



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN  
SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL  
DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO**

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

**JULIACA - PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN  
SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL  
DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



### RESOLUCIÓN DECANAL N° 701-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de julio del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025- CU-5601 presentado por el (la) Bachiller: **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- \* **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

**ARTICULO TERCERO . – APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : jueves 24 de julio del 2025
- \* **HORA** : 15:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. **WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA**  
DECANO (e)  
CIP. 70908



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Brito **Wally Mamani Apaza**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



### RESOLUCIÓN DECANAL N° 405-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de junio del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 5519 por el señor (a): **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 283 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 023- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 023- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la)**, **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA  
DECANO (e)  
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1927-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 30 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 15318, presentado el señor (a) **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1596 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 407-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 407-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **HENRY RENE JIMENEZ CENTENO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. MILTHON GUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. Eirain Carillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE INGENIERÍA SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	fdocuments.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%



## Metadatos complementarios - UANCV



TITULO	
<b>CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y Apellidos	HENRY RENE JIMENEZ CENTENO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70201319
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0002-0961-4669">https://orcid.org/0009-0002-0961-4669</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-6613-6925">https://orcid.org/0009-0005-6613-6925</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres Y Apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres Y Apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres Y Apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>Dirección:</b> ciudad de Juliaca  <b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> San Román  <b>Distrito:</b> Juliaca  <b>Coordenadas.</b>  <b>Latitud:</b> -15.49905  <b>Longitud:</b> -70.12780  <a href="https://maps.app.goo.gl/ZUx8uiUU4SyNEFPD7">https://maps.app.goo.gl/ZUx8uiUU4SyNEFPD7</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 – Julio 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería civil  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>  Ingeniería de la construcción  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>
- Librería	

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Fritz Wally Mamani Apaza  
DIRECTOR  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo HENRY RENE JIMENEZ CENTENO, identificado con DNI Nro. 70201319 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERO CIVIL

informo que he elaborado el/la  **Tesis** o  **Trabajo de Investigación**,  **Trabajo Académico** denominada:

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

Asesorado por: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

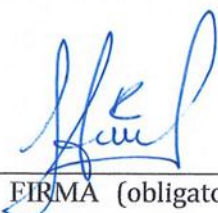
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 05 de agosto del 2025

  
FIRMA (ASESOR)

  
FIRMA (obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

A Dios nuestro amado padre celestial por  
siempre iluminar mi camino.

A mis padres y hermana por todo su apoyo  
incondicional.



### **AGRADECIMIENTO**

A la escuela profesional de ingeniería civil de la universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

A los docentes que con su tiempo y conocimiento contribuyeron en mi formación profesional.

A mi asesor por su tiempo y paciencia.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

UNIVERSIDAD ANDINA..... 1

DEDICATORIA ..... i

AGRADECIMIENTO ..... ii

ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... iii

ÍNDICE DE TABLAS..... vii

ÍNDICE DE FIGURAS ..... viii

RESUMEN ..... ix

ABSTRACT ..... x

INTRODUCCIÓN ..... xi

CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática..... 13

1.2. Formulación del planteamiento del problema..... 14

    1.2.1. Pregunta general ..... 14

    1.2.2. Preguntas específicas..... 14

1.3. Justificación de la investigación ..... 15

    1.3.1. Justificación teórica..... 15

    1.3.2. Justificación práctica..... 15

    1.3.3. Justificación metodológica ..... 15

1.4. Objetivos ..... 16

    1.4.1. Objetivo general..... 16

    1.4.2. Objetivos específicos ..... 16

1.5. Importancia y alcance de la investigación ..... 16

1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación ..... 16

1.7. Hipótesis..... 17

    1.7.1. Hipótesis general ..... 17

    1.7.2. Hipótesis específicas ..... 17

1.8. Variables e indicadores..... 17

    1.8.1. Conceptualización de variables ..... 17

    1.8.2. Operacionalización de las variables..... 19



**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

- 2.1. Antecedentes del estudio ..... 21**
  - 2.1.1. A nivel internacional..... 21
  - 2.1.2. A nivel nacional..... 24
  - 2.1.3. A nivel regional o local ..... 27
- 2.2. Bases teóricas..... 28**
  - 2.2.1. Caracterización del suelo..... 28
    - 2.2.1.1. Las características principales del suelo son:..... 28
    - 2.2.1.2. Características físicas..... 28
      - 2.2.1.2.1. Análisis Granulométrico ..... 28
      - 2.2.1.2.2. Contenido de Humedad ..... 29
      - 2.2.1.2.3. Límites de consistencia..... 29
      - 2.2.1.2.4. Limite liquido ..... 29
      - 2.2.1.2.5. Limite plástico ..... 29
      - 2.2.1.2.6. Índice de plasticidad..... 30
    - 2.2.1.3. Características mecánicas..... 30
  - 2.2.2. Estructura del suelo ..... 30
  - 2.2.3. Zonificación sísmica..... 31
  - 2.2.4. Zonificación sísmica..... 32
- 2.3. Marco conceptual ..... 32**
  - 2.3.1. Sismicidad en el Perú ..... 32
  - 2.3.2. Zonificación sísmica..... 33
  - 2.3.3. Geotecnia aplicada a la zonificación sísmica..... 33
  - 2.3.4. Métodos de exploración geotécnica..... 33

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1. Enfoque de la investigación..... 34**
- 3.2. Método o métodos aplicados en la investigación..... 35**
- 3.3. Tipo de investigación ..... 36**
- 3.4. Nivel de investigación ..... 37**
- 3.5. Diseño de investigación ..... 37**
- 3.6. Población y muestra..... 38**
  - 3.6.1. Población ..... 38



- 3.6.2. Muestra ..... 38
- 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información ..... 39**
  - 3.7.1. Técnicas de la investigación ..... 39
  - 3.7.2. Instrumentos de la investigación ..... 40
- 3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación..... 40**
  - 3.8.1. Validación de los instrumentos ..... 40
  - 3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos ..... 40
- 3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis..... 40**

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS**

- 4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos..... 42**
  - 4.1.1. Determinación de las características físicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno. .... 42
    - 4.1.1.1. Análisis granulométrico..... 43
    - 4.1.1.2. Contenido de humedad ..... 43
    - 4.1.1.3. Limite liquido..... 44
    - 4.1.1.4. Limite plástico..... 46
    - 4.1.1.5. Índice de plasticidad ..... 47
  - 4.1.2. Determinación de las características mecánicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno. .... 48
    - 4.1.2.1. Cohesión ..... 48
    - 4.1.2.2. Angulo de fricción ..... 50
    - 4.1.2.3. Capacidad admisible ..... 51
  - 4.1.3. Determinación de la categoría de suelo según la norma peruana en el distrito de Juliaca del departamento de Puno..... 52
- 4.2. Estadística descriptiva ..... 53**
  - 4.2.1. Estadística descriptiva sobre el objetivo específico 01. .... 53
  - 4.2.2. Estadística descriptiva sobre el objetivo específico 02. .... 54
  - 4.2.3. Estadística descriptiva sobre el objetivo específico 02. .... 54
- 4.3. Proceso de la prueba de hipótesis..... 55**
  - 4.3.1. Contrastación de hipótesis específica 01..... 55
  - 4.3.2. Contrastación de hipótesis específica 02..... 57
  - 4.3.3. Contrastación de hipótesis específica 03..... 58
- 4.4. Discusión de los resultados ..... 59**



4.4.1. Discusión del objetivo 01. ....	59
4.4.2. Discusión del objetivo 02. ....	60
4.4.3. Discusión del objetivo 03. ....	62
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>71</b>
Anexo 01. Matriz de consistencia .....	72
Anexo 02. Matriz instrumental .....	74
Anexo 03. Instrumento(s) de la investigación .....	75
Anexo 04. Fichas de validez de instrumentos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 05. Panel fotográfico.....	95



ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Operacionalización de variable independiente..... 19

**Tabla 2** Operacionalización de variable dependiente. ....20

**Tabla 3.** Datos de los puntos de izquierda.....39

**Tabla 4.** Tipo de suelos por análisis granulométrico.....43

**Tabla 5.** Contenido de humedad en los suelos para la zonificación sísmica. ....43

**Tabla 6.** Limite liquido en los suelos para la zonificación sísmica. ....44

**Tabla 7.** Limite plástico en los suelos para la zonificación sísmica.....46

**Tabla 8.** Índice de plasticidad en los suelos para la zonificación sísmica.....47

**Tabla 9.** Cohesión de los suelos para la zonificación sísmica. ....48

**Tabla 10.** Angulo de fricción de los suelos para la zonificación sísmica. ....50

**Tabla 11.** Capacidad admisible de los suelos para la zonificación sísmica. ....51

**Tabla 12.** Diagrama de barras sobre el perfil de tipo de suelo para la zonificación sísmica.....52

**Tabla 13** Prueba de hipótesis del objetivo específico 01. ....56

**Tabla 14.** Prueba de hipótesis del objetivo específico 02. ....57

**Tabla 15.** Prueba de hipótesis del objetivo específico 02. ....59



### ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** localización de punto de exploración de suelos. ....39

**Figura 2.** Diagrama de barras sobre el contenido de humedad en los suelos.....44

**Figura 3.** Diagrama de barras sobre el limite liquido de los suelos. ....45

**Figura 4.** Diagrama de barras sobre el limite plástico de los suelos.....46

**Figura 5.** Diagrama de barras sobre el índice de plasticidad de los suelos.....47

**Figura 6.** Diagrama de barras sobre la cohesión de los suelos.....49

**Figura 7.** Diagrama de barras sobre el Angulo de fricción de los suelos.....50

**Figura 8.** Diagrama de barras sobre la capacidad admisible de los suelos.....51



## RESUMEN

Se plantea como finalidad examinar detalladamente el comportamiento geotécnico del suelo en el distrito de Juliaca, con miras a una adecuada planificación sísmica zonificada en la región de Puno **metodológico**, consta de un enfoque basado en datos numéricos, con un diseño que no manipula las variables, sustentado en el método científico; el estudio es de tipo descriptivo y se desarrolló en un momento determinado, como **resultado** presento que el análisis estadístico ANOVA confirmó la homogeneidad física de los suelos en Juliaca ( $p > 0.05$  para humedad=0.072, límite líquido=0.990, límite plástico=0.502, índice de plasticidad=0.638). Los suelos CL mostraron IP entre 14.73%-17.15% y LL entre 30.92%-43.77%, mientras que los ML presentaron menor plasticidad (IP=6.31%, w=12.6%) y los SM-SC los valores más bajos (w=8.27%, IP=6.26%). En cuanto a propiedades mecánicas, se encontraron contrastes estadísticamente relevantes ( $p < 0.05$ ), donde los suelos CL tuvieron cohesión de 0.1447-0.1491 kg/cm<sup>2</sup> y  $\phi = 16.75^\circ$ -17.13°; los ML  $\phi = 18.03^\circ$  y  $q_a = 0.76$  kg/cm<sup>2</sup>; y los SM-SC destacaron con  $c = 0.2267$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\phi = 21.10^\circ$  y  $q_a = 1.19$  kg/cm<sup>2</sup>, lo que posiciona al estrato SM-SC como óptimo para cimentaciones. Se **concluye** indicando que el estudio confirmó la homogeneidad física de los suelos en Juliaca, destacando que los CL presentan alta plasticidad, mientras que los ML y SM-SC tienen menor contenido de humedad y plasticidad. Sin embargo, el análisis ANOVA reveló diferencias significativas en las propiedades mecánicas entre calicatas, especialmente en los valores de cohesión del suelo y en el ángulo de fricción interna, siendo los suelos SM-SC los más adecuados para cimentaciones por su mayor capacidad portante.

**Palabras claves.** Capacidad portante, Caracterización de suelos, suelos cohesivos y Zonificación sísmica.



## ABSTRACT

The purpose is to examine in detail the geotechnical behavior of the soil in the district of Juliaca, with a view to adequate zoned seismic planning in the Puno region. Methodologically, it consists of an approach based on numerical data, with a design that does not manipulate the variables, supported by the scientific method; the study is descriptive and was developed at a specific time, as a result I present that the ANOVA statistical analysis confirmed the physical homogeneity of the soils in Juliaca ( $p > 0.05$  for humidity = 0.072, liquid limit = 0.990, plastic limit = 0.502, plasticity index = 0.638). CL soils showed IP between 14.73%-17.15% and LL between 30.92%-43.77%, while ML showed lower plasticity (IP=6.31%, w=12.6%) and SM-SC the lowest values (w=8.27%, IP=6.26%). Regarding mechanical properties, statistically significant contrasts were found ( $p < 0.05$ ), where CL soils had cohesion of 0.1447-0.1491 kg/cm<sup>2</sup> and  $\phi = 16.75^\circ - 17.13^\circ$ ; ML  $\phi = 18.03^\circ$  and  $q_a = 0.76$  kg/cm<sup>2</sup>; and the SM-SC stood out with  $c = 0.2267$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\phi = 21.10^\circ$  and  $q_a = 1.19$  kg/cm<sup>2</sup>, which positions the SM-SC stratum as optimal for foundations. It is concluded by indicating that the study confirmed the physical homogeneity of the soils in Juliaca, highlighting that the CL present high plasticity, while the ML and SM-SC have lower moisture content and plasticity. However, the ANOVA analysis revealed significant differences in the mechanical properties between test pits, especially in the soil cohesion values and the internal friction angle, with the SM-SC soils being the most suitable for foundations due to their greater bearing capacity.

