13.68	4.92	1.82	41	106.81	93.85	140.51
17	14.60	5.45	2.18	42	119.67	108.75	171.99
18	15.12	6.04	2.59	43	134.58	126.50	211.56
19	16.56	6.70	3.07	44	151.95	147.74	261.60
20	17.69	7.44	3.64	45	172.28	173.28	325.34
21	18.92	8.26	4.31	46	196.22	204.19	407.11
22	20.27	9.19	5.09	47	224.55	241.80	512.84
23	21.75	10.23	6.00	48	258.28	287.85	650.67
24	23.36	11.40	7.08	49	298.71	344.63	831.99

Nota: Ingeniería de Cimentaciones. 7ma edición. Braja Das.

Para zapatas con falla local por corte, empleamos la formulación matemática:

Para zapata continua o corrida:

$$q_u = \frac{2}{3}c \cdot N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma \cdot B \cdot N'_\gamma \dots\dots\dots (2.8)$$

Para zapata cuadrada:

$$q_{\text{última}} = 0.867c \cdot N'_c + qN'_q + 0.4\gamma \cdot B \cdot N'_\gamma \dots\dots\dots (2.9)$$

Donde:

N'q, N'c, N'γ: factor de capacidad de capacidad de carga modificado.

Estos factores se determinan empleando las ecuaciones 2.5, 2.6, y 2.7 sustituyendo φ por φ'

$$\phi' = \tan^{-1} \left(\frac{2}{3} \tan \phi \right)$$

La variación de N'c, N'q y N'γ con el ángulo de fricción del suelo φ' se señalan en la tabla 2.

Tabla 2.

Valores del factor de carga modificada.

φ'	N'c	N'q	N'γ	φ'	N'c	N'q	N'γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.01	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.06	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.07	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.13	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90

Tabla 2 (Continuación)*Factores de capacidad de carga modificada.*

ϕ	N'c	N'q	N'γ	ϕ'	N'c	N'q	N'γ
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Nota: Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. 7ma edición. Braja D.as.

2.2.23. Teoría de la Norma Técnica E.050 2018

Según la Norma Técnica E.050 suelos y cimentaciones (2018) la capacidad de carga del suelo es el empuje de falla por corte del suelo y se calcula usando las ecuaciones admitidas por la geotecnia y geología.

Según el Comité Técnico de Normalización (2018): “En suelos que poseen cohesión (arcilla, arcilla limosa y limo arcilloso), se hace empleo de un ángulo de fricción interna (ϕ) equivalente a 0, y la capacidad de carga se determina con la ecuación:”. (p. 33)

$$q_d = s_c \cdot i_c \cdot c \cdot N_c \dots\dots\dots (2.11)$$

Donde:

c = cohesión del suelo ubicado bajo la zapata.

ic = coeficiente de corrección por inclinación de la carga

i_q = coeficiente de corrección por inclinación de la carga (γD_f)

s_c = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación

s_γ = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación

i_γ = coeficiente de corrección por inclinación de la carga

γ_1 = peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación.

γ_2 = peso unitario volumétrico efectivo de suelo ubicado bajo la cimentación.

N_c = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la cohesión = 5.14

N_q = coeficiente de capacidad de carga debido a la sobre carga (γD_f)

N_γ = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción

B' = ancho del área efectiva

α° = ángulo en grados que hace la carga con la vertical

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas - arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero, y la capacidad de carga se determina con la ecuación:

$$q_d = i_q \cdot \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1.4\phi) \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

$$s_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L} \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

$$s_\gamma = 1 - 0.2 \frac{B}{L} \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (2.19)$$

2.2.24. Factor de Seguridad

El cálculo de la capacidad admisible de zapatas superficiales, se divide la carga última entre el factor de seguridad (FS).

$$q_{\text{admisible}} = \frac{q_{\text{última}}}{FS} \dots\dots\dots (2.20)$$

Donde:

$q_{\text{admisible}}$: Capacidad admisible de carga última

El factor de seguridad generalmente se considera un valor de 3.

2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

Isovalores: Son líneas que unen los puntos de puntos en que la función tiene un mismo valor constante

Capacidad admisible del suelo: Se determina de la división de la capacidad de carga última entre el factor de seguridad (Comité Técnico de Normalización, 2018, p.46)

Cimentación: parte de la estructura que transmite la carga rectamente al suelo

Cimentación superficial: Se denomina así a las zapatas en la cual la relación Profundidad de desplante entre el ancho es menor o igual a 5 (Comité Técnico de Normalización, 2018, p.25).

Capacidad de carga: esfuerzo vertical al que puede ser sometida una masa de suelo, por efecto de la construcción de estructuras sobre ella, sin que presenten asentamientos que pongan en peligro la integridad o funcionalidad de dichas estructuras.

Capacidad de carga última: Es la carga por área unitaria de la zapata por la cual sucede una falla por corte en un suelo (Braja, 2012, p. 133).

Capacidad admisible: Se denomina a la capacidad que poseen los suelos para aguantar las cargas utilizadas sobre él. se define como la carga última entre el factor de seguridad (teniente, 2016, p. 8).

Profundidad de Cimentación (Df): Es la distancia vertical a la que se encuentra el nivel de desplante de la zapata.

Cohesión (c): Es la atracción entre partículas, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. Por lo tanto, la cohesión de un suelo variará si cambia su contenido de humedad.

Fricción Interna (ϕ): Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.

Punto de exploración: Lugar en el que se ejecuta cualquier técnica de exploración.

Calicata: Técnica de exploración.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis general

Los mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el sector Jinua- Distrito de Independencia-Huaraz 2020 es una herramienta que permite un real dimensionamiento de las cimentaciones superficiales.

3.1.2. Hipótesis específicas

A. Hipótesis específica 1

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Jinua, corresponden a suelos con ángulo de fricción de 25.14° y cohesión 0.95 ton/m^2

B. Hipótesis específica 2

Los valores de la capacidad admisible de los suelos del sector Jinua, son 2.25 kg/cm^2

C. Hipótesis específica 3

El mapa de isovalores de capacidad admisible de suelo del sector Jinua, determina capacidades admisibles hasta 2.07 kg/cm^2 para profundidad 1.50 m , para uso de cimentaciones superficiales.

3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.2.1. Identificación de la variable independiente

Variable independiente: Suelo en el Sector Jinua-Distrito Independencia-Huaraz 2020.

Indicadores: Los indicadores de medición de la variable independiente fueron las propiedades geotécnicas del suelo.

Escala para la medición de la variable: Las escalas de medición para la variable independiente son:

Valor de Cohesión del suelo: Razón

Valor de ángulo de fricción del suelo: Razón

Tabla 3.

Indicadores y escalas de medición de la variable independiente

Indicador	Escala de medición	Unidades
Propiedades geotécnicas del suelo	De razón	Ángulo de fricción (ϕ), en grados. Valor de cohesión (C) en kg/cm^2

Nota. Elaboración Propia

3.2.2. Identificación de la variable dependiente

Indicadores: Variable dependiente: capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales

Escala para la medición de la variable: Los indicadores de la variable dependiente son: Razón.

Tabla 4.

Indicadores y escalas de medición de la variable dependiente

Indicador	Escala de medición	Unidades
Capacidad admisible del suelo	De razón	Kg/cm^2

Nota. Elaboración Propia

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio es de origen cuantitativo descriptivo, debido a que se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Su objetivo es describir la naturaleza de un segmento demográfico, sin centrarse en las razones por las que se produce un determinado fenómeno. Es decir, describe el tema de investigación, sin cubrir por qué ocurre.

3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación del presente estudio es aplicado, debido a que encuentra orientado a solucionar la problemática de la ausencia de una determinación de los valores de la capacidad admisible del suelo que asegure un real dimensionamiento de las cimentaciones superficiales en la zona de estudio.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio es no experimental, de corte transversal, porque a la muestra se mide la variable una sola vez, en una sola oportunidad. Este estudio es prospectivo, porque los datos se han recogido posterior al planteamiento del proyecto.

3.6. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

Ámbito: El contexto en el que se empleó el estudio fue el sector Jinua, Distrito de independencia Huaraz, 2020.

Tiempo social de investigación: El periodo de investigación empezó el 07 de enero 2021 y concluyó el 20 de diciembre de 2021.

3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.7.1. Unidad de estudio

Geográficamente el área de estudio, sector Jinua, se encuentra situada en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Departamento

de Ancash. Se encuentra entre los paralelos $9^{\circ} 29'$ - $9^{\circ} 30'$ de Latitud Sur y los meridianos $77^{\circ}30'$ - $77^{\circ} 31'$ de Longitud Oeste. Encierra un área superficial de 1037433 metros cuadrados, y encierra un perímetro de 4156 metros lineales.

3.7.2. Población

En este estudio la población estuvo conformado por muestras de suelos del sector Jinua, perteneciente al distrito de independencia, Huaraz. En total fueron 12 muestras ubicadas aleatoriamente. La investigación estableció valores de capacidad admisible para una profundidad de 1.50 m y componentes de cimentación superficial de sección cuadrada.

3.7.3. Muestra

El tamaño de muestras se determinó en función del artículo 15, acápite b, de la norma técnica E.050 suelos y cimentaciones, la cual establece que el número de puntos de exploración se determina en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar. Bajo esta consideración la cantidad de muestras, según la norma E.050, es de 3 muestras por hectárea de terreno a habilitar.

En esta investigación, considerando que dentro de la zona existen terrenos agrícolas, se ha considerado un punto de exploración por hectárea con lo cual abarcaríamos 12 hectáreas de extensión superficial.

La muestra está constituida por toda la población. En total son 12 muestras de suelos del sector Jinua perteneciente al distrito de independencia, Huaraz.

Se extrajeron en puntos determinados aleatoriamente, las cuales son suficientes y cubren el área de estudio, y constituyen partes representativas del área de investigación, a una profundidad de 1.50 m.

Criterios de exclusión. - No forman parte de este estudio las muestras de suelo que no pertenecen al sector Jinua.

3.8. PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.8.1. Procedimiento

En la zona se ubicaron 12 puntos de exploración mediante la observación. Aplicando la calicata como técnica de exploración se obtuvo una muestra de suelo. Aplicando la técnica de la medición se obtuvieron los valores de la ficha técnica mediante los ensayos de campo y laboratorio.

3.8.2. Técnicas

La técnica para recabar la información fue la observación, constituida por la medición.

3.8.3. Instrumentos

El instrumento de recolección de la información fue la ficha técnica. Las fichas de los ensayos de campo y laboratorio. Los datos de la ficha técnica se alcanzaron mediante pruebas de laboratorio.

a) Equipos básicos de laboratorio

Los equipos básicos de laboratorio utilizados para realizar ensayos de mecánica de suelos, son los siguientes:

- Tamices
- Balanza con precisión de 0.1 gramos
- Horno para el secado de las muestras
- Copa Casagrande.
- Vidrio esmerilado.
- Contenedores

b) Normas técnicas de ensayo de mecánica de suelos

Las normas técnicas utilizadas para la ejecución de las pruebas de geotecnia y geología, fueron las siguientes:

- Norma técnica 339.127 (Contenido de humedad)
- Norma técnica 339.128 (Análisis Granulométrico por tamizado)
- Norma técnica 339.129 (Límite líquido y Límite plástico)

- Norma técnica 339.134 (Sistema Unificado de Clasificación SUCS)
- Norma técnica 339.143 (Densidad in situ)
- Norma técnica 339.171 (Corte Directo)

c) Equipo de Corte Directo

El instrumento de Corte Directo es la manera más sencilla de arreglo de análisis de corte. El instrumento de corte implica un cajón de corte de metal en la cual se pone la muestra extraída de suelo. La sección transversal es de 25 centímetros cuadrados y altura de 2 centímetros. El cajón está dividido horizontalmente en dos partes iguales. El empuje normal encima de la muestra se emplea desde la parte de arriba del cajón de corte trasladando una de las mitades del cajón con relación a la otra parte con lo que se provoca una falla en la muestra de suelo.

Figura 6.

Equipo de corte directo.



Nota: Colección Propia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

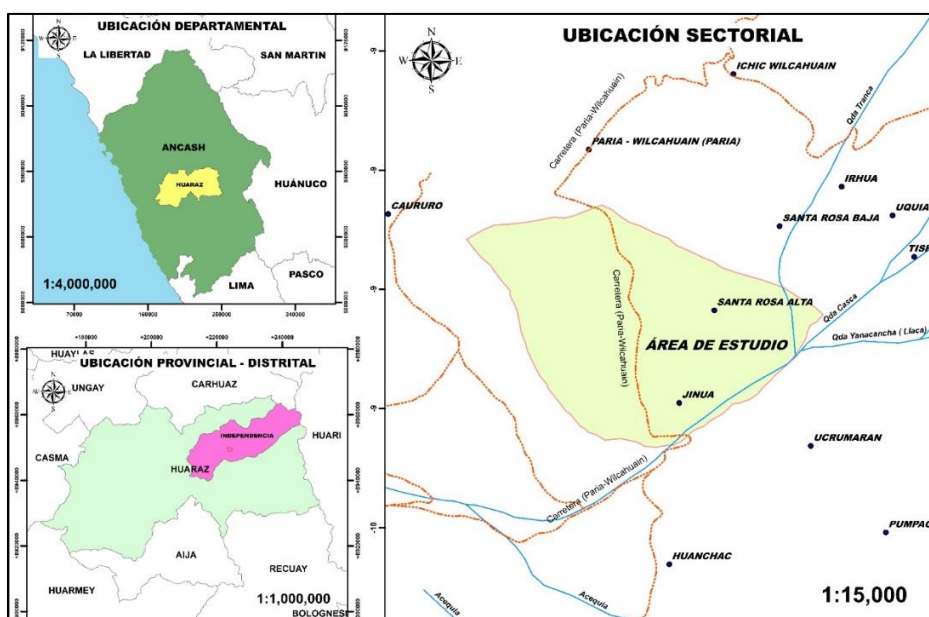
4.1.1. Caracterización de la zona de estudio

a) Ubicación

Geográficamente el área de estudio, sector Jinua, se encuentra situada en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. Se encuentra entre los paralelos $9^{\circ} 29'$ - $9^{\circ} 30'$ de Latitud Sur y los meridianos $77^{\circ} 30'$ - $77^{\circ} 31'$ de Longitud Oeste. Encierra un área de 1037433 m², y encierra un perímetro de 4156 m. Figura 7, figura 20 y anexo 10.

Figura 7.

Delimitación de la zona de estudio



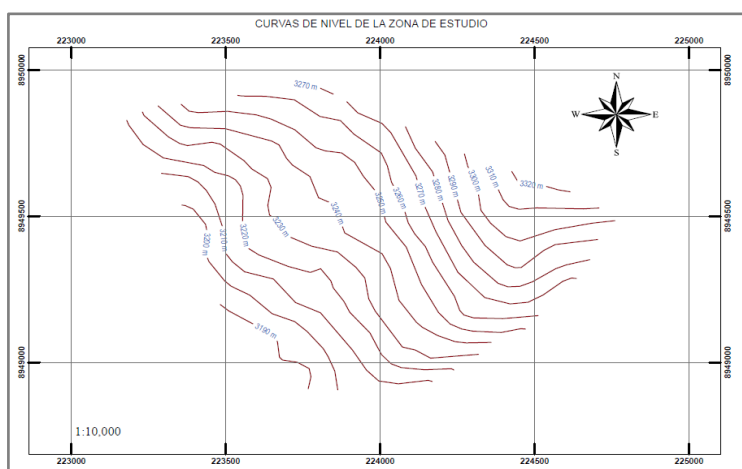
Nota: Elaboración propia.

b) Topografía

El área de estudio Sector Jinua Distrito de Independencia Huaraz, presenta una topografía de pendiente ascendente de Oeste a Este entre 15.0% a 20.0%. Figura 8, anexo11.

Figura 8.

Curvas de nivel de la zona de estudio.



Nota: obtenido con Arc GIS versión 10.4.

c) Sismicidad

Según el mapa de zonificación sísmica del Perú, Norma E.030, la zona de investigación está localizado en la zona sísmica 3

La peculiar localización de la región peruana respecto al ámbito geotectónico mundial, le atribuye una gran cantidad de movimientos sismológicos, lo que se puede observar en los incontables acontecimientos desastrosos que han ocurrido en la historia del país y con la posibilidad que ocurran otros.

El sismo de la historia y trascendental, ocurrido en el departamento de Ancash, corresponde a:

“Sismo ocurrido el 31 de mayo de 1970, en Ancash, con magnitud de 7.7 en la escala de Richter. Fue uno de los más catastróficos, murieron

50,000 personas, desaparecieron 20,000 y quedaron heridos 150,000 según informe de CRYRZA” (INDECI, 2003).

4.1.2. Zonificación del suelo en estudio

El argumento de la problemática evidencia que el sector Jinua Distrito de Independencia Huaraz tiene un crecimiento no planificado y sin ordenamiento territorial urbano, sin estudios de mecánica de suelos. Según el estudio de Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz realizados por INDECI, El sector Jinua del Distrito de independencia se ha asentado sobre un suelo aluvial de canto rodado con porcentaje de arena con arcilla de media a alta compacidad, sin nivel freático. Presenta un crecimiento urbano sin control urbano, al no contar las Municipalidades involucradas con planos urbanos actualizados.

El estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz y sus Áreas de Expansión realizado por el proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles del año 2003, incluyó un plan de investigación de suelos diseñado en base a 34 lugares de estudio a través de calicatas localizadas convenientemente. Con la información geológica superficial, clasificación de suelos, geomorfología y sismicidad del área en estudio permitan definir el Mapa de Peligros Integral de la Ciudad de Huaraz (INDECI, 2003).

En resumen, esta investigación “Mapa de Peligros de la Ciudad de Huaraz y sus Áreas de Expansión realizado por el proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles del año 2003”, Establece que el suelo del centro poblado Jinua del distrito y ciudad mencionada líneas arriba, presenta un crecimiento urbano acelerado y sin control.

4.1.3. Estudios Geotécnicos

Dentro de la zona de estudio, se realizaron exploraciones a través de la técnica de calicatas aplicando la norma NTP 339.162. Se realizaron 12 calicatas ubicadas aleatoriamente en el área de investigación que se reflejan figura 9, anexo 1 y anexo 12.

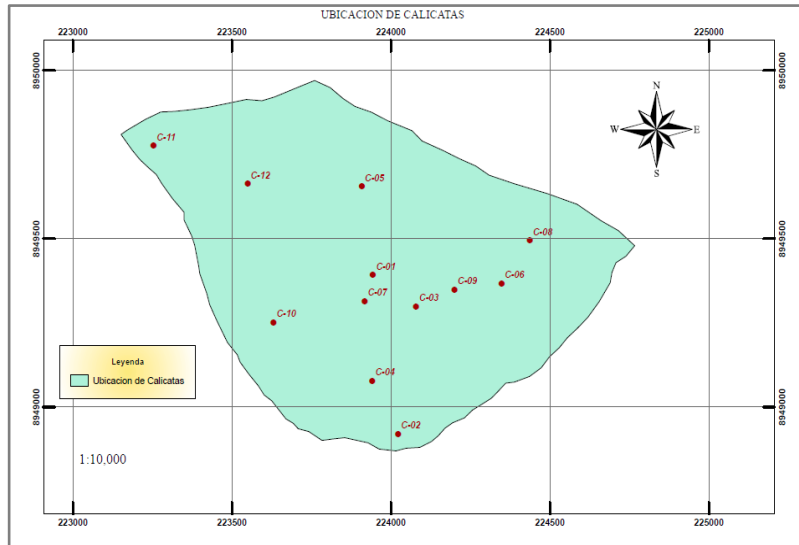
Figura 9.*Ubicación de calicatas en zona de estudio.**Nota:* Elaboración Propia, Obtenida con Arc GIS versión 10.4.**Figura 10.***Muestreo en calicata 02.**Nota:* Colección Propia.

Figura 11.

Muestreo en calicata 01.



Nota: Colección Propia.

Figura 12.

Muestreo en calicata 03.



Nota: Colección Propia.

Figura 13.

Muestreo en calicata 04.



Nota: Colección Propia.

Figura 14.

Muestreo en calicata 05.



Nota: Colección Propia.

4.1.4. Características físicas del suelo

Con el muestreo alterados obtenidas de cada una de las calicatas, se ha procedido a realizar los ensayos para establecer las características físicas del suelo. Se muestra en la tabla 5, tabla 6, tabla 7, anexo 2, anexo 3 y anexo 4. Las pruebas de laboratorio de mecánica de suelos realizadas y las normas aplicadas fueron los siguientes:

- Contenido de humedad, según la norma NTP 339.127
- Análisis granulométrico por tamizado, norma NTP 339.128
- Límite líquido y Límite plástico, norma NTP 339.129
- Clasificación Unificada de Suelos, norma NTP 339.134

Figura 15.

Prueba de límite líquido.



Nota: Colección Propia

Tabla 5.

