

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN
ANTRÓPICO UBICADOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA
HÉROES ALTO VIÑANI, DISTRITO GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA-2022”

TESIS

Presentada por:

Bach. Edwin Quispe Cotrado

Para optar el Título Profesional de:

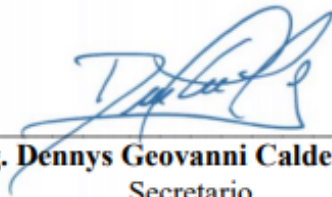
INGENIERO CIVIL

TACNA - PERÚ
2022

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR Y ASESOR DE TESIS



Dr. Ing. Victor Yapuchura Platero
Presidente



Mtro. Ing. Denny Geovanni Calderón Paniagua
Secretario



Mtro. Ing. Martin Paucara Rojas
Vocal



Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga
Asesor de tesis

DEDICATORIA

A Dios padre, ser celestial que me ha guiado en todos los pasos de mi vida, brindándome discernimiento, salud, inteligencia y fortaleza.

A mis grandiosos y amorosos padres y mis queridos hermanos, puesto que en familia, me han dado apoyo hasta el día de hoy.

AGRADECIMIENTO

A toda la plana docente que estuvo conmigo, en razón de su apoyo incondicional, enseñanzas y conocimientos compartidos.

A mi grandiosa familia y amistades, ya que siempre han estado junto a mí, brindarme su apoyo moral, motivándome a superar todo obstáculo de mi camino hasta hoy.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
ASPECTOS GENERALES	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3.1. Interrogante General.....	14
1.3.2. Interrogantes Específicas	14
1.4. FORMULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....	15

1.4.1.	Hipótesis General.....	15
1.4.2.	Hipótesis Específicas	15
1.5.	JUSTIFICACIÓN.....	16
1.6.	DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	17
1.6.1.	Objetivo General.....	17
1.6.2.	Objetivos Específicos.....	17
1.7.	DEFINICIÓN DE VARIABLES	18
1.7.1.	Identificación de Variables	18
1.7.2.	Caracterización de las Variables	18
1.7.3.	Medición Operacional de las Variables	18
1.8.	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	19
1.8.1.	Alcances	19
1.8.2.	Limitaciones.....	19
CAPÍTULO II		20
MARCO TEÓRICO.....		20
2.1.	CONCEPTOS GENERALES	20
2.1.1.	Rellenos Antrópicos.....	21
2.1.2.	Suelo.....	21

2.1.3. Aplicación de las Técnicas de Investigación según Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones)	24
2.2. Definición de Términos	25
CAPÍTULO III	28
MARCO METODOLÓGICO	28
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	28
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN	28
3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	29
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	30
3.5.1. Etapa Inicial	30
3.5.2. Trabajo de Campo	30
3.5.3. Trabajos de Gabinete	31
CAPÍTULO IV	32
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
4.1. EXPLORACIÓN PREELIMINAR	32
4.1.1. Unidades Litoestratigráficas	32
4.1.2. Parámetros Sísmicos	37

4.1.3. Unidades Litoestratigráficas	39
4.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	42
4.2.1. Ensayos Estándar	42
4.2.2. Determinación de las Propiedades Mecánicas y Geotécnicas de las Muestras	53
4.3. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN	63
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
CAPÍTULO V	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1. CONCLUSIONES.....	73
5.2. RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Coeficientes sísmicos del estudio	38

Tabla 2 Resultados de los análisis químicos C-01	70
Tabla 3 Resultados de los análisis químicos C-02	70
Tabla 4 Resultados de los análisis químicos C-02	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Estado actual de la Asoc. de Viv. Héroes Alto Viñani, localizada en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - región de Tacna.....	11
Figura 2 Vista satelital del terreno estudiado año 2003, primera vista.....	12
Figura 3 Vista satelital del terreno estudiado año 2022, segunda vista	13
Figura 4 Perfil estratigráfico C-01	39
Figura 5 Perfil estratigráfico C-02	40
Figura 6 Perfil estratigráfico C-03	41
Figura 7 Análisis Granulométrico por Tamizado C-1	43
Figura 8 Curva Granulométrica C-1	44
Figura 9 Análisis Granulométrico por Tamizado C-2	45
Figura 10 Curva Granulométrica C-2	46
Figura 11 Análisis Granulométrico por Tamizado C-3	47
Figura 12 Curva Granulométrica C-3	48
Figura 13 Ensayo de humedad natural de las muestras	49
Figura 14 Ensayo de densidad in situ de las muestras	50
Figura 15 Cálculo de las densidades máximas y mínimas de las muestras	51
Figura 16 Análisis químico de sales	52
Figura 17 Cálculo de la capacidad portante C-1	53

Figura 18 Cimentación cuadrada C-1	54
Figura 19 Cálculo de la capacidad portante C-2	55
Figura 20 Cimentación cuadrada C-2	56
Figura 21 Cálculo de la capacidad portante C-3	57
Figura 22 Cimentación cuadrada C-3	58
Figura 23 Ensayo de corte directo C-01.....	59
Figura 24 Ensayo de corte directo C-02.....	60
Figura 25 Ensayo de corte directo C-03.....	61
Figura 26 Gráfico de corte directo de las muestras.....	62
Figura 27 Proceso de excavación C-01, primera toma	83
Figura 28 Proceso de excavación C-01, segunda toma.....	83
Figura 29 Proceso de excavación C-02, primera toma	84
Figura 30 Proceso de excavación C-02, segunda toma.....	84
Figura 31 Proceso de excavación C-03, primera toma	85
Figura 32 Proceso de excavación C-03, segunda toma.....	85

RESUMEN

El trabajo de tesis presenta por objetivo realizar un estudio de la vulnerabilidad en los suelos de origen antrópico de la Asoc. de Viv. nombrada como Héroes Alto Viñani, ubicada dentro del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, con fines de uso como cimentación. La investigación en razón de la metodología es aplicada, descriptiva, no experimental y transversal, para una muestra que corresponde la Asoc. de Viv. Héroes Alto Viñani, compuesto por 4 manzanas y 128 viviendas. La recolección de datos implica la inspección ocular, exploración del suelo, identificación de estratos y ensayos en laboratorio, por lo que el procesamiento de datos abarcó el desarrollo de actividades tanto de campo como gabinete. Entre los resultados resalta la capacidad admisible en razón con la carga del suelo y al diseño de cimentación proyectada indica que la capacidad admisible hasta la profundidad excavada de 6.00 m es: calicata C-01 = 7.25 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m); calicata C-02 = 7.03 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m); calicata C-03 = 7.04 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m). Se llegó a concluir que la vulnerabilidad en suelos para la cimentación de las estructuras no afectará estratos comprendidos a gravas arenosas debido que cuentan con propiedades de buena capacidad admisible.

Palabras clave: Calicata, mecánica de suelos, suelos de origen antrópico, vulnerabilidad de suelos.

ABSTRACT

The objective of the thesis work is to carry out a study of the vulnerability in the soils of anthropic origin of the Asoc. of Viv. named as Héroes Alto Viñani, located within the district of Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, with purposes for use as foundations. The research based on the methodology is applied, descriptive, non-experimental and cross-sectional, for a sample that corresponds to the Alto Viñani Housing Association, made up of 4 blocks and 128 homes. Data collection involves visual inspection, soil exploration, identification of strata and laboratory tests, so data processing included the development of both field and office activities. Among the results, the admissible capacity stands out in relation to the soil load and the projected foundation design indicates that the admissible capacity up to the excavated depth of 6.00 m is: pit C-01 = 7.25 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m); Pit C-02 = 7.03 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m); Pit C-03 = 7.04 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m). It was concluded that the vulnerability in soils for the foundation of the structures will not affect the strata included in the sandy gravels because they have properties of good admissible capacity.

Keywords: borehole, soil mechanics, anthropogenic soils, soil vulnerability.

INTRODUCCIÓN

La investigación presenta un estudio con respecto a la mecánica de suelos de origen antrópico con terminaciones de una cimentación en la Asoc. de Viv. conocida como Héroes Alto Viñani, siendo una de las comunidades del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, ciudad Tacna. Básicamente consiste en el estudio de suelos que corresponde a zonas en las cuales son emplazadas determinadas estructuras que brinda sostén a específicas cargas del trabajo, tales como zapatas, columnas, cimientos corridos, vigas e identificar las propias características respecto a los suelos, siendo esto parte de la ejecución de la investigación. Así, la zona de estudio abarca toda una manzana de terreno que presenta estructuras de cobertura liviana y pre fabricados, siendo gran parte del área compuesta por material de relleno sanitario de gravas, además de tener como antecedente que el terreno fue explotado inicialmente como cantera de agregados, quedado los excedentes en depósitos.

Es así que, con el deseo de contribuir en el aspecto técnico y que sea de utilidad como elemento de consideración en las decisiones que sean tomadas frente a la problemática descrita, se ha llevado a cabo este trabajo de investigación que abarca los siguientes cinco capítulos:

En el Capítulo I: Aspectos Generales, es presentado los antecedentes, planteamiento de problemática y en razón de ello su formulación, hipótesis y objetivos, así como justificación de la investigación y definición de variables.

En el Capítulo II: Marco Teórico, se da a conocer conceptualizaciones generales acerca de las variables y términos básicos para su definición.

En el Capítulo III: Marco Metodológico, es especificado el tipo y diseño de investigación, la población objeto de su estudio, técnicas que conlleven a la obtención de datos y su procesamiento y análisis respectivamente.

En el Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados, es presentado la exploración preliminar, resultados generados mediante ensayos en laboratorio, análisis de la cimentación y la discusión de acuerdo a resultados.

Por último, en el Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones, se detallan estos de acuerdo a la información generada una vez culminado con el presente trabajo de tesis.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES

Henao y Marulanda (2013) en su trabajo de investigación de grado, llevó a cabo un estudio de acuerdo a propiedades tanto físicas como mecánicas respecto a un relleno antrópico que está ubicada en la urbe de Villa Verde en Pereira. En ello, llegó a la conclusión que el relleno antrópico que se encuentra ubicado en el sector de Villa Verde en Pereira, presenta relativamente bajos asentamientos tanto primario como secundario, donde sus contenidos de orgánica materia son muy elevados lo cual afecta de forma directa la resistencia última en relación al suelo, además del asentamiento primario y secundario.

H. O. (2019), en su estudio geológico con los procedimientos geotécnicos estándar, como objetivo de diseño de cimientos en West Bank Creek, Lagos en alta mar y en dicho sentido los perfiles de suelo recolectados dentro de la explorada profundidad en el sitio consisten fundamentalmente en dos zonas de suelo. Son limosas arcillas de mayor suavidad y arenas de media densidad. De los resultados que se obtuvieron, se revela dentro de las profundidades perforadas un depósito prácticamente alto de arcilla, siendo que se superpone a los pozos a partir del lecho del río hasta una profundidad de promedio 3.0 metros, además la arenosa formación presentó golpes apreciables en relación a Prueba de Penetración Estándar (SPT) los

cuales señalan arenas de media densificación. Respecto a las investigaciones de campo y los exhaustivos estudios, el estimado volumen de material de relleno de arena en disposición fue de 691,863 m³.

Humire (2013) llevó a cabo la tesis: “Aplicación de geofísicos métodos basados en superficiales ondas para caracterización sísmica de suelos: aplicación a la sísmica microzonificación del norte y poniente de Santiago”. Presentó como objetivo el estudio sobre análisis multi-canal según ondas superficiales en relación a variaciones pasiva y activa, con objeto de obtención de perfil de las velocidades de ondas de corte implicando distintos suelos. Así, los procesos de análisis espectral de frecuencia-número de onda (f-k), además de la autocorrelación espacial (SPAC), vienen a ser empleados a evaluación de dispersivas propiedades en correspondencia a cada lugar, en tanto que el algoritmo de acuerdo al vecindario, fue utilizado con intención de absolver el inverso problema para el perfil en respecto a las velocidades de ondas de corte.

Acosta (2017) llevó a cabo su trabajo de diploma, “Evaluación de la vulnerabilidad geotécnica en la Base de Amoniaco del puerto de Moa mediante empleo de métodos geodésicos”. Esta investigación de diploma implica el problema adyacente respecto a estudios de vulnerabilidad de acuerdo a obras de ingeniería las cuales presentan alto riesgo, como la Base de Amoniaco ubicada en puerto de Moa. Fue aplicado metodología para determinar aquellos índices respecto a la vulnerabilidad geotécnica involucrando métodos geodésicos, donde es integrado un

análisis respecto a la deformación siendo niveles e índices de la vulnerabilidad geotécnica, los cuales implican indicadores de vigilancia cualitativos y cuantitativos. El cómputo fue realizado desde la comparativa de valores en relación a las deformaciones que fueron determinadas mediante mediciones geodésicas en circunstancias de campo, siendo con tolerancias establecidas en normativa cubana con propósito de diseño de cimentaciones. Ello agiliza el empleo de la Geodesia en relación a multidisciplinarios estudios en correspondencia a la vulnerabilidad de estructuras en sistemas de explotación y construcción. Es manifestado la viabilidad de metodología, además de la significancia de estudios íntegros respecto a la vulnerabilidad en seguridad operacional según objetivos de depósitos de ciertas sustancias tóxicas, obras auxiliares y las interconexiones, desde resultados obtenidos y proceso de interacción de criterios definitivos en lo que respecta las disciplinas de Geofísica, Geodesia, Geotécnica y la Ingeniería Civil. De esta manera, se emplearon métodos como teóricos, entre estos: históricos-lógico, hipotético y deductivo, análisis y síntesis, y modelación.