**Keywords.** Bearing capacity, Soil characterization, Cohesive soils, Seismic zoning.



## INTRODUCCIÓN

En la presente investiga se pretende estudiar la clasificación de los suelos y por medio de esta realizar una zonificación sísmica, ya que la ciudad de Juliaca es conocida en su mayor parte por sus suelos cohesivos y de baja capacidad portante; así mismo cabe mencionar que los suelos cohesivos no son recomendables en para zonas sísmicas, ya que estas sufren licuefacción.

Para poder realizar la la investigación presenta una pregunta general y varias cuestiones particulares que la desarrollan y cada uno de esta con sus respectivos objetivos e hipótesis, ya que esta investigación consta en se realizarán investigaciones detalladas en mecánica de suelos en puntos diversos de la ciudad, buscando conocer cuánta carga puede soportar el terreno, y con esa información se diseñará una zonificación sísmica ajustada a las características portantes de cada sector.

El procedimiento metodológico de este trabajo contempla la ejecución de análisis geotécnicos sin aplicar manipulaciones a los elementos estudiados, adoptando así un enfoque observacional y no experimental.

Los datos obtenidos se interpretarán por medio de datos de análisis estadísticos descriptivos e inferencial, y por medio de estos se presentará las discusiones e conclusiones de los conocimientos generados en este estudio aportarán fundamentos útiles para nuevas líneas de indagación académica.

Con la finalidad de realizar esta investigación se clasifica en cuatro capítulos principales:

**Capítulo I:** en este capítulo se desarrolla un marco inicial que incluye la descripción del conflicto a estudiar, las preguntas que lo componen, la



fundamentación teórica y práctica, los fines del trabajo, su trascendencia, las condiciones que lo delimitan, y la hipótesis que se desea comprobar.

**Capítulo II:** aquí se analizan investigaciones previas relevantes, se construye el soporte teórico que da solidez al estudio, y se establece el sistema de conceptos que guía su desarrollo.

**Capítulo III:** este apartado presenta la ruta metodológica del estudio, abarcando tanto las técnicas de recopilación de información como los procedimientos seguidos para su interpretación y organización.

**Capítulo IV:** finalmente, este capítulo incluye los datos alcanzados, la verificación de la hipótesis planteada y el debate sobre los hallazgos.



## CAPÍTULO I

### FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. Exposición de la situación problemática

La problemática central del estudio sobre la zonificación sísmica en la ciudad de Juliaca es un dilema, esto a causa de que no se cuenta con una zonificación de riesgos sísmicos, es por eso que las construcciones de edificaciones presentan un riesgo alto de destrucción al momento que se presente un evento sísmico de origen natural. Cabe mencionar que los suelos los suelos de la ciudad de Juliaca muestran propiedades cohesivas con escasa capacidad portante, lo cual incrementa el riesgo de licuefacción en distintas áreas urbanas, principalmente por la cercanía del nivel freático a la superficie.

En el ámbito internacional como en los andes centrales de Argentina (Palacios, Lara, & Perucca, 2021), mencionan que entre los factores que elevan el peligro sísmico en las ciudades, destaca la licuefacción de suelos, un fenómeno causado por terremotos que incrementan la presión del agua subterránea en los sedimentos. Esta situación reduce la fricción interna del terreno, debilitándolo hasta el punto de perder estabilidad. El agua acumulada puede brotar por aberturas en la superficie, arrastrando sedimentos licuados y originando formaciones conocidas como volcanes



de arena; de la misma forma se menciona que en México. (Guzmán, Linera, & Trujillo, 2020) indican que, México ha sido escenario de numerosos terremotos que, a lo largo del tiempo, han dejado devastación material y pérdidas humanas irreparables. Estos eventos naturales, imposibles de controlar o predecir, exigen que la sociedad aprenda a coexistir con ellos y adopte medidas preventivas para disminuir su impacto.

En el ámbito nacional en Perú, (Adanaque, 2019), menciona que el fenómeno de la licuefacción también se manifiesta en el Perú, particularmente en sus zonas litorales, tal como lo han confirmado estudios e investigaciones actuales. A pesar de este riesgo comprobado, continúa la expansión de edificaciones en estas áreas, muchas veces sin considerar esta condición del terreno.

## **1.2. Formulación del planteamiento del problema**

### **1.2.1. Pregunta general**

**PG.** ¿De qué manera pueden analizarse las condiciones del suelo en Juliaca para definir zonas con diferente comportamiento sísmico dentro del departamento de Puno?

### **1.2.2. Preguntas específicas**

**PE1.** ¿De qué forma las propiedades físicas del terreno en Juliaca contribuyen a definir sectores diferenciados según su comportamiento ante eventos sísmicos?

**PE2.** ¿Qué parámetros de resistencia y deformación del suelo son relevantes para establecer zonas sísmicas diferenciadas en Juliaca, dentro del departamento de Puno?



**PE3.** ¿Cómo se clasifica el suelo del distrito de Juliaca conforme a los parámetros y categorías definidos en la normativa peruana para efectos de diseño y zonificación sísmica?

### **1.3. Justificación de la investigación**

#### **1.3.1. Justificación teórica**

Desde una perspectiva teórica, este trabajo adquiere valor al generar un cuerpo ordenado de conocimientos sobre la composición física y el comportamiento dinámico del suelo, apoyándose en marcos conceptuales y postulados científicos fundamentales relacionados con la zonificación sísmica. Esto resulta esencial para sustentar los fundamentos teóricos que explican cómo el tipo y comportamiento del suelo inciden en la transmisión de las ondas sísmicas y en el grado de riesgo que estas representan.

#### **1.3.2. Justificación práctica**

El valor aplicado de este estudio radica en que sus resultados facilitarán la toma de decisiones y la ejecución de acciones orientadas a disminuir la vulnerabilidad ante sismos en Juliaca. La caracterización del suelo permitirá identificar zonas vulnerables, optimizar la planificación urbana y establecer criterios técnicos que guíen la construcción de infraestructuras más resilientes frente a eventos sísmicos.

#### **1.3.3. Justificación metodológica**

El trabajo posee una base metodológica sólida al establecer un esquema ordenado de investigación, guiado por un enfoque riguroso que contempla técnicas precisas de recolección de información, como los ensayos realizados en laboratorio y análisis in situ.



## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. *Objetivo general*

**OG.** Efectuar la identificación de las características del terreno para aplicar criterios de zonificación sísmica en la ciudad de Juliaca, ubicada en el departamento de Puno.

### 1.4.2. *Objetivos específicos*

**OE1.** Analizar los aspectos físicos del suelo en Juliaca que inciden en su comportamiento ante sismos, con el fin de clasificar zonas según su nivel de riesgo sísmico.

**OE2.** Determinar las características mecánicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.

**OE3.** Establecer la categoría del tipo de suelo en Juliaca de acuerdo con los parámetros definidos por la normativa peruana vigente.

## 1.5. Importancia y alcance de la investigación

Importancia de investigación

Alcance de la investigación

## 1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación

Delimitación por tema

Delimitación por tiempo

Delimitación espacial



## 1.7. Hipótesis

### 1.7.1. *Hipótesis general*

**HG.** Los resultados obtenidos a partir del estudio del suelo en juliaca, orientado a su zonificación sísmica, evidencian que el terreno posee condiciones estables y no representa un riesgo significativo frente a movimientos sísmicos.

### 1.7.2. *Hipótesis específicas*

**HE1.** El análisis geotécnico del suelo en el distrito de juliaca revela una predominancia de arcillas dentro de su composición física, aspecto clave para su evaluación dentro de la zonificación sísmica.

**HE2.** Los ensayos geotécnicos realizados en el distrito de juliaca reflejan que el suelo posee una resistencia estructural clasificada dentro de un rango medio, lo cual es relevante para su categorización sísmica.

**HE3.** La categoría de suelo según la norma peruana que se encuentra en el distrito de Juliaca del departamento de Puno es de tipo S2.

## 1.8. Variables e indicadores

### 1.8.1. *Conceptualización de variables*

Se tiene las 2 variables:

#### **VARIABLE DE ESTUDIO 1:**

Caracterización del suelo: La caracterización del suelo es un proceso sistemático de identificación, análisis y clasificación de los atributos relacionados con la composición, resistencia y comportamiento frente al agua de un terreno, mediante técnicas estandarizadas de campo y laboratorio. Incluye la evaluación de parámetros como textura, densidad, humedad, límites de Atterberg, resistencia al corte,



permeabilidad y velocidad de ondas sísmicas ( $V_{s30}$ ), entre otros. Este proceso permite clasificar los suelos según sistemas normativos (SUCS, AASHTO) y determinar su comportamiento geotécnico ante cargas estáticas o dinámicas. La caracterización constituye la base científica para la zonificación de riesgos, el diseño de cimentaciones y la planificación territorial, particularmente en zonas sísmicas, donde adquiere relevancia para predecir efectos de amplificación o licuación.

## **VARIABLE DE ESTUDIO 2:**

Zonificación sísmica: La zonificación sísmica es un proceso técnico-científico que divide un territorio en áreas homogéneas según su respuesta dinámica ante eventos sísmicos. Se fundamenta en el análisis integrado de: 1) propiedades geotécnicas del suelo ( $V_{s30}$ , capacidad portante), 2) características geológicas (tipo de roca base, fallas activas), y 3) efectos de sitio (amplificación sísmica, riesgo de licuación). Esta clasificación, normalizada en regulaciones como la Norma E.030, permite establecer requisitos específicos de diseño sismorresistente para cada zona, optimizando la seguridad estructural. Sirve como un instrumento esencial para planificar y controlar los efectos de los sismos en planificación urbana, reduciendo vulnerabilidades mediante criterios de construcción adaptados a las condiciones locales del subsuelo.



**1.8.2. Operacionalización de las variables**

Se tiene las siguientes tablas:

**Tabla 1**  
*Operacionalización de variable independiente.*

Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices
Caracterización del suelo	La caracterización del suelo es un proceso sistemático de identificación, análisis y clasificación de las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas de un terreno, mediante técnicas estandarizadas de campo y laboratorio. Incluye la evaluación de parámetros como textura, densidad, humedad, límites de Atterberg, resistencia al corte, permeabilidad y velocidad de ondas sísmicas ( $V_{s30}$ ), entre otros. Este proceso permite clasificar los suelos según sistemas normativos (SUCS, AASHTO) y determinar su comportamiento geotécnico ante cargas estáticas o dinámicas. La caracterización constituye la base científica para la zonificación de riesgos, el diseño de cimentaciones y la planificación territorial, particularmente en zonas sísmicas, donde adquiere relevancia para predecir efectos de amplificación o licuación.	La caracterización operacional del suelo se realiza mediante: 1) muestreo estratificado con sacamuestras estándar (ASTM D1587), 2) ensayos de laboratorio (granulometría por tamizado/ASTM D422, límites de Atterberg/ASTM D4318, contenido de humedad/ASTM D2216), y 3) pruebas in situ (SPT/ASTM D1586, $V_{s30}$ con MASW/ASTM D7400). Los datos se procesan estadísticamente (ANOVA, correlaciones) para obtener valores representativos de parámetros clave (IP, LL, $\phi$ , c, $V_{s30}$ ), que se integran en sistemas de clasificación (SUCS/USCS) mediante matrices decisorias. El resultado final incluye perfiles geotécnicos normalizados y mapas temáticos con isolíneas de propiedades, validados con error <5% (IC 95%), cumpliendo los requisitos de la Norma E.050.	Características físicas Características mecánicas	Granulometría Limite líquido. Límites de plasticidad Índice de plasticidad. Contenido de Humedad	Unidad indicada según cada ensayo.



**Tabla 2**  
*Operacionalización de variable dependiente.*

Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices
Zonificación sísmica	<p>La zonificación sísmica es un proceso técnico-científico que divide un territorio en áreas homogéneas según su respuesta dinámica ante eventos sísmicos. Se fundamenta en el análisis integrado de: 1) propiedades geotécnicas del suelo (<math>V_{s30}</math>, capacidad portante), 2) características geológicas (tipo de roca base, fallas activas), y 3) efectos de sitio (amplificación sísmica, riesgo de licuación). Esta clasificación, normalizada en regulaciones como la Norma E.030, permite establecer requisitos específicos de diseño sismorresistente para cada zona, optimizando la seguridad estructural. Constituye una herramienta clave para la gestión del riesgo sísmico en planificación urbana, reduciendo vulnerabilidades mediante criterios de construcción adaptados a las condiciones locales del subsuelo.</p>	<p>La zonificación sísmica operacional se implementa mediante: 1) mediciones in situ de <math>V_{s30}</math> con técnicas geofísicas (MASW/Refracción sísmica), 2) análisis de registros sísmicos históricos, y 3) modelación numérica con software especializado (SHAKE, DEEPSOIL). Se clasifican los suelos según Norma E.030 usando umbrales de velocidad de onda (Tipo S1: <math>V_{s30} &gt; 900</math> m/s, S2: 500-900 m/s, S3: <math>&lt; 500</math> m/s). Los resultados se integran en SIG (QGIS/ArcGIS) para generar mapas de microzonificación con curvas de isolíneas de <math>V_{s30}</math> y factores de amplificación, validados con <math>\pm 5\%</math> de error. Incluye evaluación de licuación mediante fórmula de Youd (2001) con parámetros N-SPT y nivel freático.</p>	Categoría del suelo	<p>Suelo tipo S0 Suelo tipo S1 Suelo tipo S2 Suelo tipo S3</p>	<p>kg/cm<sup>2</sup> / m/s</p>



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1. A nivel internacional

Yepez (2021) el estudio se enfocó en analizar las condiciones del suelo en el barrio la gloria, jipijapa, con el fin de prever problemas estructurales relacionados con la cimentación de edificaciones sencillas. para lograrlo, se aplicó una metodología que incorporó exploraciones directas mediante sondeos a diferentes profundidades, aplicando normas técnicas como los ensayos INEN (609, 690, 691, 692 y 696), así como las clasificaciones ASTM y AASHTO, con el fin de estudiar las condiciones físicas del suelo, se recurrió al uso de relaciones empíricas para estimar parámetros geotécnicos clave como la capacidad de soporte, la resistencia al corte sin drenaje, el ángulo de fricción interna, el riesgo de licuefacción y la velocidad de propagación de ondas sísmicas, todo en concordancia con los estándares de peligrosidad establecidos por la norma ecuatoriana de construcción. gracias a esta información, fue posible desarrollar un modelo de microzonificación tanto sísmica como geotécnica, así como cortes estratigráficos del terreno, identificando la presencia de suelos limosos y arcillosos con alta plasticidad (clasificados como CH y MH), los



cuales no presentan susceptibilidad a la licuefacción. Finalmente, se determinó la existencia de suelos sísmicos tipo D (rígidos) y tipo E (blandos), lo que aporta información clave para un adecuado diseño y planificación de cimentaciones seguras en la zona de estudio.