Valores de composición granulométrica

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C-01	Mab-1	1.50	39.04	32.73	28.23
C-02	Mab-1	1.50	3.63	23.26	73.11
C-03	Mab-1	1.50	45.45	42.66	11.89
C-04	Mab-1	1.50	34.31	30.12	35.57
C-05	Mab-1	1.50	31.62	31.39	36.99

Tabla 5 (Continuación)*Valores de composición granulométrica*

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C-06	Mab-1	1.50	34.34	30.65	35.01
C-07	Mab-1	1.50	3.78	31.81	64.41
C-08	Mab-1	1.50	20.22	25.93	53.85
C-09	Mab-1	1.50	30.97	34.42	34.60
C-10	Mab-1	1.50	26.32	38.14	35.53
C-11	Mab-1	1.50	36.59	33.03	30.08
C-12	Mab-1	1.50	35.22	34.43	30.35

Nota: Elaboración propia.**Tabla 6.***Límite líquido, plástico e índice de plasticidad*

Calicata	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P.
C-01	31.79	22.62	9.17
C-02	36.25	18.47	17.78
C-03	27.59	20.49	7.10
C-04	28.40	15.10	13.30
C-05	29.39	15.55	13.84
C-06	27.31	14.32	13.00
C-07	42.22	27.00	15.22
C-08	38.75	20.07	18.68
C-09	31.63	17.24	14.39
C-10	28.41	16.66	11.75
C-11	31.03	17.58	13.45
C-12	31.20	16.64	14.56

Nota. Elaboración propia

Tabla 7.*Propiedades físicas de las muestras de suelos*

Calicata	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	I.P	Clasificación
C-01	39.04	32.73	28.23	9.17	GC
C-02	3.63	23.26	73.11	17.78	CL
C-03	45.45	42.66	11.89	7.10	GP-GC
C-04	34.31	30.12	35.57	13.30	GC
C-05	31.62	31.39	36.99	13.84	GC
C-06	34.34	30.65	35.01	13.00	GC
C-07	3.78	31.81	64.41	15.22	ML
C-08	20.22	25.93	53.85	18.68	CL
C-09	30.97	34.42	34.60	14.39	SC
C-10	26.32	38.14	35.53	11.75	SC
C-11	36.89	33.03	30.08	13.45	GC
C-12	35.22	34.43	30.35	14.56	GC

Contando con los hallazgos de las pruebas realizadas en el laboratorio y con tipificación de suelos, se definen los perfiles estratigráficos de las calicatas, como a continuación se determina:

Calicata 1: Estrato conformado por material grava arcillosa con arena, de tonalidad canela, con presencia de bolonería, compuesto por 39.04% de grava, 32.73% de arena y 28.23% de finos, presenta un contenido de humedad de 13.24%.

Calicata 2: Estrato conformado por arcillas inorgánicas de plasticidad media, de tonalidad café canela, sin presencia de bolonería, compuesto por 3.63% de grava, 23.26% de arena y 73.11% de finos, contiene un grado de humedad de 17.72%.

Calicata 3: Estrato conformado por material grava mal graduada con arcilla y arena, compuesto por 45.45% de grava, 43.00% de arena y 11.89% de finos, contiene un grado de humedecimiento de 13%.

Calicata 4: Estrato conformado por material grava arcillosa con arena, de tonalidad canela compuesto por 34.31% de grava, 30.12% de arena y 35.57% de finos, contiene un grado de humedad de 13%.

Calicata 5: Estrato conformado por material grava arcillosa con arena, de tonalidad canela, con presencia de bolonería, compuesto por 31.62% de grava, 31.39% de arena y 36.99% de finos, contiene un grado de humedad de 14.72%.

Calicata 6: Estrato conformado por material grava arcillosa con arena, de tonalidad café canela, con presencia de bolonería, compuesto por 34.34% de grava, 30.65% de arena y 35.01% de finos, contiene un grado de humedad de 13.05%.

Calicata 7: Estrato conformado por material limo arenosa, de tonalidad café, compuesto por 3.78% de grava, 31.81% de arena y 64.41% de finos. No presenta nivel freático.

Calicata 8: Estrato conformado por material arcilla mal gradada gravosa, de tonalidad café, compuesto por 20.22% de grava, 25.93% de arena y 53.85% de finos, con límite líquido de 38.75% e índice de plasticidad de 18.68.

Calicata 9: Estrato conformado por material arena arcillosa con grava, de tonalidad canela, con presencia de bolonería, compuesto por 30.97% de grava, 34.42% de arena, 34.60% de finos, contiene un grado de humedad de 12.51%.

Calicata 10: Estrato conformado por material arena arcillosa con grava, compuesto por 26.32% de grava, 38.14% de arena, 35.53% de finos.

Calicata 11: Estrato conformado por material grava arcillosa con arena, compuesto por 36.89% de grava, 33.03% de arena, 30.08% de finos, límite líquido: 31.03% e índice de plasticidad de 13.45.

Calicata 12: Estrato conformado por material grava arcillosa con arena, de tonalidad café canela, con presencia de boloneria, compuesto por 35.22% de grava, 34.43% de arena, 30.35% de finos, límite líquido de 31.20% y un índice de plasticidad de 14.56%. En ninguna de las calicatas se presenta nivel freático.

En la tabla 5 se muestran los resultados de la distribución granulométrica de las muestras de suelo. En la tabla 6 se muestran los hallazgos obtenidos del límite líquido, límite plástico e Índice de Plasticidad de las muestras de suelo.

En la tabla 7 se muestran las propiedades físicas de las muestras de suelo de las calicatas

4.1.5. Propiedades Mecánicas del suelo

Para determinar las propiedades mecánicas del suelo se han realizado ensayos de corte directo en laboratorios con muestreos conseguidos de las 12 calicatas, de acuerdo a la norma NTP 339.171. Sobre la base de estas pruebas de corte directo, se calculó el valor del ángulo de fricción del suelo identificado por " ϕ " y el valor de la cohesión del suelo identificado por " c ".

Las muestras ensayadas para determinar el ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c) del suelo, en el equipo de corte directo, presenta las siguientes características:

Sección cuadrada de 5 cm de lado, Altura (H): 2 cm, Área (A): 25 cm².

De la muestra obtenida de cada calicata se prepararon tres muestras y se ensayaron en el equipo de corte directo, obteniéndose los valores que muestra la tabla 8, anexo 8, anexo 9.

Tabla 8.*Esfuerzo normal y cortante del suelo.*

Esfuerzo Normal	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
Etapa	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
E. Cortante (kg/cm ²)	0.3224	0.0743	0.56581	0.12105	1.02416	0.15510
F. Cortante (kg)	9.9450	10.250	9.00100	10.4680	62.3560	10.2450
Cohesión	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0932	0.0592
Angulo de Fricción	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	25.0100	2.85150

Nota: Elaboración propia.

Con el valor del empuje normal en el eje horizontal, y el valor del empuje cortante en el eje vertical, es decir (σ_1, τ_1) definimos un punto correspondiente a la curva de resistencia del material ensayado. Por lo tanto, repitiendo el procedimiento anterior con dos muestras más sobre las que aplicamos tensiones normales σ_2, σ_3 obtenemos otros dos pares de valores (σ_2, τ_2) y (σ_3, τ_3) con los cuales definimos la curva de resistencia, por un análisis de regresión lineal por mínimos cuadrados. La recta así definida forma un ángulo con el eje horizontal denominado ángulo de fricción interna del suelo y lo identificamos con “ ϕ ”, y al valor del eje vertical al origen se denomina cohesión y lo identificamos con “c”.

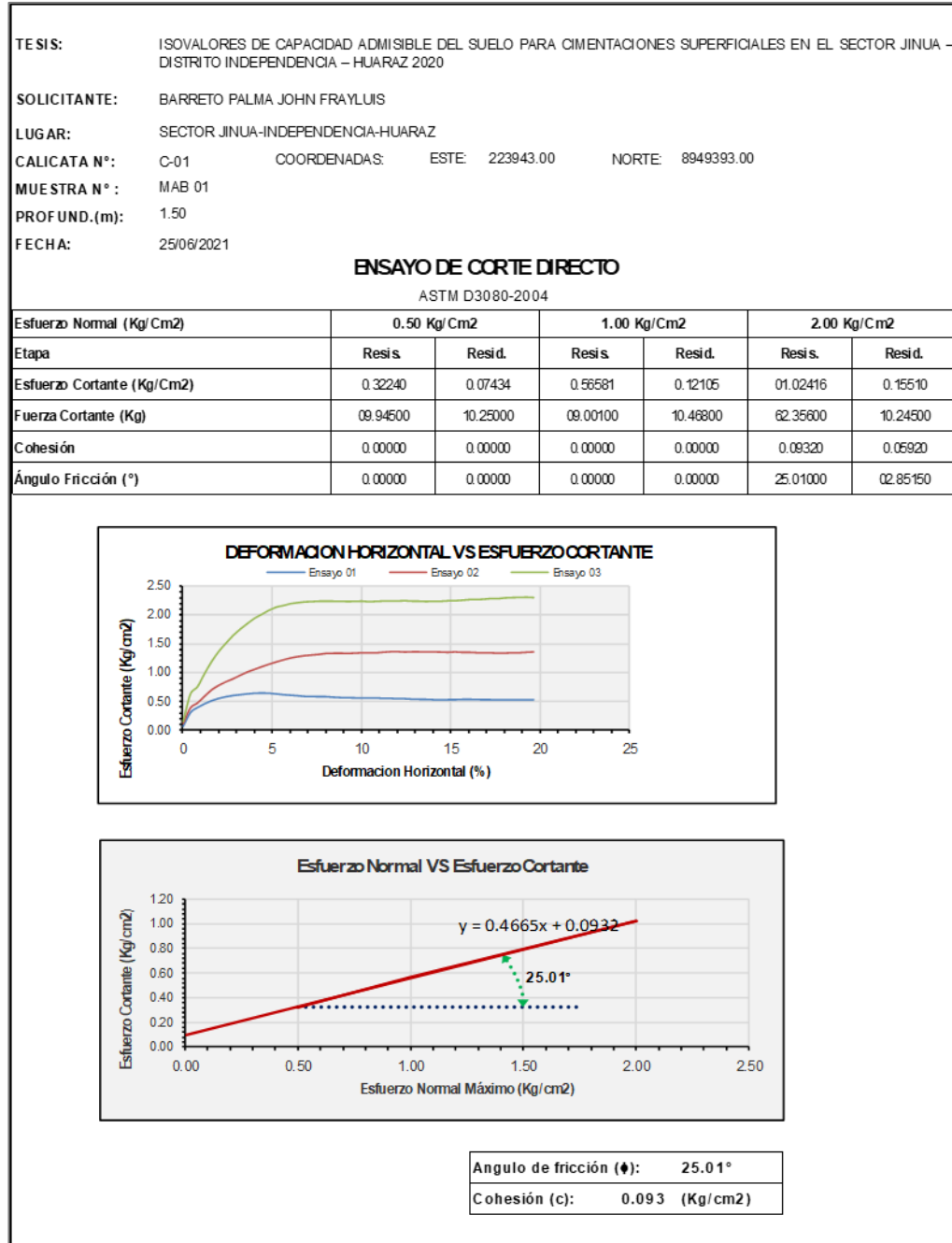
En la figura 16, se muestra el valor del ángulo de fricción interno del suelo identificado con (ϕ) y el valor de la cohesión del suelo identificado con “c” correspondiente a la calicata 01.

La tabla 9 muestra el ángulo de fricción interna (ϕ) y la cohesión (c) de cada una de las muestras de suelo de la zona en estudio.

Posteriormente con estos valores determinamos la capacidad admisible para cada calicata, aplicando la teoría propuesta por Terzaghi que plantean los resultados moderados para el caso de cimentaciones superficiales cuadradas.

Figura 16.

Resultado de ensayo de corte directo calicata 01.



Nota: Elaboración Propia, obtenido con Excel 2019.

Tabla 9.*Angulo de fricción y cohesión del suelo.*

Calicata	Angulo de fricción	Cohesión (c)		Clasificación
	(°)	(Kg/cm ²)	(Ton/m ²)	(SUCS)
C-01	25.01	0.093	0.93	GC
C-02	20.12	0.110	1.10	CL
C-03	37.34	0.035	0.35	GP-GC
C-04	28.87	0.070	0.70	GC
C-05	28.37	0.084	0.84	GC
C-06	24.41	0.051	0.51	GC
C-07	15.13	0.000	0.00	ML
C-08	14.53	0.181	1.81	CL
C-09	25.69	0.055	0.55	SC
C-10	25.44	0.033	0.33	SC
C-11	25.14	0.085	0.85	GC
C-12	24.48	0.088	0.88	GC

Nota: Elaboración propia.

El ángulo de fricción (ϕ) del suelo mínimo corresponde al muestreo de la calicata C-08, y en el caso del máximo ángulo de fricción (ϕ) del suelo corresponde al muestreo de la calicata C-03.

4.1.6. Determinación de la Capacidad Admisible

Los resultados de la capacidad admisible de los suelos de la zona en investigación, se calculan con base a la formulación matemática descrita en el marco teórico, con los valores del ángulo de fricción y la cohesión del suelo determinado.

Para calcular la carga última de una cimentación superficial, existen diferentes teorías, cada una dependiendo de las cualidades y atributos del suelo; al igual que dependiendo de las propiedades de la cimentación. La presente investigación evalúa los esfuerzos verticales por acción de cargas

externas y posteriormente determina la capacidad admisible aplicando la teoría Terzaghi.

Esfuerzos verticales

El empuje que provoca una cimentación superficial respecto al suelo resulta ser un esfuerzo vertical, debido a ello se investigan los esfuerzos con cargas puntuales, rectangulares y de peso propio, con datos para la calicata C-1 que obtiene una profundidad de 1.5 m.

a) Carga puntual “P”, teoría de Boussinesq

Se emplea para cargas verticales que se centran en una sola parte; y actuantes en la superficie horizontal de un medio semi-infinito, homogéneo, isótropo y linealmente elástico. Se determina σ_z aplicando la formulación matemática siguiente:

$$\sigma_z = \frac{3.P.z^3}{2.\pi.(r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}}$$

Idealizando la acción de una columna, a través de una carga puntual, (P), para lo cual consideramos.

- Edificación de 4 pisos. Sistema aporricado.
- Distancia entre ejes 6 m (Horizontal y vertical)
- Considerando una carga de 1.5 Ton/m², la carga puntual (P), será:
- Carga puntual (P) = (1.5 Ton/m²) x (área) x (número de pisos)
- P = (1.5 Ton/m²) x (36 m²) x (4 pisos) = 216 Ton
- Con el valor de P= 216 Ton, calculamos σ_z .
- Condición: x= 0; y=0; r=0; z= variable cada 0.50 m.

Tabla 10.

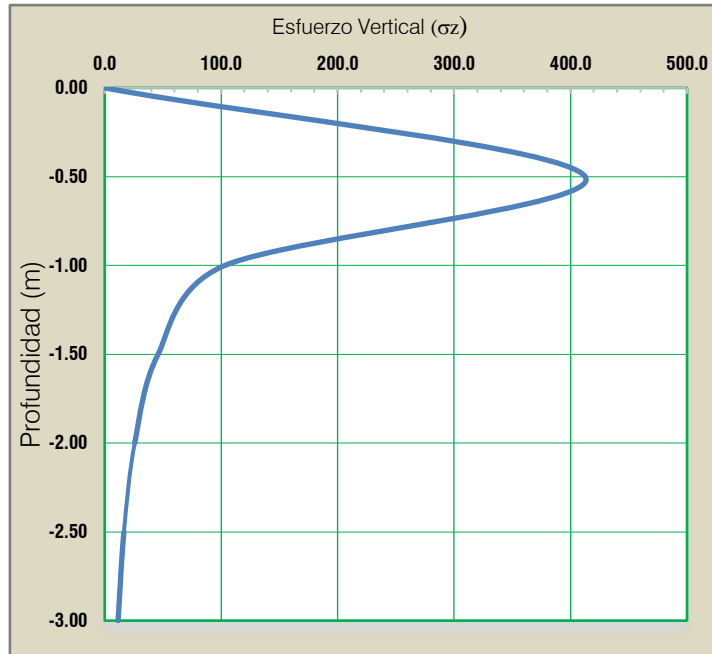
Esfuerzo vertical en el suelo debajo de zona cargada

z (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
σ_z	0.00	412.23	103.13	45.84	25.78	16.50	11.46

Nota: Elaboración Propia, obtenido con Excel 2019.

Figura 17.

Variación esfuerzo vertical vs profundidad



Nota: Elaboración Propia, obtenido con Excel 2019.

Del diagrama de esfuerzo vertical versus profundidad, figura 17, podemos determinar que el resultado límite superior en la curva de esfuerzo vertical en contraste con la profundidad, se obtiene una profundidad de 0.6 m en la coordenada, en relación a la superficie del terreno.

b) Carga Rectangular Distribuida (q), teoría de Boussinesq

Para medir el aumento de esfuerzo vertical debajo de una superficie rectangular elástica cargado, empleamos la solución de Boussinesq.

El área de carga está ubicada en la parte superficial del terreno además posee una longitud (L) y anchura (B). La carga esparcida de forma uniforme por unidad de área es igual a q. Para calcular el esfuerzo vertical σ en el punto situado a una profundidad z por debajo de la esquina del área rectangular puede ser obtenida con:

$$\sigma_z = q \cdot I$$

Donde:

q = Carga distribuida o presión de carga rectangular.

I : Factor de influencia que depende de m y n .

$B=L=1$ (asumido para idealizar el cálculo)

Idealizando la distribución estructural de una vivienda con columnas separadas uniformemente entre sus coordenadas, se determina el esfuerzo vertical en el centro de la columna para un cimiento de $B= 1.0$ m x $L=1.0$ m, y $q= 5$ Ton/m², determinamos σ_z (Ton/m²) cada 0.50 m.

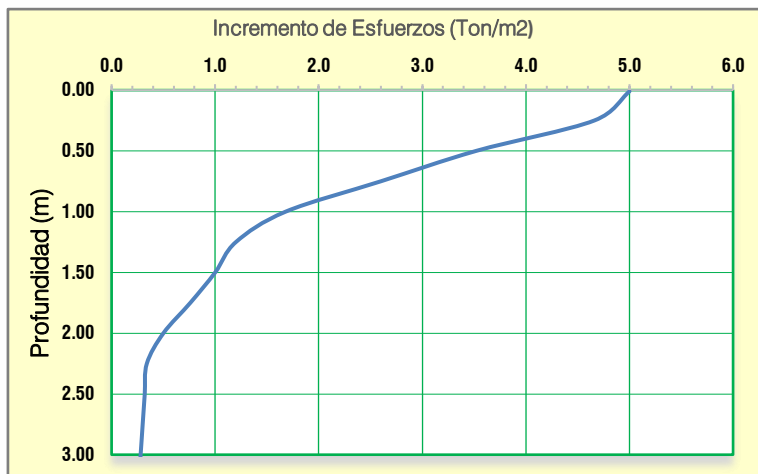
En la tabla 11 se reflejan los valores conseguidos de los esfuerzos verticales cada 0.50 m hasta una profundidad de 3 m y en la figura 18 el incremento de esfuerzos.

Tabla 11.

Valores de esfuerzo vertical en centro de la zapata.

z (m)	B	L	$m'= B/z$	$n'= L/z$	I	q (Ton/m ²)	σ_z (Ton/m ²)
0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.250	5.00	5.00
0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.176	5.00	3.52
1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.084	5.00	1.68
1.50	0.50	0.50	0.33	0.33	0.050	5.00	1.00
2.00	0.50	0.50	0.25	0.25	0.025	5.00	0.50
2.50	0.50	0.50	0.20	0.20	0.016	5.00	0.32
3.00	0.50	0.50	0.17	0.17	0.014	5.00	0.28

Nota: Elaboración Propia, obtenido con Excel 2019.

Figura 18.*Incremento de esfuerzos.**Nota:* Elaboración Propia, obtenido con Excel 2019.**4.1.7. Capacidad admisible (Teoría de Terzaghi)**

Para calcular la capacidad de carga admisible del suelo usando la teoría de Terzaghi, se ha considerado la compacidad del suelo que se determina en función del índice de vacíos. En la tabla 12, se reflejan los resultados de la densidad relativa.

Tabla 12.*Densidad relativa del suelo.*

Calicata	D50	emax-emin	emin	emax	e	Dr	Df/D*
C-1	1.60	0.27	0.31	0.50	0.34	0.87	1.50
C-2	0.50	0.35	0.41	0.66	0.45	0.85	1.50
C-3	3.70	0.25	0.29	0.46	0.35	0.65	1.50
C-4	2.50	0.25	0.30	0.48	0.32	0.88	1.50
C-5	0.85	0.30	0.35	0.57	0.38	0.88	1.50
C-6	1.50	0.27	0.32	0.51	0.34	0.88	1.00
C-7	8.00	0.24	0.28	0.45	0.30	0.88	1.00
C-8	2.50	0.25	0.30	0.48	0.32	0.88	1.00

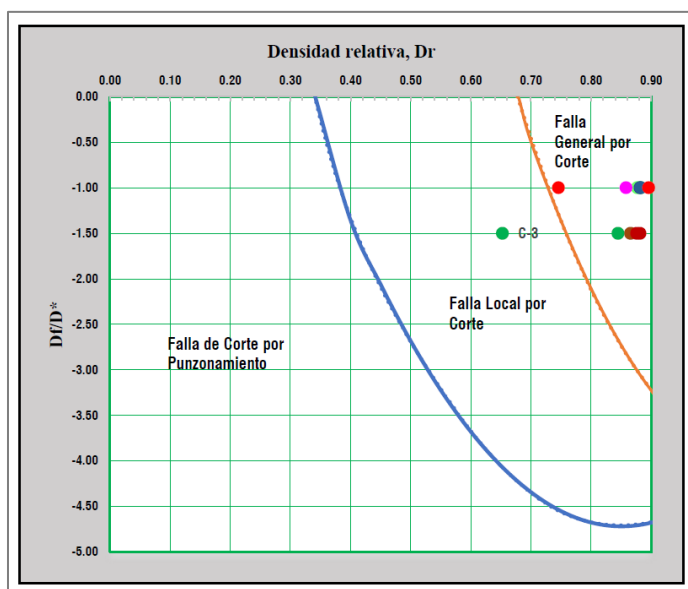
C-9	1.50	0.27	0.32	0.51	0.34	0.88	1.00
C-10	6.00	0.24	0.28	0.45	0.30	0.90	1.00
C-11	10.00	0.24	0.28	0.44	0.32	0.75	1.00
C-12	12.00	0.24	0.28	0.44	0.30	0.86	1.00

Nota: Elaboración Propia.