Dueñas (2014), desarrolló la tesis: “Zonificación de suelos en el área urbana de Carapongo (Lima Metropolitana), empleando métodos sísmicos y geotécnicos. El trabajo permitió obtener conocimiento del dinámico comportar del suelo con objeto de conseguir un mapa de zonación sísmica y geotecnia respecto a la urbana área de Carapongo. El padrón del ruido ambiental (exceptuando uso de fuentes de energía), el empleo de técnicas geofísicas e interactivo modelado respecto a la curva

de dispersión de acuerdo a ondas de superficie, fueron aplicados en razón de obtener conocimiento de la conducta dinámica según suelos de Carapongo en lineamiento a la Norma E-30 de construcción en Perú. Dichas metodologías han sido vinculadas con la Geomorfología, Geología y además el Análisis Geotécnico, consiguiéndose tres zonas sísmicas y geotécnicas que corresponden a los tipos de S1, S2 y S3 de suelos como resultados. El mapeo en coherencia a la zonificación sísmica y geotécnica orientado al área correspondiente implica como información en primera instancia a aplicarse tanto por ingenieros civiles como arquitectos de acuerdo a diseño y construcción de adecuadas estructuras frente a cada suelo que fue reconocido en esta investigación, por ende, es de relevancia su desarrollo para la proyección frente al futuro, una expansión urbana adecuada.

Bejarano (2016) presentó la tesis titulada: “Evaluación geodinámica externa y análisis dinámico de los suelos en el distrito de Sachaca (Arequipa) usando métodos geofísicos”. Considerando objetivos significativos, resalta el desarrollo urbano de suelos en el distrito de Sachaca, Arequipa, mediante la aplicación de métodos geofísicos. Como resultados, destacan suelos S1 y S2 de acuerdo a la Norma Sismorresistente E-030. Así, es frecuente el riesgo de precipitaciones de extremidad durante los años, donde su adecuada trayectoria documentada, conducirá a la identificación y cuantificación de la localización de críticas áreas. Debe comprenderse que, siendo los peligros recurrentes, las áreas incididas en el pasado serán iguales respecto al futuro, pero con diferencia en que el riesgo presenta

niveles mayores al tener aumento en la urbana expansión, además de la ostentación de los habitantes. De acuerdo al distrito de Sachaca, los lares de riesgo alto están entre el Pueblo Tradicional de Arancota y el Puente Tingo. Obtener conocimiento de la calidad de suelos y las críticas zonas respecto al riesgo de presentar aluvión, conduce a establecer acciones vinculadas a una gestión de riesgo correcta. Aquellos resultados conseguidos, son punto de iniciación para establecimiento de criterios de prevención en salvaguarda de los habitantes.

Calderón (2019) desarrolló un trabajo de grado en obras que fueron cimentadas sobre relleno que no fueron controlados en el distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2018. Esta investigación fue descriptiva, puesto que se ha identificado, observado y descrito los anteriores usos del suelo del distrito a partir del 2003-2018, con el objeto de poder realizar la identificación de problemas en cimentaciones respecto a obras edificadas en rellenos que no fueron intervenidos, siendo la población analizada en el contexto territorial en relación al Plan Urbano Distrital, la cual se encuentra demarcada en la zona a estudiar. De esta manera, se concluyó que las cimentadas obras en rellenos que no fueron intervenidos en la zona estudiada, también se identificaron asociaciones en donde han sido cimentadas las respectivas estructuras, siendo que al mismo tiempo fueron identificadas ciertas fallas originadas por componer esta clase de suelo.

Concori y Gonzales (2018) llevaron a cabo la tesis: “Caracterización del tipo de suelo y problemas especiales de cimentación de edificaciones de la

Asociación Delta-Pampa Colorada del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa. La investigación implicó el estudio de la mecánica de suelos en relación a cimentación, donde se desarrollaron trabajos en campo, necesarios ensayos en laboratorio tanto estándar como especiales. Se lograron reunir metodológicas características para una investigación aplicada en relación a problemas de cimentación en lugares sin existencia de estudios geotécnicos, con una muchedumbre que utiliza el terreno con fines de pecuaria crianza y construcción de cercos perimétricos que presenta muros de bloquetas, además de columnas de material concreto. Entre los resultados destaca la descripción de suelo denso junto a una mala arena graduada, de fluvial origen que presenta marrón claro como color con no plástico poco fino, exceptuando la presencia de nivel freático, y con un superficial estrato de material de cemento, además de una excavación difícil que implica una capacidad portante la cual fue en promedio 0.55 Kg/cm^2 (profundidad 0.8 m) y 0.97 kg/cm^2 (profundidad 1,5 m), además el suelo presentaba un contenido alto de sulfatos y cloruros. Se concluyó que fueron identificados dos problemas: un suelo colapsarle y químico ataque de acuerdo a los suelos, además de su capacidad portante baja.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú al pase del tiempo, los desastres naturales han conllevado a cuantiosas víctimas, grandes pérdidas económicas, daños a los bienes materiales, siendo de origen hidrológico y sísmico. Se sitúa como una de las regiones que presenta mayores niveles de actividad sísmica a nivel global, formando pieza del cinturón del fuego del pacífico, liberando más del 85% de acumulada energía desde su interior. Con respecto a la historia de los desastres naturales ocasionados en el Perú, según INDECI del 2003 al 2014, uno de los factores que causa muchas pérdidas económicas y humanas es la inundación y sismicidad.

En región sur-occidental del Perú (Arequipa-Tacna), en zona de subducción respecto a placa de Nazca y Sudamericana, además de ser zona que presenta altos niveles de actividad sísmica, ha surgido diversos sismos con intensidad alta, donde las magnitudes alcanzaron los 8,5 grados - escala de Richter y XI - escala de Mercalli Modificado, donde se encuentran los siguientes sismos: Sismo de 1604 (XI-Moquegua), de 1687 (VIII-Arequipa), de 1784 (VIII-Arequipa), de 1833 (VII-Tacna) y de 1868 (XI-Arica). Así también, es significativo mencionar que el periodo de reincidencia de dichos sismos que fueron de gran intensidad en el territorio peruano, corresponde a un ordenamiento de todo un siglo, entendiéndose que la región correspondiente se considera de alto nivel de riesgo sísmico.

De la investigación relacionada con la histórica serie brindada por el Proyecto Especial Tacna (PET), de 1959 al 2013, respecto a Descargas Máximas Anuales que fueron registradas en las Sub Cuencas del río Seco, es observado que las máximas descargas han sido registradas en el 2001.

La expansión del área urbana en el Perú, viene a ser un fenómeno que en las últimas décadas ha logrado expandirse alrededor del 50%, siendo que de dicha expansión urbana corresponde un 90% al carácter informal. En tal sentido, se produjo un crecimiento significativo y a su vez desordenado, donde en muchas ocasiones este crecimiento ha logrado a ocupar en la zona donde antes pasaban corrientes naturales de ríos, canteras de explotación de agregados, alejadas zonas destinadas para los sanitarios rellenos, entre otras.

En la región de Tacna, las primeras urbanas expansiones corresponden al cono norte de la ciudad, siendo estos los distritos de Ciudad Nueva/Alto de la Alianza. Además, por consecuencia del sismo ocurrido en el 2001, surgió en la sociedad tacneña la necesidad de poder poblar la zona cono sur de la ciudad porque esta continúa presentando características mejores en lineamiento a la capacidad portante del suelo. Entonces, por este factor se presentó una urbana expansión en desproporción y desorden, donde se ha poblado lugares específicos que pertenecían a rellenos de origen antrópico y carreteras de agregados antiguas.

Particularmente, en la Asociación de Vivienda Héroes del Alto Viñani, ubicado en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, la cual se encuentra asentada en rellenos de origen antrópico, originada por ilegales invasiones, donde en un principio no presentaba servicios básicos en lares rústicos y que tenía ausencia de construcción de material noble, se consiguió identificar anticipadamente viviendas construidas en determinados rellenos de origen antrópico respecto a antiguas canteras. En la Figura 1 es presentado el actual estado de la Asociación de Vivienda Héroes del Alto Viñani, ubicado en el distrito en mención.

Figura 1

Estado actual de la Asoc. de Viv. Héroes Alto Viñani, localizada en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - región de Tacna



Nota. Toma fotográfica propia.

De acuerdo con estudios desarrollados por INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil, sobre un mapeo correspondiente a los peligros en la ciudad de Tacna, no se permite la urbanización de zonas de cantera tanto Arunta como aleñadas a ella (INDECI, 2005). Por lo que es de importancia vital llevar a cabo una evaluación de primera instancia sobre cuál es el tipo de suelo que esta zona presenta, ya que se observa características con diferencias frente a otros lugares que también pertenecen al distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.

Entre 2003 y 2022 según la vista satelital, se logra apreciar que la Asociación de Vivienda Héroes del Alto Viñani, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, se encuentra asentada en rellenos de canteras antiguas, es decir, rellenos de origen antrópico. En la Figura 2 es presentado el área de estudio al 2003.

Figura 2

Vista satelital del terreno estudiado año 2003, primera vista



Nota. Obtenido de Google Earth.

Figura 3

Vista satelital del terreno estudiado año 2022, segunda vista



Nota. Obtenido de Google Earth.

Por consiguiente, la investigación se focalizó en llevar a cabo el estudio respecto a los suelos de antrópico origen con el fin de poder obtener noción del comportar tanto físico como mecánico de los suelos que la Asociación de Vivienda Héroes del Alto Viñani, distrito de Gregorio Albarracín presenta, en razón de realizar la evaluación de daños posibles en las viviendas para poder así proponer medidas de mitigación y prevención.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Interrogante General

¿De qué manera el estudio de la vulnerabilidad en los suelos de origen antrópico de la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, permite su uso como cimentación?

1.3.2. Interrogantes Específicas

- a. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?
- b. ¿Cuál es la capacidad de carga en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?
- c. ¿Cuáles son los asentamientos en cimentaciones en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?

1.4. FORMULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

El estudio de la vulnerabilidad en los suelos de origen antrópico de la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, permite su uso como cimentación.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- a. Las propiedades físicas y mecánicas en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, establecen que es un tipo de suelo normal.
- b. La capacidad de carga en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, determina en qué estrato se efectúan las cimentaciones.
- c. Los asentamientos en cimentaciones en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, determinan que debe ser superficial y en un estrato específico.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Es sabido previamente que, en la zona de estudio, el uso que se realizaba en dicha área era para terreno de cultivo, botadero, cantera, rellenos sanitarios, etc. En ese sentido, es de importancia vital llevar a cabo esta investigación que se focaliza en el caso de la Asociación de Vivienda Héroes del Alto Viñani, ubicado en el distrito de Gregorio Albarracín de Tacna, por presentar una considerable población que se encuentra asentada en rellenos de origen antrópico, la misma que tiene vulnerabilidad geotécnica. Es así que, revisando diferentes fuentes bibliográficas, se confirma la ausencia de investigaciones e información detallada de estudios geotécnicos, tales como aquella capacidad que porta el suelo en relación al área de estudio, la cual se sitúa sobre rellenos de origen antrópico, conllevando a traer en su mayoría como consecuencia la precariedad de las cimentaciones, puesto que en la mayor parte no se desarrollan ni se ejecutan estudios de suelo, siendo ello de vital importancia para el diseño del tipo de cimentación de manera adecuada.

Por todo ello, en este trabajo fue estudiado la vulnerabilidad en los suelos correspondientes a la Asociación de Vivienda Héroes del Alto Viñani del distrito de Gregorio Albarracín, ciudad de Tacna, con el propósito de obtener el conocimiento del comportamiento tanto físico como mecánico del suelo, determinar capacidad según carga de suelos y asentamiento en cimentaciones.

1.6. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General

Realizar un estudio de la vulnerabilidad en los suelos de origen antrópico de la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, con fines de uso como cimentación.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar las propiedades físicas y mecánicas en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.
- b. Establecer la capacidad de carga en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.
- c. Determinar los asentamientos en cimentaciones en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.

1.7. DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.7.1. Identificación de Variables

- a. Variable independiente: Suelos de origen antrópico.
- b. Variable dependiente: Vulnerabilidad de suelos.

1.7.2. Caracterización de las Variables

- a. Suelos de origen antrópico: Zona de material que generalmente suele ser acumulado por la población, el cual se encuentra compuesto por la basura y/o escombros y/o suelos que son removidos, o por mezcla de estos.
- b. Vulnerabilidad de suelos: La relación empírica entre determinados valores de deformaciones que son conseguidos de métodos teóricos, además de mediciones geodésicas a una escala real y en campo.

1.7.3. Medición Operacional de las Variables

- a. Indicadores de suelos de origen antrópico: Propiedades físicas y mecánicas en relación al suelo y capacidad de carga.
- b. Indicadores de vulnerabilidad de suelos: Asentamientos en cimentaciones para estructuras.

1.8. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.8.1. Alcances

Los resultados conseguidos en esta investigación conciernen a la intención de poder contribuir a una de las asociaciones de vivienda que es situado en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia de Tacna, la Asoc. de Viv. Héroes Alto Viñani, ya que se ha identificado previamente que en dicha área de la ciudad existen viviendas que se construyeron sobre rellenos de origen antrópico, lo cual conduce a la presencia de determinados daños en las viviendas. Por lo tanto, el alcance de la investigación corresponde a la localidad de la ciudad de Tacna.

1.8.2. Limitaciones

Los resultados están basados en el proceso de exploración, el cual se considera adecuado respecto al número de sondeos y la profundidad que fue ejecutada, en razón de las particularidades de localización del establecido terreno y su tipo estructural. No obstante, según naturaleza de suelos hallados, donde es necesario generalizar datos en sondeos del terreno, no siempre se obtiene seguridad total en lo que refiere la generalización realizada. Es así que las limitaciones son:

- Carencia de información acerca de estudios geotécnicos en área.
- Disposición de acceso a la zona estudiada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. CONCEPTOS GENERALES

La masa continuamente sufre movimientos que son geológicos fenómenos producidos por una inestabilidad respecto al suelo que abarcan taludes y laderas (Morales y Valiente, 2017). Por otra parte, conforman resultado también de las naturales circunstancias del terreno mismo, como hidrología y geomorfología, además de modificaciones de dichos escenarios por procesos tanto geodinámicos como actividades del ser humano (Graciano, 2015).