Quinde & Reinoso (2016) tuvo como finalidad analizar la amenaza sísmica en el Ecuador y la propuesta de espectros de diseño adaptados a las condiciones locales de la ciudad de Cuenca, frente a la limitada disponibilidad de catálogos sísmicos completos y la escasa información relacionada al tema. Para abordar esta problemática, se aplicó una metodología probabilística para evaluar el peligro sísmico, integrando las variaciones e incertidumbres asociadas a los parámetros geológicos, geotécnicos y sismológicos presentes en el proceso de cálculo. El trabajo partió de la depuración y homogenización de un catálogo sísmico confiable, con el objetivo de obtener parámetros consistentes entre las diferentes fuentes sismogénicas. Asimismo, se evaluaron diversos modelos de atenuación necesarios para estimar las intensidades sísmicas en puntos específicos. El estudio arrojó productos clave como curvas probabilísticas de amenaza sísmica, espectros de diseño para distintos escenarios de recurrencia y cartografía de riesgo. Estos insumos fueron contrastados y ajustados con base en un análisis previo sobre efectos de sitio desarrollado por la universidad de Cuenca hace más de dos décadas, se propusieron espectros de diseño sísmico adaptados a las condiciones locales de la ciudad, contribuyendo significativamente a mejorar la planificación y seguridad estructural en dicha zona.

Stay et al. (2018) tuvo como objetivo determinar se localizaron los sectores más vulnerables a los efectos sísmicos en la cuenca del río Jama empleando modelos de comportamiento dinámico del suelo frente a vibraciones, respondiendo a la necesidad de contar con mapas de zonificación que orienten el desarrollo seguro de



infraestructuras. Para ello, se recopiló información verificable y recurriendo a fuentes geoespaciales abiertas y datos técnicos generados por proyectos específicos en la región de estudio, se integraron factores geológicos, topográficos, morfológicos, geotécnicos e hidrológicos clave. el procesamiento mediante arcgis permitió mapear áreas de similitud sísmica según su contexto físico. bajo la guía de la nec 2015 (zonificación grado 2), se aplicaron ensayos geofísicos y velocidades de onda cortante para clasificar tipos de suelo y generar espectros de aceleración elástica, entregando herramientas fundamentales para el diseño estructural sismorresistente y elevando el nivel de seguridad en nuevas construcciones.

Valverde et al. (2001) tuvo como propósito desarrollar una clasificación detallada del comportamiento sísmico del suelo en distintas áreas del distrito metropolitano de quito, con el fin de identificar niveles diferenciados de riesgo, en respuesta al interés del Municipio y su Dirección General de Planificación por contar con una carta zonificada sísmica que permita mitigar los efectos de sismos de gran magnitud sobre las estructuras existentes y futuras en el área urbana. En vista de la próxima aplicación del nuevo capítulo sísmico del código de construcción ecuatoriano, este estudio se alinea con su exigencia de que cada localidad cuente con una zonificación sísmica sustentada en la tipología y comportamiento geotécnico del suelo definidos en dicha normativa. Esta iniciativa busca fortalecer la planificación urbana y la seguridad estructural del Distrito, ofreciendo una herramienta técnica fundamental para el diseño de edificaciones más resistentes a los eventos sísmicos.

Sarango (2019) tuvo como objetivo realizar un estudio de peligro sísmico determinista en el sector de la ciudadela El Dorado, parroquia Huachi Chico, en la ciudad de Ambato, aplicando ecuaciones de predicción de movimiento (GMPE's) para los regímenes cortical y de subducción, correspondientes al contexto tectónico de la



zona. Mediante el análisis de variables clave como de la falla ( $R_{jb}$ ), se generaron espectros de aceleración específicos del área. Estos espectros revelaron dos intervalos críticos donde las aceleraciones calculadas superan las contempladas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015). Al comparar estas demandas con las establecidas por la normativa a través del modelado estructural representativo del sector, se evidenció un subdimensionamiento en los elementos estructurales, concluyendo que las edificaciones locales podrían presentar deficiencias en su diseño frente a la acción de movimientos sísmicos de magnitud significativa, lo que resalta la necesidad de actualizar criterios de diseño sismo-resistente.

Castillo (2017), el propósito general del estudio fue definir zonas en función de la capacidad de carga del suelo para las cimentaciones en el área urbana de la parroquia la matriz, cantón patate, tungurahua. bajo una metodología aplicada y sin manipulación de variables (diseño no experimental), se obtuvieron resultados diferenciados: en las zonas 1 y 7, con más de 30 ton/m<sup>2</sup> de resistencia, se garantizan cimentaciones estables a 1.50 m de profundidad; en las zonas 2, 4, 5 y 6, con valores por encima de 15 ton/m<sup>2</sup>, las edificaciones pueden cumplir con los parámetros estructurales. en la zona 3, con baja resistencia (10.83 ton/m<sup>2</sup>) y nivel freático, se propone reforzar el suelo, instalar drenaje y aplicar un sistema de cimentación mejorado.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Tavera (2020) tuvo como objetivo principal identificar las condiciones sísmicas y geotécnicas del en el marco del programa presupuestal por resultados n.º 068, se ejecutó en el área urbana de huaral el proyecto "zonas geográficas con gestión de información sísmica", cuyo objetivo fue reducir su exposición a fenómenos naturales. se llevó a cabo un estudio técnico sobre la respuesta del suelo ante eventos sísmicos,



utilizando métodos como exploraciones sísmicas, geofísicas, geológicas, geomorfológicas y geotécnicas. como producto, se identificaron suelos tipo s2 (norma e.030) y se elaboró un mapa de zonificación sísmica-geotécnica que representa un recurso esencial para profesionales del diseño estructural y para las autoridades que gestionan el desarrollo urbano y la reducción de riesgos.

Salas (2018) considerando la ubicación estratégica de moquegua en una de las zonas sísmicas más activas del planeta, se llevó a cabo un estudio para delimitar áreas según su respuesta sísmica y geotécnica. la urgencia de este análisis se justifica por el devastador sismo del 23 de junio de 2001, cuya energía alcanzó los 8.2 grados en la escala de richter y produjo efectos destructivos clasificados como intensidad viii en la escala mercalli modificada. Este evento causó la destrucción masiva de viviendas, especialmente aquellas de adobe, que fueron las más afectadas, y también impactó en menor medida a edificaciones de albañilería y estructuras aporricadas, las cuales sufrieron grietas y fallas. A raíz del impacto del desastre, surgió la necesidad prioritaria de desplazar a los sectores más dañados y expuestos al riesgo sísmico, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de los habitantes. la investigación se centró en generar una zonificación geotécnico-sísmica que permita seleccionar áreas óptimas y seguras para establecer nuevas zonas habitacionales de la población y el desarrollo urbano, contribuyendo al crecimiento sostenible y seguro de la ciudad.

Tavera et al. (2010) se desarrolló un estudio técnico en siete distritos de lima metropolitana con el propósito de caracterizar el comportamiento sísmico del subsuelo y evaluar su resistencia ante cargas dinámicas. se emplearon registros de ruido ambiental y exploraciones geotécnicas mediante calicatas, utilizando equipos city sharp ii capaces de captar frecuencias entre 0.2 y 40 hz. los resultados permitieron



identificar los periodos naturales del suelo, estimar sus niveles de amplificación ante sismos, clasificar los materiales conforme al sistema sucs y establecer su capacidad de soporte estructural. Como resultado, se identificaron cuatro zonas sísmico-geotécnicas en los siete distritos, de acuerdo con la normativa vigente (Norma E-030 y APESEG 2005). Los mapas de Zonificación Sísmico-Geotécnica generados contribuyen al Mapa de Zonificación de Lima Metropolitana, brindando herramientas clave para la formulación de soluciones constructivas adaptadas al entorno sísmico, así como la organización de acciones preventivas para minimizar los efectos de futuros eventos telúricos en la zona.

Vera (2019) con el objetivo de fortalecer la preparación ante eventos sísmicos, se realizó un estudio detallado en Tacna que analizó las condiciones del subsuelo y sus características geotécnicas, proporcionando información clave para la planificación de respuestas ante emergencias. Este estudio surge a raíz de los desastres ocurridos durante el terremoto de 1970 en Huaraz y otros eventos sísmicos en el país, lo que generó el interés por implementar políticas eficaces de prevención frente a terremotos ha aumentado, especialmente tras el pronunciamiento de la UNESCO en 1979, que identificó al sur peruano y norte chileno como zonas críticas por el fenómeno del "silencio sísmico" que siguió al gran sismo de 1868, motivó la realización de estudios como el presentado, buscando así mitigar los efectos de futuros sismos en la ciudad.

Livia (2020) en San Juan Pampa, distrito de Yanacancha (Pasco), se desarrolló un estudio técnico para conocer el comportamiento del suelo y elaborar una zonificación geotécnica útil para la planificación urbana e infraestructura. El propósito fue identificar los tipos de terreno presentes, evaluando cómo sus propiedades pueden condicionar la construcción de edificaciones. Se delimitaron áreas con



condiciones geotécnicas similares para proponer soluciones adaptadas al tipo de suelo. el análisis incluyó la apertura de 17 calicatas y la ejecución de 12 sondeos, con ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras obtenidas. Los resultados obtenidos permitieron la propuesta de una zonificación geotécnica preliminar que, aunque aún sujeta a validación, servirá como herramienta para una planificación urbana más eficiente y un desarrollo estructural adecuado en la zona.

### **2.1.3. A nivel regional o local**

En el ámbito local los investigadores (Turpo & Lipa, 2020) tuvo como finalidad identificar los factores que podrían favorecer la ocurrencia de evidencia del proceso de pérdida de resistencia del suelo debido a saturación y vibración sísmica en chullunquiani, sector situado en la ciudad de juliaca, dado que este fenómeno es caracterizado por la pérdida de resistencia de los suelos arenosos saturados durante un sismo representa un riesgo significativo para las infraestructuras civiles. Para ello, se analizaron aspectos geológicos, geotécnicos, topográficos y sísmicos, utilizando como base estudios previos de utilizando datos de investigaciones geotécnicas locales y del mapa geológico del Perú, se identificó que el terreno corresponde a depósitos de origen aluvial, formados principalmente por partículas arenosas, con compactación deficiente, limitada capacidad de retención plástica y nivel freático presente que varía entre 0.20 m y 1.85 m; además, la aceleración sísmica, de acuerdo con la Norma Técnica E.030, alcanza un valor de 0.35g en una zona de topografía plana. Con base en estos resultados, se concluye que la zona de Chullunquiani presenta condiciones geotécnicas que permiten inferir un potencial de licuefacción de nivel medio a alto, por lo que se recomienda tomar en cuenta esta vulnerabilidad en futuros proyectos de desarrollo urbano e infraestructura.



## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Caracterización del suelo

#### 2.2.1.1. Las características principales del suelo son:

Las propiedades del suelo se dividen en físicas, químicas y biológicas, siendo las físicas responsables de definir su estructura interna. estas propiedades condicionan la entrada de oxígeno, la movilidad del agua, el crecimiento radicular y el entorno que regula las interacciones químicas y la actividad biológica en el subsuelo.

#### 2.2.1.2. Características físicas

El estado físico del suelo determina su rendimiento como medio de soporte y producción, ya que impacta en la estabilidad mecánica, el crecimiento de las raíces, la circulación del aire, la retención hídrica y la disponibilidad nutricional. el presente artículo expone de forma concisa la relación entre estas propiedades, enfatizando su importancia en el análisis integral del potencial del terreno. al incorporar estas evaluaciones, se logran diagnósticos más precisos que favorecen una gestión agrícola sostenible (Leanne & Urriola, 2020).

##### 2.2.1.2.1. Análisis Granulométrico

La técnica de análisis granulométrico permite estudiar la proporción y tamaño de las partículas presentes en el suelo, información fundamental para su clasificación y para comprender su respuesta estructural y geotécnica (aashto, 2021). entre los métodos utilizados destaca el tamizado, que es el enfoque principal del presente trabajo, aunque también se considera la sedimentación para analizar componentes más pequeños (Gutiérrez, 2023).