Con los datos de densidad relativa, se obtiene la figura 19, en base al cual determinamos que las muestras corresponden a una clase de falla general por corte, con lo cual seleccionamos la ecuación (2.2) y (2.3) para determinar la capacidad de carga del suelo y con ello la capacidad admisible respectiva. De la información de la figura 19, según la teoría de Terzaghi, se determina que el tipo de falla que presenta la zona materia de estudio es la falla general por corte, por consiguiente, para calcular la capacidad admisible se debe utilizar la fórmula (2.2) para calcular la capacidad de carga para una zapata corrida y la fórmula (2.3) para determinar la capacidad de carga para una zapata cuadrada.

Figura 19.

Tipo de falla.



Nota: Elaboración Propia.

Zapata Corrida

$$q_u = \frac{2}{3} c \cdot N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Zapata Cuadrada

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

El cálculo de la capacidad admisible se realiza con un factor de seguridad (F.S. =3), para los datos obtenidos en laboratorio y campo, para la calicata C-01, tenemos:

Cimentación corrida:

$c = 0.93 \text{ Ton/m}^2$; $\phi = 25.01^\circ$; $\gamma = 1.85 \text{ Ton/m}^3$; $D_f = 1.50 \text{ m}$; $q = \gamma \cdot D_f = 2.78 \text{ Ton/m}^2$; $B = 1.00 \text{ m}$; $N_c = 25.12$; $N_q = 12.72$; $N_\gamma = 12.80$; F.S. = 3.00
 $q_{ult} = (0.93) (25.12) + (2.78) (12.72) + (0.5) (1.85) (1.0) (12.80) = 7.05$
 $q_{adm} = (7.05 \text{ Kg/cm}^2)/\text{F.S.}$

$$q_{adm} = (7.05 \text{ Kg/cm}^2) / 3.0 = 2.35 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{adm} = 2.35 \text{ Kg/cm}^2$ Valor de la capacidad admisible para zapata continua

Zapata cuadrada:

$c = 0.93 \text{ Ton/m}^2$; $\phi = 25.01^\circ$; $\gamma = 1.85 \text{ Ton/m}^3$; $D_f = 1.50 \text{ m}$; $q = \gamma \cdot D_f = 2.78 \text{ Ton/m}^2$; $B = 1.00 \text{ m}$; $N_c = 25.12$; $N_q = 12.72$; $N_\gamma = 12.80$; F.S. = 3.00
 $q_{ult} = (1.30) (0.93) (25.12) + (2.78) (12.72) + (0.4) (1.85) (1.0) (12.80) = 7.51$
 Kg/cm^2

$$q_{adm} = (7.51 \text{ Kg/cm}^2)/\text{F.S.}$$

$$q_{adm} = (7.51 \text{ Kg/cm}^2) / 3.0 = 2.50 \text{ Kg/cm}^2$$

$q_{adm} = 2.50 \text{ Kg/cm}^2$ Valor de la capacidad admisible para zapata cuadrada.

En la tabla 13 se refleja la capacidad admisible del suelo de la zapata continua, y en la tabla 14 se muestra la capacidad admisible del suelo de la zapata cuadrada para una profundidad de 1.00 m, y en el anexo 13 se muestra el mapa de isovalores.

Tabla 13.*Capacidad admisible cimentación corrida (prof. 1.00 m).*

Calicata	c (Ton/m ²)	ϕ (°)	γ (Ton/m ³)	Df (m)	q (Ton/m ²)	B (m)	C. Adm (Kg/cm ²)
C-01	0.93	25.01	1.85	1.00	1.85	1.00	1.96
C-02	1.10	20.12	1.85	1.00	1.85	1.00	1.31
C-03	0.35	37.34	1.85	1.00	1.85	1.00	7.00
C-04	0.70	28.87	1.85	1.00	1.85	1.00	2.70
C-05	0.84	28.37	1.85	1.00	1.85	1.00	2.71
C-06	0.51	24.41	1.85	1.00	1.85	1.00	1.50
C-07	0.00	15.13	1.42	1.00	1.42	1.00	0.28
C-08	1.81	14.53	1.85	1.00	1.85	1.00	1.10
C-09	0.55	25.69	1.85	1.00	1.85	1.00	1.77
C-10	0.33	25.44	1.85	1.00	1.85	1.00	1.53
C-11	0.85	25.14	1.85	1.00	1.85	1.00	1.92
C-12	0.88	24.48	1.85	1.00	1.85	1.00	1.82

Nota: Elaboración Propia.**Tabla 14.***Capacidad admisible zapata cuadrada (prof. 1.00).*

Calicata	c (Ton/m ²)	ϕ (°)	γ (Ton/m ³)	Df (m)	q (Ton/m ²)	B (m)	C. Adm (Kg/cm ²)
C-01	0.93	25.01	1.85	1.00	1.85	1.00	2.11
C-02	1.10	20.12	1.85	1.00	1.85	1.00	1.47
C-03	0.35	37.34	1.85	1.00	1.85	1.00	6.72
C-04	0.70	28.87	1.85	1.00	1.85	1.00	2.80
C-05	0.84	28.37	1.85	1.00	1.85	1.00	2.85
C-06	0.51	24.41	1.85	1.00	1.85	1.00	1.55
C-07	0.00	15.13	1.42	1.00	1.42	1.00	0.27
C-08	1.81	14.53	1.85	1.00	1.85	1.00	1.31
C-09	0.55	25.69	1.85	1.00	1.85	1.00	1.83
C-10	0.33	25.44	1.85	1.00	1.85	1.00	1.53
C-11	0.85	25.14	1.85	1.00	1.85	1.00	2.05
C-12	0.88	24.48	1.85	1.00	1.85	1.00	1.95

Nota: Elaboración Propia.

En la tabla 15 se refleja la capacidad admisible del suelo de la cimentación continua, y en la tabla 16 se muestra la capacidad admisible del suelo de la zapata cuadrada para una profundidad de 1.50 m, y en el anexo 14 se muestra el mapa de isovalores.

Tabla 15.

Capacidad admisible cimentación corrida (prof. 1.50).

Calicata	c (Ton/m ²)	ϕ (°)	γ (Ton/m ³)	Df (m)	q (Ton/m ²)	B (m)	C. Adm (Kg/cm ²)
C-01	0.93	25.01	1.85	1.50	2.78	1.00	2.35
C-02	1.10	20.12	1.85	1.50	2.78	1.00	1.54
C-03	0.35	37.34	1.85	1.50	2.78	1.00	8.74
C-04	0.70	28.87	1.85	1.50	2.78	1.00	3.31
C-05	0.84	28.37	1.85	1.50	2.78	1.00	3.28
C-06	0.51	24.41	1.85	1.50	2.78	1.00	1.87
C-07	0.00	15.13	1.42	1.50	2.13	1.00	0.39
C-08	1.81	14.53	1.85	1.50	2.78	1.00	1.23
C-09	0.55	25.69	1.85	1.50	2.78	1.00	2.19
C-10	0.33	25.44	1.85	1.50	2.78	1.00	1.94
C-11	0.85	25.14	1.85	1.50	2.78	1.00	2.32
C-12	0.88	24.48	1.85	1.50	2.78	1.00	2.19

Nota: Elaboración Propia.

En la tabla 16 se refleja los valores calculados de la capacidad admisible del suelo para una zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 1.50 m, considerando el valor de c y de ϕ determinado en cada calicata. En el anexo 14 se muestra el mapa de isovalores.

Tabla 16.*Capacidad admisible zapata cuadrada (prof. 1.50 m).*

Calicata	c (Ton/m ²)	ϕ (°)	γ (Ton/m ³)	Df (m)	q (Ton/m ²)	B (m)	C. Adm (Kg/cm ²)
C-01	0.93	25.01	1.85	1.50	2.78	1.00	2.50
C-02	1.10	20.12	1.85	1.50	2.78	1.00	1.70
C-03	0.35	37.34	1.85	1.50	2.78	1.00	8.45
C-04	0.70	28.87	1.85	1.50	2.78	1.00	3.41
C-05	0.84	28.37	1.85	1.50	2.78	1.00	3.42
C-06	0.51	24.41	1.85	1.50	2.78	1.00	1.92
C-07	0.00	15.13	1.42	1.50	2.13	1.00	0.38
C-08	1.81	14.53	1.85	1.50	2.78	1.00	1.44
C-09	0.55	25.69	1.85	1.50	2.78	1.00	2.25
C-10	0.33	25.44	1.85	1.50	2.78	1.00	1.94
C-11	0.85	25.14	1.85	1.50	2.78	1.00	2.45
C-12	0.88	24.48	1.85	1.50	2.78	1.00	2.33

Nota: Elaboración Propia.

En la tabla 17 se refleja la capacidad admisible del suelo de la cimentación continua, a una profundidad de desplante de 2.0 m, y en la tabla 18 se muestra la capacidad admisible del suelo de la zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 2.00 m. En el anexo 15 se muestra el mapa de isovalores.

Tabla 17.*Capacidad admisible cimentación corrida (prof. 2.0).*

Calicata	c (Ton/m ²)	ϕ (°)	γ (Ton/m ³)	Df (m)	q (Ton/m ²)	B (m)	C. Adm (Kg/cm ²)
C-01	0.93	25.01	1.85	2.00	3.70	1.00	2.74
C-02	1.10	20.12	1.85	2.00	3.70	1.00	1.77
C-03	0.35	37.34	1.85	2.00	3.70	1.00	10.47
C-04	0.70	28.87	1.85	2.00	3.70	1.00	3.92
C-05	0.84	28.37	1.85	2.00	3.70	1.00	3.85
C-06	0.51	24.41	1.85	2.00	3.70	1.00	2.24
C-07	0.00	15.13	1.42	2.00	2.84	1.00	0.50
C-08	1.81	14.53	1.85	2.00	3.70	1.00	1.36
C-09	0.55	25.69	1.85	2.00	3.70	1.00	2.61
C-10	0.33	25.44	1.85	2.00	3.70	1.00	2.35
C-11	0.85	25.14	1.85	2.00	3.70	1.00	2.71
C-12	0.88	24.48	1.85	2.00	3.70	1.00	2.56

Nota: Elaboración Propia.**Tabla 18.***Capacidad admisible zapata cuadrada (prof. 2.0 m).*

Calicata	c (Ton/m ²)	ϕ (°)	γ (Ton/m ³)	Df (m)	q (Ton/m ²)	B (m)	C. Adm (Kg/cm ²)
C-01	0.93	25.01	1.85	2.00	3.70	1.00	2.90
C-02	1.10	20.12	1.85	2.00	3.70	1.00	1.93
C-03	0.35	37.34	1.85	2.00	3.70	1.00	10.19
C-04	0.70	28.87	1.85	2.00	3.70	1.00	4.01
C-05	0.84	28.37	1.85	2.00	3.70	1.00	3.99
C-06	0.51	24.41	1.85	2.00	3.70	1.00	2.29
C-07	0.00	15.13	1.42	2.00	2.84	1.00	0.48
C-08	1.81	14.53	1.85	2.00	3.70	1.00	1.57
C-09	0.55	25.69	1.85	2.00	3.70	1.00	2.67
C-10	0.33	25.44	1.85	2.00	3.70	1.00	2.35
C-11	0.85	25.14	1.85	2.00	3.70	1.00	2.85
C-12	0.88	24.48	1.85	2.00	3.70	1.00	2.70

Nota: Elaboración Propia.

En la tabla 19 se refleja el resumen de la capacidad admisible del suelo para una cimentación continua, y una zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 1.00 m, 1.50 m y 2.00 m respectivamente.

Tabla 19.

Resumen de valores de capacidad admisible

Calicata	Capacidad Admisible			Capacidad Admisible		
	Cimentación Continua			Zapata Cuadrada		
	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
C-01	1.96	2.35	2.74	2.11	2.50	2.90
C-02	1.31	1.54	1.77	1.47	1.70	1.93
C-03	7.00	8.74	10.47	6.72	8.45	10.19
C-04	2.70	3.31	3.92	2.80	3.41	4.01
C-05	2.71	3.28	3.85	2.85	3.42	3.99
C-06	1.50	1.87	2.24	1.55	1.92	2.29
C-07	0.28	0.39	0.50	0.27	0.38	0.48
C-08	1.10	1.23	1.36	1.31	1.44	1.57
C-09	1.77	2.19	2.61	1.83	2.25	2.67
C-10	1.53	1.94	2.35	1.53	1.94	2.35
C-11	1.92	2.32	2.71	2.05	2.45	2.85
C-12	1.82	2.19	2.56	1.95	2.33	2.70

Figura 20.

Vista general de zona de estudio



Nota. Adaptado de Google Earth

4.2 DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Con la muestra de suelos obtenida de cada calicata, se realizaron ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales GEOSTRUCT, para determinar el contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, límite líquido, límite plástico, clasificación de suelos según SUCS, ángulo de fricción (ϕ) y cohesión (c). cuyas coordenadas de cada calicata se muestra en la tabla 20 y Anexo 1. Con las muestras así seleccionadas, primero, se definieron las propiedades físicas del suelo, mediante las pruebas de contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, límite líquido y límite plástico. Los resultados se muestran en la tabla 5, tabla 6 y tabla 7. Anexo 2, anexo 3, anexo 4, anexo 5, anexo 6 y anexo 7. En segundo lugar, se determina las propiedades mecánicas del suelo, a través del ensayo de corte directo, de cuyo ensayo se obtuvo el ángulo de fricción identificado con la letra ϕ , y la cohesión del suelo identificado con la letra c . Los resultados se muestran en la tabla 9, anexo 8, anexo 9

Con los resultados del ángulo de fricción (ϕ) y el valor de la cohesión (c), se determinó la capacidad admisible empleando la hipótesis de Terzaghi y la hipótesis de la Norma E.050 2018, para una profundidad de 1.0 m, 1.50 m y 2.0 m con dimensiones de zapata de sección cuadrada. La representación gráfica de la capacidad admisible del suelo se realizó con el software Arc GIS versión 10.4, mediante el método kriging, el cual es un procedimiento geoestadístico que genera una superficie a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores determinados. El método de interpolación está basado en modelos estadísticos que incluyen las relaciones estadísticas entre los puntos medidos y Excel en su versión 2019. Como el suelo en análisis, en su mayoría, es una composición de grava y arcilla, la representación gráfica se realiza empleando valores de la capacidad admisible determinado según la hipótesis de Terzaghi, pues en la formulación matemática para determinar la capacidad admisible intervienen el ángulo de fricción y la cohesión simultáneamente.

Tabla 20.
Coordenadas de localización de calicatas

CALICATA	ESTE	NORTE	MUESTRA	PROF. (m)
C-01	223943.00	8949393.00	Mab-1	1.50
C-02	224022.00	8948920.00	Mab-1	1.50
C-03	224079.00	8949300.00	Mab-1	1.50
C-04	223941.00	8949078.00	Mab-1	1.50
C-05	223908.00	8949656.00	Mab-1	1.50
C-06	224348.00	8949368.00	Mab-1	1.50
C-07	223917.00	8949315.00	Mab-1	1.50
C-08	224437.00	8949496.00	Mab-1	1.50
C-09	224200.00	8949349.00	Mab-1	1.50
C-10	223630.00	8949252.00	Mab-1	1.50
C-11	223253.00	8949777.00	Mab-1	1.50
C-12	223549.00	8949664.00	Mab-1	1.50

Nota: Elaboración propia

4.3. RESULTADOS

a) Propiedades físicas del suelo

Con el muestreo de suelos tomados de cada calicata, se establecen las propiedades físicas del suelo que a continuación se describen:

a.1) Textura: es la que establece la proporción relativa de los diferentes tamaños de partículas minerales presentes en el suelo. En la tabla 21 se muestra la composición en porcentaje de grava, arena y finos del suelo y en el anexo 1, anexo2, anexo 3 y anexo 4 se muestran el mapa de isovalores.

Tabla 21.*Composición del suelo*

Calicata	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Calicata	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C-01	39.04	32.73	28.23	C-07	3.78	31.81	64.41
C-02	3.63	23.26	73.11	C-08	20.22	25.93	53.85
C-03	45.45	42.66	11.89	C-09	30.97	34.42	34.60
C-04	34.31	30.12	35.57	C-10	26.32	38.14	35.53
C-05	31.62	31.39	36.99	C-11	36.59	33.03	30.08
C-06	34.34	30.65	35.01	C-12	35.22	34.43	30.35

Nota: Elaboración propia

a.2) Consistencia: Es el estado físico de la combinación de suelo y agua, definida como la resistencia al flujo, que se relaciona con el poder de atracción entre moléculas. La Tabla 22 muestra el contenido del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo. En el anexo 5, anexo 6 y anexo 7 se muestran el mapa de isovalores.

Tabla 22.*Valores de límites de consistencia*

Calicata	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P.	Calicata	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P.
C-01	31.79	22.62	9.17	C-07	42.22	27.00	15.22
C-02	36.25	18.47	17.78	C-08	38.75	20.07	18.68
C-03	27.59	20.49	7.10	C-09	31.63	17.24	14.39
C-04	28.40	15.10	13.30	C-10	28.41	16.66	11.75
C-05	29.39	15.55	13.84	C-11	31.03	17.58	13.45
C-06	27.31	14.32	13.00	C-12	31.20	16.64	14.56

Nota: Elaboración propia.

a.3) Con la textura y la consistencia: según el sistema de clasificación de suelo SUCS, clasificamos el suelo. En la tabla 23 se muestra la clasificación SUCS de suelos y en el anexo 16 se muestra el mapa.

Tabla 23.

Clasificación SUCS del suelo.

Calicata	SUCS	Descripción	Calicata	SUCS	Descripción
C-01	GC	Grava arcillosa con arena	C-07	ML	Limo arenoso
C-02	CL	Arcilla fina arenosa	C-08	CL	Arcilla fina arenosa
C-03	GP-GC	Grava mal graduada con arcilla	C-09	SC	Arena arcillosa con grava
C-04	GC	Grava arcillosa con arena	C-10	SC	Arena arcillosa con grava
C-05	GC	Grava arcillosa con arena	C-11	GC	Grava arcillosa con arena
C-06	GC	Grava arcillosa con arena	C-12	GC	Grava arcillosa con arena

Nota. Elaboración propia

b) Propiedades mecánicas del suelo

En la tabla 24, se muestra las propiedades mecánicas, las que está compuesta por el ángulo de fricción, representado por la letra ϕ , y la cohesión representado por la letra c .

Tabla 24.

Valores de propiedades mecánicas del suelo.

Calicata	ϕ (°)	Cohesión (c)		Calicata	ϕ (°)	Cohesión (c)	
		(Kg/cm ²)	(Ton/m ²)			(Kg/cm ²)	(Ton/m ²)
C-01	25.01	0.093	0.93	C-07	15.13	0.000	0.00
C-02	20.12	0.110	1.10	C-08	14.53	0.181	1.81
C-03	37.34	0.035	0.35	C-09	25.69	0.055	0.55
C-04	28.87	0.070	0.70	C-10	25.44	0.033	0.33
C-05	28.37	0.084	0.84	C-11	25.14	0.085	0.85
C-06	24.41	0.051	0.51	C-12	24.48	0.088	0.88

Nota. Elaboración propia.

c) Valores de capacidad admisible del suelo

La tabla 25 muestra los valores de la capacidad admisible del suelo para una cimentación corrida a una profundidad de desplante de 1.00 m, 1.50 m y 2.0 m respectivamente. Así mismo muestra la capacidad admisible del suelo para una zapata cuadrada a una profundidad de desplante de 1.00 m, 1.50m y 2.00 m respectivamente.

Tabla 25.