De acuerdo a Lomoschitz (1996), la construcción de viviendas en rellenos produce caóticos problemas en razón de la heterogeneidad de los materiales que lo componen. El adecuado reconocimiento del terreno y la evaluación del geotécnico comportamiento vienen a ser laboriosos, lo cual resulta no ajustable los modelos en relación a los suelos y demás tipos de materiales. Los conflictos que son causados por la carencia de una detección previa del existir respecto a rellenos que fueron tomados como natural depósito, los mismos que suelen exponerse como un enmascarado debido a la vegetación o determinada consolidación superficial, presentan frecuencia en zonas urbanas. Errar en un relleno con natural depósito es común caso de arcillosos rellenos. En otras particularidades, el relleno se encuentra a su vez derramado en compresibles terrenos, incrementando así las dificultades.

2.1.1. Rellenos Antrópicos

Según Vásquez (2000), se comprende por rellenos o llenos antrópicos, todo aquel material que comúnmente es acumulado por los habitantes de una población; se encuentran compuestos por basuras y/o escombros, así como también por suelos removidos o por la combinación de estos.

2.1.2. Suelo

El suelo corresponde al producto del conjunto de física expansión, química transformación respecto a las rocas, rocosa propiedad y orgánica materia en unión con el líquido y gases que llenan vacíos entre sólidos elementos (Das, 2006). Es usual la opinión en que el suelo viene a ser un agregado de tanto orgánicas como inorgánicas partículas, que exceptúa relación a alguna organización (Juárez, 2005). No obstante, consiste de un grupo con estructura y determinadas particularidades las cuales cambian vectorialmente. Por lo general en vertical dirección, los suelos presentan perfil lo cual viene es un acto donde se realiza aplicación en abundancia.

2.1.2.1. Propiedades Físicas del Suelo.

Granulometría.

El análisis respecto a granulometría, proporciona asociación de todo material que presenta un determinado suelo. Entonces, existen dos modos de análisis, el seco de superiores tamaños (0,075 mm) y la geología hidrogeología,

antecede ensayos, reconocimiento, informes, correlaciones, parámetros 14 granulometría mediante sedimentación por hidrómetro precisamente para aquellos tamaños sean de igualdad o por debajo de 0,075 mm (Gonzalez, 2005).

Densidad relativa.

Resultado de concentración respecto a sólidos los cuales producen arenas y las gravas. Entonces, se hallan parámetros de máxima densidad tales como de ser posible un cuantioso contenido en relación a sólidos en un volumen determinado y la mínima densidad como el contenido menor posible respectivamente (Gonzalez, 2005). Es así que, con dichos parámetros se halla la relativa densidad que puede darse en terminación de específico peso seco tanto máximo como mínimo.

$$Dr (\%) = (\gamma d - \gamma_{min} / \gamma_{min} - \gamma_{max}) * \gamma_{max} / \gamma d * 100$$

Donde:

- γd = Densidad natural seca o in situ respecto al suelo.
- γ_{max} = Densidad seca según estado más denso.
- γ_{min} = Densidad seca según estado más suelto.

2.1.2.2. Propiedades Mecánicas del Suelo.

Ángulo de fricción interna.

El ángulo de fricción máximo corresponde a un conjunto de diversos sucesos que son producidos en el empleo del corte (Mitchell, 1993). Entonces la interna fricción o la resistencia en el momento del deslizamiento entre aquellas partículas, con frecuencia es constantemente estimado, además de contribuir a el 50% o más (máxima resistencia).

Cohesión.

Definida como una fuerza en razón de la atractiva molecular, por lo que el suelo la contiene por carencia de comprensión del mismo. Entonces, verificar su valor y existencia resulta ser complicado, puesto que la proyección envolvente de falla respecto al esfuerzo igual a cero viene a ser incierta, o en caso que los ensayos vengan a ser desarrollados a presiones de confinamientos que sean menores a 1kg/cm^2 (Mitchell, 1993).

2.1.2.3. Propiedades Químicas del Suelo.

Sulfato.

- a. El sulfato resulta ser el producto de un tipo de oxidación respecto al azufre, por lo que se puede emplear como rellenos de arena, carbonatadas rocas de origen sedimentario y subterráneas aguas en arcilla.

b. Cloruro.

Implican componentes sean de unidad o de diversos átomos de cloruro que tienden a producir sales de básico o ácido carácter. Así, se generan por la descomposición de rocas madre, siendo rocas ígneas principalmente, además de la degradación de orgánica materia y el aporte de agua de lluvia.

c. Sólidos solubles totales.

Estos corresponden al resultado del contenido tanto de sulfatos como de cloruros solubles en agua, siendo que los sulfatos perjudican al concreto al reaccionar con compuestos que estén hidratados en la pasta de cemento hidratada.

2.1.3. *Aplicación de las Técnicas de Investigación según Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones)*

La investigación de campo fue realizada en relación a lo mencionado en este capítulo, asegurando tanto cantidades como valores mínimos y además de limitaciones que son indicados en la Norma correspondiente. Además, en todo aquel que no sea contradicho, se empleará la normalizada guía para labor de campo con propósito de diseño en ingeniería y construcción. NTP 339.162 (ASTM D 420).

Pozos o calicatas trincheras.

Excavaciones de figuras variadas las cuales conllevan una directa observación respecto al área, además de recogida de muestras y el desarrollo de

ensayos in situ en razón que no requieran de confinamiento. Además, las calicatas y trincheras son llevadas a cabo de acuerdo a la NTP 339.162 (ASTM D 420). El PR tendrá que tomar precauciones con el objeto de evadir accidentes.

2.2. Definición de Términos

Albañilería o mampostería.

En relación a RNE E050, consiste en un estructural material mezclado por unidades de mampostería, que básicamente fue a base de mortero o unidades de mampostería compuestas con líquido hormigón.

Asentamiento del suelo.

Es la disminución respecto al volumen de los poros. Si hay vacíos de suelo llenos totalmente de agua (suelo saturado), el asentamiento puede ser presentado si se tiene escape de agua. Puede pasar en suelos poco consolidados o en soporte de capas de suelos que estuviesen en licuación (Henao y Marulanda, 2013).

Calicatas.

Según RNE E050, consiste en realizar excavaciones de diferentes maneras que facultan la exploración directa de un terreno, de tal forma también el empleo de muestras y el izamiento real de ensayos in situ los cuales no requieran relegación de pozos o trincheras se desarrollan de acuerdo al NTP 339.162 (ASTM D 420).

Capacidad carga.

De acuerdo a RNE E050, cuando se refiere de capacidades de carga, entonces es la necesaria presión de romper un determinado suelo por cizallamiento, que da soporte de cimentación sin necesidad de factores de seguridad.

Capacidad carga admisible.

La capacidad respecto a la carga admisible resulta de RNE E050, donde se divide la capacidad de cargas mediante multiplicación del factor de seguridad.

Cimentación excéntrica.

La excéntrica base corresponde a una solución cuando el pilar se encuentra en o cerca de un límite de una propiedad, además de poder ser una económica solución en caso la excentricidad sea moderada y la columna se pueda agrandar.

Cimentación superficial.

En relación al RNE 050, es aquella que vincula la profundidad entre el ancho y llega ser menor o igual a 5, por lo que corresponde a los que no penetran frente al subsuelo para alcanzar una capa que da soporte al peso de la estructura.

Diseño de zapatas.

En relación a RNE E050, las estructurales zapatas de hormigón crudo se deben diseñar con el objeto de amplificar la carga y las inducidas respuestas, de tal forma que se encuentre en cumplimiento de los lineamientos de apropiados diseños.

Mecánica de suelos.

En correspondencia al RNE E050 señala que, es un conjunto de procesos que implica inspeccionar, explorar y analizar en campo, siendo como objetivo el examinar la naturaleza y el comportamiento respecto al suelo, además de su contestación a las estáticas y dinámicas fuerzas.

Perfil estratigráfico.

La norma RNE E050 hace mención que los perfiles estratigráficos implican suelos con representativas características, donde en laboratorio es seleccionado una muestra con objeto de ensayo de acuerdo con SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487).

Presión admisible del suelo.

La Norma NRE E050, indica que la presión admisible respecto al suelo, implica la presión transmitida máxima mediante una cimentación sin la generación de superiores asentamientos frente a la presión admisible.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En relación a la metodología, este trabajo de investigación realizado es de tipo aplicada, además de ser de nivel descriptivo.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Así también, corresponde a un diseño no experimental y transversal.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

La población de estudio concierne al distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, ciudad de Tacna.

La muestra de esta investigación comprende la Asociación de Vivienda. Héroes Alto Viñani, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, compuesto por 4 manzanas y 128 viviendas.

3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El método de acuerdo a este estudio abarca las siguientes etapas:

- a) Inspección ocular: Proceso donde se reconoce de manera general el terreno, con el propósito de llevar a cabo una adecuada planificación de trabajos, tales como: personal, equipos, métodos, determinación de zonas de accesibilidad, programación de trabajos, entre otras más.
- b) Recopilación de información: Implica una exploración del suelo a través de calicatas que estuvieron localizadas en la zona investigada, en conveniencia distribuidas, de modo de obtener un muestreo representativo para la determinación de las particularidades del subsuelo. Se realizó una excavación de 3 calicatas para cálculo de Capacidad Portante en lineamiento a la Norma Técnica ASTM D 420. Mismo tiempo al muestreo de suelos, fue registrado e identificado cada estrato hallado en las calicatas, registrando las características esenciales como: ubicación, espesor, profundidad, color, tipo de suelo, plasticidad, compacidad, entre otros.
- c) Ensayos de laboratorio: Las alteradas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos, con objeto de realizar los respectivos ensayos. Estos permitieron realizar la caracterización de suelo, además de definición de parámetros con objeto de diseño de cimentación.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. Etapa Inicial

El trabajo de investigación inició con la recolección de datos bibliográficos y estadísticos, especializada capacitación, diagnóstico en campo y una previa serie de observaciones directas en la Asociación de Vivienda Héroes del Alto Viñani, distrito de Gregorio Albarracín de la ciudad de Tacna, además de analizar a otras instituciones implicadas con el presente tema como: Municipalidad Distrital Gregorio Albarracín Lanchipa, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, Instituto Geofísico del Perú, Instituto Geográfico Nacional.

3.5.2. Trabajo de Campo

Este proceso abarca todas aquellas labores y actividades destinadas al conocimiento real del problema descrito, siendo que se emplearon tanto técnicas como procedimientos científicamente establecidos por la ingeniería como: Estudios topográficos, geofísicos, geotécnicos, estudios de vulnerabilidad sísmica, respecto a las viviendas de la zona de estudio (aplicación de encuesta y la observación directa para la evaluación de la vulnerabilidad en viviendas).

3.5.3. Trabajos de Gabinete

Los trabajos de gabinete engloban la adaptación tanto de técnicas como de instrumentos respecto al procesamiento de datos que son conseguidos en la preparatoria etapa como en: trabajos de campo, cálculos matemáticos, análisis de información, gráfica de planos, validación y contraste de resultados homólogos de acuerdo al proyecto. Además de la elaboración de conclusiones para finalmente haber brindado solución al problema que fue planteado.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. EXPLORACIÓN PREELIMINAR

La zona de examinación está ubicada sobre los afloramientos conocidos como el Grupo Moquegua y Formación Huaylillas, así como depósitos recientes desde el periodo cuaternario. Dicho primer grupo, es un agrupamiento de rocas sedimentarias, dispuestas en la banda occidental de la cordillera de los Andes, estando separada en dos bloques: El Moquegua superior perteneciente al Oligoceno superior y el Moquegua Inferior considerado entre Eoceno terminal y el Oligoceno inferior, encontrándose ambos espaciados entre sí por una discordancia angular. Las rocas que conforman el bloque Moquegua Superior están compuestas por dos secuencias: una secuencia inferior que esta relacionada a la formación de masas fluviales y una superior que corresponde deltas de este mismo tipo de formación, que permutan con ignimbritas de un vulcanismo detonante que consecuentemente develan la existencia de un ambiente elevado a partir del desplazamiento de placas.

4.1.1. Unidades Litoestratigráficas

Formación Moquegua superior (T Mo_s)

Gran parte de este afloramiento está sobrepuesto por depósitos cuaternarios de ladera de poca antigüedad y pueden ser reconocidos directamente en los cortes concernientes a las vías que dan acceso a los Cerros: Intiorko y Arunta (Carretera a Tarata y salida de Tacna) de la Ciudad de Tacna. Detallar la extensión general de esta formación se hace difícil debido a la cubierta a la que se encuentra sujeta.

El corte ubicado en la carretera del Cerro Arunta que se extiende desde el Cuartel Tarapacá hasta la zona este de la ciudad, precisa los afloramientos comprendidos en una secuencia sometida a un medio deposicional fluvial efímero. Sin embargo, la secuencia en mención, cuenta con una variante en la parte superior, tornándose la sedimentación de esta formación en una de mayor grosor con características litológicas concernientes a un ambiente deposicional fluvial más reconocible. El buzamiento de la formación Moquegua superior presenta una inclinación de 4 grados en relación al oeste.