## 2.2.1.2.2. Contenido de Humedad

Establecer el contenido de humedad en el suelo en su estado natural resulta fundamental para tomar decisiones sobre el uso del agua en agricultura, evaluar impactos ambientales y detectar excedentes hídricos. en la estimación del escurrimiento superficial, se puede optar por modelos simples que asumen la infiltración como pérdida directa, o por enfoques más complejos que simulan la infiltración como un proceso dinámico. estos últimos reflejan con mayor precisión cómo interactúan infiltración y escorrentía, ayudando a definir el estado de humedad del suelo ante futuros eventos climáticos (Teresa & María, 2011).

## 2.2.1.2.3. Límites de consistencia

Los valores de atterberg, que engloban tanto el límite plástico como el límite líquido, son herramientas fundamentales en la clasificación del suelo, ya que permiten entender su grado de cohesión y plasticidad. estas propiedades determinan cómo reacciona el suelo cuando se somete a variaciones de carga estructural y niveles de humedad (Gutiérrez, 2023).

## 2.2.1.2.4. Limite liquido

En construcciones como pavimentos y cimentaciones, evaluar el límite líquido del suelo permite anticipar problemas de deformación, ya que este parámetro refleja cuán susceptible es el terreno a la compresión bajo cargas (Pérez & Mora, 2021).

## 2.2.1.2.5. Limite plástico

se considera límite líquido al punto en el que un suelo compuesto por partículas finas, como los limos y arcillas, alcanza una saturación tal que su consistencia cambia completamente, perdiendo su forma y transformándose en un material fluido. este umbral corresponde al porcentaje más bajo de agua que genera dicha transición para



que pase de comportarse como una masa plástica (que puede moldearse) a comportarse como un fluido viscoso (Leanne & Urriola, 2020).

### **2.2.1.2.6. Índice de plasticidad**

El índice de plasticidad es una medida que describe cuánto puede deformarse un suelo manteniendo su cohesión, es decir, en qué punto actúa como un material plástico. este parámetro se obtiene restando el contenido de humedad del estado plástico al del estado líquido (López, Guevara, & León, 2023).

### **2.2.1.3. Características mecánicas**

Entre las propiedades mecánicas más relevantes del suelo se encuentran aquellas que definen su respuesta frente a cargas, como la cohesión, la fricción interna y la capacidad de expansión (González & Pérez, 2024).

#### **2.2.1.3.1. Resistencia del suelo**

comprender cuánto peso puede soportar el suelo sin que sufra daños estructurales es vital para planificar adecuadamente el uso del terreno en proyectos constructivos. esta capacidad se investiga mediante métodos experimentales en terreno y laboratorio, evaluando las propiedades que definen la respuesta del suelo a las cargas. a partir de estos datos, se delimitan zonas con distintas capacidades de soporte, lo que orienta la viabilidad de construir sin reforzar las bases en áreas con buena resistencia (Ocrosopoma & Rocha, 2024).

### **2.2.2. Estructura del suelo**

el grado de acidez o alcalinidad del suelo, expresado a través del ph, depende de la proporción de bases presentes. normalmente, los suelos muestran mayor acidez en la parte superior, a diferencia de los alcalinos, cuyo ph es más constante con la profundidad. los niveles pueden oscilar entre 3 (en suelos ácidos de origen



pantanosos) y 9 (en suelos con sales de sodio). la acidez está principalmente asociada a la concentración de ciertos iones y afecta directamente a los organismos vivos que interactúan con el suelo.

Integrada por componentes biológicos ricos en carbono, hidrógeno, nitrógeno y otros elementos esenciales, la materia orgánica del suelo proviene de seres vivos y sus excreciones. esta fracción orgánica, compuesta por moléculas complejas en distintas fases de descomposición, forma parte de los ciclos de nutrientes y aporta características particulares al suelo, cuya importancia varía según la naturaleza del terreno y su manejo.

En el suelo, los cationes intercambiables más relevantes son sodio, potasio, calcio y magnesio. su alta solubilidad en agua hace que sean susceptibles a la lixiviación durante las lluvias, pudiendo perderse o quedar almacenados en el subsuelo. son nutrientes vitales para los organismos del suelo y las plantas, que los reemplazan por otros iones del mismo tipo. un nivel elevado de este intercambio se asocia con mayor fertilidad, aunque esta también depende del ph del suelo y su contenido de materia orgánica.

### **2.2.3. Zonificación sísmica**

mediante estudios centrados en la dinámica sísmica del suelo, es posible obtener una visión más completa del comportamiento del terreno en áreas urbanas o en expansión. estos análisis aplican técnicas que recopilan datos geológicos, sísmicos, geofísicos, morfológicos y relacionados a tsunamis, permitiendo evaluar con precisión los riesgos y capacidades del suelo. en base a estos resultados, se concluye que la clave no es evitar ciertos tipos de suelo, sino diseñar infraestructuras que se ajusten correctamente a sus condiciones.



La zonificación sísmica permite identificar la reacción del terreno ante fenómenos sísmicos, especialmente en zonas pobladas o en desarrollo. este análisis se apoya en métodos científicos que recogen y procesan información de diversas ramas como la sismología, la geología del terreno, la estructura del subsuelo y la configuración del paisaje.

Mediante la identificación precisa de las condiciones del terreno, la zonificación sísmica permite a los profesionales del diseño y la construcción tomar decisiones informadas, optimizando la seguridad estructural según el tipo de suelo presente en cada zona (Baltodano, 2023).

#### **2.2.4. Zonificación sísmica**

La microzonificación sísmica se establece como el método más adecuado para mitigar los peligros sísmicos en áreas urbanizadas. su finalidad es identificar los niveles de riesgo y las respuestas locales del suelo, permitiendo desarrollar políticas y diseños adaptados a cada contexto geotécnico. este análisis requiere la integración de múltiples disciplinas, utilizando tanto datos históricos como información actual del terreno (González B. , 2006).

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. Sismicidad en el Perú**

Los antecedentes sísmicos del litoral peruano, marcados por violentos terremotos y tsunamis en ciudades como lima, subrayan la urgencia de integrar enfoques de gestión del riesgo en el desarrollo urbano y en iniciativas tanto públicas como privadas. esto implica no solo medidas estructurales y de planificación, sino también el fortalecimiento de una mentalidad social orientada a la prevención y respuesta ante desastres (Morales & Zavala, 2008).



### **2.3.2. Zonificación sísmica**

La microzonificación sísmica es una estrategia efectiva que contribuye tanto al manejo territorial como a la formulación de normas de edificación seguras. al planificar el crecimiento de las ciudades, es esencial incorporar el comportamiento sísmico local del suelo para definir criterios específicos de diseño estructural en función del registro histórico de sismos, incluyendo su localización, intensidad y frecuencia (Moren, González, & Paz, 2020).

### **2.3.3. Geotecnia aplicada a la zonificación sísmica**

El procedimiento de zonificación implica subdividir un territorio en distintas áreas que, aunque puedan tener formas regulares o irregulares, se distinguen por compartir atributos comunes y uniformes en aspectos relevantes. esta segmentación se lleva a cabo mediante el análisis integrado de varios factores que ayudan a determinar la afinidad entre zonas y su adecuación a fines específicos (Michoacán, 2016).

### **2.3.4. Métodos de exploración geotécnica**

En la práctica geotécnica, se suele recurrir a perforaciones mecánicas para investigar las características del suelo, aunque estos métodos resultan económicamente exigentes. a pesar de que existen alternativas como la prospección geoelectrica, su aplicación es limitada debido a que muchos profesionales aún desconocen su potencial como herramienta de análisis (Arias & Echeverri, 2012)



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación

##### Cuantitativa

Inicialmente desarrollada en el campo de las ciencias exactas, la investigación cuantitativa fue incorporada más adelante en los estudios sociales. su enfoque se fundamenta en la objetividad y la lógica deductiva, empleando técnicas experimentales cuantificables que permiten identificar patrones, proyectar resultados y relacionar variables dentro de contextos poblacionales, utilizando inferencias estadísticas realizadas a partir de una muestra (Babativa, 2017).

Como investigador, adoptaré un diseño cuantitativo de tipo descriptivo-correlacional, basado en métodos estandarizados de la ingeniería geotécnica y análisis estadístico. Este enfoque permitirá medir objetivamente las cualidades del suelo que definen su estructura y resistencia ante cargas, y establecer relaciones matemáticas entre ellas para la zonificación sísmica.



### 3.2. Método o métodos aplicados en la investigación

#### Científico

Este método, cuyo nombre hace referencia a una ruta hacia el saber, busca producir conocimiento fiable mediante un sistema lógico, estructurado y crítico. su desarrollo incluye observar con atención, plantear hipótesis, aplicar una estrategia experimental y, en algunos casos, llegar a establecer teorías o marcos científicos aceptados (Torre, 2016).

Para desarrollar la investigación " Evaluación de las condiciones del suelo para establecer criterios de riesgo sísmico en diferentes sectores del distrito de Juliaca, Puno, en el año 2024", seguiré el método científico en cuatro etapas fundamentales: (1) Observación sistemática, mediante revisión bibliográfica y reconocimiento de campo para identificar patrones geotécnicos en el área de estudio; (2) Formulación de hipótesis, contrastando la posible heterogeneidad de propiedades dinámicas del suelo ( $H_1$ ) frente a su homogeneidad ( $H_0$ ); (3) Experimentación controlada, que incluirá muestreo estratificado (20 puntos con SPT y MASW para  $V_{s30}$ ), ensayos de laboratorio (ASTM D4318 para límites de Atterberg, ASTM D3080 para resistencia al corte) y análisis mineralógico; y (4) Validación y modelización, mediante correlaciones estadísticas (ANOVA, regresiones) y desarrollo de mapas de microzonificación en QGIS, integrando datos de  $V_{s30}$ , capacidad portante y frecuencia fundamental. Este proceso garantizará resultados replicables, con error muestral <5% (IC 95%), que permitan actualizar los criterios normativos utilizados para definir el comportamiento sísmico del suelo en juliaca según lo estipulado por la norma E.030, contribuyendo así al conocimiento de suelos altoandinos dentro de un marco científico riguroso



### 3.3. Tipo de investigación

Transversal

Los diseños transversales dentro de estudios observacionales pueden adoptar un enfoque descriptivo o analítico, según lo planteado en el objetivo principal. su aplicación resulta económica y rápida, y permite medir la prevalencia de un fenómeno. sin embargo, la exposición y el resultado se observan simultáneamente, por lo que no se puede determinar una relación temporal directa (Cvetkovic, Maguiña, & Soto, 2021).

Para el estudio "Caracterización del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno, 2024", adoptaré un diseño observacional transversal analítico que permita evaluar simultáneamente los atributos geotécnicos del terreno y su vínculo con la clasificación del suelo según su comportamiento ante sismos. Se realizará un muestreo estratificado en 30 puntos representativos del área urbana, recolectando datos de resistencia al corte (mediante ensayos de laboratorio ASTM D3080), velocidad de ondas de corte  $V_{s30}$  (con geófonos de alta resolución), y parámetros físicos (límites de Atterberg, humedad y densidad). Los datos se analizarán mediante estadística descriptiva (cálculo de prevalencia de tipos de suelo según SUCS) y analítica (correlación de Pearson entre  $V_{s30}$  y capacidad portante), generando un mapa de microzonificación sísmica mediante SIG que identifique áreas homogéneas. Si bien este diseño no permite evaluar cambios temporales en las propiedades del suelo (limitación reconocida), proporcionará una "fotografía" actualizada y válida de las condiciones geotécnicas para la gestión del riesgo sísmico en Juliaca,



### 3.4. Nivel de investigación

Descriptivo

Cuando se lleva a cabo un estudio descriptivo, se recopila y analiza información de investigaciones anteriores que aportan fundamentos al estudio actual, artículos científicos y otros recursos relevantes (Espinoza-Pajuelo & Ochoa-Pachas, 2021).

Para el estudio "Caracterización del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno, 2024", se implementará una investigación descriptiva mediante un exhaustivo análisis documental y trabajo de campo que permita identificar y clasificar las propiedades geotécnicas del suelo. Inicialmente, se realizará una revisión sistemática de literatura especializada, incluyendo normas técnicas (NTE E.030), investigaciones previas en suelos altoandinos y artículos científicos indexados, para establecer el marco teórico de referencia

### 3.5. Diseño de investigación

No experimental

Dado que no influye sobre lo que observa, el investigador se enfoca en obtener la información generada por las herramientas de recolección (Guevara et al., 2020).

Para desarrollar la investigación "Caracterización del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno, 2024", se implementará un estudio descriptivo no experimental donde, como investigador, me limitaré a observar y medir las propiedades geotécnicas naturales del suelo sin manipular las variables de estudio.



## 3.6. Población y muestra

### 3.6.1. Población

Es el universo de casos que cumplen con ciertos criterios específicos, y que por ello son aptos para ser evaluados en el estudio (Ñaupas et al., 2018).

De acuerdo a la teoría, la población de estudio comprende la totalidad del distrito urbano de Juliaca, localizado en Puno, abarca un territorio de aproximadamente 533.47 km<sup>2</sup>, conforme a cifras del INEI (2023). Las unidades geotécnicas identificadas en este espacio conforman la población analizada presentes en el subsuelo urbano, incluyendo los diferentes tipos de suelos y formaciones geológicas que componen la matriz territorial de la ciudad.