Valores de capacidad admisible del suelo

Calicata	Cimentación Continua			Zapata Cuadrada		
	(1.0 m)	(1.5 m)	(2.0 m)	(1.0 m)	(1.5 m)	(2.0 m)
C-01	1.96	2.35	2.74	2.11	2.50	2.90
C-02	1.31	1.54	1.77	1.47	1.70	1.93
C-03	7.00	8.74	10.47	6.72	8.45	10.19
C-04	2.70	3.31	3.92	2.80	3.41	4.01
C-05	2.71	3.28	3.85	2.85	3.42	3.99
C-06	1.50	1.87	2.24	1.55	1.92	2.29
C-07	0.28	0.39	0.50	0.27	0.38	0.48
C-08	1.10	1.23	1.36	1.31	1.44	1.57
C-09	1.77	2.19	2.61	1.83	2.25	2.67
C-10	1.53	1.94	2.35	1.53	1.94	2.35
C-11	1.92	2.32	2.71	2.05	2.45	2.85
C-12	1.82	2.19	2.56	1.95	2.33	2.70

Nota. Elaboración propia

d) Mapa de Isovalores de Capacidad admisible

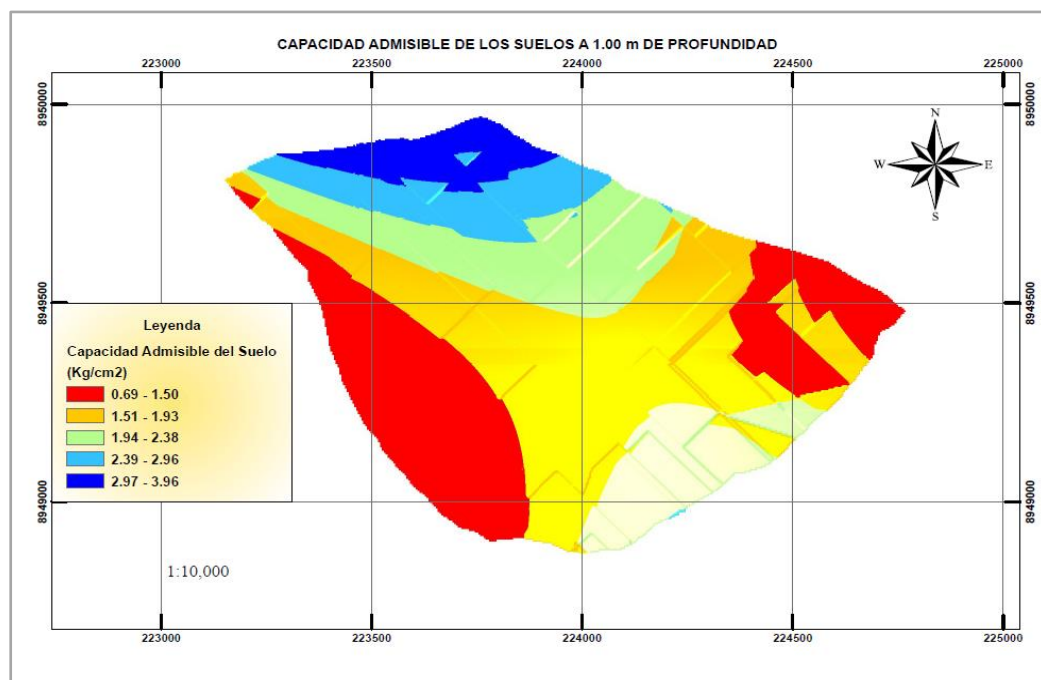
Con los resultados de capacidad admisible del suelo, para zapatas cuadradas a la profundidad de desplante de 1.00 m, 1.50 m y 2.00 m respectivamente se ha elaborado los mapas de isovalores, empleando el programa Arc Gis versión 10.4, y que se muestran en el anexo 13, anexo14 y anexo15.

Las propiedades físicas, caracterizan al suelo como grava arcillosa con arena al 75%, un 16.67% compuesto por arcilla fina arenosa y 8.33% por gravas mal

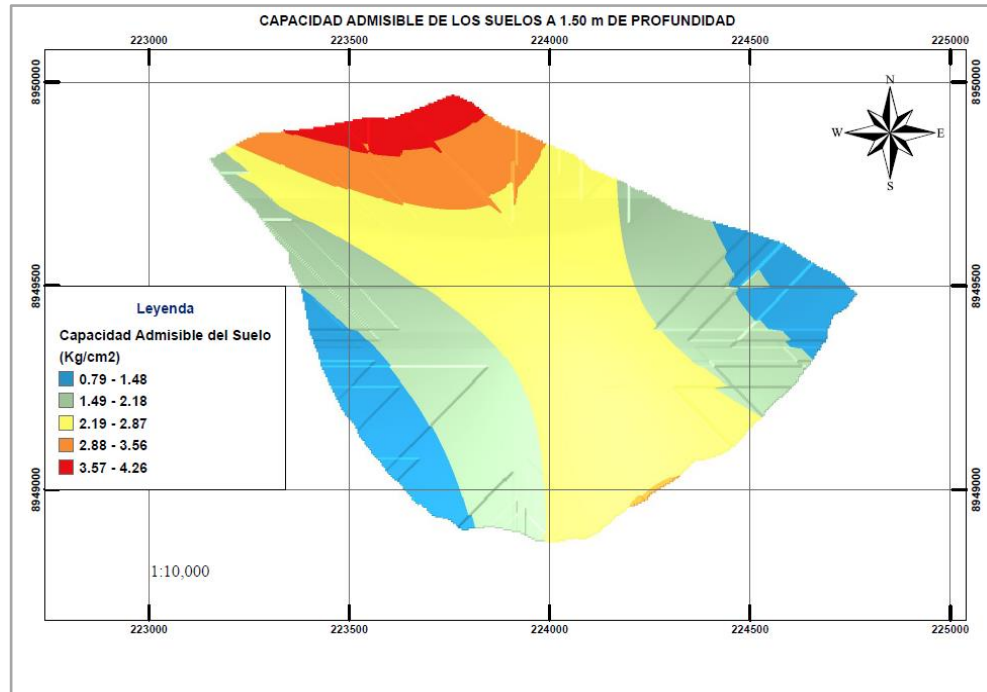
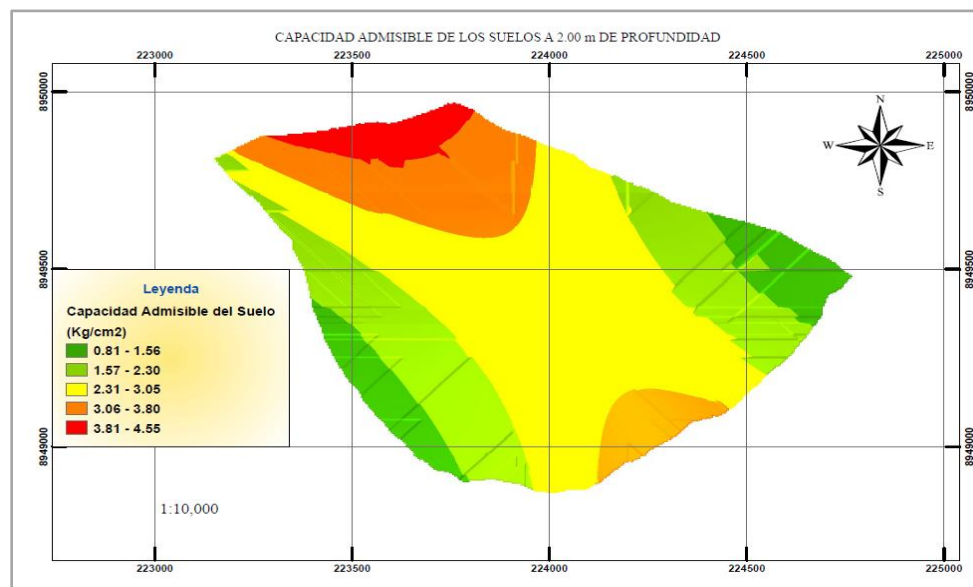
graduadas y limo arenoso. El índice de plasticidad promedio del grupo de muestras analizadas es del 13.52, el promedio del límite líquido 32.00% y el promedio del límite plástico 18.48%. Mientras que las propiedades mecánicas del suelo caracterizan al suelo con un valor para el ángulo de fricción que varía desde 14.53° a 37.34°, con un valor medio (mediana) de 25.08°, y la cohesión varía entre valores de 0.33 ton/m² a 1.81 ton/m², con un valor promedio de (mediana) de 0.77 Ton/m². La capacidad admisible del suelo en cimentación corrida para una profundidad de desplante de 1.5m a 2m varía de 0.39 kg/cm² hasta 10.47 kg/cm². La capacidad admisible del suelo de una zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 1.5m a 2m varía de 0.38 kg/cm² hasta 10.19 kg/cm². La capacidad admisible del suelo en cimentación corrida para una profundidad de desplante de 1.5m varía de 0.38 kg/cm² hasta 8.74 kg/cm². La capacidad admisible del suelo de una zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 1.5m varia de 0.38 kg/cm² hasta 8.45 kg/cm². En la figura 21 muestra la capacidad portante a 1.00 m de profundidad.

Figura 21.

Capacidad admisible a 1.0 m de profundidad



Nota. Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4

Figura 22.*Capacidad admisible a 1.50 m de profundidad**Nota.* Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4**Figura 23.***Capacidad admisible a 2.0 m de profundidad**Nota.* Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4

COMENTARIO:

- Al calcular la capacidad de carga del suelo, se utilizó un ancho uniforme de 1 metro x 1 metro para **simplificar los cálculos y facilitar la comparación de diferentes tipos y condiciones de suelo.**

El uso de un ancho uniforme facilita la interpretación y toma de decisiones de los resultados en ingeniería y construcción. Además, esta medición estándar simplifica las matemáticas y reduce la complejidad general de calcular la capacidad de carga.

- Se consideró zapatas cuadradas, porque, al interpolar el cálculo de zapatas de 1m x 1m a otras dimensiones puede realizarse aplicando los principios de **proporcionalidad y conservación de cargas.**

Suponiendo que tenemos una zapata de 1m x 1m y se desea encontrar las dimensiones para una zapata de área diferente, manteniendo la misma proporción y capacidad de carga.

Consideramos que la zapata original tiene un área de 1.00 m^2 y una capacidad de carga de "X" Ton/m^2

En este caso, el cálculo para una zapata de área "A" m^2 , utilizamos la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \textit{Capacidad de carga para la nueva zapata} \\ &= \left(\frac{\textit{Área de la nueva zapata}}{\textit{Área de la zapata original}} \right) \\ & \quad * \textit{Capacidad de carga de la zapata original} \end{aligned}$$

Teniendo una zapata original de 1m x 1m con una capacidad de carga de $2 \text{ Ton}/\text{m}^2$, se requiere calcular la capacidad de carga para una zapata de 2m x 2m:

- ❖ $\textit{Área de la nueva zapata} = 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$
- ❖ $\textit{Capacidad de carga para la nueva zapata} = \left(\frac{4\text{m}^2}{1\text{m}^2} \right) * 2 \text{ Ton}/\text{m}^2 = 8 \text{ Ton}/\text{m}^2$

Este procedimiento considera que la carga es distribuida uniformemente y que la resistencia del suelo es uniforme, razón por la cual se consideró zapatas por metro cuadrado.

- El tipo de suelo presente es limo arenoso, siendo éste de baja capacidad de carga, teniendo en cuenta las características de las edificaciones circundantes, se propone una **cimentación superficial cuadrada con mejoramiento de suelos.**

El mejoramiento de suelos que se plantea es la compactación, que consiste en aumentar la densidad del suelo mediante el uso de vibraciones, aumentando así la capacidad de carga y reduciendo la posibilidad de asentamientos diferenciales.

4.4 PRUEBA ESTADÍSTICA

Para contrastar la hipótesis específica se establece una comparación de los valores de estudio (ángulo de fricción, cohesión y capacidad admisible del suelo) respecto a registros históricos medidos sobre análisis de mecánica de suelos vinculados al estudio (resultados de valores de ángulos de fricción, cohesión y otros; medidos en laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUCT para proyectos de ingeniería). Para ello, se plantea una prueba estadística para una sola muestra, prueba de signos, esta es una prueba no paramétrica que es pertinente al estudio debido a la cantidad de muestras utilizadas ($n < 30$) y tiene como finalidad probar la hipótesis de que el promedio poblacional es igual a un valor dado.

4.5. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

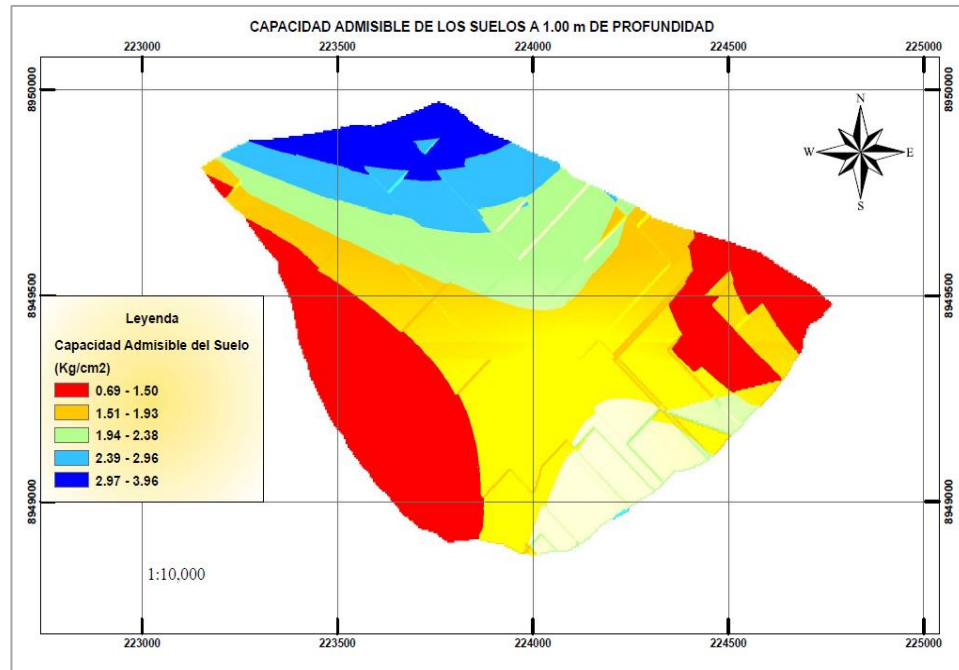
a) Hipótesis General

Los mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el sector Jinua- Distrito de Independencia-Huaraz 2020 es una herramienta que permite un real dimensionamiento de las cimentaciones superficiales.

Para el presente estudio se ha elaborado mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para el sector Jinua, pertenece distritalmente a Independencia, Huaraz, para profundidades de desplante de 1.00 m, 1.50 m y 2.00 m Se muestra en la figura 24, figura 25 y figura 26 respectivamente.

Figura 24.

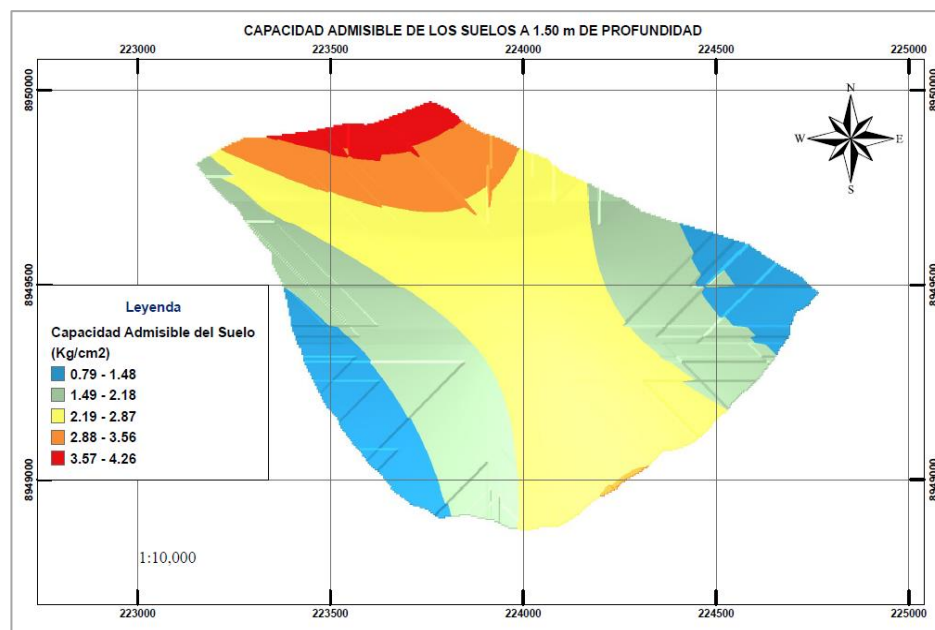
Capacidad admisible a 1.00 m de profundidad.



Nota. Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4

Figura 25.

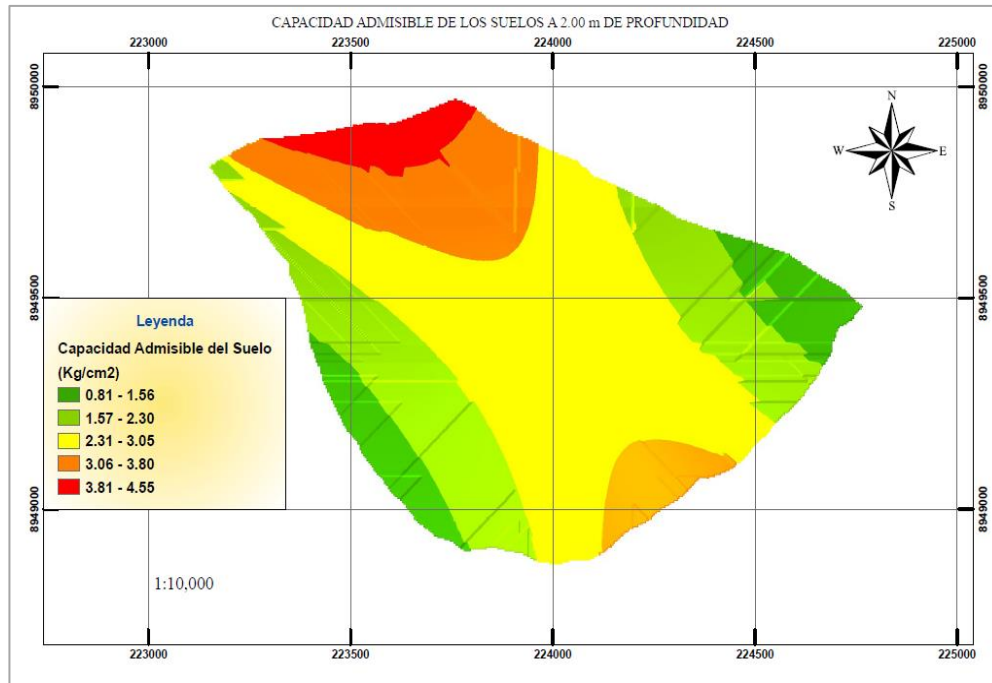
Capacidad admisible a 1.50 m de profundidad.



Nota. Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4

Figura 26.

Capacidad admisible a 2.00 m de profundidad.



Nota. Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4

b) Hipótesis Específica 1

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Jinua, corresponden a suelos con ángulo de fricción de 25.14° y cohesión 0.95 ton/m²

Las características físicas del suelo determinan la caracterización del suelo del área investigada, a una profundidad de desplante entre 1.0 m y 2.00 m como un suelo de grava arcillosa con arena (GC), y las características mecánicas determinan un ángulo de fricción (ϕ) que oscila entre los 14.53° a 37.34°, con un valor medio (mediana) de 25.08°, y la cohesión oscila entre valores de 0.33 ton/m² a 1.81 ton/m², con un valor promedio (mediana) de 0.77 ton/m². En la tabla 26 se muestran los resultados de contrastación de hipótesis específica 1 con prueba estadística no paramétrica de signos para variables de ángulo de fricción y cohesión.

Tabla 26.

Resultado de contrastación de hipótesis específica 1.

Prueba estadística	Variable	Muestras	Mediana	p_valor
Prueba de signos	Angulo de fricción (°)	12	25.08	1.00
Prueba de signos	Cohesión (ton/m ²)	12	0.77	0.02

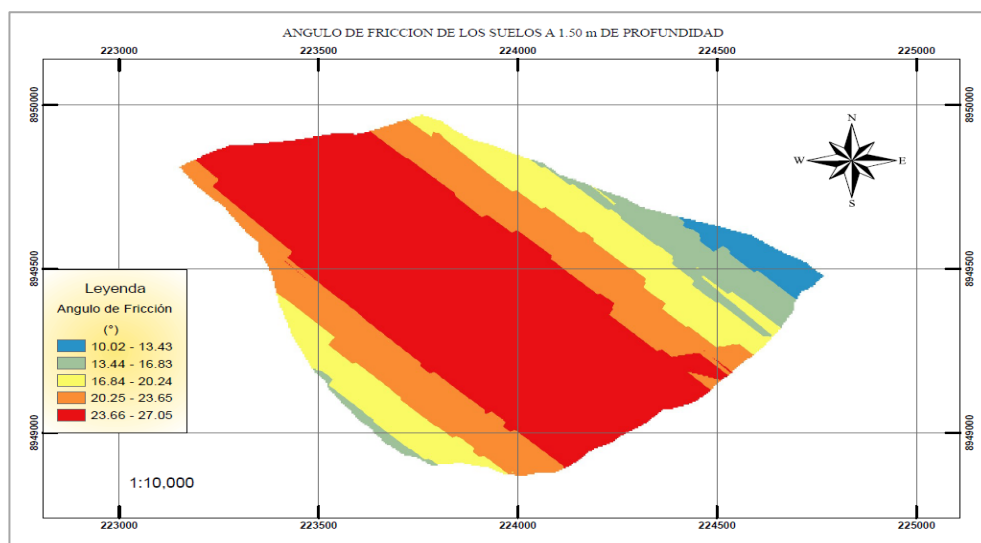
Nota: Elaboración propia.