Con respecto a la secuencia fluvial efímera, esta se encuentra compuesta por diversas capas de arena limosa de coloración grisácea clara y microconglomerados llegando hasta el metro de espesor. Constan de una estratificación plana paralela que se intercala con arcillas de tonos marrones que en horizontes específicos son reconocidas como grietas de desecación. Sobre la formación, se denotan sales y sulfatos en cantidades importantes que a su vez conforman la matriz, que toman

formas de oquedades y cristales fragmentados, haciendo así que los afloramientos tengan una superficie muy rígida.

La limitante de esta secuencia se encuentra en una sedimentación mas fluvial conformada por depósitos residuales de un cauce. Las rocas sedimentarias en estos cauces están conformadas por guijarros subredondeados de rocas volcánicas e ígneas con relleno arenoso teniendo un aspecto grisáceo oscuro, gradadas hasta el limite de arenas tufaceas y de microconglomerados de matiz rojizo. A razón de la exposición aérea a los que están afectos los depósitos, estos cuenta con una coloración rojiza, siendo este fenómeno el causante de su oxidación.

Formación Huaylillas (T_Hy)

Esta sobrepuesta por una fina capa de suelos residuales y eólicos. Gran parte del afloramiento en la formación Huaylillas se encuentra localizada en los cortes concernientes a las vías que dan acceso a los Cerros Intiorko y Arunta, además de otras formaciones al ubicadas al noroeste de la irrigación de Alto Magollo. Dicha formación puede ser contemplada en la cascada comprendida en la quebrada Caramolle, localizada en la zona norte de la ciudad.

Además, está situada sobre la formación Moquegua superior en discordancia paralela, y consta principalmente de rocas de origen volcánico de depósitos piroclásticos diferenciándose entre si en textura y color.

En la ubicación del corte en la carretera proveniente del Cuartel Tarapacá se han denotado tres formaciones, descritas desde su base hasta el tope:

- Ignimbritas friables que poseen un tono crema cuyo espesor varía de entre 3 a 15 metros; conformados por abundante pómez y material lítico en la zona inferior, gradadas a una toba con mayores cantidades de matriz de ceniza que tienen un tono rosa salmón. Además, consta de una intercalación sobre una secuencia fluvial de dos metros.
- Ignimbrita violácea dispuesta de forma bastante compacta y aspecto macizo, posee un espesor de entre 12 y 23 metros y esta principalmente constituida por cuarzo, pómez, biotitas y vidrio.
- Ignimbrita blanca de gran fino aunada a cristales de cuarzo con un espesor de entre 2 a 6 metros.

En la zona de cascada de la Quebrada Caramolle se revelan solamente el primero y segundo miembro. Se aprecia que el miembro dispuesto en la parte inferior tiene coloración blanca gradando hasta un tono rosa salmón y que se encuentra en estado friable; estas ignimbritas poseen una capa de arenas tufaceas de 30 cm. de una tonalidad parda oscura. Así mismo, en la parte superior se denota ignimbrita violácea de resistencia muy alta a fenómenos erosivos. Supuestamente el tercer miembro compuesto de ignimbrita blanca de gran fino fue completamente afectado por la erosión presente en el área.

Unidad conglomerática (Q Uc)

Esta unidad esta dispuesta sobre la formación Huaylillas, y se le puede diferenciar por su coloración grisácea oscura con respecto a los otros elementos, estando presente en los cerros comprendidos en la ciudad de Tacna. Poseen unos 30 metros de espesor aproximadamente y, se denota que desde la zona inferior o base hasta el tope se evidencia un decrecimiento del tamaño del grano en general, iniciando con conglomerados, además de areniscas finas y gruesas. En el ubicación del corte presente en la carretera que direcciona hacia el Monumento de los Héroes Caídos en el Alto de la Alianza, se aprecia que esta unidad esta compuesta por tres secuencias:

Una inicial que esta conformada por secuencias de canales efímeros constituidas por la disposición de residuos de conglomerados generalmente de arenas gruesas. Esta presenta además un tono grisáceo claro cuyo espesor es de 4 metros. La segunda secuencia tiene un espesor aproximado de 12 metros y esta compuesta por arenas gruesas de coloración grisácea oscura con gradado de capas de conglomerados que alcanzan los 20 cm. Una tercera secuencia posee un espesor aproximado de 10 metros cuya formación se prevé fue a causa de actividades volcánicas; tiene intercalaciones de arenas tufaceas de 50 cm y posee un tono verdoso con ignimbritas cremas de Lapilli.

Depósitos fluviales (Q fl)

Al interior de dicho depósito cuaternario están considerados aquellos fundados por las corrientes fluviales. Se extienden por todo el Valle del Río Caplina, cuya composición generalmente presenta depósitos llanos de inundación y depósitos de canal.

Se consideran como dichos depósitos, a aquellos que direccionan el rumbo de los ríos, siendo constituidos fundamentalmente por guijarros con relleno arenoso y gravas. Su extensión pudo ser comprendida con la ayuda de equipo aéreo y exploraciones en la zona. Así mismo, se denotó que su mayor desarrollo se ubica en la zona sur de la ciudad de Tacna, lugar donde se realizan explotaciones sobre el mismo con fines constructivos. Por su posición estratigráfica, a la formación Huaylillas se le considera una antigüedad comprendida entre el plioceno inferior y medio cuyo origen responde a un evento volcánico de gran magnitud. Está conformada por depósitos piroclásticos.

4.1.2. Parámetros Sísmicos

De acuerdo a los análisis sismo tectónicos, en el globo terráqueo existen dos zonas con actividades sísmicas importantes a considerar: El círculo pacífico y el círculo alpino himalayo. Sobre el círculo pacífico, es de conocimiento que en este han ocurrido el 80% de actividades sísmicas, siendo una zona altamente volátil. Sobre el círculo himalayo recae el 15% de actividades sísmicas generales y solo un

5% restante que es repartido entre todo el mundo. Se refiere entonces, que en la zona de realización del estudio se posibilita en gran medida las actividades sísmicas cuya intensidad de acuerdo a la escala de Mercalli Modificada es de orden VIII.

A la zona de estudio, en relación a la zonificación para sismos utilizada en el país, le corresponde la Zona 4, significando que tiene una alta sismicidad de intensidades mayores a VII sobre la escala de Mercalli modificada. Además, cuenta con una aceleración gravitatoria del suelo de hasta 0.45g; un desplazamiento continental vinculada a las placas tectónicas con un coeficiente que oscila de entre 0.30 a 0.10. La zona de estudio tiene un suelo tipo S2, que consta de estratos intermedios. Cabe recalcar que la información sobre la cual se basan los datos señalados, es adaptada de la normativa constructiva E-0.30 del RNE.

Tabla 1

Coefficientes sísmicos del estudio

Coeficientes Sísmicos			
Zona 4	Z	=	0.45
Factor de uso	U	=	1.50
Factor de Amp. del suelo	S	=	1.05
Periodo predominante	Tp (s)	=	0.60
	TI (s)	=	2.00

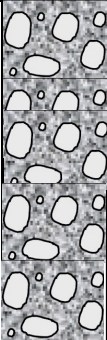
Nota. Estructurado según norma E-030 del RNE.

4.1.3. Unidades Litoestratigráficas

CALICATA 01

Figura 4

Perfil estratigráfico C-01

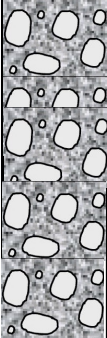
PERFIL ESTRATIGRAFICO									
CALICATA N° 01									
PERFORACION A CIELO ABIERTO (cm)	CLASIFICACION		SIMBOLOGIA	CLASIFICACION		CONSTANTES FISICAS			% PASA MALLA N°
	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	LP.	
0.0									
40									
80									
120									
160									
200									
240									
260									
280									
300									
340									
360									
380									
400									
420									
440									
460									
480	M-01	Grava de Graduado malo con arena y pequeñas cantidades de finos no plásticos, suelos de fondo de río, rocas de canto rodado y cantidad media de bolonería en estado semi denso.		A-1-a(0)	GP	N.P.	N.P.	N.P.	1.76
500									
520									
540									
560									
580									
600									

Nota. Obtenido de la exploración.

CALICATA 02

Figura 5

Perfil estratigráfico C-02


PERFIL ESTRATIGRAFICO										
CALICATA N° 02										
PERFORACION A CIELO ABIERTO (cm)	CLASIFICACION		SIMBOLOGIA	CLASIFICACION		CONSTANTES FISICAS			% PASA MALLA 75	
	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	LP.		
0.0										
40										
80										
120										
160										
200										
240										
260										
280										
300										
340										
360										
380										
400										
420										
440										
460										
480										
500	M-01	Grava de Graduado malo con arena y pequeñas cantidades de finos no plásticos, suelos de fondo de río, rocas de canto rodado y cantidad media de bolonería en estado semi denso.		A-1-a(0)	GP	N.P.	N.P.	N.P.	1.85	
520										
540										
560										
580										
600										

Nota. Obtenido de la exploración.

CALICATA 03

Figura 6

Perfil estratigráfico C-03

PERFIL ESTRATIGRAFICO									
CALICATA N° 03									
PERFORACION A CIELO ABIERTO	CLASIFICACION		SIMBOLOGIA	CLASIFICACION		CONSTANTES FISICAS			% PASA MALLA 75
	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	LP.	
0.0									
40									
80									
120									
160									
200									
240		MATERIAL DE RELLENO - GRAVA CON ARENA Y PARTICULAS ORGANICAS E INORGANICAS							
260									
280									
300									
340									
360									
380									
400	M-01	Grava de Graduado malo con arena y pequeñas cantidades de finos no plásticos, suelos de fondo de rio, rocas de canto rodado y cantidad media de bolonería en estado semi denso.		A-1-a(0)	GP	N.P.	N.P.	N.P.	2.33
420									
440									
460									
480									
500									
520									
540									
560									
580									
600									

Nota. Obtenido de la exploración.

4.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

4.2.1. *Ensayos Estándar*

Sobre la extracción de material tomado en la zona inspeccionada, se han desarrollado los diversos ensayos a fin de determinar con que características cuenta el terreno en evaluación.

A. de granulometría por tamizado	Norma ASTM D-422
Lím. Líquido	Norma ASTM D-4318
Lím. plástico	Norma ASTM D-4318
Cont. de humedad	Norma ASTM D-2216
Densidad In Situ	Norma ASTM D-1556
Densidades Máximas y Mínimas	

4.2.1.1. Análisis Granulométrico por Tamizado.

CALICATA 01

Figura 7

Análisis Granulométrico por Tamizado C-1

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

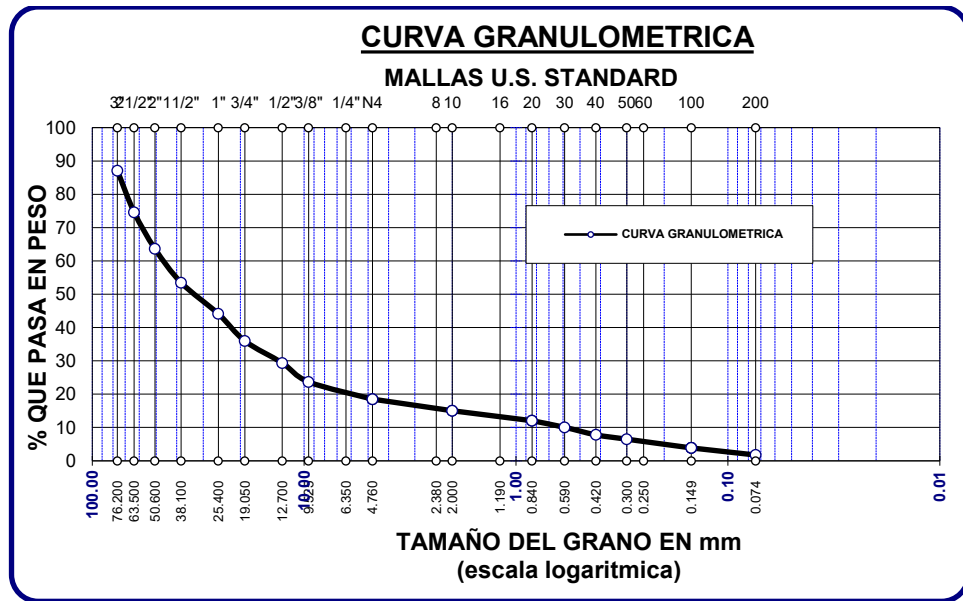
PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.
 SOLICITA : EDWIN QUISPE CONTRADO.
 MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 1
 FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	1201.50	12.88	12.88	87.12		MUESTRA 01 C-01 ESTRATO DE 2.30 A 3.10 M.
2 1/2"	63.500	1163.70	12.48	25.36	74.64		Límites de Consistencia :
2"	50.600	1026.90	11.01	36.37	63.63		LL = N.P.
1 1/2"	38.100	945.20	10.13	46.51	53.49		LP = N.P.
1"	25.400	876.10	9.39	55.90	44.10		IP = N.P.
3/4"	19.050	758.80	8.14	64.03	35.97		D60 45.61 CU 78.0
1/2"	12.700	612.40	6.57	70.60	29.40		D30 13.28 CC 6.6
3/8"	9.525	532.10	5.71	76.31	23.69		D10 0.58
1/4"	6.350						% PAS. MALLA 4 18.52
No4	4.760	482.70	5.18	81.48	18.52		% PAS MALLA 200 1.76
No8	2.380						Clasificación S.U.C.S.
No10	2.000	324.60	3.48	84.96	15.04		GP
No16	1.190						Clasificación AASHTO
No20	0.840	279.20	2.99	87.96	12.04		A-1-a (0)
No30	0.590	184.20	1.98	89.93	10.07		Peso de la Muestra:
No40	0.420	210.90	2.26	92.19	7.81		9326.50 gr.
No 50	0.300	122.40	1.31	93.50	6.50		OBSERVACIONES:
No60	0.250						La muestra consiste de
No80							Gravas mal graduadas
No100	0.149	243.70	2.61	96.12	3.88		con arena y finos No
No200	0.074	198.30	2.13	98.24	1.76		Plásticos, con presencia de
							bolonería aislada.
BASE		163.80	1.76	100.00	0.00		
TOTAL		9326.50	100.00				
% PERDIDA							

Nota. Basado en la normativa ASTM D 422.