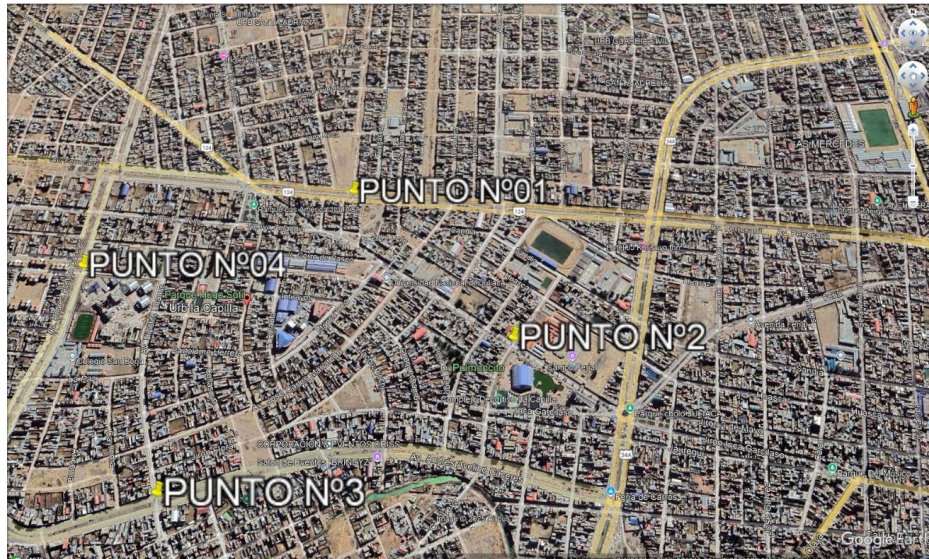
### 3.6.2. Muestra

El rasgo fundamental de toda muestra es que refleje fielmente a la población que representa. Su utilidad depende de que los datos recogidos permitan extender conclusiones válidas al total de unidades del estudio (Mucha-Hospinal et al., 2021).

Según la teoría que se presenta, la muestra se ha seleccionado como muestra de estudio el área correspondiente a la Urbanización La Capilla, ubicada en el sector noreste de la ciudad de Juliaca.

**Figura 1.**

*localización de punto de exploración de suelos.*



**Tabla 3.**

*Datos de los puntos de izquierda.*

N°	Punto	Dirección	Coordenadas	
			Este	Norte
1	C-01	Av. Ferrocarril con Jr. Emiliano Cano	376575.00	8287600.00
2	C-02	Jr. Nueva Zelanda con Jr. Australia	377000.00	8287171.00
3	C-03	Av. Hipólito Unanue con Av. Andrés Avelino Cáceres	376155.00	8286797.00
4	C-04	Av. Andrés Avelino Cáceres con Jr. Leonardo Bardales	375874.00	8287385.00

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información

#### 3.7.1. Técnicas de la investigación

En la investigación la técnica empleada es la observación directa

el acto de observar puede implicar la presencia física del investigador durante la situación de interés (observación directa), o bien el análisis de información obtenida



previamente a través de documentos o terceros (observación indirecta) (Ortega, 2023).

### **3.7.2. Instrumentos de la investigación**

En la investigación el instrumento fichas de observación

Las fichas son medios documentales en los que se plasma por escrito información significativa obtenida en el desarrollo de la búsqueda de datos, con el propósito de mantener ese conocimiento disponible de forma ordenada y accesible para futuras consultas en cualquier instante (Castro, 2016).

## **3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación**

### **3.8.1. Validación de los instrumentos**

La validez en la investigación se refiere a la exactitud o cercanía de los resultados con la realidad. un estudio se considera válido cuando está libre de errores sistemáticos. estos errores, también llamados sesgos, surgen principalmente por problemas en la metodología y se clasifican en tres tipos: sesgos relacionados con la selección de muestras, errores en la medición de variables y sesgos por factores confusores que afectan la relación estudiada (Villasís-Keever et al., 2018).

### **3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos**

La confiabilidad representa la capacidad de un instrumento para entregar datos constantes y congruentes cuando se utiliza repetidamente bajo las mismas condiciones (Hernández et al., 2014).

## **3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis**

La formulación de hipótesis se lleva a cabo a través de su planteamiento explícito en el estudio de la hipótesis emitida y la hipótesis nula.



H1: Hipótesis emitida y H0: Hipótesis nula

La hipótesis alternativa generalmente se representa como H1, mientras que la hipótesis nula se simboliza como H0. esta última recibe ese nombre porque asume que cualquier diferencia entre el valor real del parámetro y el valor hipotético es producto del azar, es decir, no existe una diferencia significativa.

Las hipótesis nulas sostienen la posibilidad de ausencia de cambios o efectos atribuibles a la variable bajo estudio, sirviendo como base para contrastar las hipótesis alternativas. aunque a veces se reduce a ser el opuesto de la hipótesis alternativa, su definición involucra un marco más elaborado. la hipótesis nula (H0) es aquella que se busca invalidar, representando la postura tradicional o neutra, mientras que la hipótesis alternativa refleja la creencia del investigador sobre la causa real detrás del fenómeno observado (Ibáñez, 2019).



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos

##### 4.1.1. *Determinación de las características físicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.*

La identificación de las propiedades físicas del suelo es una fase esencial en los estudios de zonificación sísmica, ya que facilita comprender cómo se comporta el terreno ante movimientos telúricos. en el distrito de juliaca, ubicado en el departamento de puno, contar con un conocimiento preciso de las características del suelo resulta vital debido a su rápido crecimiento urbano y su exposición a riesgos sísmicos. este estudio busca evaluar parámetros físicos como la humedad, los límites de atterberg (líquido y plástico), el índice de plasticidad, la cohesión, el ángulo de fricción y la capacidad portante del suelo, mediante pruebas de laboratorio y análisis en campo realizadas en distintas calicatas representativas. la información recolectada servirá para clasificar los tipos de suelo existentes en la región y evaluar su estabilidad frente a cargas sísmicas, contribuyendo así a una planificación urbana segura y a la prevención de riesgos en futuras construcciones dentro del distrito.



**4.1.1.1. Análisis granulométrico**

**Tabla 4.**

*Tipo de suelos por análisis granulométrico.*

CALICATA	SUCS
C-01	CL
C-02	CL
C-03	ML
C-04	SM-SC

**Interpretación.** la tabla 4 expone la división de los distintos suelos conforme al estudio de distribución de tamaños de partículas granulométricas utilizando el sistema SUCS, identificando en las calicatas C-01 y C-02 suelos tipo CL (arcillas de baja plasticidad), en la C-03 suelo tipo ML (limos de baja plasticidad) y en la C-04 una mezcla SM-SC (arena limosa y arena arcillosa), lo que indica la predominancia de suelos cohesivos con baja capacidad de drenaje y variabilidad en la capacidad portante, siendo factores clave a considerar en el diseño y ejecución de obras de cimentación en la zona.

**4.1.1.2. Contenido de humedad**

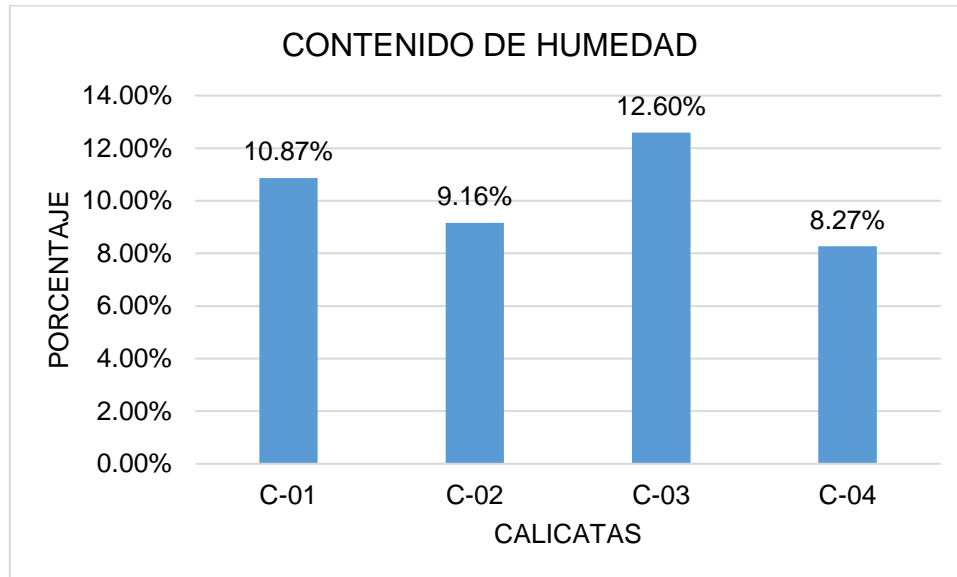
**Tabla 5.**

*Contenido de humedad en los suelos para la zonificación sísmica.*

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD
C-01	15.27%
C-02	14.14%
C-03	13.55%
C-04	10.06%
Promedio	13.255 %

**Figura 2.**

*Diagrama de barras sobre el contenido de humedad en los suelos*



**Interpretación.** La Tabla 5 presenta los niveles de humedad natural registrados en las muestras de suelo analizadas en las calicatas evaluadas, observándose que la calicata C-03 registra el mayor contenido con 12.60%, seguida por C-01 con 10.87%, mientras que C-02 y C-04 presentan valores menores, de 9.16% y 8.27% respectivamente; esta variación de humedad influye directamente en el comportamiento dinámico del suelo frente a eventos sísmicos, ya que una mayor humedad puede reducir la capacidad del suelo para resistir esfuerzos cortantes disminuye, incrementando la probabilidad de fenómenos como la licuefacción o deformaciones, lo cual resulta crucial para la zonificación sísmica de la zona.

#### 4.1.1.3. Limite liquido

**Tabla 6.**

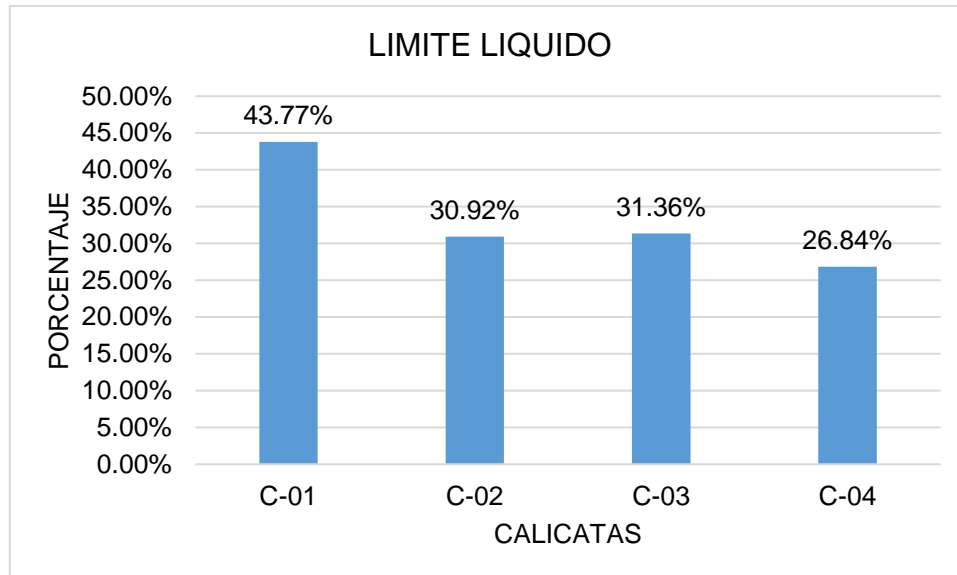
*Limite liquido en los suelos para la zonificación sísmica.*

CALICATA	LIMITE LIQUIDO
C-01	38.69%
C-02	32.02%
C-03	33.34%

CALICATA	LIMITE LIQUIDO
C-04	29.03%
Promedio	33.27%

**Figura 3.**

Diagrama de barras sobre el limite liquido de los suelos.



**Interpretación.** La Tabla 6 muestra los valores del límite líquido de los suelos obtenidos en las calicatas, observándose que la calicata C-01 presenta el valor más alto con 38.69%, lo que indica una mayor plasticidad y potencial de deformación bajo condiciones de carga y humedad elevada; en contraste, las calicatas C-02, C-03 y C-04 presentan límites líquidos menores, de 32.02%, 33.34% y 29.03% respectivamente, lo que sugiere suelos de menor plasticidad; estos datos son fundamentales para la zonificación sísmica, ya que los suelos con altos límites líquidos pueden experimentar mayor pérdida de resistencia durante un sismo, incrementando el riesgo de inestabilidad.

#### 4.1.1.4. Limite plástico

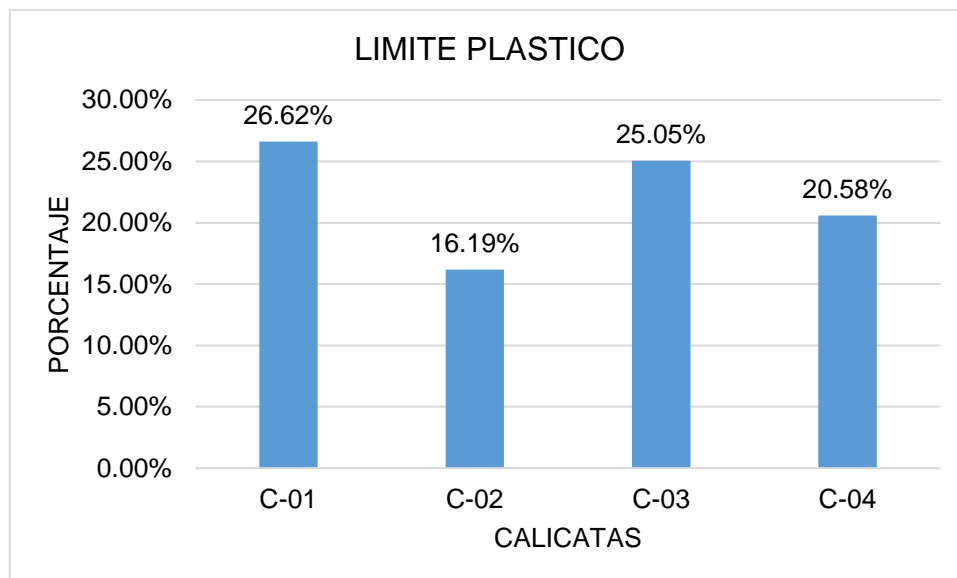
Tabla 7.