Respecto a la contrastación de hipótesis con la prueba no paramétrica de signos, se concluye que en promedio no existe diferencia significativa entre los ángulos de fricción de los suelos del sector de Jinua respecto a los registros históricos de Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUCT (p-valor = 1) con un nivel de confianza del 95%, siendo el promedio (mediana) del ángulo de fricción del estudio un valor de 25.08°, mientras que el promedio (mediana) de los registros históricos, un valor de 25.14°.

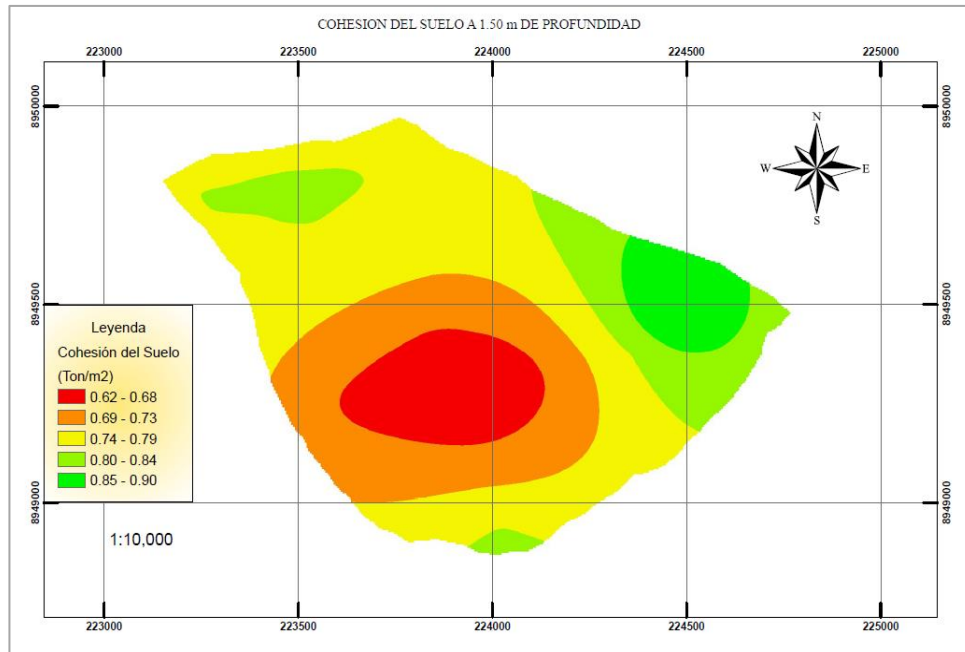
Respecto a la cohesión medida en ton/m², se concluye que, en promedio, los suelos del sector de Jinua presentan menores valores respecto a los registros históricos (p-valor = 0.02) con un nivel de confianza del 95%, siendo el promedio (mediana) de cohesión de los suelos del sector de Jinua, un valor de 0.77 ton/m².

Figura 27.

Angulo de fricción del suelo.



Nota. Elaboración propia con ArcGIS versión 10.4

Figura 28.*Cohesión del suelo*

Nota. Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4

c) Hipótesis Específica 2

Los valores de capacidad admisible de los suelos del Sector Jinua, son 2.25 Kg/cm².

La capacidad admisible del suelo en cimentación corrida para una profundidad de desplante de 1.5m a 2m varía de 0.39 kg/cm² hasta 10.47 kg/cm². La capacidad admisible del suelo de una zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 1.5m a 2m varía de 0.38 kg/cm² hasta 10.19 kg/cm². En la tabla 27 se muestran los resultados de contrastación de hipótesis específica 2 con prueba estadística no paramétrica de signos para la capacidad admisible del suelo a profundidades de 1.50 m a 2.0, en el sector Jinua.

Tabla 27.*Resultado de contrastación de hipótesis específica 2.*

Prueba estadística	Muestras	Mediana	P_valor
Prueba de signos	48	2.35	0.24

Nota: Elaboración propia.

Respecto a la contrastación de hipótesis estadística, se concluye que, en promedio, la capacidad admisible del suelo del sector a profundidades de 1.5m a 2m en el sector Jinua presenta valores similares a los registros históricos de Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUCT (p-valor = 0.24) con un nivel de confianza del 95%, siendo el promedio (mediana) de la capacidad admisible del suelo para profundidades de 1.5m a 2m un valor de 2.35 kg/cm², mientras que el promedio (mediana) de los registros históricos, es un valor de 2.25 kg/cm²

d) Hipótesis Específica 3

El mapa de isovalores de capacidad admisible del suelo del sector de Jinua, determina capacidades admisibles hasta 2.07 kg/cm² para profundidad 1.50 m, para uso de cimentaciones superficiales.

La capacidad admisible del suelo en cimentación corrida para una profundidad de desplante de 1.5m varía de 0.38 kg/cm² hasta 8.74 kg/cm². La capacidad admisible del suelo de una zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 1.5m varía de 0.38 kg/cm² hasta 8.45 kg/cm². En la tabla 28 se muestran los resultados de contrastación de hipótesis específica 3 con prueba estadística no paramétrica de signos para la capacidad admisible del suelo a profundidades de 1.50 m en el sector Jinua.

Tabla 28.*Resultado de contrastación de hipótesis específica 3.*

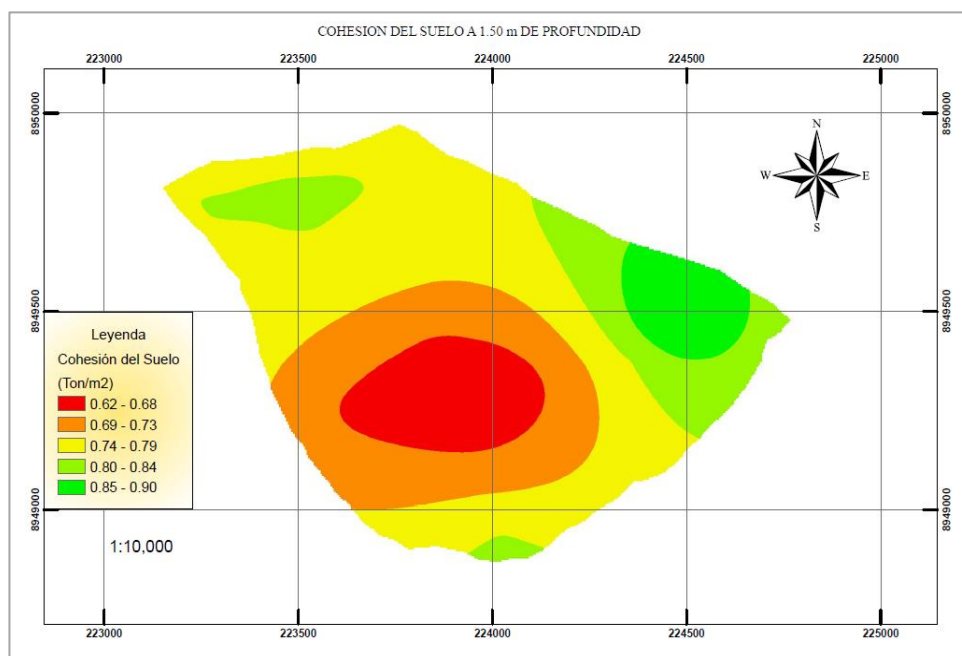
Prueba estadística	Muestra	Mediana	p_valor
Prueba de signos	24	2.22	0.54

Nota: Elaboración propia.

Respecto a la contrastación de hipótesis estadística, se concluye que, en promedio, el mapa de isovalores de capacidad admisible del suelo del sector de Jinua presenta valores similares a los registros históricos de Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUCT (p-valor = 0.54) con un nivel de confianza del 95%, siendo el promedio (mediana) de la capacidad admisible del suelo a 1.5m un valor de 2.22 kg/cm².

Figura 29.

Valores de capacidad admisible



Nota. Elaboracion propia con ArcGIS versión 10.4

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Aya, (2015), en su investigación titulado: “Estudio de suelos con fines de cimentación en el cerro Intiorko – distrito Alto de la Alianza – Región Tacna, consideró como muestra de investigación a tres asociaciones “San Juan Bosco, San Fernando y San Cristóbal” y concluyó que la capacidad portante es de 0.92 kg/cm² para viviendas y de 1.63 kg/cm² para estructuras aporticadas.

Maquera, P. (2017), en su investigación titulado: Isovalores de Capacidad Admisible del Suelo para Cimentaciones Superficiales en el Sector Siete del Distrito Alto de la Alianza, Tacna 2017. Tuvo como población del estudio, 08 calicatas distribuidas de manera equidistantes en la zona de investigación. El estudio determinó valores de capacidad admisible desde 0.37 kg/cm² a 0.61 kg/cm² para cimentaciones de una profundidad de 0.80m, y de 0.54 kg/cm² a 0.81 kg/cm² para cimentaciones con una profundidad de 1.20 m.

Estos resultados son inferiores al de la presente investigación, ya que en esta investigación se obtuvo como tipo de suelo grava arcillosa con arena, la cual tiene una composición mayor de grava, lo que permite tener valores superiores para el ángulo de fricción y con ello la capacidad admisible del suelo. Las propiedades físicas, caracterizan al suelo como grava arcillosa con arena al 75%, un 16.67% compuesto por arcilla fina arenosa y 8.33% por gravas mal graduadas y limo arenoso. El índice de plasticidad promedio del grupo de muestras analizadas es del 13.52, el promedio del límite líquido 32.00% y el promedio del límite plástico 18.48%. Mientras que las propiedades mecánicas del suelo caracterizan al suelo con un valor para el ángulo de fricción que varía desde 14.53° a 37.34°, con un valor medio (mediana) de 25.08°, y la cohesión varía entre valores de 0.33 ton/m² a 1.81 ton/m², con un valor promedio de (mediana) de 0.77 Ton/m²

CONCLUSIONES

1. Se han elaborado mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para el sector Jinua Distrito Independencia, Huaraz, para mitigar daños definiendo áreas según el tipo de cimentación.
2. Las propiedades físicas, caracterizan al suelo como grava arcillosa con arena al 75%, un 16.67% compuesto por arcilla fina arenosa y 8.33% por gravas mal graduadas y limo arenoso. El índice de plasticidad promedio del grupo de muestras analizadas es del 13.52, el promedio del límite líquido 32.00% y el promedio del límite plástico 18.48%. Mientras que las propiedades mecánicas del suelo caracterizan al suelo con un valor medio (mediana) de 25.08° para el ángulo de fricción, y un valor promedio (mediana) de 0.77 Ton/m² para la cohesión.
3. La capacidad admisible del suelo en cimentación corrida para una profundidad de desplante de 1.5m a 2m varia de 0.39 kg/cm² hasta 10.47 kg/cm². La capacidad admisible del suelo de una zapata cuadrada para una profundidad de desplante de 1.5m a 2m varia de 0.38 kg/cm² hasta 10.19 kg/cm²
4. Se ha elaborado mapas de isovalores de la capacidad admisible del suelo para el sector Jinua Distrito Independencia, Huaraz, determinando la capacidad admisible del suelo para una profundidad de desplante de 1.50 m siendo la variación de la capacidad admisible del suelo de 0.38 kg/cm² a 8.74 kg/cm² para cimentación corrida, y 0.38 kg/cm² hasta 8.45 kg/cm² para zapata cuadrada.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Independencia, ampliar la elaboración de mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo a otros sectores del distrito de Independencia.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Independencia sirva como ente promotor para nuevas investigaciones de las propiedades físicas de suelos de otros sectores del distrito de independencia.

Se recomienda a los ocupantes de terrenos de la zona de estudio y a los profesionales orientados al diseño de las estructuras, considerar los resultados de la capacidad admisible, de esta investigación, con el propósito de obtener dimensiones adecuadas de las cimentaciones, el cual permitirá seguridad y confort.

Se recomienda a los ocupantes de terrenos de la zona de estudio tener en cuenta los mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo del sector Jinua en el planeamiento urbano.

REFERENCIAS

- Aya, J. (2015). *Estudio de suelos con fines de cimentación en las asociaciones de vivienda San Cristobal, San Juan Bosco y San Fernando del sector VII del distrito Alto De La Alianza-Región Tacna*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2817>
- Berlanga, M. (2018). *Análisis comparativo de cimentaciones superficiales y uso de geo-sintéticos en suelos de baja capacidad portante*. Tesis de Grado. Universidad Católica Santa María. Obtenido de: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8487>
- Braja, D. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (7ma ed.). México D.F. Cengage Learning. Obtenido de: https://www.academia.edu/38216612/Fundamentos_de_Ingenier%C3%A1Da_de_Cimentaciones
- Braja, D. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4ta ed.). México D.F. Cengage Learning. Obtenido de: https://www.academia.edu/36776734/Fundamentos_de_ingenier%C3%A1geotecnica_braja_m_das_4ta_edicion
- Comité Técnico de Normalización. (2020). *Norma técnica E. 050 suelos y cimentaciones*. (R.M. 406-2018-Vivienda).Lima. Obtenido de: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/222983-406-2018-vivienda>
- Crespo, C. (2008). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (6ta ed.). Mexico D.F. Limusa.
- Fernandez, R. (2015). *Capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos SPT y corte directo en el distrito de Aguas Verdes Tumbes*. Tesis

- de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1640/TESIS%20RFG%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gomez, C. (2008). *Análisis del efecto de la cohesión aparente en la capacidad soportante de cimentaciones superficiales*. Tesis de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de:
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6227/analisis_de_la_cohesion_aparente_en_la_capacidad_soportante.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INDECI. (2003). *Mapa de peligros de la ciudad de Huaraz y sus áreas de expansión* (1era ed.). Lima. Obtenido de:
<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/5231>
- Maquera, P. (2017). *Isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el sector Siete del distrito Alto De La Alianza, Tacna 2017*. Tesis de Maestría. Universidad Privada de Tacna. Obtenido de:
<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/418/Maquera-Cruz-Pedro-Valerio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naranjo, H. (2010). *Análisis comparativo del cálculo de capacidad portante en base a geofísica y método convencional caso práctico: puente sobre el río Maicito*. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4459/6/UPS-ST000321.pdf>
- Peña, K., & Perez, I. (2012). *Comparación de los Parámetros de Resistencia al Corte obtenidos en los Ensayos de corte directo y triaxial de una arena arcillosa*. Tesis de Grado, Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de:
https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2094/digital_23485.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ravines, J. (2017). *Capacidad porante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y corte directo para la ciudad de Jose Galvez-Celendín-Cajamarca*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1155#:~:text=La%20hip%C3%B3tesis%20fue%20la%20capacidad,Jos%C3%A9%20G%C3%A1lvez%20%E2%80%93%20Celend%C3%ADn%20%E2%80%93%20Cajamarca.>

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 Grado. Universidad Andina del Cusco. Obtenido de:

https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/708/Adin_Tesis_bachiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

APÉNDICE

Anexo 1.

Matriz de consistencia

ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINUA – DISTRITO INDEPENDENCIA – HUARAZ 2020

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1 INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿Cuáles son los mapas de isovalores de la capacidad admisible del suelo del sector Jinua, como herramienta, que permitan obtener diseños adecuados de las cimentaciones superficiales?</p>	<p>1 OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar los mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el Sector Jinua- Distrito Independencia-Huaraz 2020.</p>	<p>1 HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Los mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el sector Jinua- Distrito de Independencia- Huaraz 2020 es una herramienta que permite un real dimensionamiento de las cimentaciones superficiales</p>	<p>1. Hipotesis general.- Variable Independiente (X): X1: Suelo en el Sector Jinua-Distrito Independencia-Huaraz 2020.</p> <p>Indicador: Propiedades geotécnicas del suelo</p> <p>Variable Dependiente (Y): Y1: Capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales</p> <p>Indicador: Capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales</p>	<p>Tipo de Investigación: Cuantitativo Descriptivo</p> <p>Diseño de Investigación: No experimental Prospectivo. Transversal</p>
<p>2 INTERROGANTES ESPECIFICAS</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Jinua?</p> <p>a)</p> <p>¿Cuáles son los valores de capacidad admisible de los suelos del Sector Jinua?</p> <p>b)</p> <p>¿Cuáles son los mapas de isovalores de capacidad admisible y uso de suelo, como instrumento, del Sector Jinua?</p> <p>c)</p>	<p>2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Jinua</p> <p>a)</p> <p>Determinar los valores de capacidad admisible de los suelos del sector Jinua.</p> <p>b)</p> <p>Elaborar mapas de isovalores de capacidad admisible y uso de suelo del sector Jinua.</p> <p>c)</p>	<p>2 HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Jinua, corresponden a suelos con ángulo de fricción de 25.14° y cohesión 0.95 ton/m2</p> <p>a)</p> <p>Los valores de la capacidad admisible de los suelos del sector Jinua, son 2.25 kg/cm2</p> <p>b)</p> <p>El mapa de isovalores de capacidad admisible de suelo del sector Jinua, determina capacidades admisibles hasta 2.07 kg/cm2 para profundidad 1.50 m, para uso de cimentaciones superficiales</p> <p>c)</p>	<p>2. Hipotesis específicos.- X1: Propiedades físicas y mecánicas del suelo</p> <p>Indicador: Clasificación del suelo</p> <p>X2: Propiedades mecánicas del suelo</p> <p>Indicador: Angulo de fricción</p> <p>X3: Propiedades mecánicas del suelo</p> <p>Indicador: Cohesión</p>	<p>Ambito de estudio: Sector Jinua, Distrito de Independencia Huaraz, 2020</p> <p>Poblacion: Suelos del Sector Jinua, Distrito de Independencia, Huaraz</p> <p>Muestra: 12 muestras de suelo que se realizará mediante un muestreo a juicio</p> <p>Técnica de recolección de datos: La técnica que se utilizará en este estudio es la observación constituida por la medición</p> <p>Instrumentos: Ficha Técnica</p>

Anexo 2.*Ficha de Laboratorio (contenido de humedad)*

Página 1 de 1

TESIS:

SOLICITANTE:

LUGAR:

CALICATA N°:

MUESTRA N°:

PROFUND.(m):

FECHA:

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127

Recipiente N°	5	7
Peso Húmedo + Recipiente (gr)		
Peso Seco + Recipiente (gr)		
Peso recipiente (gr)		
Peso del agua (gr)		
Peso Suelo Seco (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Humedad Promedio (%)		

Anexo 3.

Ficha de Laboratorio (límites de consistencia)

TESIS:

SOLICITANTE:

LUGAR:

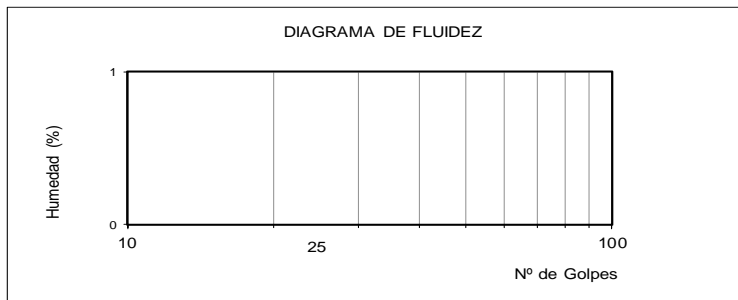
CALICATA N°:

MUESTRA N° :

PROFUND.(m): FECHA:

**LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO
NTP 339.129**

N° de golpes				
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)				
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)				
Peso frasco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso Suelo Seco (gr)				
Contenido de Humedad (%)				



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO
NTP 339.129**

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)			
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)			
Peso frasco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso Suelo Seco (gr)			
Contenido de Humedad (%)			

Límite Líquido (L.L.) :	
Límite Plástico (L.P.):	
Índice de Plasticidad (I.P.) :	

Anexo 5.

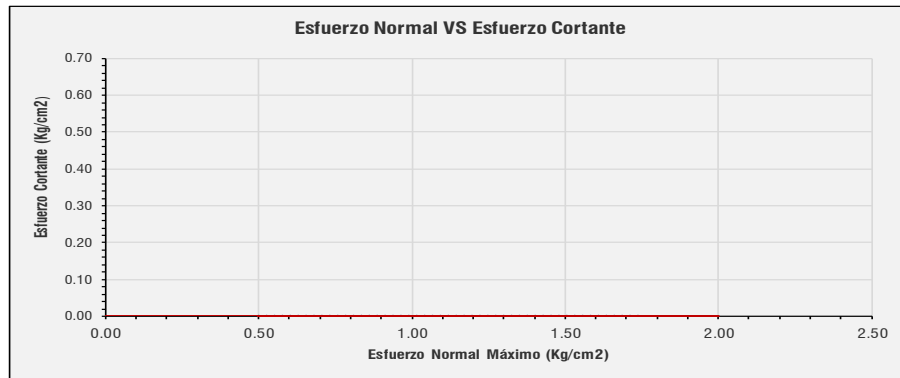
Ficha de Laboratorio (ángulo de fricción y cohesión)

TESIS:
SOLICITANTE:
LUGAR:
CALICATA N°:
MUESTRA N° :
PROFUND.(m):
FECHA:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-2004

Esfuerzo Normal (Kg/Cm2)	0.50 Kg/Cm2		1.00 Kg/Cm2		2.00 Kg/Cm2	
Etapa	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
Esfuerzo Cortante (Kg/Cm2)	-	-	-	-	-	-
Fuerza Cortante (Kg)	-	-	-	-	-	-
Cohesión	-	-	-	-	-	-
Ángulo Fricción (°)	-	-	--	-	-	-



Cohesión (c):	-	(Kg/cm2)	Ángulo de fricción (φ):	-
---------------	---	----------	-------------------------	---

Anexo 6.*Ficha de laboratorio (densidad in situ)*

Página 1 de 1

TESIS:

SOLICITANTE:

LUGAR:

PROGRESIVA:

FECHA:

DETERMINACION DE LA DENSIDAD IN SITU

(NTP 339.141)

Nº	DESCRIPCION	Muestra 1
1	Peso del Material + Lata (Grs)	
2	Peso de Lata (Grs)	
3	Peso Neto del Suelo (Grs)	
4	Peso de la Arena + el Frasco (Grs)	
5	Peso de arena que queda+ el frasco + el peso de la arena del embudo (Grs)	
6	Peso Neto de la Arena empleada (Grs)	
7	Densidad de la Arena (Grs/cm3)	
8	Volumen del Hueco (cm3)	
9	Peso de la grava secada al aire (Grs)	
10	Volumen de la Grava por desplazamiento (cm3)	
11	Peso del suelo (Grs)	
12	Volumen del suelo (cm3)	
13	Densidad del suelo humedo (Grs/cm3)	
14	Humedad contenida del suelo (%)	
15	Densidad Suelo Seco (Grs/cm3)	
16	Maxima densidad determinada en curva (Gr/cm3)	
17	Porcentaje de compactacion (%)	
18	Espesor compactado (cm)	

Anexo 7.