Figura 8

Curva Granulométrica C-1



Nota. Basado en la normativa ASTM D 422.

CALICATA 02

Figura 9

Análisis Granulométrico por Tamizado C-2

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

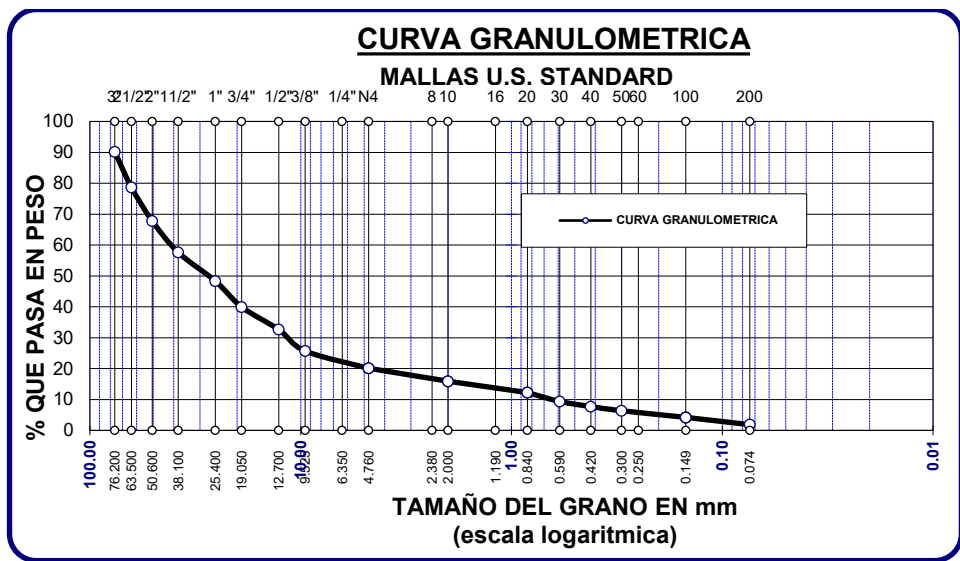
PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.
 SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.
 MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 2
 FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	986.20	9.81	9.81	90.19		MUESTRA 01 C-02 ESTRATO DE 3.50 A 4.90 M. Límites de Consistencia : LL = N.P. LP = N.P. IP = N.P. D60 45.19 CU 70.0 D30 11.50 CC 4.5 D10 0.65 % PAS. MALLA 4 20.10 % PAS MALLA 200 1.85 Clasificación S.U.C.S. GP Clasificación AASHTO A-1-a (0) Peso de la Muestra: 10055.00 gr. OBSERVACIONES: La muestra consiste de Gravas mal graduadas con arena y finos No Plásticos, con presencia de bolonera aislada.
2 1/2"	63.500	1162.40	11.56	21.37	78.63		
2"	50.600	1089.70	10.84	32.21	67.79		
1 1/2"	38.100	1023.40	10.18	42.38	57.62		
1"	25.400	932.10	9.27	51.65	48.35		
3/4"	19.050	845.60	8.41	60.06	39.94		
1/2"	12.700	736.40	7.32	67.39	32.61		
3/8"	9.525	694.20	6.90	74.29	25.71		
1/4"	6.350						
No4	4.760	563.70	5.61	79.90	20.10		
No8	2.380						
No10	2.000	421.90	4.20	84.09	15.91		
No16	1.190						
No20	0.840	368.70	3.67	87.76	12.24		
No30	0.590	289.50	2.88	90.64	9.36		
No40	0.420	166.40	1.65	92.29	7.71		
No 50	0.300	135.80	1.35	93.64	6.36		
No60	0.250						
No80							
No100	0.149	215.90	2.15	95.79	4.21		
No200	0.074	236.70	2.35	98.15	1.85		
BASE		186.40	1.85	100.00	0.00		
TOTAL		10055.00	100.00				
% PERDIDA							

Nota. Basado en la normativa ASTM D 422.

Figura 10

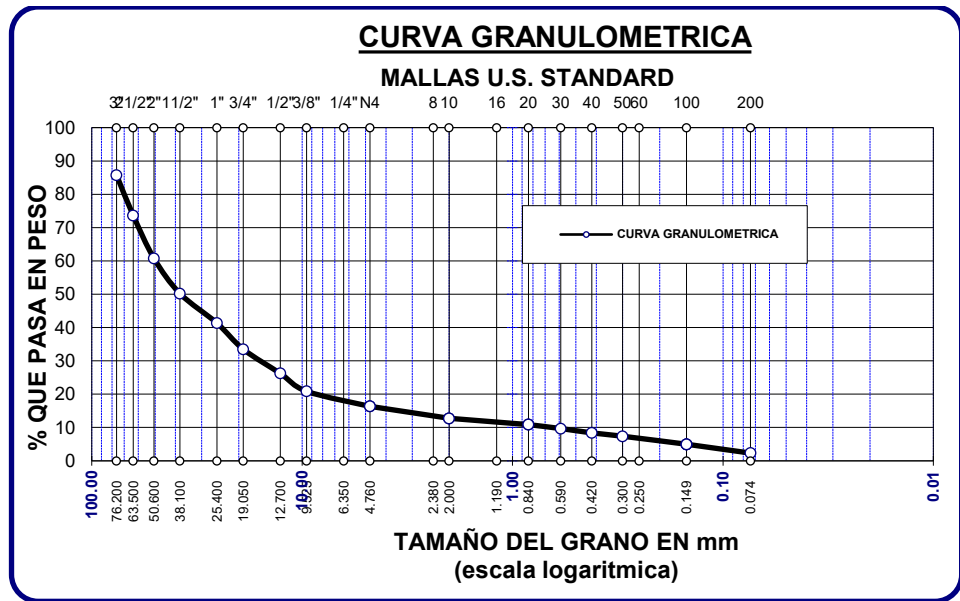
Curva Granulométrica C-2



Nota. Basado en la normativa ASTM D 422.

Figura 12

Curva Granulométrica C-3



Nota. Basado en la normativa ASTM D 422.

4.2.1.2. Contenido de Humedad de las Muestras.

Figura 13

Ensayo de humedad natural de las muestras

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL			
NORMA ASTM D 2216			
PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"			
UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.			
SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.			
MUESTRA : TERRENO NATURAL			
FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022			
MUESTRA N°		CALICATA 01 - ESTRATO N° 2	
Recipiente N°		1	2
Peso del recipiente	gr.	0.0	0.0
Peso del recipiente + la muestra humeda	gr.	620.7	650.9
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	608.5	638.4
Peso del Agua	gr.	12.2	12.5
Peso de la muestra seca neta	gr.	608.5	638.4
Porcentaje de humedad	%	2.00	1.96
Promedio	%	1.98	
MUESTRA N°		CALICATA 02 - ESTRATO N° 2	
Recipiente N°		1	2
Peso del recipiente	gr.	0.0	0.0
Peso del recipiente + la muestra humeda	gr.	720.3	701.5
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	707.2	686.7
Peso del Agua	gr.	13.1	14.8
Peso de la muestra seca neta	gr.	707.2	686.7
Porcentaje de humedad	%	1.85	2.16
Promedio	%	2.00	
MUESTRA N°		CALICATA 03 - ESTRATO N° 2	
Recipiente N°		1	2
Peso del recipiente	gr.	0.0	0.0
Peso del recipiente + la muestra humeda	gr.	731.8	688.2
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	718.3	675.3
Peso del Agua	gr.	13.5	12.9
Peso de la muestra seca neta	gr.	718.3	675.3
Porcentaje de humedad	%	1.88	1.91
Promedio	%	1.89	

Nota. Basado en la normativa ASTM D 2216.

4.2.1.3. Densidad In Situ.

Figura 14

Ensayo de densidad in situ de las muestras

ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU

Progresiva	C-1	C-2	C-3
Profundidad cm.	15.00	15.00	15.00
Lado	Eje	Eje	Eje
P. de la muestra con cont. humedad + Lata gr.	4689.00	4721.00	4644.00
P. de la lata gr.	2.00	2.00	2.00
P. de la muestra con cont. humedad neta gr.	4687.00	4719.00	4642.00
P. de la arena + frasco gr.	7763.00	7745.00	7712.00
P. de la Arena q se retiene en frasco gr.	2489.00	2446.00	2475.00
P. de la arena presente en el embudo gr.	1850.00	1850.00	1850.00
P. de la arena en la cavidad gr.	3424.00	3449.00	3387.00
Dens.de la arena gr/cc.	1.42	1.42	1.42
Vol.de la cavidad cc.	2411.27	2428.87	2385.21
% Humedad %	1.98	2.00	1.89
Dens. humeda gr/cc	1.94	1.94	1.95
Dens. seca gr/cc	1.91	1.90	1.91
Dens. Máx. gr/cc.	2.08	2.08	2.07
Dens. Mín. gr/cc.	1.76	1.77	1.77
Dens. relativa %	50.29	48.79	49.92

Nota. Basado en la normativa ASTM D 1556.

4.2.1.4. Densidades Mínimas y Máximas.

Figura 15

Cálculo de las densidades máximas y mínimas de las muestras

DENSIDADES MAXIMAS Y MINIMAS

CALICATA N° 01		DENSIDAD MIN.			DENSIDAD MAX.		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
P. del envase + la muestra seca	gr	12,658	12,578	12,635	13,645	13,628	13,650
P. del envase	gr.	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936
P. de la muestra seca neta	gr.	5,722	5,642	5,699	6,709	6,692	6,714
Vol. del envase	cc.	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229
Densidad	gr/cc.	1,772	1,747	1,765	2,078	2,072	2,079
Media	gr/cc.	1.761			2.076		

CALICATA N° 02		DENSIDAD MIN.			DENSIDAD MAX.		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
P. del envase + la muestra seca	gr	12,658	12,599	12,665	13,658	13,644	13,623
P. del envase	gr.	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936
P. de la muestra seca neta	gr.	5,722	5,663	5,729	6,722	6,708	6,687
Vol. del envase	cc.	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229
Densidad	gr/cc.	1,772	1,754	1,774	2,082	2,077	2,071
Media	gr/cc.	1.767			2.077		

CALICATA N° 03		DENSIDAD MIN.			DENSIDAD MAX.		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
P. del envase + la muestra seca	gr	12,635	12,648	12,696	13,612	13,628	13,648
P. del envase	gr.	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936	6,936
P. de la muestra seca neta	gr.	5,699	5,712	5,760	6,676	6,692	6,712
Vol. del envase	cc.	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229	3,229
Densidad	gr/cc.	1,765	1,769	1,784	2,068	2,072	2,079
Media	gr/cc.	1.773			2.073		

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

4.2.1.5. Análisis Químico de Sales.

Figura 16

Análisis químico de sales

ANALISIS QUIMICO DE SALES

PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"
UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.
SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

MUESTRA	SALES TOTALES		SULFATOS NTP 339 178 - 2002		CLORUROS NTP 339 178 - 2002	
	%	P.P.M	%	P.P.M	%	P.P.M
SUELO DE FUNDACION CALICATA 01	0.269	2690.00	0.134	1340.00	0.115	1150.00
SUELO DE FUNDACION CALICATA 02	0.253	2530.00	0.125	1250.00	0.108	1080.00
SUELO DE FUNDACION CALICATA 03	0.279	2790.00	0.133	1330.00	0.126	1260.00

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

4.2.2. Determinación de las Propiedades Mecánicas y Geotécnicas de las Muestras

4.2.2.1. Determinación de la Capacidad Portante.

MUESTRA 01

Figura 17

Cálculo de la capacidad portante C-1

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.
 SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.
 MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 1
 FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA 1
PROFUNDIDAD	MT	0.00 A 6.00 M.
CLASIFICACION SUCS		GP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-a (0)
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	GR/CC	1.906
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	GR/CC	1.76
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	GR/CC	2.08
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	GR/CC	50.30
ANGULO FRICCION (ø)	G°	37.55
COHESION (C)	KG/C2	0.00
DENSIDAD HUMEDA (Dm)	GR/CC	1.94
Nc (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	27.50
Nq (Factoe de Capacidad de Carga)	S/D	17.50
Ny (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	11.50

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
Cuadrada	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
Circular	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
Rectangular	Rígida	Centro
		Esquina
		Medio
(5=>L/B =>2)	Flexible	Centro
		Esquina
		Medio

Poisson (u)	0.15	$S_i = \frac{q_B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$
Módulo de Elasticidad	10000	

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

Figura 18

Cimentación cuadrada C-1

CIMENTACION CUADRADA

PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.

SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.

MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 1

FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

$$Q(ult.) = 1.3 Sc . c . Nc + Sq . q . Nq + 0.4 Sg . B . Pe . Ng$$

Df (m)	B (m)	Qult.(Tn/m2)	Qadm.(Kg/cm2)	Asentamiento metodo elastico			
				S(cm) Rigida	S(cm) Centro	S(cm) Esquina	S(cm) Medio
4.00	1.00	145.02	4.83	0.387	0.529	0.265	0.449
4.00	1.50	149.49	4.98	0.599	0.818	0.409	0.694
4.00	2.00	153.96	5.13	0.823	1.124	0.562	0.953
4.00	2.50	158.44	5.28	1.058	1.445	0.723	1.226
4.00	3.00	162.91	5.43	1.306	1.784	0.892	1.513
4.50	1.00	162.03	5.40	0.433	0.591	0.296	0.502
4.50	1.50	166.50	5.55	0.667	0.911	0.456	0.773
4.50	2.00	170.97	5.70	0.914	1.248	0.624	1.058
4.50	2.50	175.45	5.85	1.172	1.601	0.800	1.358
4.50	3.00	179.92	6.00	1.442	1.970	0.985	1.671
5.00	1.00	179.04	5.97	0.478	0.653	0.327	0.554
5.00	1.50	183.51	6.12	0.735	1.005	0.502	0.852
5.00	2.00	187.98	6.27	1.005	1.372	0.686	1.164
5.00	2.50	192.46	6.42	1.286	1.756	0.878	1.489
5.00	3.00	196.93	6.56	1.578	2.156	1.078	1.829
5.50	1.00	196.05	6.54	0.524	0.715	0.358	0.607
5.50	1.50	200.52	6.68	0.804	1.098	0.549	0.931
5.50	2.00	204.99	6.83	1.095	1.496	0.748	1.269
5.50	2.50	209.47	6.98	1.399	1.911	0.956	1.621
5.50	3.00	213.94	7.13	1.715	2.342	1.171	1.987
6.00	1.00	213.06	7.10	0.569	0.778	0.389	0.660
6.00	1.50	217.53	7.25	0.872	1.191	0.595	1.010
6.00	2.00	222.00	7.40	1.186	1.620	0.810	1.374
6.00	2.50	226.48	7.55	1.513	2.066	1.033	1.753
6.00	3.00	230.95	7.70	1.851	2.528	1.264	2.145

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

MUESTRA 02

Figura 19

Cálculo de la capacidad portante C-2

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.
 SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.
 MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 2
 FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA 2
PROFUNDIDAD	MT	0.00 A 6.00 M.
CLASIFICACION SUCS		GP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-a (0)
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	GR/CC	1.905
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	GR/CC	1.77
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	GR/CC	2.08
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	GR/CC	48.80
ANGULO FRICCION (ø)	G°	37.32
COHESION (C)	KG/C2	0.00
DENSIDAD HUMEDA (Dm)	GR/CC	1.94
Nc (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	27.00
Nq (Factoe de Capacidad de Carga)	S/D	17.00
Ny (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	11.00

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
Cuadrada	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
Circular	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
Rectangular	Rígida	
		Centro
		Esquina
(5=>L/B =>2)	Flexible	Esquina
		Medio

Poisson (u)	0.15	$s_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$
Modulo de Elasticidad	10000	

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

Figura 20

Cimentación cuadrada C-2

CIMENTACION CUADRADA

PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"
UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.
SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.
MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 2
FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

$$Q(ult.) = 1.3 Sc . c . Nc + Sq . q . Nq + 0.4 Sg . B . Pe . Ng$$

Df (m)	B (m)	Qult.(Tn/m2)	Qadm.(Kg/cm2)	Asentamiento metodo elastico			
				S(cm) Rigida	S(cm) Centro	S(cm) Esquina	S(cm) Medio
4.00	1.00	140.67	4.69	0.376	0.513	0.257	0.435
4.00	1.50	144.95	4.83	0.581	0.793	0.397	0.673
4.00	2.00	149.22	4.97	0.797	1.089	0.545	0.924
4.00	2.50	153.50	5.12	1.025	1.400	0.700	1.188
4.00	3.00	157.77	5.26	1.265	1.727	0.864	1.465
4.50	1.00	157.19	5.24	0.420	0.574	0.287	0.487
4.50	1.50	161.46	5.38	0.647	0.884	0.442	0.750
4.50	2.00	165.74	5.52	0.886	1.210	0.605	1.026
4.50	2.50	170.01	5.67	1.136	1.551	0.776	1.316
4.50	3.00	174.29	5.81	1.397	1.908	0.954	1.618
5.00	1.00	173.70	5.79	0.464	0.634	0.317	0.538
5.00	1.50	177.98	5.93	0.713	0.974	0.487	0.826
5.00	2.00	182.25	6.08	0.974	1.330	0.665	1.128
5.00	2.50	186.53	6.22	1.246	1.702	0.851	1.443
5.00	3.00	190.80	6.36	1.529	2.089	1.044	1.772
5.50	1.00	190.22	6.34	0.508	0.694	0.347	0.589
5.50	1.50	194.49	6.48	0.779	1.065	0.532	0.903
5.50	2.00	198.77	6.63	1.062	1.451	0.725	1.231
5.50	2.50	203.04	6.77	1.356	1.852	0.926	1.571
5.50	3.00	207.32	6.91	1.662	2.270	1.135	1.925
6.00	1.00	206.74	6.89	0.552	0.754	0.377	0.640
6.00	1.50	211.01	7.03	0.846	1.155	0.578	0.980
6.00	2.00	215.28	7.18	1.150	1.571	0.786	1.333
6.00	2.50	219.56	7.32	1.467	2.003	1.002	1.699
6.00	3.00	223.83	7.46	1.794	2.451	1.225	2.079

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

MUESTRA 03

Figura 21

Cálculo de la capacidad portante C-3

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.
 SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.
 MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 3
 FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA 3
PROFUNDIDAD	MT	0.00 A 6.00 M.
CLASIFICACION SUCS		GP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-a (0)
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	GR/CC	1.910
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	GR/CC	1.77
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	GR/CC	2.07
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	GR/CC	49.90
ANGULO FRICCION (φ)	G°	37.49
COHESION (C)	KG/C2	0.00
DENSIDAD HUMEDA (Dm)	GR/CC	1.95
Nc (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	27.00
Nq (Factoe de Capacidad de Carga)	S/D	17.00
Ny (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	11.00

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
Cuadrada	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
Circular	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
Rectangular	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
(5=>L/B =>2)	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
	Medio	

Poisson (u)	0.15	$S_f = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$
Módulo de Elasticidad	10000	

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

Figura 22

Cimentación cuadrada C-3

CIMENTACION CUADRADA

PROYECTO : "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN SUELOS DE ORIGEN ANTROPICO UBICADOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA HEROES ALTO VIÑANI, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, TACNA - 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. ; PROVINCIA DE TACNA ; REGIÓN DE TACNA.

SOLICITA : EDWIN QUISPE COTRADO.

MUESTRA : TERRENO NATURAL C - 3

FECHA : TACNA , 01 DE ABRIL DEL 2022

$$Q_{ult.} = 1.3 Sc . c . Nc + Sq . q . Nq + 0.4 Sg . B . Pe . Ng$$

Df (m)	B (m)	Qult.(Tn/m2)	Qadm.(Kg/cm2)	Asentamiento metodo elastico			
				S(cm) Rigida	S(cm) Centro	S(cm) Esquina	S(cm) Medio
4.00	1.00	140.89	4.70	0.376	0.514	0.257	0.436
4.00	1.50	145.17	4.84	0.582	0.795	0.397	0.674
4.00	2.00	149.45	4.98	0.799	1.091	0.545	0.925
4.00	2.50	153.73	5.12	1.027	1.403	0.701	1.190
4.00	3.00	158.02	5.27	1.267	1.730	0.865	1.467
4.50	1.00	157.43	5.25	0.421	0.575	0.287	0.487
4.50	1.50	161.71	5.39	0.648	0.885	0.443	0.751
4.50	2.00	165.99	5.53	0.887	1.212	0.606	1.028
4.50	2.50	170.28	5.68	1.137	1.553	0.777	1.318
4.50	3.00	174.56	5.82	1.399	1.911	0.956	1.621
5.00	1.00	173.97	5.80	0.465	0.635	0.317	0.539
5.00	1.50	178.25	5.94	0.714	0.976	0.488	0.828
5.00	2.00	182.53	6.08	0.975	1.332	0.666	1.130
5.00	2.50	186.82	6.23	1.248	1.704	0.852	1.446
5.00	3.00	191.10	6.37	1.532	2.092	1.046	1.775
5.50	1.00	190.51	6.35	0.509	0.695	0.348	0.590
5.50	1.50	194.79	6.49	0.781	1.066	0.533	0.904
5.50	2.00	199.08	6.64	1.064	1.453	0.726	1.232
5.50	2.50	203.36	6.78	1.358	1.855	0.928	1.574
5.50	3.00	207.64	6.92	1.664	2.273	1.137	1.928
6.00	1.00	207.05	6.90	0.553	0.756	0.378	0.641
6.00	1.50	211.34	7.04	0.847	1.157	0.578	0.981
6.00	2.00	215.62	7.19	1.152	1.574	0.787	1.335
6.00	2.50	219.90	7.33	1.469	2.006	1.003	1.702
6.00	3.00	224.18	7.47	1.797	2.454	1.227	2.082

Nota. Obtenido del procesamiento de datos.

4.2.2.2. Ensayo del Corte Directo.

Muestra 01

Figura 23

Ensayo de corte directo C-01

ENSAYO DE CORTE DIRECTO					
(ASTM - D3080)					
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			DATOS DE CORTE		
Lado (cm)	6.0		Sobrecarga (gr.)	503.5	
Altura (cm)	2.0		P. de Muestra (gr.)	111.7	
Dens.Natural (gr/cm ³)	1.6		Carga Adic. (kg.)	18.0	
Área (cm ²)	36.0		Relac.de Carga	0.5	
Vol. (cm ³)	72.0		Carga Normal Total (kg.)	18.5	
Peso (gr.)	111.7		Vel. de Carga (mm/min)	0.1	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.5		Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL			TIPO DE MUESTRA		
P. Suelo Humedo + Tara (gr.)	153.9		Natural		
P. Suelo Seco + Taca (gr.)	148.2		Comp.		X
P. de Tara (gr.)	36.5		Hum. Natural		5.51%
Cont. de Humedad	5.10%		Clasif. (SUCS)		SM
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		FUERZA CORTANTE (N)	ESFUERZO CORTANTE (kg/cm ²)
DIAL	mm	DIAL	mm		
0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0	0.00
5.0	0.1	-10.0	-0.0010	16.0	0.05
10.0	0.1	-14.0	-0.0014	24.0	0.07
15.0	0.2	-13.0	-0.0013	38.0	0.11
20.0	0.2	-18.0	-0.0018	47.0	0.13
30.0	0.3	-16.0	-0.0016	63.0	0.18
40.0	0.4	-14.0	-0.0014	78.0	0.22
50.0	0.5	-12.0	-0.0012	88.0	0.24
65.0	0.7	-13.0	-0.0013	102.0	0.28
80.0	0.8	-12.0	-0.0012	114.0	0.31
100.0	1.0	-10.0	-0.0010	126.0	0.34
120.0	1.2	-2.0	-0.0002	136.0	0.36
140.0	1.4	8.0	0.0008	145.0	0.38
160.0	1.6	14.0	0.0014	152.0	0.40
180.0	1.8	26.0	0.0026	156.0	0.40
200.0	2.0	35.0	0.0035	156.0	0.40
220.0	2.2	42.0	0.0042	157.0	0.40
240.0	2.4	45.0	0.0045	156.0	0.39
260.0	2.6	50.0	0.0050	156.0	0.38
280.0	2.8	50.0	0.0050	156.0	0.38
300.0	3.0	50.0	0.0050	155.0	0.37
320.0	3.2	50.0	0.0050	154.0	0.37
340.0	3.4	52.0	0.0052	154.0	0.36
360.0	3.6	52.0	0.0052	154.0	0.36
380.0	3.8	52.0	0.0052	154.0	0.35
400.0	4.0	52.0	0.0052	154.0	0.35
420.0	4.2	52.0	0.0052	154.0	0.34
440.0	4.4	51.0	0.0051	153.0	0.34
460.0	4.6	51.0	0.0051	153.0	0.33
480.0	4.8	51.0	0.0051	153.0	0.33
500.0	5.0	51.0	0.0051	153.0	0.32

Nota. Basado en la normativa ASTM D 3080.

Muestra 02

Figura 24

Ensayo de corte directo C-02

ENSAYO DE CORTE DIRECTO					
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			DATOS DE CORTE		
Lado (cm)	6.00		Sobrecarga (gr.)	503.50	
Altura (cm)	2.00		P. de Muestra (gr.)	111.74	
Dens.Natural (gr/cm ³)	1.55		Carga Adic. (kg.)	36.00	
Área (cm ²)	36.00		Relac.de Carga	1.00	
Vol. (cm ³)	72.00		Carga Normal Total (kg.)	36.50	
Peso (gr.)	111.74		Vel. de Carga (mm/min)	0.138	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.48		Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	1.014	
CONTENIDO DE HUMEDAD			TIPO DE MUESTRA		
P. Suelo Humedo + Tara (gr.)	173.30		Natural		
P. Suelo Seco + Taca (gr.)	166.90		Comp.		X
P. de Tara (gr.)	41.30		Hum. Natural		5.11%
Cont. de Humedad	5.10%		Clasif. (SUCS)		SM
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		FUERZA CORTANTE (N)	ESFUERZO CORTANTE (kg/cm ²)
DIAL	mm	DIAL	mm		
0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0	0.0
5.0	0.1	-16.0	-0.0016	30.0	0.1
10.0	0.1	-18.0	-0.0018	37.0	0.1
15.0	0.2	-20.0	-0.0020	56.0	0.2
20.0	0.2	-22.0	-0.0022	70.0	0.2
30.0	0.3	-26.0	-0.0026	86.0	0.2
40.0	0.4	-28.0	-0.0028	104.0	0.3
50.0	0.5	-25.0	-0.0025	118.0	0.3
65.0	0.7	-28.0	-0.0028	136.0	0.4
80.0	0.8	-28.0	-0.0028	150.0	0.4
100.0	1.0	-25.0	-0.0025	164.0	0.4
120.0	1.2	-23.0	-0.0023	178.0	0.5
140.0	1.4	-22.0	-0.0022	190.0	0.5
160.0	1.6	-21.0	-0.0021	201.0	0.5
180.0	1.8	-18.0	-0.0018	207.0	0.5
200.0	2.0	-10.0	-0.0010	214.0	0.5
220.0	2.2	-4.0	-0.0004	219.0	0.6
240.0	2.4	8.0	0.0008	219.0	0.5
260.0	2.6	10.0	0.0010	219.0	0.5
280.0	2.8	12.0	0.0012	219.0	0.5
300.0	3.0	14.0	0.0014	218.0	0.5
320.0	3.2	18.0	0.0018	218.0	0.5
340.0	3.4	22.0	0.0022	218.0	0.5
360.0	3.6	29.0	0.0029	218.0	0.5
380.0	3.8	34.0	0.0034	218.0	0.5
400.0	4.0	38.0	0.0038	218.0	0.5
420.0	4.2	42.0	0.0042	218.0	0.5
440.0	4.4	42.0	0.0042	217.0	0.5
460.0	4.6	43.0	0.0043	217.0	0.5
480.0	4.8	43.0	0.0043	217.0	0.5
500.0	5.0	43.0	0.0043	217.0	0.5

Nota. Basado en la normativa ASTM D 3080.