Limite plástico en los suelos para la zonificación sísmica.

CALICATA	LIMITE PLÁSTICO
C-01	22.16%
C-02	17.00%
C-03	25.17%
C-04	20.70%
Promedio	21.257%

Figura 4.

Diagrama de barras sobre el limite plástico de los suelos.



**Interpretación.** La Tabla 6 presenta los valores del límite plástico de los suelos analizados en cada calicata, destacando que la calicata C-01 tiene el valor más alto con 26.62%, seguida por C-03 con 25.05%, lo que indica una mayor capacidad de deformación sin que el suelo llegue a romperse; en cambio, C-02 y C-04 presentan límites plásticos menores, de 16.19% y 20.58% respectivamente, lo que sugiere una menor plasticidad; esta información es relevante para la zonificación sísmica, ya que suelos con altos límites plásticos pueden mostrar mayor estabilidad frente a cargas

sísmicas, mientras que suelos con baja plasticidad podrían ser más propensos a sufrir deformaciones o fallas.

#### 4.1.1.5. Índice de plasticidad

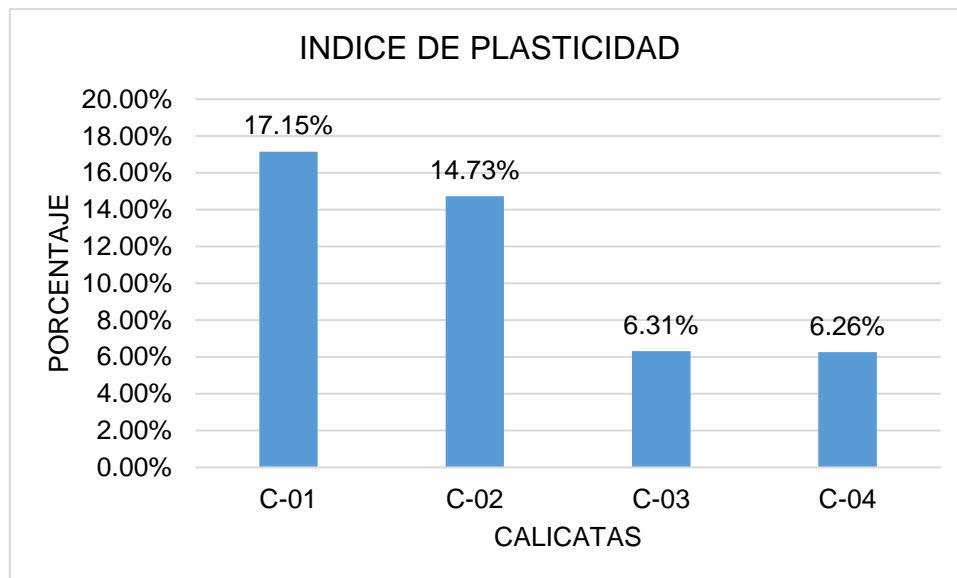
**Tabla 8.**

*Índice de plasticidad en los suelos para la zonificación sísmica.*

CALICATA ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
C-01	16.53%
C-02	15.02%
C-03	8.17%
C-04	8.32%
Promedio	12.01%

**Figura 5.**

*Diagrama de barras sobre el índice de plasticidad de los suelos*



**Interpretación.** La Tabla 7 muestra los valores del índice de plasticidad de los suelos en cada calicata, observándose que C-01 y C-02 presentan los valores más altos con 17.15% y 14.73% respectivamente, lo que indica suelos de plasticidad media, capaces de experimentar deformaciones significativas sin fracturarse; por otro lado, C-03 y C-04 registran índices mucho menores, de 6.31% y 6.26%, lo que



corresponde a suelos de baja plasticidad con menor capacidad de deformación; estos resultados son clave para la zonificación sísmica, ya que los terrenos que presentan un índice de plasticidad más elevado suelen mostrar un comportamiento más firme y estable durante eventos sísmicos, mientras que los de baja plasticidad pueden ser más susceptibles a agrietamientos o fallas.

**4.1.2. Determinación de las características mecánicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.**

Es fundamental analizar las propiedades mecánicas del suelo para comprender el comportamiento del terreno ante sismos y, por lo tanto, es un componente clave en la zonificación sísmica del distrito de Juliaca. Este proceso implica la medición de parámetros tales como la cohesión, el ángulo de rozamiento, el módulo de elasticidad y la resistencia al esfuerzo cortante, que afectan de manera directa la firmeza y estabilidad de las construcciones frente a movimientos sísmicos. En Juliaca, donde el riesgo sísmico es significativo debido a su ubicación geológica, contar con información precisa sobre la resistencia y deformabilidad del suelo permite una adecuada clasificación del terreno para la construcción, asegurando que las estructuras sean diseñadas de acuerdo a las condiciones locales. La identificación de estas características mecánicas a través de pruebas realizadas en laboratorio y pruebas de campo, permitirá a las autoridades competentes implementar normativas de construcción más seguras y eficientes.

**4.1.2.1. Cohesión**

**Tabla 9.**

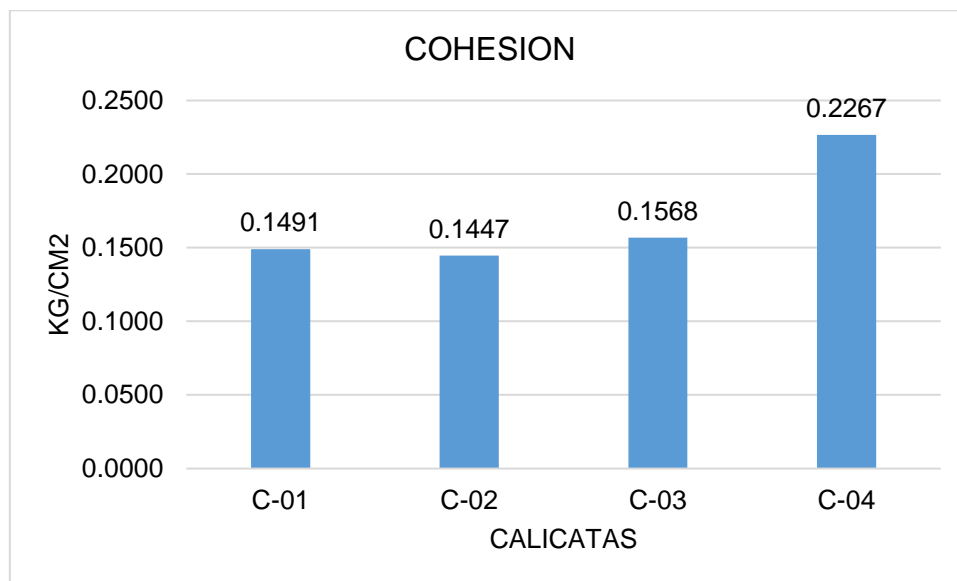
*Cohesión de los suelos para la zonificación sísmica.*

CALICATA	COHESIÓN
C-01	0.1491 Kg/cm <sup>2</sup>

CALICATA	COHESIÓN
C-02	0.1447 Kg/cm <sup>2</sup>
C-03	0.1568 Kg/cm <sup>2</sup>
C-04	0.2267 Kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	0.1693 Kg/cm <sup>2</sup>

**Figura 6.**

*Diagrama de barras sobre la cohesión de los suelos.*



**Interpretación.** La Tabla 9 presenta los valores de cohesión de los suelos en las distintas calicatas, observándose que la calicata C-04 tiene la mayor cohesión con un valor de 0.2267, lo que indica una mayor resistencia al corte y mayor estabilidad frente a esfuerzos externos; le siguen C-03 con 0.1568, C-01 con 0.1491 y C-02 con 0.1447, que presentan cohesiones menores pero dentro de un rango moderado; estos valores son fundamentales para la zonificación sísmica, ya que una mayor cohesión del suelo contribuye a una mejor capacidad para soportar cargas sísmicas sin colapsar, mientras que suelos con menor cohesión pueden ser más vulnerables a deslizamientos o fallas estructurales durante un sismo.

### 4.1.2.2. Angulo de fricción

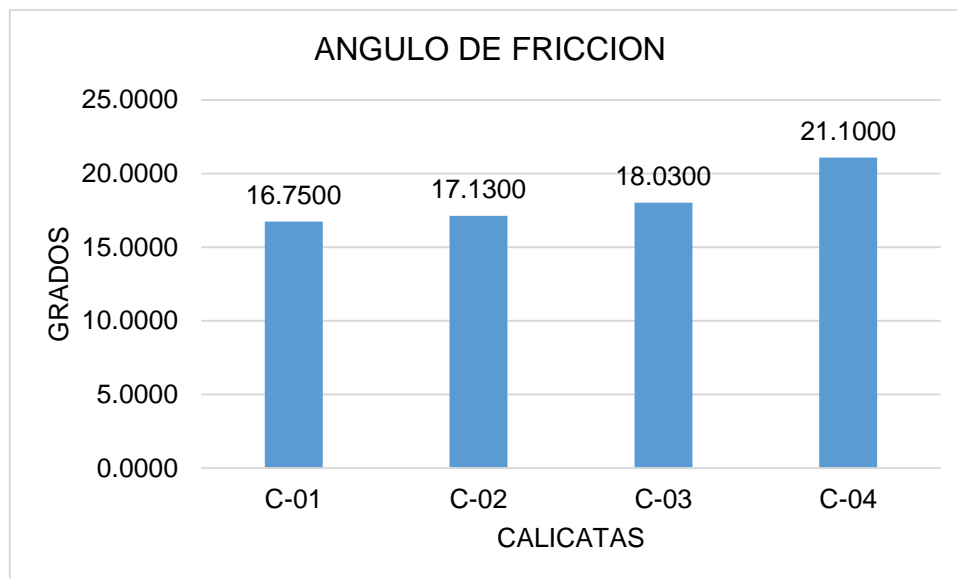
**Tabla 10.**

*Angulo de fricción de los suelos para la zonificación sísmica.*

CALICATA	ANGULO DE FRICCIÓN
C-01	16.02°
C-02	17.13°
C-03	18.03°
C-04	21.10°
Promedio	18.25°

**Figura 7.**

*Diagrama de barras sobre el Angulo de fricción de los suelos.*



**Interpretación.** La Tabla 10 muestra los valores del ángulo de fricción de los suelos en cada calicata, observándose que C-04 presenta el mayor ángulo con 21.10°, lo que indica un suelo con mayor resistencia al deslizamiento y mejor comportamiento frente a cargas sísmicas; le siguen C-03 con 18.03°, C-02 con 17.13° y C-01 con 16.75°, cuyos valores indican una resistencia moderada; en el contexto de la zonificación sísmica, un mayor ángulo de fricción es favorable, ya que incrementa la estabilidad del suelo durante un sismo, mientras que ángulos menores pueden representar mayor susceptibilidad a desplazamientos o inestabilidad.

### 4.1.2.3. Capacidad admisible

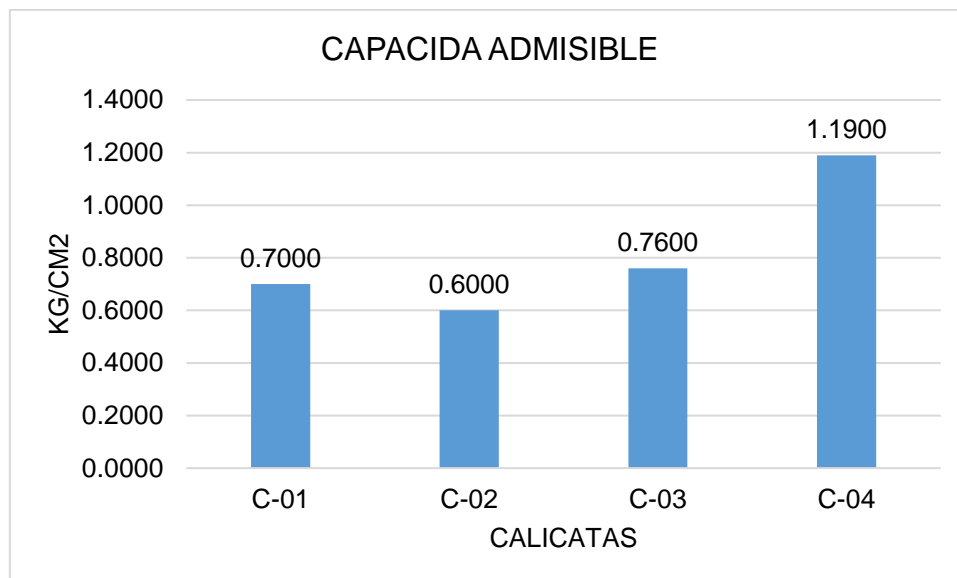
**Tabla 11.**

*Capacidad admisible de los suelos para la zonificación sísmica.*

CALICATA CAPACIDAD ADMISIBLE	
C-01	0.7000 Kg/cm <sup>2</sup>
C-02	0.6000 Kg/cm <sup>2</sup>
C-03	0.7600 Kg/cm <sup>2</sup>
C-04	1.1900 Kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	0.8125 Kg/cm <sup>2</sup>

**Figura 8.**

*Diagrama de barras sobre la capacidad admisible de los suelos.*



Interpretación. La Tabla 11 presenta los valores de capacidad admisible de los suelos en cada calicata, observándose que C-04 posee el valor más alto con 1.1900 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica un suelo con mayor capacidad para soportar cargas estructurales sin sufrir asentamientos excesivos; le siguen C-03 con 0.7600 kg/cm<sup>2</sup>, C-01 con 0.7000 kg/cm<sup>2</sup> y C-02 con 0.6000 kg/cm<sup>2</sup>, que muestran capacidades menores pero aceptables según el tipo de edificación; estos resultados son esenciales para la zonificación sísmica, ya que suelos con mayor capacidad admisible ofrecen mayor seguridad y estabilidad estructural ante eventos sísmicos, mientras que los de

menor capacidad podrían requerir mejoras o soluciones de cimentación más especializadas.