Resumen calicata 01



-Página 1 de 5

TESIS: ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINJA - DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ 2020

SOLICITANTE: BARRETO PALMA JOHN FRAYLLIS
 LUGAR: SECTOR JINJA-INDEPENDENCIA-HUARAZ
 FECHA: 25/06/2021

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C-01	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND.(m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	91.33
	3/4"	83.48
	3/8"	71.90
	Nº4	60.95
	Nº8	53.10
	Nº16	46.77
	Nº30	41.30
	Nº50	36.39
	Nº100	31.77
Nº200	28.23	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	39.04%
	Arena	32.73%
	Finos	28.23%
Mitad de Fraccion Gruesa	35.86%	
Límites de Consistencia	L.L.	31.79%
	L.P.	22.62%
	I.P.	9.17%
Contenido de Humedad Natural (%)	13.24	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena.	



JOHN FRAYLLIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 47285



Anexo 8.

Resumen calicata 02



Página 1 de 5

TESIS: ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JUNJA - DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ 2020

SOLICITANTE: BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS
LUGAR: SECTOR JUNJA-INDEPENDENCIA-HUARAZ
FECHA: 25/06/2021

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	E02	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND. (m):	1,50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	100.00
	3/8"	100.00
	N°4	96.37
	N°6	92.22
	N°16	88.19
	N°30	84.59
	N°50	80.44
	N°100	76.39
N°200	73.11	
Coef. de Uniformidad Cu	---	
Coef. de Concavidad Cc	---	
Porcentaje de Material	Grava	3.63%
	Arena	23.26%
	Finos	73.11%
Módul de Fracción Gruesa	13.45%	
Límites de Consistencia	L.L.	36.25%
	L.P.	18.47%
	I.P.	17.78%
Contenido de Humedad Natural (%)	17.72	
Clasificación SUCS	CL	
Descripción	Arcillas inorgánicas de plasticidad media	



JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Cif. N° 47285



Anexo 10.

Resumen calicata 04



Página 1 de 5

PROYECTO: ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINJA - DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ 2020

SOLICITANTE: BARRETO PALMA JOHN FRAYLUS
LUGAR: SECTOR JINJA-INDEPENDENCIA-HUARAZ
FECHA: 25/06/2021

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C04	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND.(m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	95.54
	3/4"	87.12
	3/8"	76.73
	N°4	65.69
	N°8	58.40
	N°16	51.84
	N°30	47.36
	N°50	42.39
	N°100	38.34
N°200	35.57	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	34.31%
	Arena	30.12%
	Finos	35.57%
Mitad de Fraccion Gruesa	32.21%	
Límites de Consistencia	L.L.	28.40%
	L.P.	15.10%
	I.P.	13.30%
Contenido de Humedad Natural (%)	12.16	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena.	



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.P. N° 47286



RUC: 10316289652 - RNP: C7390 - S0386686

Anexo 13.

Resumen calicata 07



Página 1 de 5

PROYECTO: ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINJA - DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ 2020

SOLICITANTE: BARRETO PALMA JOHN FRAYLUS
LUGAR: SECTOR JINJA-INDEPENDENCIA-HUARAZ
FECHA: 25/06/2021

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C07	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	100.00
	3/8"	96.22
	N°4	96.22
	N°8	89.77
	N°16	80.77
	N°30	71.73
	N°50	65.49
	N°100	64.45
N°200	64.41	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	3.78%
	Arena	31.81%
	Finos	64.41%
Mitad de Fraccion Gruesa	17.80%	
Limites de Consistencia	L.L.	42.22%
	L.P.	27.00%
	I.P.	15.22%
Contenido de Humedad Natural (%)	12.78	
Clasificación SUCS	ML	
Descripción	Limos inorgánicos de baja plasticidad.	



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CP. N° 47265

Anexo 14.

Resumen calicata 08



Página 1 de 5

PROYECTO: ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINUA - DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ 2020

SOLICITANTE: BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS
LUGAR: SECTOR JINUA-INDEPENDENCIA-HUARAZ
FECHA: 25/06/2021

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C08	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND.(m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	86.13
	3/4"	91.53
	3/8"	86.58
	Nº4	79.78
	Nº8	70.13
	Nº16	62.51
	Nº30	57.40
	Nº50	54.47
	Nº100	53.95
Nº200	53.85	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	20.22%
	Arena	25.93%
	Finos	53.85%
Medio de Fraccion Gruesa	23.08%	
Limites de Consistencia	L.L.	38.75%
	L.P.	20.07%
	IP.	18.68%
Contenido de Humedad Natural (%)	12.53	
Clasificación SUICS	CL	
Descripción	Arcillas inorgánicas de plasticidad media	



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP: N° 47265

Anexo 17.

Resumen calicata 11



Página 1 de 5

PROYECTO: ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA OMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINJA - DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ 2020

SOLICITANTE: BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS
 LUGAR: SECTOR JINJA-INDEPENDENCIA-HUARAZ
 FECHA: 25/06/2021

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C 11	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND.(m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	90.94
	3/4"	79.19
	3/8"	70.46
	N°4	63.11
	N°8	54.62
	N°16	46.00
	N°30	37.32
	N°50	32.11
	N°100	30.84
N°200	30.08	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	36.89%
	Arena	33.03%
	Finos	30.08%
Mitad de Fraccion Gruesa	34.96%	
Límites de Consistencia	L.L.	31.03%
	L.P.	17.56%
	I.P.	13.45%
Contenido de Humedad Natural (%)	10.15	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena.	



JOHN FRAYLUN BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 47395



Hualcán, 25 de Junio del 2021

Anexo 18.

Resumen calicata 12



Página 1 de 5

PROYECTO: ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL SECTOR JINJA - DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ 2020

SOLICITANTE: BARRETO PALMA JOHN FRAYLUS
LUGAR: SECTOR JINJA-INDEPENDENCIA-HUARAZ
FECHA: 25/06/2021

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

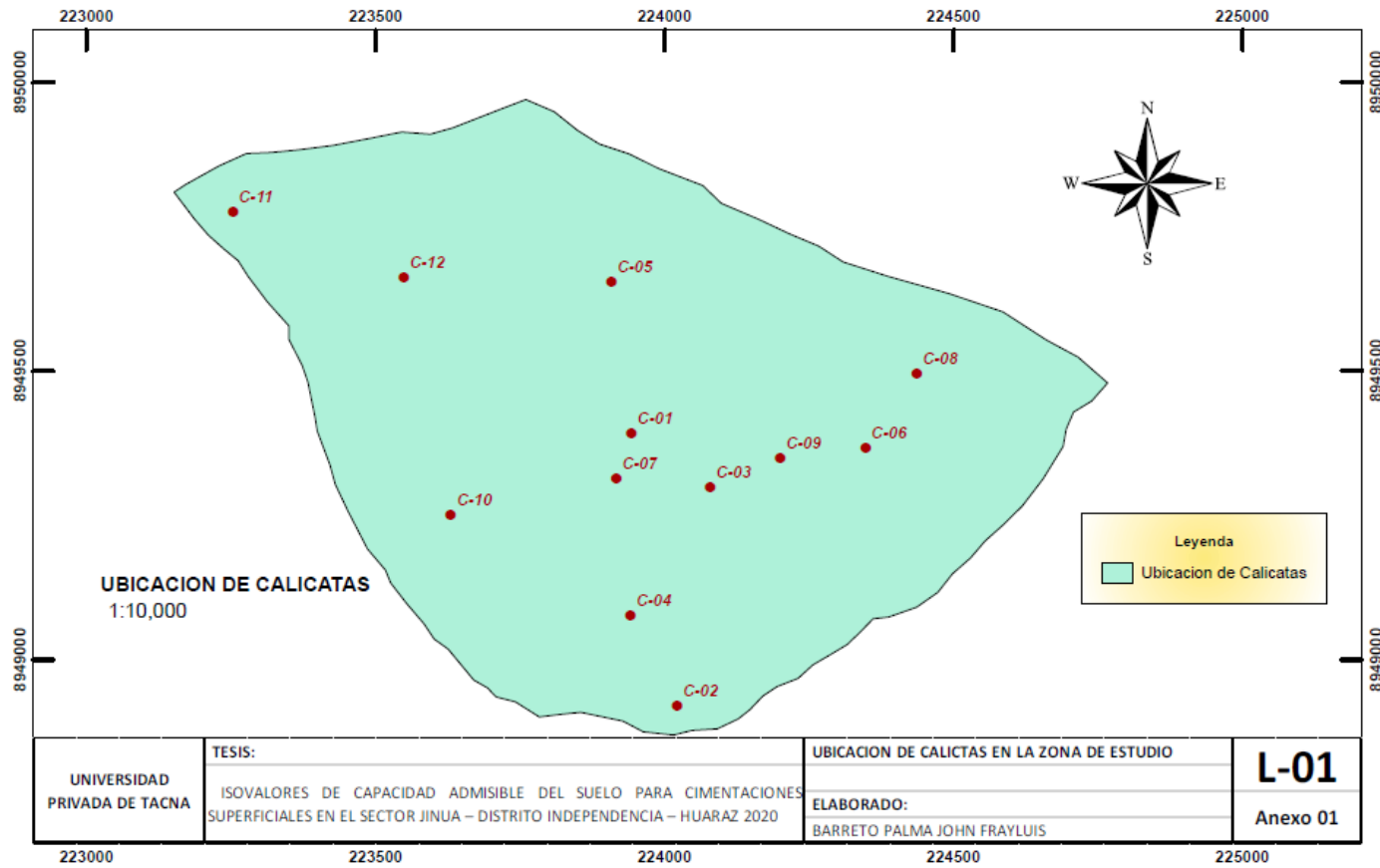
CALICATA N°:	C12	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	92.21
	3/8"	79.60
	N°4	64.78
	N°8	57.31
	N°16	50.25
	N°30	44.30
	N°50	38.16
	N°100	33.34
N°200	30.35	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	35.22%
	Arena	34.43%
	Finos	30.35%
Mitad de Fraccion Gruesa	34.82%	
Límites de Consistencia	LL	31.20%
	L.P.	16.64%
	I.P.	14.56%
Contenido de Humedad Natural (%)	10.91	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena.	



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 47265

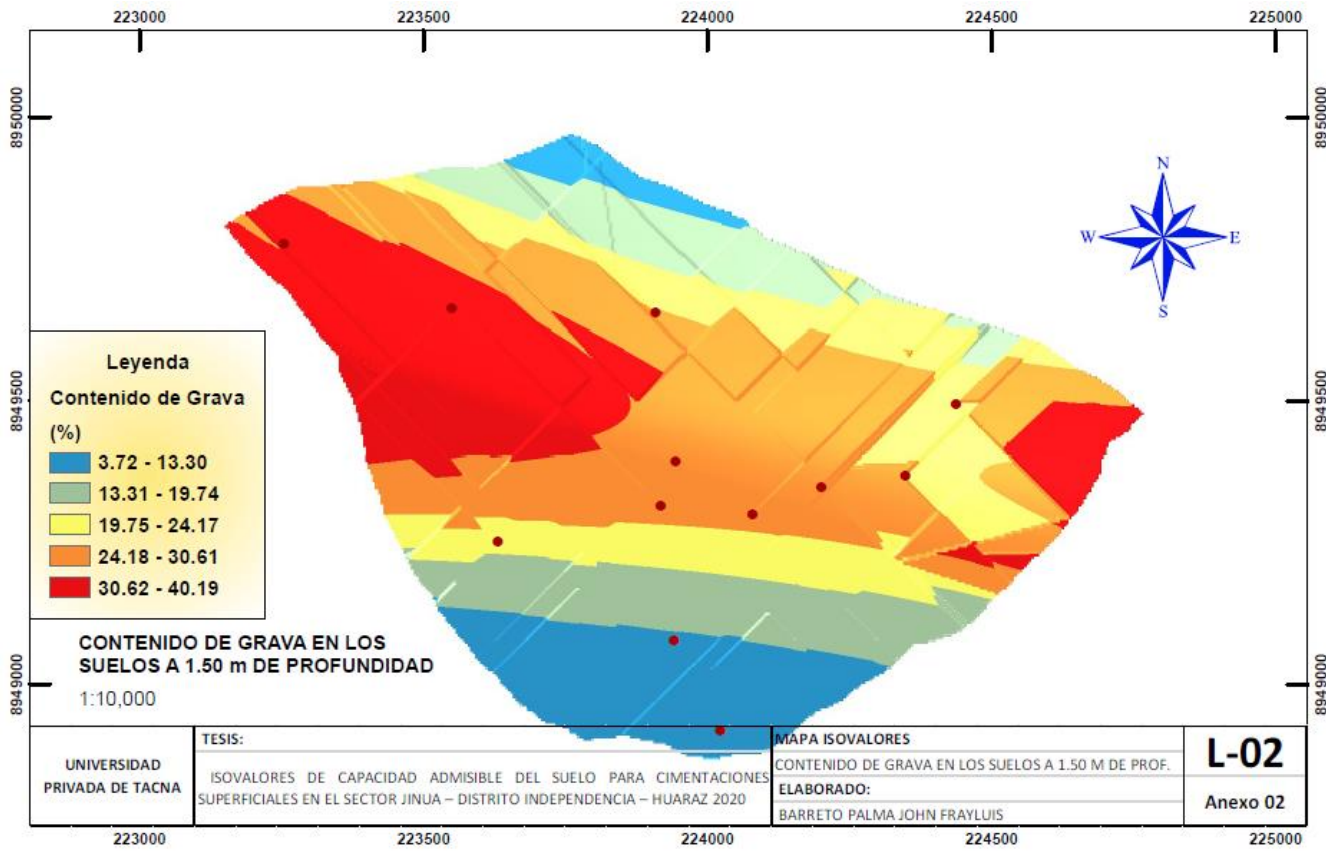
Anexo 19.

Plano ubicación de calicatas



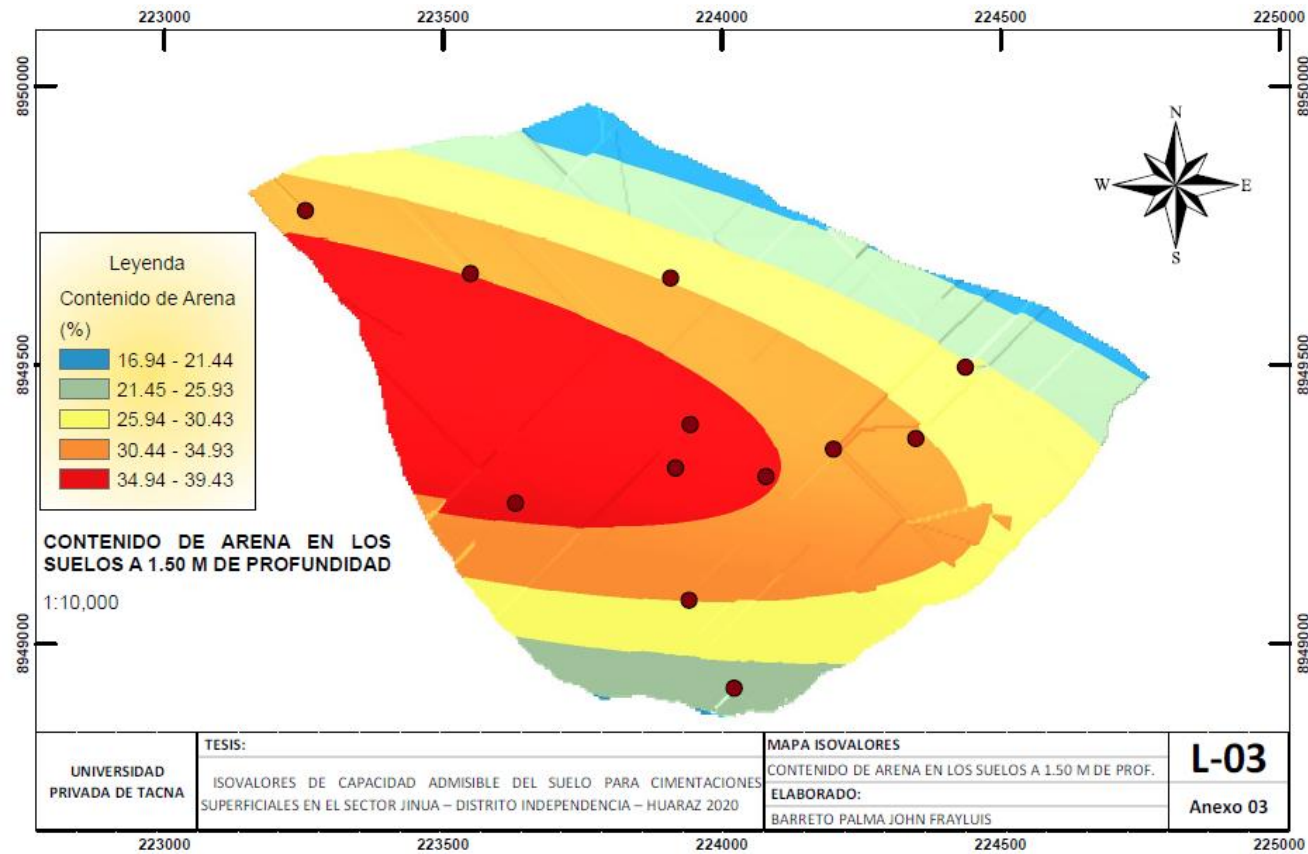
Anexo 20.

Plano de contenido de grava a 1.50 m de profundidad



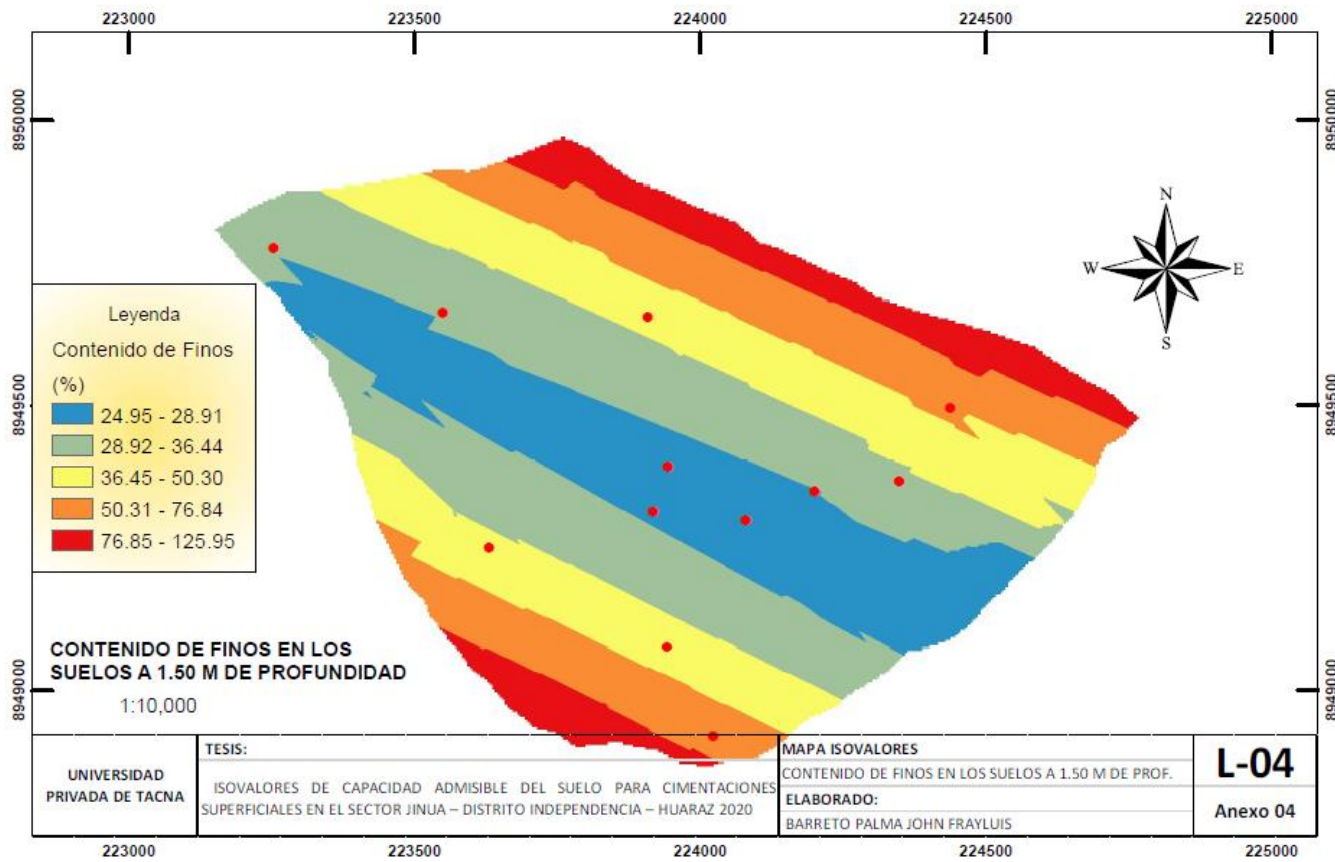
Anexo 21.