Muestra 03

Figura 25

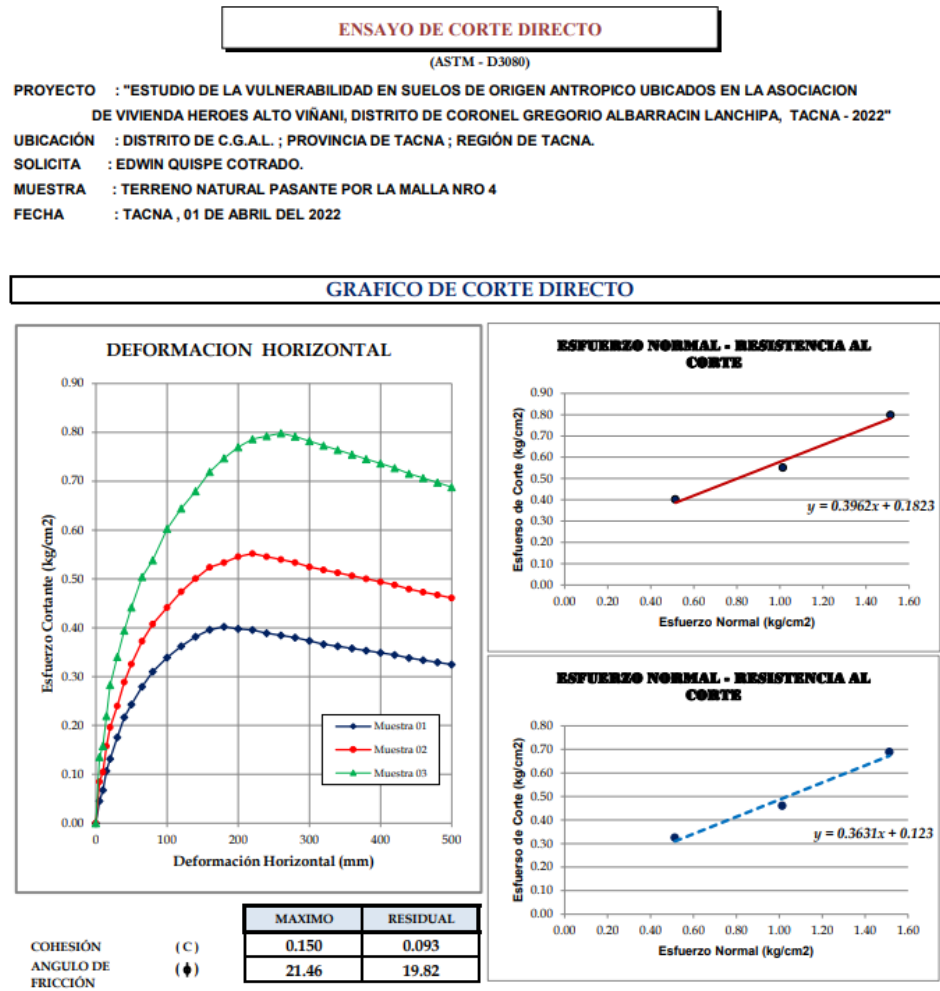
Ensayo de corte directo C-03

ENSAYO DE CORTE DIRECTO					
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			DATOS DE CORTE		
Lado (cm)	6.00		Sobrecarga (gr.)	503.50	
Altura (cm)	2.00		P. de Muestra (gr.)	111.74	
Dens.Natural (gr/cm ³)	1.55		Carga Adic. (kg.)	54.00	
Área (cm ²)	36.00		Relac.de Carga	1.50	
Vol. (cm ³)	72.00		Carga Normal Total (kg.)	54.50	
Peso (gr.)	111.74		Vel. de Carga (mm/min)	0.14	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.47		Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	1.51	
CONTENIDO DE HUMEDAD			TIPO DE MUESTRA		
P. Suelo Humedo + Tara (gr.)	172.90		Natural		
P. Suelo Seco + Taca (gr.)	165.60		Comp.		X
P. de Tara (gr.)	26.80		Hum. Natural		5.45%
Cont. de Humedad	5.26%		Clasif. (SUCS)		SM
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		FUERZA CORTANTE (N)	ESFUERZO CORTANTE (kg/cm ²)
DIAL	mm	DIAL	mm		
0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0	0.0
5.0	0.1	-17.0	-0.0017	48.0	0.1
10.0	0.1	-17.0	-0.0017	56.0	0.2
15.0	0.2	-17.0	-0.0017	78.0	0.2
20.0	0.2	-16.0	-0.0016	101.0	0.3
30.0	0.3	-13.0	-0.0013	122.0	0.3
40.0	0.4	-12.0	-0.0012	142.0	0.4
50.0	0.5	-12.0	-0.0012	160.0	0.4
65.0	0.7	-12.0	-0.0012	184.0	0.5
80.0	0.8	-11.0	-0.0011	198.0	0.5
100.0	1.0	-9.0	-0.0009	224.0	0.6
120.0	1.2	-7.0	-0.0007	242.0	0.6
140.0	1.4	-5.0	-0.0005	258.0	0.7
160.0	1.6	4.0	0.0004	276.0	0.7
180.0	1.8	8.0	0.0008	290.0	0.7
200.0	2.0	11.0	0.0011	302.0	0.8
220.0	2.2	11.0	0.0011	312.0	0.8
240.0	2.4	14.0	0.0014	318.0	0.8
260.0	2.6	19.0	0.0019	324.0	0.8
280.0	2.8	20.0	0.0020	325.0	0.8
300.0	3.0	28.0	0.0028	325.0	0.8
320.0	3.2	30.0	0.0030	325.0	0.8
340.0	3.4	30.0	0.0030	325.0	0.8
360.0	3.6	31.0	0.0031	325.0	0.8
380.0	3.8	31.0	0.0031	325.0	0.7
400.0	4.0	31.0	0.0031	325.0	0.7
420.0	4.2	31.0	0.0031	325.0	0.7
440.0	4.4	31.0	0.0031	324.0	0.7
460.0	4.6	31.0	0.0031	324.0	0.7
480.0	4.8	31.0	0.0031	324.0	0.7
500.0	5.0	31.0	0.0031	324.0	0.7

Nota. Basado en la normativa ASTM D 3080.

Figura 26

Gráfico de corte directo de las muestras



Nota. Basado en la normativa ASTM D 3080.

4.3. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Contando con los datos obtenidos de las propiedades físicas y químicas del suelo del proyecto, se realiza un diseño basado en zapatas conectadas con vigas de cimentación. Para poder determinar la capacidad portante admisible del área que corresponde al suelo de fundación, se realizarán los cálculos correspondientes teniendo en cuenta las ecuaciones de Terzaghi modificadas por Vesic:

Para los cálculos de la cimentación de una estructura proyectada, se utilizarán parámetros concernientes a zapatas aisladas; se consideraron los ensayos físicos ejecutados a la matriz del material de grava y arena, además del estrato donde se pretende cimentar la estructura.

Con la aplicación de la metodología indirecta para el cálculo del ángulo de Fricción interna (ϕ), además de la fórmula de Meyerhof y suelos granulares con menos de 5 % de materia fina.

$$\text{Angulo de Fricción} = 30 + 0.15 * Y_{rel}$$

$$Y_{rel} = (Y_{max}/Y_{nat}) * (Y_{nat} - Y_{min}) / (Y_{max} - Y_{min}) * 100$$

En donde:

Y_{rel} = Densidad Relativa

$Y_{max.}$ = Densidad Máxima

$Y_{nat.}$ = Densidad Natural

Y_{min} = Densidad Mínima

En el presente estudio se cuenta con:

Dens. Relativa C-1 = 50.30 %

Mediante la fórmula:

Áng. de Fricción Calic. N° 1 = 37. 55°

Cohes. = 0.0 kg/cm

Dens. Relativa C-2 = 48.80 %

Mediante la fórmula:

Áng. de Fricción Calic. N° 2 = 37. 32°

Cohes. = 0.0 kg/cm

Dens. Relativa C-3 = 49.90 %:

Mediante la fórmula:

Áng. de Fricción Calic. N° 3 = 37. 49°

Cohes. = 0.0 kg/cm

Se procede con el uso de la teoría de Terzaghi que considera zapatas aisladas (cuadradas).

Capacidad Portante para suelos granulares:

CALICATA 1

$$qu = 1.3cNC + qNq + 0.4\gamma BN\gamma$$

Donde

Prof. de Cimentación	DF	= 6.00 m.
Ancho de Cimentación	B	= 1.50 m.
Factores Adimensionales	Nc	= 27.5
	Nq	= 17.5
	Ny	= 11.5
Factor de Seguridad	F.S	= 3.0
Qadm.		= q ult/FS
Qadm.		= 7.25 kg/cm ²

CALICATA 2

$$qu = 1.3cNC + qNq + 0.4\gamma BN\gamma$$

Donde:

Prof. de Cimentación	DF	= 6.00 m.
Ancho de Cimentación	B	= 1.50 m.
Factores Adimensionales	Nc	= 27.0
	Nq	= 17.0
	Ny	= 11.0
Factor de Seguridad	F.S	= 3.0
Qadm.		= q ult/FS
Qadm.		= 7.03 kg/cm ²

CALICATA 3

$$qu = 1.3cNC + qNq + 0.4\gamma BN\gamma$$

Donde

Prof. de Cimentación	DF	= 6.00 m.
Ancho de Cimentación	B	= 1.50 m.
Factores Adimensionales	Nc	= 27.0
	Nq	= 17.0
	Ny	= 11.0
Factor de Seguridad	F.S	= 3.0
Qadm.		= q ult/FS
Qadm.		= 7.04 kg/cm ²

Análisis de asentamiento:

Se ha optado por limitar el íntegramente el asentamiento de la cimentación a 1” (2.54cm.), significando que el asentamiento inicial elástico, en relación a la Teoría de la elasticidad (Lambe y Withman, 1969), considera que:

$$s = \frac{\Delta q B (1 - u^2) I^H}{E_s f}$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

Q = Esf. neto transmitido (CC = 1.25 g/cm²)

B = Ancho de la cimentación (CC = 0.60 m)

Es = Módulo de elasticidad (100 kg/m²)

u = Rel.de Poisson (0.20).

ME= Mód.de elasticidad (1500)

Capacidad portante admisible en el terreno: La Cap. adm. máx. a ser considerada para un diseño de acuerdo a cada calicata es:

Calicata 01 = 7.25 Kg/cm². (Df = 6.00 m; B = 1.50 m.)

Calicata 02 = 7.03 Kg/cm². (Df = 6.00 m; B = 1.50 m.)

Calicata 03 = 7.04 Kg/cm². (Df = 6.00 m; B = 1.50 m.)

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizaron trabajos de reconocimiento, identificación y registro de cada uno de los estratos hallados en la exploración a campo abierto, denotando información correspondiente a la ubicación, profundidad, espesor, plasticidad, compacidad, tipo de suelo, entre otros.

En relación a la determinación de resultados, se constato que hasta el límite de la excavación el suelo del terreno de estudio esta principalmente constituido por suelos de relleno (material residual de cantera integrado con partículas inorgánicas) de poca rigidez y estado semi suelto, además de gravas arenosas mal y bien gradadas con poca presencia de finos no plásticos en estado semidenso y coloración grisácea, siendo estos suelos de origen aluvial a los que les corresponde una clasificación de GP y GW; no se encontró Napa Freática.

CALICATA 01

Estrato N° 01: Comprende desde los 0.0 a 2.3 metros. Material de relleno compuesto por gravas o guijarros de 2” a 4” de diámetro contaminados con partículas inorgánicas, en estado suelto.

Estrato N° 02: Comprende desde los 2.3 a 4.0 metros. conformado por gravas arenosas mal graduadas con poco o casi nada de finos no plásticos, en estado semi denso, color gris, con partículas de canto rodado y bolones de gran tamaño.

CALICATA 02

Estrato N° 01: Comprende desde los 0.0 a 3.5 metros. Material de relleno compuesto por gravas o guijarros de 2” a 4” de diámetro contaminados con partículas inorgánicas en estado suelto.

Estrato N° 02: Comprende desde los 3.5 a 4.0 metros. conformado por gravas arenosas mal graduadas con poco o casi nada de finos no plásticos, en estado semi denso, color gris, con partículas de canto rodado y bolones de gran tamaño.

CALICATA 03

Estrato N° 01: Comprende desde los 0.0 a 4.5 metros. Material de relleno compuesto por gravas o guijarros de 2” a 4” de diámetro contaminados con partículas inorgánicas en estado suelto.