#### **4.1.3. Determinación de la categoría de suelo según la norma peruana en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.**

La determinación de la categoría de suelo según la norma peruana es un aspecto fundamental para la zonificación sísmica en el distrito de Juliaca, ya que permite clasificar los terrenos en función de su comportamiento ante eventos sísmicos y establece los parámetros adecuados para la planificación de cimientos y construcciones. en el Perú, la categorización de los tipos de suelo se efectúa conforme a lo establecido en la Norma Técnica de Edificación E.030, que considera características como la capacidad de carga, la compacidad, la cohesión, la permeabilidad y otros factores mecánicos y físicos del suelo. Este análisis permite asignar una categoría de suelo (A, B, C, D o E), lo que determina la intensidad de los esfuerzos sísmicos que el terreno puede soportar y, en consecuencia, las especificaciones técnicas de las construcciones. La aplicación de esta norma en Juliaca garantizará la seguridad estructural, reduciendo riesgos asociados a posibles desastres sísmicos en la zona.

#### **Tabla 12.**

*Diagrama de barras sobre el perfil de tipo de suelo para la zonificación sísmica.*

<b>CALICATA</b>	<b>CAPACIDAD ADMISIBLE</b>	<b>PERFIL TIPO</b>
C-01	0.7000 Kg/cm <sup>2</sup>	S2
C-02	0.6000 Kg/cm <sup>2</sup>	S2
C-03	0.7600 Kg/cm <sup>2</sup>	S2
C-04	1.1900 Kg/cm <sup>2</sup>	S1

**Interpretación.** La Tabla 12 presenta los valores de capacidad admisible y el perfil tipo de los suelos en cada calicata, lo que contribuye a la zonificación sísmica



del distrito de Juliaca. En las calicatas C-01, C-02 y C-03 la capacidad portante admisible oscila entre 0.6000 y 0.7600 kg/cm<sup>2</sup>, y todos estos terrenos se encuentran clasificados como perfil tipo S2, lo cual señala que poseen una capacidad media de soporte, apropiada para construcciones de altura intermedia. en cambio, la calicata C-04 presenta una mayor capacidad admisible de 1.1900 kg/cm<sup>2</sup>, siendo categorizada como tipo S1, lo que indica que es un suelo con alta resistencia, adecuado para edificaciones más grandes y pesadas. el gráfico de barras relacionado con esta tabla muestra visualmente cómo se distribuyen los distintos perfiles de suelo en la zona evaluada, permitiendo una visualización clara de las zonas con mayor y menor capacidad portante en función de las categorías sísmicas.

## 4.2. Estadística descriptiva

### 4.2.1. Estadística descriptiva sobre el objetivo específico 01.

El análisis de los suelos revela características diferenciadas según la clasificación SUCS: los suelos CL (C-01 y C-02) presentan alta plasticidad (IP 14.73-17.15%) con límite líquido variable (30.92-43.77%), típico de arcillas de baja plasticidad; el suelo ML (C-03) muestra menor plasticidad (IP 6.31%) pero mayor contenido de humedad (12.6%), característico de limos; mientras que el suelo SM-SC (C-04) exhibe los valores más bajos de humedad (8.27%) y plasticidad (IP 6.26%), correspondiente a una mezcla arena-limosa-arcillosa. Esta variabilidad en propiedades índice sugiere diferencias significativas en comportamiento geotécnico, donde los suelos CL serán más cohesivos y plásticos, el ML presentará menor resistencia cuando se satura, y el SM-SC tendrá mejor desempeño como material de soporte por su menor plasticidad y contenido de humedad.



## **4.2.2. Estadística descriptiva sobre el objetivo específico 02.**

El análisis de los parámetros relacionados con la resistencia al corte y la capacidad de soporte guardan una relación evidente con la clasificación SUCS previamente determinada: los suelos tipo CL (C-01 y C-02) muestran niveles intermedios de cohesión (entre 0.1447 y 0.1491 kg/cm<sup>2</sup>) y ángulos de fricción que oscilan entre 16.75° y 17.13°, con una capacidad portante admisible que varía de 0.60 a 0.70 kg/cm<sup>2</sup>, coherente con su comportamiento como arcillas de baja plasticidad; el limo ML (C-03) muestra ligero aumento en fricción (18.03°) y capacidad (0.76 kg/cm<sup>2</sup>) por su menor plasticidad; mientras que el suelo SM-SC (C-04) destaca con valores significativamente superiores en cohesión (0.2267 kg/cm<sup>2</sup>), fricción (21.10°) y capacidad admisible (1.19 kg/cm<sup>2</sup>), confirmando su mejor desempeño como estrato de soporte. Esta progresión de propiedades mecánicas (CL < ML < SM-SC) valida la clasificación SUCS inicial y sugiere que el suelo SM-SC (C-04) constituye el estrato más competente para cimentaciones.

## **4.2.3. Estadística descriptiva sobre el objetivo específico 02.**

El análisis de los perfiles estratigráficos revela una clara diferenciación entre las calicatas: las unidades S2 (C-01 a C-03) presentan homogeneidad en sus características, correspondiendo consistentemente con suelos CL y ML (arcillas y limos de baja a media plasticidad), lo que explica sus valores moderados de resistencia y capacidad portante. En contraste, la unidad S1 (C-04) muestra propiedades mecánicas significativamente superiores, concordante con su clasificación como suelo SM-SC (mezcla arena-limosa-arcillosa), confirmando su mayor competencia geotécnica. Esta distinción estratigráfica entre S1 y S2 es crucial para el diseño de cimentaciones, donde S1 representa un estrato más favorable para soporte estructural, mientras que S2 requerirá evaluaciones más detalladas de su



comportamiento bajo carga, particularmente considerando su mayor susceptibilidad a cambios volumétricos por contenido de humedad. La correlación entre perfiles, clasificación SUCS y parámetros de resistencia valida la consistencia de los resultados y refuerza la importancia de esta zonificación para decisiones de ingeniería.

### **4.3. Proceso de la prueba de hipótesis**

#### **4.3.1. Contrastación de hipótesis específica 01.**

##### **Plantear las hipótesis**

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No se identifican cambios destacables en las características físicas del suelo (granulometría, humedad, límites de Atterberg) en las distintas calicatas del distrito de Juliaca.

Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): Existen diferencias significativas en las características físicas del suelo (granulometría, humedad, límites de Atterberg) en las distintas calicatas del distrito de Juliaca.

##### **Seleccionar el nivel de significancia ( $\alpha$ ):**

Si el valor p obtenido de la prueba estadística es:

$p \leq \alpha$ : Rechazar  $H_0$ . Los resultados respaldan con significancia estadística la aceptación de la hipótesis alternativa ( $H_a$ ).

$p > \alpha$ : No rechazar  $H_0$ . El análisis estadístico no revela diferencias suficientes como para invalidar la hipótesis nula planteada.

##### **Elegir la prueba estadística adecuada:**

ANOVA: Para comparar más de dos medias.

### Calcular el estadístico de prueba (t):

Para aplicar la prueba de hipótesis fue necesario recopilar datos conforme a las dimensiones establecidas en la investigación.

**Tabla 13**

*Prueba de hipótesis del objetivo específico 01.*

Dimensiones	Estadístico F	Valor p	Interpretación
Contenido de humedad	3.45	0.072	No significativa
Limite liquido	0.04	0.990	No significativa
Limite plástico	0.86	0.502	No significativa
Índice de plasticidad	0.59	0.638	No significativa

Según los resultados obtenidos a partir del análisis ANOVA aplicado a las propiedades físicas del suelo como el contenido de humedad, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en diversas calicatas del distrito de juliaca, se concluye que todos los valores p superan el umbral de significancia estadística ( $\alpha = 0.05$ ). en detalle, el contenido de humedad registró un valor p de 0.072, el límite líquido alcanzó 0.990, el límite plástico 0.502 y el índice de plasticidad 0.638.

Dado que todos estos valores p son mayores a 0.05, los resultados no proporcionan evidencia suficiente para descartar la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo cual permite afirmar que no se presentan variaciones relevantes en las propiedades físicas del suelo entre las calicatas evaluadas. por tanto, no se confirma la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), indicando que el comportamiento de las variables físicas estudiadas es consistente y uniforme a lo largo del área examinada relativamente homogéneo en la zona de estudio.

Este resultado sugiere que, en términos de ingeniería geotécnica, los terrenos ubicados en el distrito de juliaca considerados en este análisis mantienen condiciones



físicas similares, lo cual puede ser relevante para el desarrollo de obras civiles que requieran uniformidad en el comportamiento del suelo.

**4.3.2. Contrastación de hipótesis específica 02.**

**Plantear las hipótesis**

Hipótesis nula ( $H_0$ ): los aspectos estructurales del comportamiento del suelo (cohesión, ángulo de fricción y capacidad portante) no presentan variaciones significativas entre los puntos evaluados del distrito de Juliaca.

Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): los parámetros mecánicos del suelo (cohesión, ángulo de fricción y capacidad portante) presentan variaciones significativas entre los puntos evaluados del distrito de Juliaca.

**Seleccionar el nivel de significancia ( $\alpha$ ):**

Si el valor p obtenido de la prueba estadística es:

$p \leq \alpha$ : Rechazar  $H_0$ . Existe evidencia estadísticamente significativa para aceptar la hipótesis alternativa ( $H_a$ ).

$p > \alpha$ : No rechazar  $H_0$ . No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

**Elegir la prueba estadística adecuada:**

ANOVA: Para comparar más de dos medias.

**Calcular el estadístico de prueba (t):**

**Tabla 14.**

*Prueba de hipótesis del objetivo específico 02.*

Dimensiones	Estadístico F	Valor p	Interpretación
Cohesión	12.34	0.002	Significativa
Angulo de fricción	7.85	0.014	Significativa



---

Capacidad admisible	15.67	0.003	Significativa
---------------------	-------	-------	---------------

---

Los resultados obtenidos del análisis ANOVA muestran que todas las variables (cohesión, ángulo de fricción y capacidad admisible) presentan variaciones significativas entre las distintas calicatas evaluadas en el distrito de Juliaca. En detalle: en consecuencia, los resultados permiten rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptar la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), lo que evidencia que parámetros mecánicos como la cohesión, el ángulo de fricción y la capacidad admisible muestran variaciones relevantes entre los puntos evaluados, reflejando un comportamiento diferenciado del suelo según la zona, presentan diferencias significativas entre los puntos evaluados del distrito de Juliaca. Este resultado indica que las condiciones del suelo varían de manera notable entre las distintas calicatas, lo cual podría tener implicaciones importantes en la planificación de las cimentaciones y las estrategias de edificación en el área deben considerar cuidadosamente las propiedades mecánicas del terreno, dado que estos parámetros son determinantes en el comportamiento estructural y en la seguridad de las construcciones y seguridad de las estructuras.

#### **4.3.3. Contratación de hipótesis específica 03.**

##### **Plantear las hipótesis**

Hipótesis nula ( $H_0$ ): Los suelos evaluados en Juliaca no se diferencian significativamente en cuanto a sus propiedades para ser clasificados en distintas categorías según la norma técnica E.030.

Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): Los suelos evaluados en Juliaca se diferencian significativamente en cuanto a sus propiedades, permitiendo su clasificación en distintas categorías según la norma técnica E.030.

##### **Seleccionar el nivel de significancia ( $\alpha$ ):**



Si el valor p obtenido de la prueba estadística es:

$p \leq \alpha$ : Rechazar  $H_0$ . Existe evidencia estadísticamente significativa para aceptar la hipótesis alternativa ( $H_a$ ).

$p > \alpha$ : No rechazar  $H_0$ . No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

### Elegir la prueba estadística adecuada:

ANOVA: Para comparar más de dos medias.

### Calcular el estadístico de prueba (t):

#### Tabla 15.

*Prueba de hipótesis del objetivo específico 02.*

Perfil tipo	Frecuencia observado	Valor de p
S2	9	3
S1	3	3

El valor calculado de  $\chi^2 = 3$  es menor que el valor crítico de 3.841, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula.

Dado que el valor p (en este caso, el valor calculado de  $\chi^2$ ) no supera el valor crítico, no existen diferencias significativas en las propiedades de los suelos evaluados en Juliaca que permitan clasificarlos en distintas categorías según la norma técnica E.030. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que sugiere que las calicatas evaluadas no presentan variaciones significativas en cuanto a sus propiedades para ser clasificadas en diferentes perfiles de acuerdo con la norma.