Plano de contenido de arena a 1.50 m de profundidad



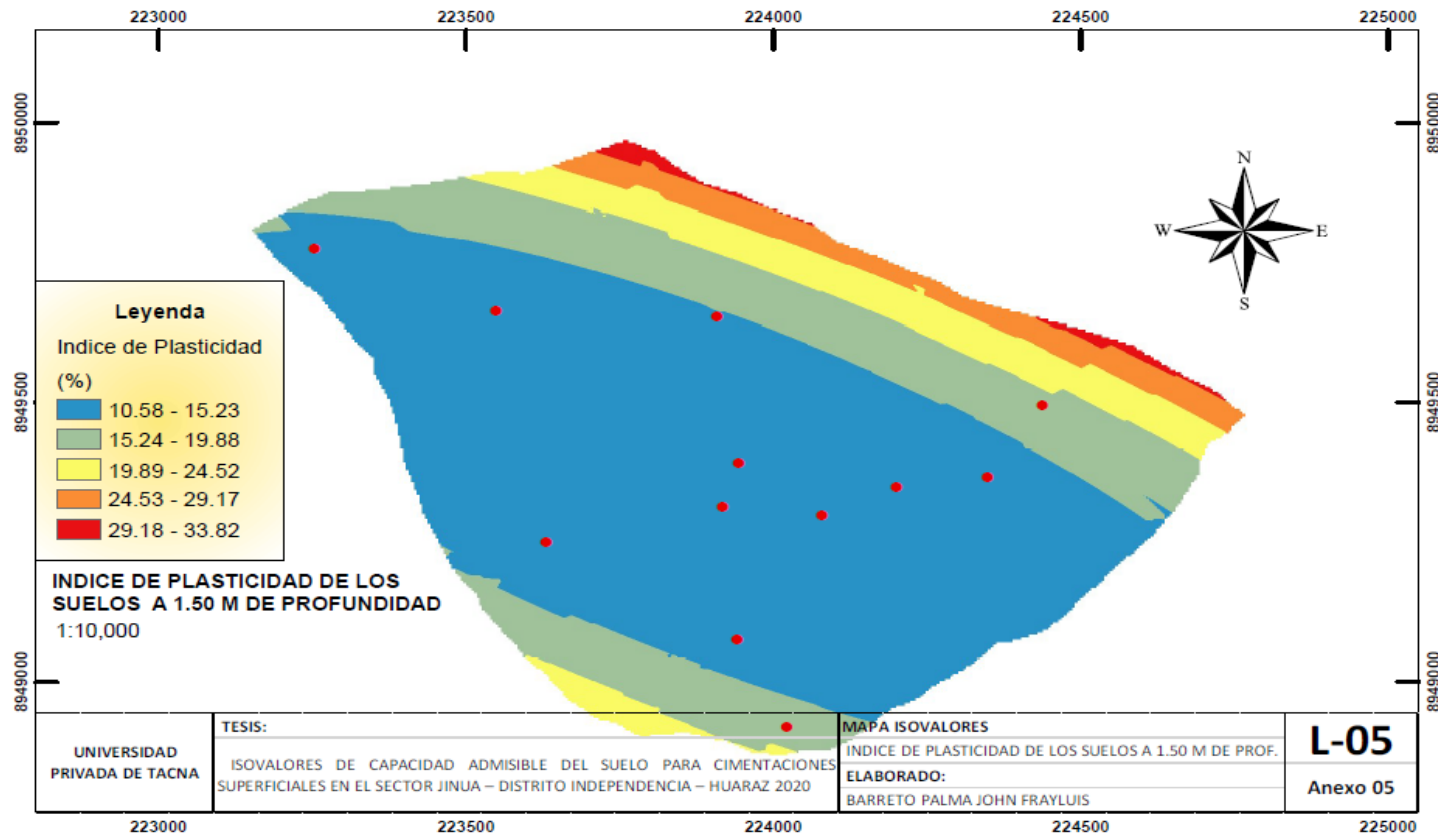
Anexo 22.

Plano de contenido de finos a 1.50 m de profundidad



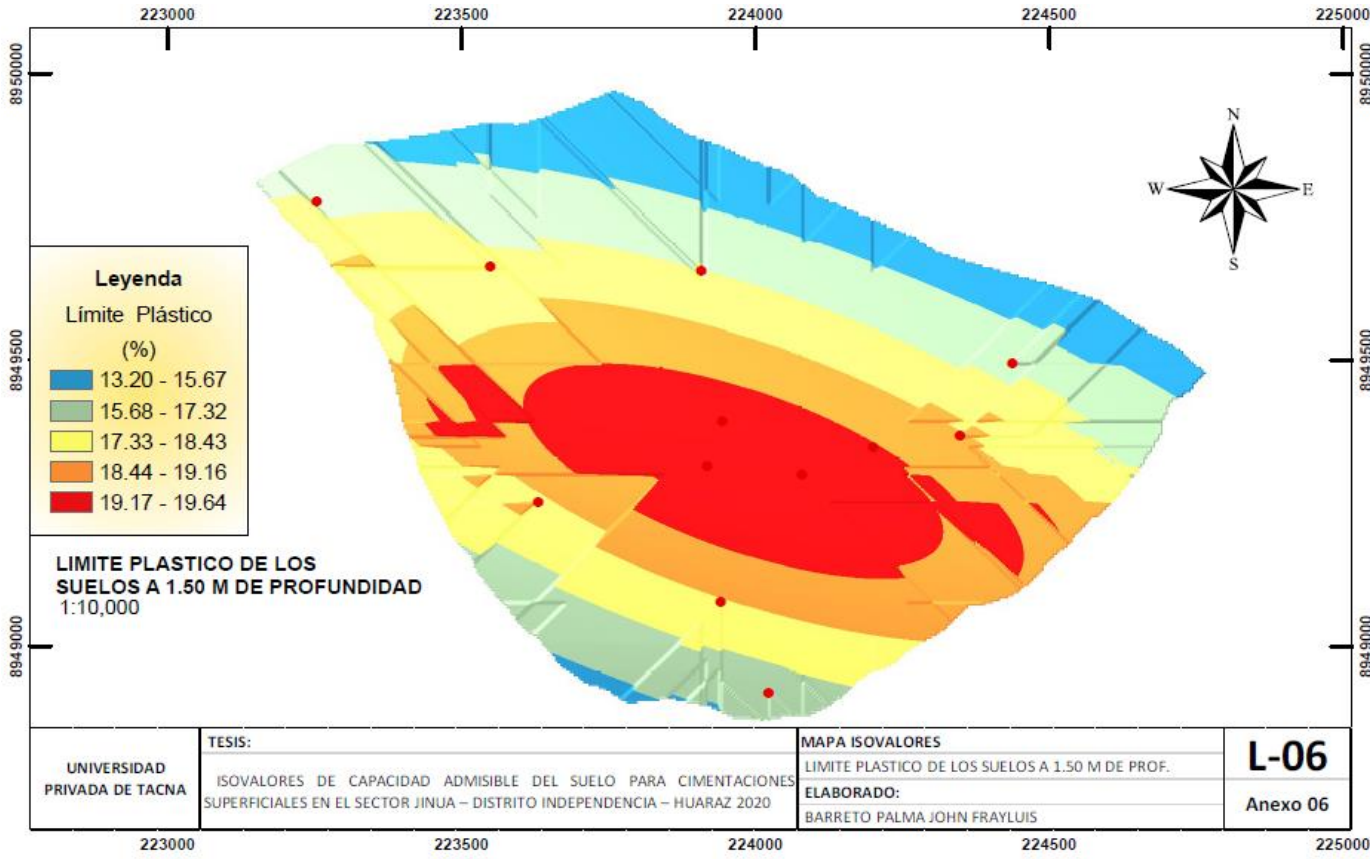
Anexo 23.

Plano de índice de plasticidad a 1.50 m de profundidad



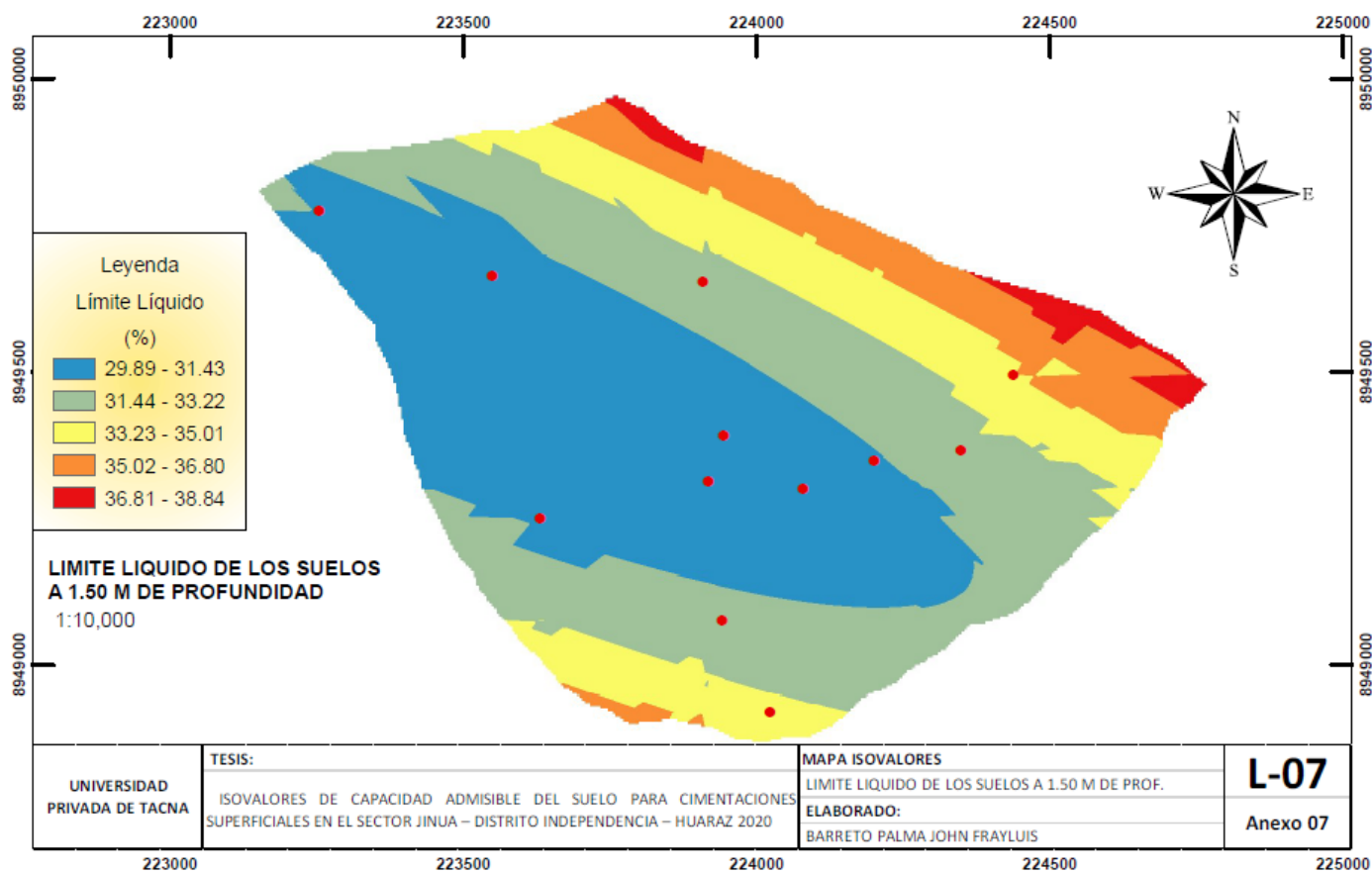
Anexo 24.

Plano de límite plástico a 1.50 m de profundidad



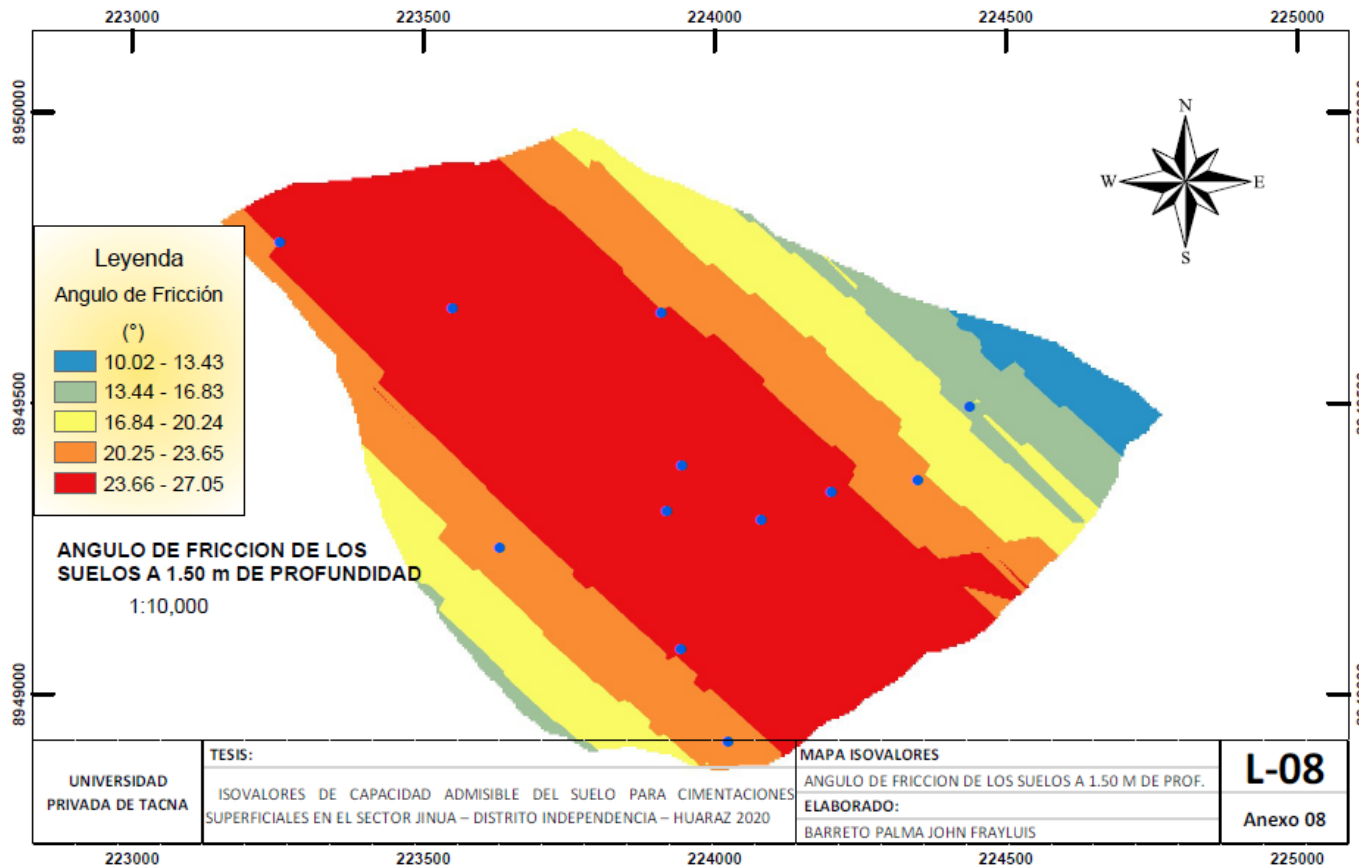
Anexo 25.

Plano de límite líquido de los suelos



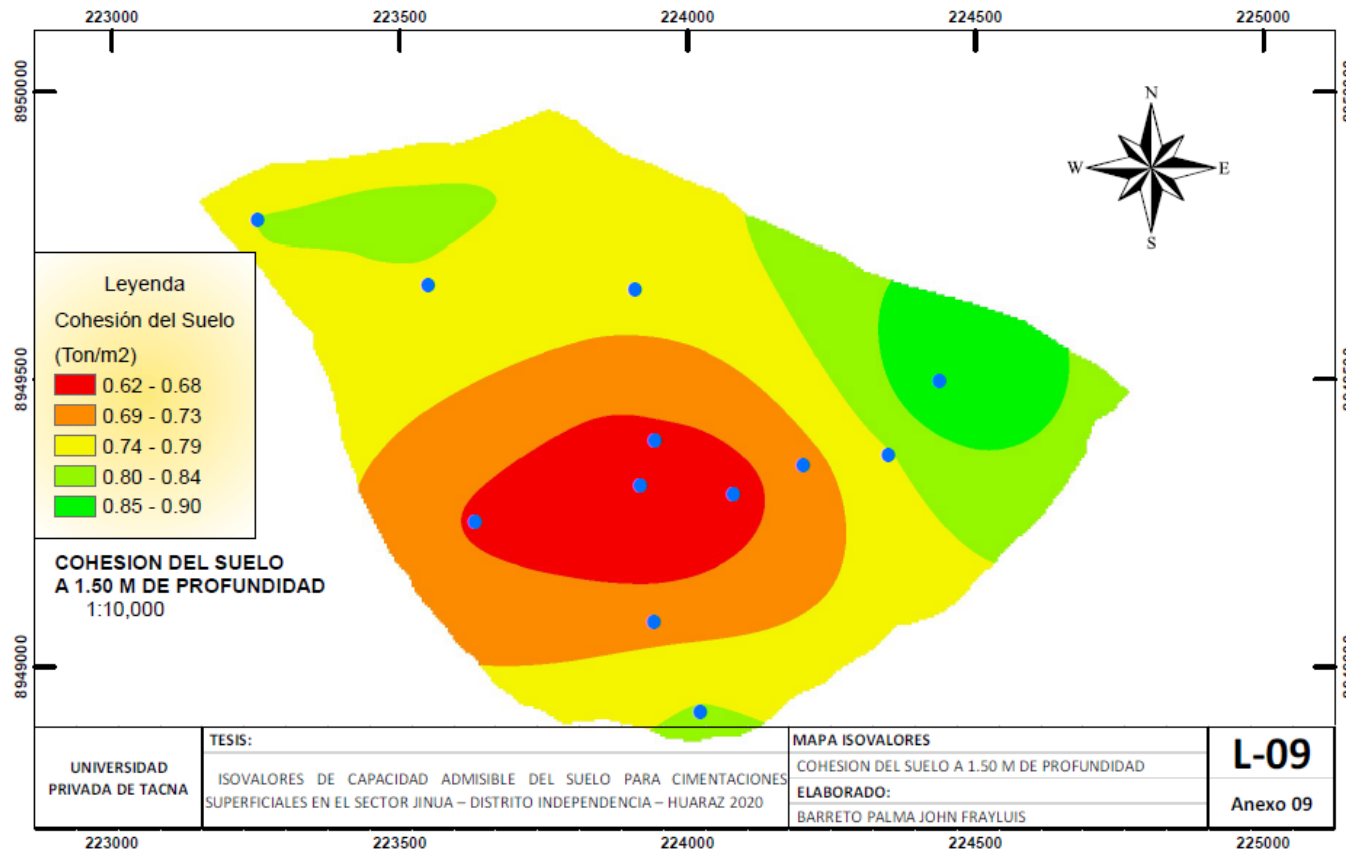
Anexo 26.