Estrato N° 02: Comprende desde los 4.5 a 5.0 metros. conformado por gravas arenosas mal graduadas con poco o casi nada de finos no plásticos, en estado semi denso, color gris, con partículas de canto rodado y bolonería grande.

Sobre los resultados expuestos en los ensayos realizados, se constata que hasta el límite de la excavación el suelo del terreno de estudio el suelo del terreno de estudio esta principalmente constituido por suelos de relleno (material residual de cantera integrado con partículas inorgánicas) en estado semi suelto, además de gravas arenosas mal y bien gradadas con poca presencia de finos no plásticos en estado semidenso y tono gris, siendo estos suelos de origen aluvial a los que les corresponde una clasificación de GP y GW; no se encontró Napa Freática.

Con respecto a los ensayos de análisis químicos realizados se tiene:

CALICATA 01

Tabla 2

Resultados de los análisis químicos C-01

ELEMENTOS QUIMICOS	PARAMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
CLORUROS	> 6000 ppm.	1150 ppm.	NO PERJUDICIAL
SULFÁTOS	1000 a 2000 ppm.	1340 ppm.	MODERADO

Nota. Obtenido por el ensayo de análisis químico.

CALICATA 02

Tabla 3

Resultados de los análisis químicos C-02

ELEMENTOS QUIMICOS	PARAMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
CLORUROS	> 6000 ppm.	1080 ppm.	NO PERJUDICIAL
SULFÁTOS	1000 a 2000 ppm.	1250 ppm.	MODERADO

Nota. Obtenido por el ensayo de análisis químico.

CALICATA 03

Tabla 4

Resultados de los análisis químicos C-02

ELEMENTOS QUÍMICOS	PARÁMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
CLORUROS	> 6000 ppm.	1260 ppm.	NO PERJUDICIAL
SULFATOS	1000 a 2000 ppm.	1330 ppm.	MODERADO

Nota. Obtenido por el ensayo de análisis químico.

Se puede concluir que el estrato de suelo correspondiente al contorno tiene un nivel moderado de concentración de sulfatos y cloruros no perjudiciales. Con lo referido, se establece que, en relación a la normativa técnica de edificaciones, es recomendable la utilización de cemento tipo IP para las estructuras cementantes que tengan contacto directo con el suelo. El terreno evaluado presenta suelos granulares sin presencia de plasticidad en el mismo, implicando así su carencia de expansión.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En razón al conjunto de estudios de mención en la presente investigación, se determina que la vulnerabilidad en suelos para la cimentación de las estructuras no afectará estratos comprendidos a gravas arenosas debido que cuentan con propiedades de buena capacidad admisible.
- Según estudios realizado se constata que el suelo del área en estudio estuvo implicado por un estrato superficial de relleno, continuamente de gravas arenosas con pocos finos no plásticos que presento estado semi denso, además de partículas de canto rodado; correspondiendo a suelos de lecho de río, siendo esencial para el proceso de mover tierras, herramientas estándares, tales como pala, barretas, picos, entre otros. Así también, no se determinó un nivel freático que conduzca a la alcanzada profundidad.
- La capacidad de carga del suelo en relación al diseño de cimentaciones proyectadas indica que la capacidad admisible máxima debe ser en la calicata C-01 = 7.25 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m); calicata C-02 = 7.03 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m); calicata C-03 = 7.04 Kg/cm² (Df = 6.00 m; B = 1.50 m).

- En relación a la determinación del asentamiento de las cimentaciones, se detalla que la cimentación según tipo será superficial, siendo que es posible el uso de aisladas zapatas conectadas con cimientos corridos; cimentándose siempre en estrato gravo arenoso. Entonces, según características presentes en subsuelo y de la estructura a desarrollarse, se consideró para análisis una cierta profundidad de cimentación máxima de 6.00 m ($D_f = 6.00$ m), de acuerdo a la parte superficial del terreno en razón del material granular.

5.2. RECOMENDACIONES

- Dados los resultados sobre el estudio, se detalla que toda complicación que no haya sido prevista, debe resolverse durante la construcción, prestando atención a las técnicas detalladas, así como aquello que contiene el Reglamento de Edificaciones. Además, los trabajos de excavación deben ser supervisados por un personal especialista en seguridad.
- Sobre estudio de suelos, en caso que el nivel respecto a la cimentación esté un lente de desechos o bolsón de arcillas, así como también material limoso, es debido que se profundice la excavación hasta que se sobrepase mínimamente 20 cm de acuerdo al suelo granular y vaciar en la altura de sobre excavación llevada a cabo un cimiento de concreto ciclópeo falso.
- Sobre la capacidad de carga, es recomendable el empleo de cemento tipo IP para aquellas estructuras que sean de material concreto en contacto con el suelo, ya que los suelos que presenta el área de estudio son suelos granulares que no presentan plasticidad, por lo tanto, carecen de expansión.
- Los finales niveles de cimentación serán definidos por el profesional responsable de la formulación del proyecto, en lineamiento a secciones y perfiles topográficos. Además, se debe tomar en cuenta que en casi toda el área de estudio se halló material de relleno hasta una cierta profundidad máxima de 4.00 m. el mismo que deberá ser reemplazado en su totalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelrahman, K., Alamri, A. M., Al-Otaibi, N. y Fnais, M. (2020). Geotechnical assessment for the ground conditions in Makah Al-Mukarramah city, Saudi Arabia. *Journal of King Saud University - Science*, 32(3), 2112–2121. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.02.011>
- Acosta González, L. E. (2017). Evaluación de la vulnerabilidad geotecnica en la base de amoniaco del puerto de Moa con el empleo de métodos geodésicos [Bachelor's thesis, Universidad de Holguín, Oscar Lucero Moya, Facultad de Ingeniería, Departamento de Construcciones]. <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/4124>
- Alva, J. (2012). Diseño de cimentaciones. Instituto de la construcción y gerencia CG. Fondo Editorial ICG.
- Aycachi, J. W. y Puma, M. S. (2020). Obras cimentadas sobre rellenos no controlados en los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, Tacna - 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional - UPT. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2779679>
- Bejarano, L. E. (2016). Evaluación geodinámica externa y análisis dinámico de los suelos en el distrito de Sachaca (Arequipa) usando métodos geofísicos [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geofísico]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/3219>

- Caballero, A. (2007). *Determinacion de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica*. 220.
- Cabrera, F. (2018). Riesgo geotécnico de las Asociaciones de Vivienda Sol Naciente y Dos de Febrero, Ciudad Nueva-Tacna [Tesis de Maestría. Universidad Privada de Tacna].
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/591>
- Calderón, M. Á. (2019). Obras cimentadas sobre rellenos no controlados en el distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna—2018 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional - UPT.
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1585>
- Crespo, C. (2005). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Quinta edición. Editorial Limusa.
- Concori Cerezo, J. L. y Gonzales Perca, E. R. (2018). Caracterización del Tipo de Suelo y Problemas Especiales de Cimentación de Edificaciones de la Asociación Delta-Pampa Colorada del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1052>
- Díaz-Rodríguez, J. A. (2005). Comportamiento dinámico de los sedimentos lacustres de la ciudad de México. *Facultad de Ingeniería*, 14(19), 7-18.

- Dueñas, R. D. (2014). Zonificación de suelos en el área urbana de Carapongo (Lima Metropolitana), aplicando métodos sísmicos y geotécnicos (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geofísico). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/3229>
- González Raynal, B. E. (2006). Utilización de los mapas de microzonificación sísmica en el análisis de la vulnerabilidad y la evaluación del riesgo sísmico de áreas urbanas en Cuba. *Revista de La Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 21(4), 5–16.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652006000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Graciano, S. P. (2015). Estimación de umbrales de lluvia detonante de deslizamientos en las microcuencas de los corregimientos de Villa Restrepo y Juntas de la Cuenca Combeima.
- Guardo, J. (1999). Estudios geotécnicos, Una necesidad en obras civiles. In *Ingeniería & Desarrollo: Vols. 6: 117-126* (p. 10).
- H. O., N. (2019). Geotechnical Investigation for Foundation Design at the West Bank of Light House Creek, Lagos Deep Offshore Logistics Free Zone, Nigeria. *Engineering Management Research*, 8(1), 31.
<https://doi.org/10.5539/emr.v8n1p31>

Henao, J. A. y Marulanda, C. A. (2013). Evaluación de asentamientos y de las propiedades físico-mecánicas del relleno antrópico localizado en el sector de Villa Verde, de Pereira, Risaralda.

<http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17149>

Huanca Cutipa, B., Flores Terrazas, R. y Mendoza Ramírez, W. (2019). Estudio geotécnico con fines de cimentación para tres asociaciones de vivienda en Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, 18(24), 74–84.

<https://doi.org/10.33326/26176033.2019.24.788>

Humire Guarachi, F. A. (2013). Aplicación de métodos geofísicos basados en ondas superficiales para la caracterización sísmica de suelos: aplicación a la microzonificación sísmica del norte y poniente de Santiago.

<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/2877>

INDECI. (2004). Mapa de peligros de la ciudad de Tacna. *Proyecto “Ciudades Sostenibles,” 1*, 1–203.

INGEMMET. (2002). Estudio de riesgos geológicos del Perú Franja N° 2. *Boletín*, 27, 382.

Park, C. (2013). MASW for geotechnical site investigation. *The Leading Edge*, 32(6), 656-662. <https://doi.org/10.1190/tle32060656.1>

Pasadena, D. (1992). *ón de desastres* (Vol. 0).

- Laucata Luna, J. E. (2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4967>
- Lomoschitz, A. (1996). Caracterización geotécnica del terreno, con ejemplos de Gran Canaria y Tenerife.
- Louie, J. N. (2001). Faster, better: shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91(2), 347-364. <https://doi.org/10.1785/0120000098>
- Morales Salas, H. J. y Valiente Olivo, M. E. (2017). Evaluación geotécnica de inestabilidad de taludes. Caso estudio: Institución social Jardín Infantil Lipava casco urbano Barranquilla (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena). <http://hdl.handle.net/11227/4152>
- Norma Técnica Peruana NTP 339.134. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
- Palacios, J. (2011), Proceso constructivo de una cimentación mixta para un contenedor cilíndrico vertical con capacidad de 10,000 barriles de agua, (Tesis de Pregrado). Universidad Veracruzana, México
- Pari Rendon, K. (2015). Aplicación de métodos geofísicos y geotécnicos para la evaluación de riesgos de geodinámica externa en el área urbana de Huaycán-Lima. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/162>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). Norma técnica E-0.30, Diseño Sismorresistente. Lima, Perú.

Sarria, A. (1996). Métodos geofísicos con aplicaciones a la Ingeniería Civil. Bogotá, DC: Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de los Andes. Uniandes.

Shebl, S., Gemal, K. S., Attwa, M., Soliman, S. A., Azab, A. y Farag, M. H. (2019). Utilizing shallow seismic refraction in defining the geotechnical properties of the foundation materials: A case study at New Minia City, Nile Valley, Egypt. *Egyptian Journal of Petroleum*, 28(2), 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.12.006>

Taylor, D. W. (1961). Principios fundamentales de mecánica de suelos (No. TA710. T39 1962.).

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable independiente (X): Marketing relacional	Propiedades físicas y mecánicas del suelo, capacidad de carga.	Tipo de investigación: Aplicada, de nivel descriptivo. Diseño de investigación: No experimental, transversal.
¿De qué manera el estudio de la vulnerabilidad en los suelos de origen antrópico de la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, permite su uso como cimentación?	Realizar un estudio de la vulnerabilidad en los suelos de origen antrópico de la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, con fines de uso como cimentación.	El estudio de la vulnerabilidad en los suelos de origen antrópico de la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, permite su uso como cimentación.			
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:			
a. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?	a. Determinar las propiedades físicas y mecánicas en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.	a. Las propiedades físicas y mecánicas en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, establecen que es un tipo de suelo normal.	Variable dependiente (Y): Fidelización del cliente	Asentamientos en cimentaciones para estructuras.	Población y muestra de estudio: Asociación de Vivienda. Héroes Alto Viñani, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, compuesto por 4 manzanas y 128 viviendas.
b. ¿Cuál es la capacidad de carga en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?	b. Establecer la capacidad de carga en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.	b. La capacidad de carga en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, determina en qué estrato se efectúan las cimentaciones.			
c. ¿Cuáles son los asentamientos en cimentaciones en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?	c. Determinar los asentamientos en cimentaciones en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.	c. Los asentamientos en cimentaciones en suelos de origen antrópico en la Asociación de Vivienda Héroes Alto Viñani, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, determinan que debe ser superficial y en un estrato específico.			
					Técnicas de recolección de datos: Inspección ocular, exploración del suelo, identificación de estratos, ensayos en laboratorio.
					Procesamiento y análisis de datos: Etapa inicial, trabajo de campo y trabajos de gabinete.

ANEXO 2: PANEL FOTOGRAFICO DEL ESTUDIO

Figura 27

Proceso de excavación C-01, primera toma



Nota. En la imagen se presenta el proceso de excavación en la calicata 01.

Figura 28

Proceso de excavación C-01, segunda toma



Nota. En la imagen se presenta el proceso de excavación en la calicata 01.

Figura 29

Proceso de excavación C-02, primera toma



Nota. En la imagen se presenta el proceso de excavación en la calicata 02.

Figura 30

Proceso de excavación C-02, segunda toma



Nota. En la imagen se presenta el proceso de excavación en la calicata 02.

Figura 31

Proceso de excavación C-03, primera toma



Nota. En la imagen se presenta el proceso de excavación en la calicata 03.

Figura 32

Proceso de excavación C-03, segunda toma



Nota. En la imagen se presenta el proceso de excavación en la calicata 03.