Plano de ángulo de fricción de los suelos



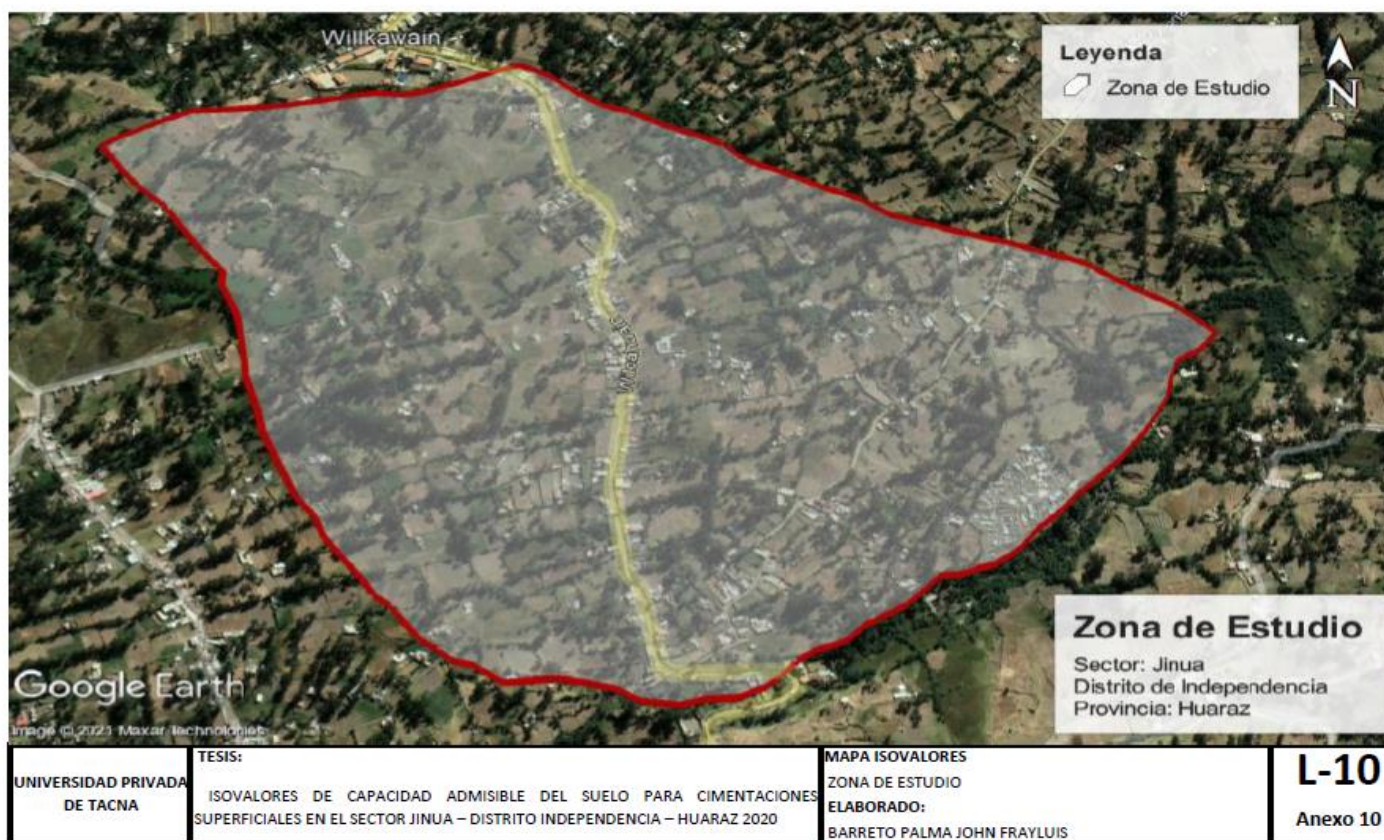
Anexo 27.

Plano de cohesión de los suelos



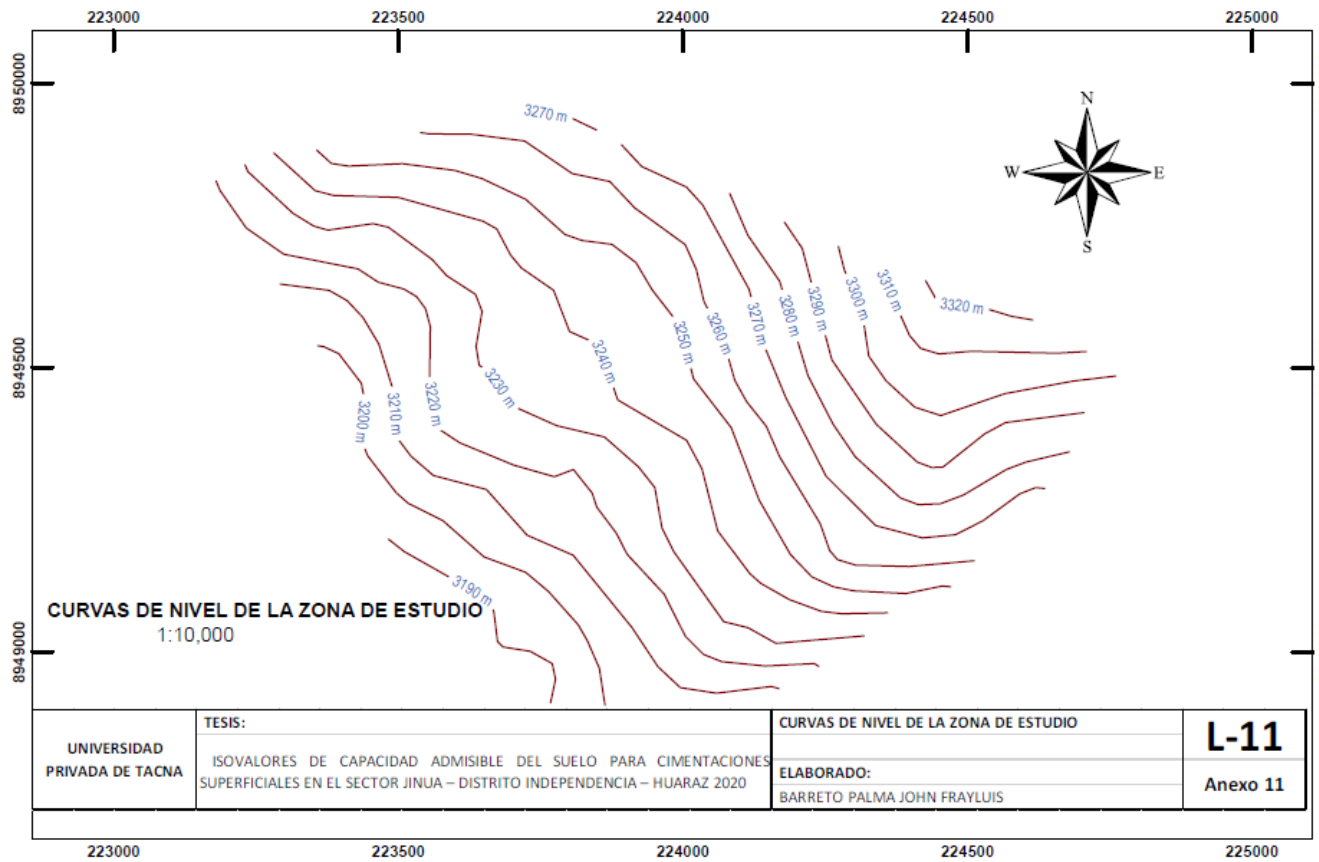
Anexo 28.

Plano de la zona de estudio



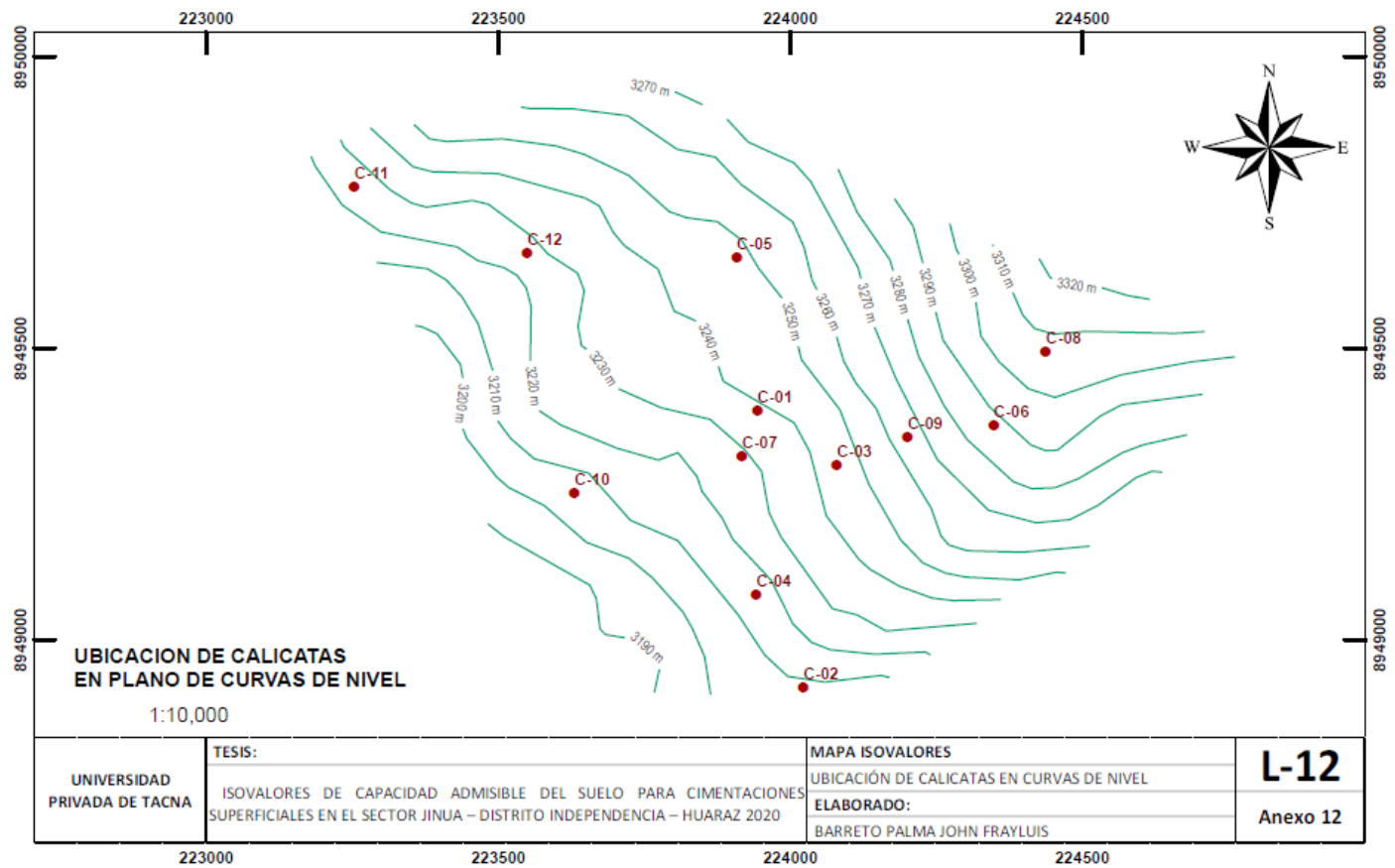
Anexo 29.

Plano de curvas de nivel de la zona de estudio



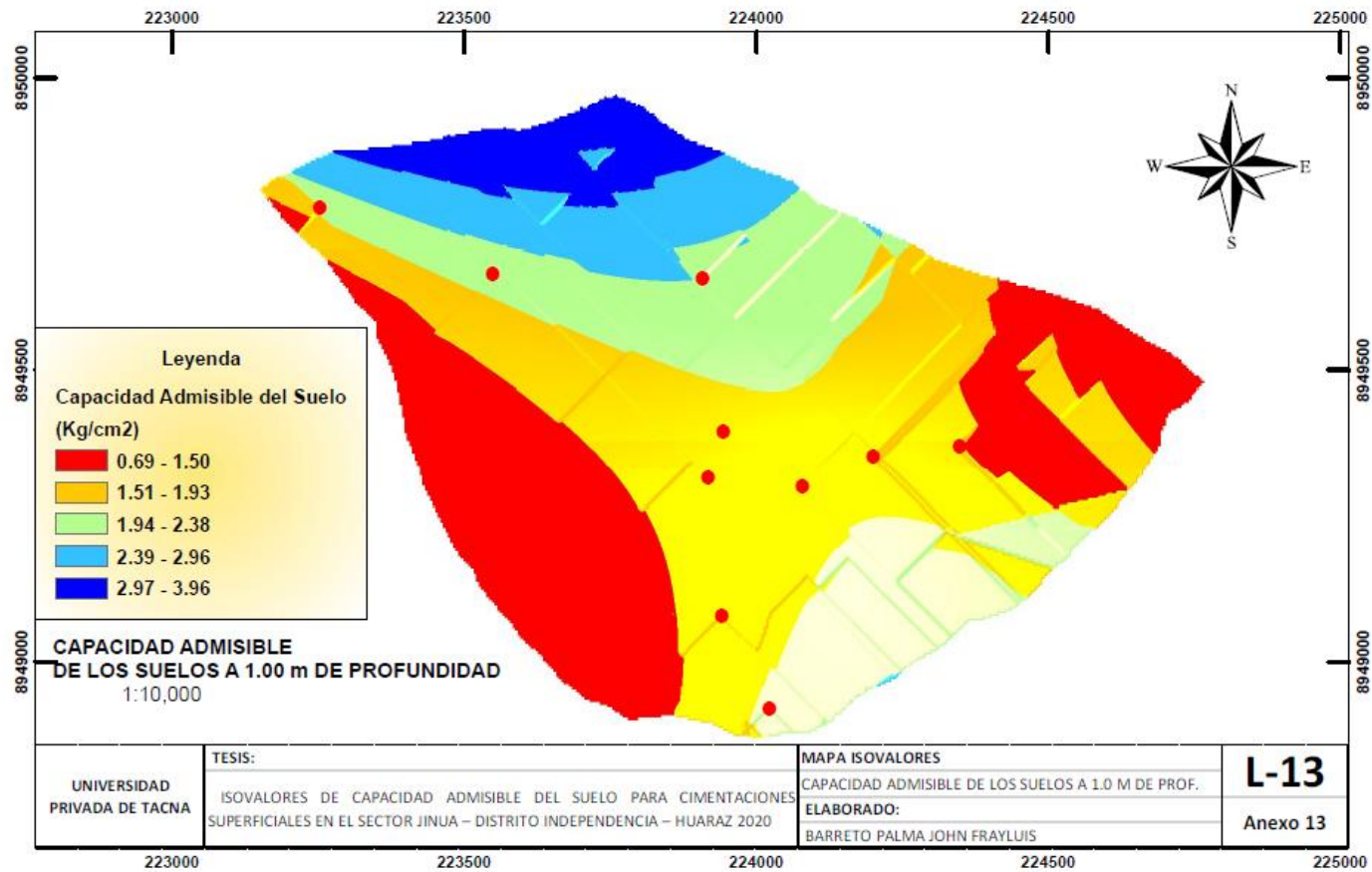
Anexo 30.

Plano de calicatas en curvas de nivel



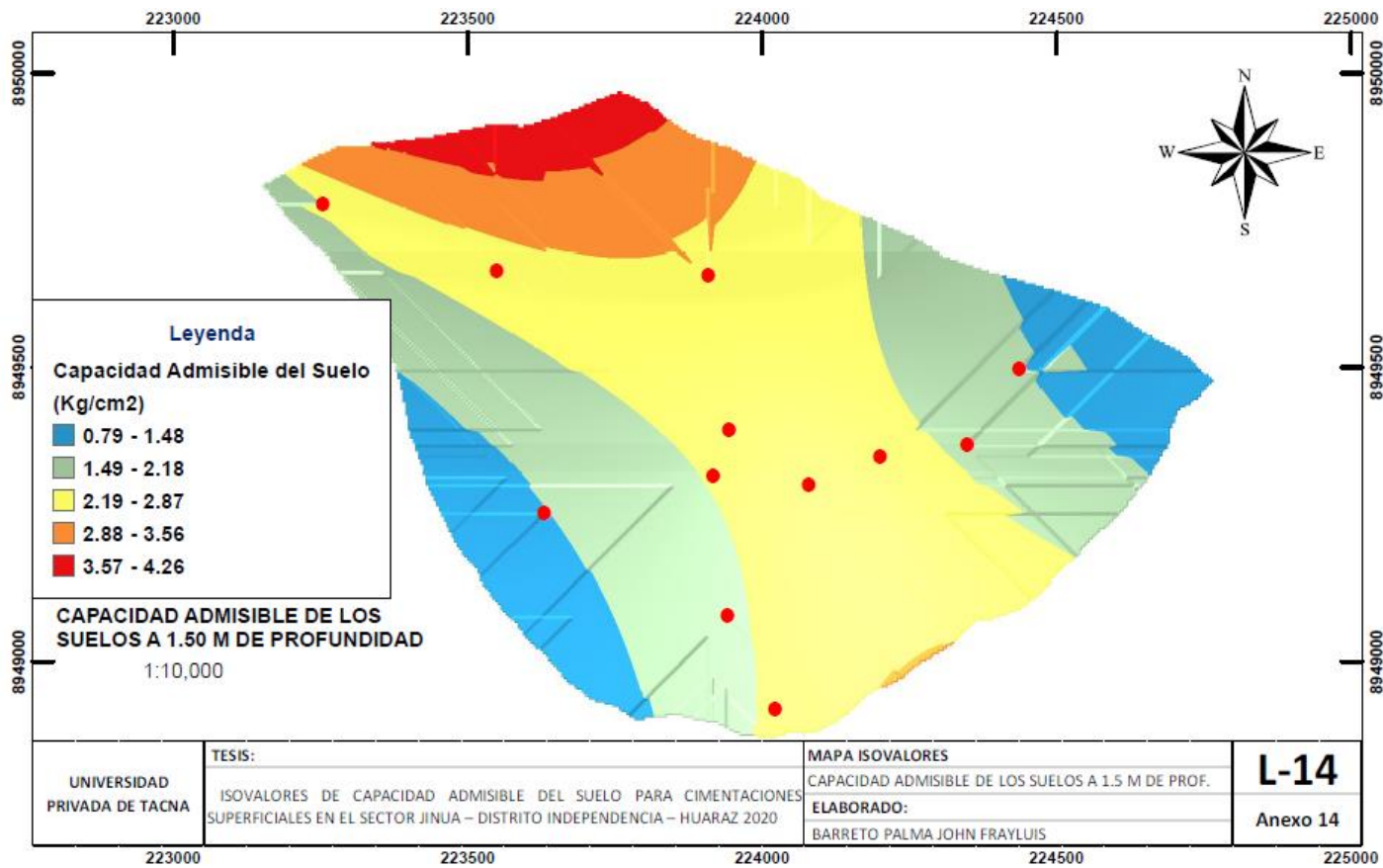
Anexo 31.

Plano de capacidad admisible a 1.00 m de profundidad



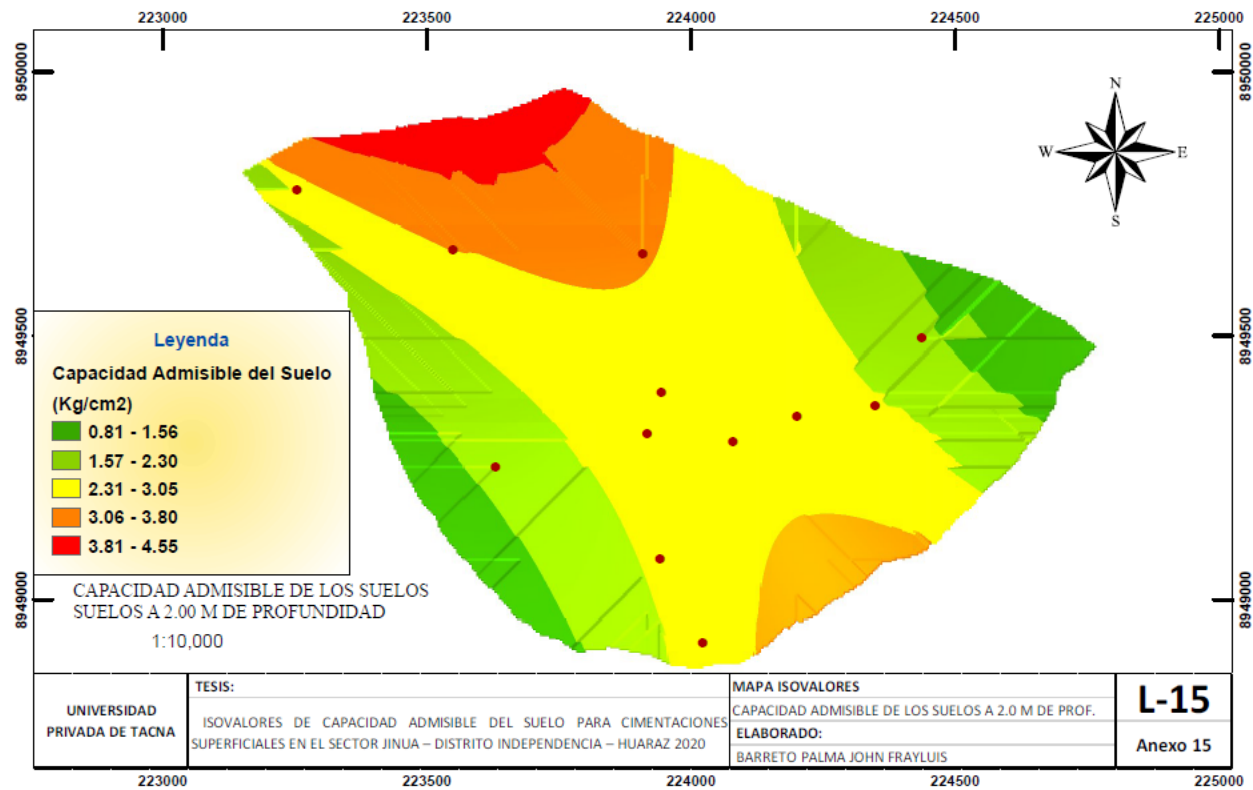
Anexo 32.

Plano de capacidad admisible a 1.50 m de profundidad



Anexo 33.

Plano de capacidad admisible a 2.0 m de profundidad



Anexo 34.

Plano de clasificación del suelo