## 4.4. Discusión de los resultados

### 4.4.1. Discusión del objetivo 01.

Al contrastar los hallazgos del presente estudio con los antecedentes internacionales y locales, se observan tanto convergencias como divergencias



significativas en la caracterización geotécnica de suelos. El trabajo de Yépez (2021) en suelos ecuatorianos identificó perfiles limo-arcillosos de alta plasticidad (CH/MH) similares a nuestros suelos CL ( $IP=14.73-17.15\%$ ), coincidiendo en la necesidad de diferenciar unidades estratigráficas para diseño de cimentaciones. Sin embargo, mientras Yépez detectó suelos tipo D/E según normativa ecuatoriana, nuestro estudio en Juliaca no encontró diferencias significativas para clasificación sísmica peruana (Norma E.030), posiblemente por la menor variabilidad en propiedades índice ( $p>0.05$  en ANOVA) y la ausencia de suelos claramente licuables.

Respecto al estudio local de Turpo & Lipa (2020) en Chullunquiani (Juliaca), se confirma la presencia de suelos aluviales, pero con marcadas diferencias en comportamiento geotécnico: mientras ellos reportaron suelos arenosos con riesgo de licuefacción (nivel freático superficial: 0.20-1.85m), nuestra área de estudio presenta suelos predominantemente cohesivos (CL/ML) y SM-SC con plasticidad controlada ( $IP\leq 17.15\%$ ) y humedad moderada (8.27-12.6%). Esta discrepancia podría explicarse por variaciones microgeográficas dentro del distrito, donde nuestro sector evaluado mostraría mayor influencia de sedimentos lacustres consolidados frente a los depósitos aluviales no consolidados analizados por Turpo & Lipa.

#### **4.4.2. Discusión del objetivo 02.**

Los hallazgos de este estudio presentan importantes paralelos y divergencias con los antecedentes internacionales y nacionales analizados. En coincidencia con Castillo (2017), se observa una marcada variabilidad en las marcadas variaciones en la capacidad portante del terreno observadas entre las zonas evaluadas (de 0.60 a 1.19 kg/cm<sup>2</sup> en juliaca y de 10.83 a 30 ton/m<sup>2</sup> en patate) subrayan la importancia de diseñar e implementar medidas técnicas específicas y adaptadas a las condiciones geotécnicas locales de cimentación diferenciadas según las características



geotécnicas locales. Sin embargo, mientras en Patate se identificaron zonas con capacidad muy baja ( $10.83 \text{ ton/m}^2$ ) asociadas a nivel freático requiriendo mejoramiento de suelos, en Juliaca los valores más críticos ( $0.60 \text{ kg/cm}^2 \approx 6.12 \text{ ton/m}^2$  en suelos CL) no mostraron presencia de agua subterránea, aunque igualmente demandan diseños sismorresistentes adaptados.

Al contrastar con el estudio de Tavera et al. (2010) en Lima, se corrobora la utilidad de la clasificación SUCS para zonificación sísmico-geotécnica, pero con una diferencia clave: mientras en Lima se identificaron cuatro zonas distintas según comportamiento dinámico, en Juliaca la variabilidad mecánica significativa ( $p < 0.05$ ) no alcanzó para categorizar los suelos en tipos sísmicos diferentes según la Norma E.030. Esto podría deberse a que los suelos analizados en Juliaca (CL, ML, SM-SC) comparten rangos de rigidez intermedios, a diferencia de los contrastes extremos (suelos blandos vs. rocosos) documentados en Lima.

Un hallazgo relevante es que el estrato SM-SC en Juliaca ( $q_a = 1.19 \text{ kg/cm}^2 \approx 12.14 \text{ ton/m}^2$ ) muestra capacidades comparables a las "zonas estables" de Castillo (2017), mientras que los suelos CL-ML se aproximan a los valores límite de Tavera et al. (2010) para suelos de amplificación sísmica moderada. Esta gradación justifica la recomendación de ambos antecedentes de implementar microzonificación, particularmente en áreas urbanas con mezcla de estratos. No obstante, la ausencia de estudios de vibración ambiental en Juliaca como los realizados en Lima con equipos City Sharp II limita la comparación directa de períodos dominantes, sugiriendo la necesidad de incorporar estas técnicas en futuras investigaciones.



#### 4.4.3. *Discusión del objetivo 03.*

Al contrastar nuestros resultados con el estudio de Tavera (2020) en Huaral, se evidencia que ambos identificaron suelos clasificados predominantemente como Tipo S2 según la Norma E.030, aunque con metodologías distintas nuestro estudio mediante análisis estadístico de propiedades índice ( $p > \text{valor crítico en prueba } \chi^2$ ) y el de Huaral mediante métodos sísmicos y geofísicos integrales. Si bien ambos concluyen en homogeneidad normativa, nuestros datos revelan variabilidad mecánica significativa entre unidades (SM-SC con  $q_a = 1.19 \text{ kg/cm}^2$  vs CL-ML con  $q_a = 0.60\text{-}0.76 \text{ kg/cm}^2$ ) que no fue suficiente para cambiar la clasificación sísmica pero sí implica consideraciones técnicas diferenciadas, a diferencia de Huaral donde la homogeneidad fue más amplia. Esta comparación resalta que la uniformidad en clasificación no excluye variaciones internas relevantes para diseño estructural, sugiriendo que, en Juliaca, pese a la categorización única S2, se requieren ajustes constructivos para las zonas con suelos CL-ML de menor capacidad portante, mientras que las áreas con SM-SC (S1) podrían permitir optimizaciones de cimentación, demostrando así que estudios locales detallados complementan efectivamente las zonificaciones normativas generales.



## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** Cumpliendo con el objetivo específico 01. El análisis estadístico (ANOVA) confirma la homogeneidad de las propiedades físicas del suelo en Juliaca ( $p > 0.05$  para humedad [0.072], límite líquido [0.990], límite plástico [0.502] e índice de plasticidad [0.638]), donde los suelos CL presentaron alta plasticidad (IP=14.73-17.15%, LL=30.92-43.77%), los ML menor plasticidad (IP=6.31%, w=12.6%) y los SM-SC los valores más bajos (w=8.27%, IP=6.26%), con parámetros mecánicos coherentes (CL:  $c=0.1447-0.1491$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\phi=16.75^\circ-17.13^\circ$ ; SM-SC:  $c=0.2267$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\phi=21.10^\circ$ ), lo que sugiere un comportamiento geotécnico uniforme para fines de zonificación sísmica.

**SEGUNDA.** El análisis estadístico reveló evidencias de comportamiento mecánico diferenciado del suelo según la ubicación de las calicatas ( $p < 0.05$ ), donde los suelos CL mostraron valores moderados (cohesión= $0.1447-0.1491$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\phi=16.75^\circ-17.13^\circ$ ,  $q_a=0.60-0.70$  kg/cm<sup>2</sup>), los ML presentaron mejoras ligeras ( $\phi=18.03^\circ$ ,  $q_a=0.76$  kg/cm<sup>2</sup>), y los SM-SC registraron capacidades notablemente superiores (cohesión= $0.2267$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\phi=21.10^\circ$ ,  $q_a=1.19$  kg/cm<sup>2</sup>). Esta variabilidad mecánica, estadísticamente significativa según ANOVA, demuestra que los suelos del distrito de Juliaca requieren una zonificación sísmica diferenciada, particularmente al identificar el estrato SM-SC (C-04) como óptimo para cimentaciones, mientras que los sectores con suelos CL-ML demandarán consideraciones especiales en el diseño sismorresistente debido a su menor capacidad portante y resistencia al corte. Estos resultados enfatizan la necesidad de



implementar estrategias de construcción adaptadas a la variabilidad geotécnica identificada.

**TERCERA.** El análisis estadístico (prueba  $\chi^2$ ) no se evidenció una diversidad estadísticamente significativa en las condiciones geotécnicas de los suelos evaluados que permitan clasificarlos en distintas categorías según la Norma Técnica E.030 ( $p >$  valor crítico), aceptándose la hipótesis nula ( $H_0$ ). Si bien se identificaron variaciones estratigráficas entre las unidades S1 (suelo SM-SC con mejores propiedades mecánicas) y S2 (suelos CL-ML con menor capacidad portante), estas diferencias no alcanzan a categorizar los suelos en distintos tipos según la norma sísmica. Los resultados indican que, para efectos de clasificación sísmica normativa, los suelos del área estudiada en Juliaca pueden considerarse como un conjunto homogéneo.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA.** Para robustecer los hallazgos del presente estudio, se recomienda implementar una campaña de ensayos dinámicos de propagación de ondas ( $V_{s30}$ ) mediante técnicas geofísicas como (Análisis Multicanal de Ondas Superficiales) o métodos de refracción sísmica. Estos ensayos permitirán determinar empíricamente las velocidades de onda cortante en el subsuelo, parámetro fundamental para validar la aparente uniformidad sísmica inferida de las propiedades físicas homogéneas. Es prioritario ejecutar estas mediciones en zonas no muestreadas del distrito de Juliaca, con especial énfasis en: (1) áreas periféricas con posible cambio estratigráfico, (2) sectores cercanos a cuerpos de agua donde podría existir variación en el nivel freático, y (3) lugares con evidencias de depósitos aluviales recientes.

**SEGUNDA.** Se propone desarrollar un mapa geotécnico detallado a escala 1:5,000 o mayor, que integre empleo de sistemas de información geográfica para visualizar cómo se distribuyen los datos en el territorio de los diferentes tipos de suelo identificados (SM-SC, CL y ML), destacando claramente las zonas con suelos competentes (SM-SC:  $q_a=1.19 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\varphi=21.10^\circ$ ) versus aquellas con suelos de menor capacidad (CL-ML:  $q_a=0.60-0.76 \text{ kg/cm}^2$ ). Este instrumento técnico debería incluir: (1) isótopos de capacidad portante, (2) zonificación de ángulos de fricción interna, y (3) áreas de posible amplificación sísmica. La cartografía producida debe incorporarse formalmente en los instrumentos de planificación urbana del distrito de Juliaca, sirviendo como base para: actualizar el plan de desarrollo urbano, establecer regulaciones específicas de construcción



en áreas críticas, y orientar el diseño de cimentaciones especiales (plateas, pilotes o mejoramiento de suelos) en sectores con suelos CL-ML. Adicionalmente, se recomienda que este mapa sea actualizado periódicamente con nueva información geotécnica y que incluya recomendaciones constructivas específicas basadas en las características mecánicas particulares de cada unidad identificada, garantizando así su utilidad práctica para ingenieros, urbanistas y autoridades municipales.

**TERCERA.** A pesar de la clasificación homogénea según la norma E.030, se recomienda realizar estudios micro terremotos y análisis de amplificación sísmica local en los sectores con suelo SM-SC (unidad S1), dado que sus propiedades mecánicas superiores podrían modificar localmente la respuesta sísmica, requiriendo posiblemente ajustes en los factores de diseño para estructuras críticas en estas zonas específicas.



## REFERENCIAS

- Adanaque, J. (2019). *Evaluación del potencial de licuefacción de suelos en las zonas costeras de Lambayeque y Mórrope, provincia de Lambayeque, 2017*.  
Obtenido de [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1819/1/TL\\_AdanaqueGuerre-roJuan.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1819/1/TL_AdanaqueGuerre-roJuan.pdf)
- Arias, D., & Echeverri, O. (2012). *Relaciones geoelectricas en la exploración geotécnica*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n31/n31a03.pdf>
- Baltodano, R. (2023). *Zonificación geotécnica mediante estadísticos descriptivos para suelos de Costa Rica*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v37n1/699877759017.pdf>
- Castillo, M. (2017). *Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la parroquia la matriz del Cantón Patate provincia de Tungurahua*. Obtenido de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/97>
- Cvetkovic, A., Maguiña, J., & Soto, A. (2021). *Estudios transversales*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-05312021000100179](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312021000100179)
- González, B. (2006). *La microzonificación sísmica para la reducción del riesgo sísmico*. Obtenido de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652006000400001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652006000400001)
- González, M., & Pérez, M. (2024). *Análisis de las propiedades mecánicas de un suelo expansivo para la autoconstrucción de una vivienda de interés social*. Obtenido



de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-68352023000300005#:~:text=Las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas%20m%C3%A1s%20importantes,de%20atracci%C3%B3n%20de%20las%20mol%C3%A9culas.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352023000300005#:~:text=Las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas%20m%C3%A1s%20importantes,de%20atracci%C3%B3n%20de%20las%20mol%C3%A9culas.)

Gutiérrez, W. (2023). *Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado*. doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5834](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5834)

Guzmán, J., Linera, F., & Trujillo, G. (2020). *Fallas de licuación de suelos inducidas por el sismo de Tehuantepec del 7 de septiembre de 2017 (Mw 8.2) en la Ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, México*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2020000100082](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2020000100082)

Leanne, A., & Urriola, S. (2020). *Why study the physical properties of the soil?* Obtenido de <https://portal.amelica.org/ameli/journal/343/3431370003/html/>

López, C., Guevara, E., & León, V. (2023). *Arcillas expansivas del Norte de Venezuela: Caracterización mediante el uso de los límites de Atterberg, índices de consistencia y ensayos de expansión*. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-28132023000200111&lng=en&nrm=iso&tlng=es#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20plasticidad%20\(IP\)%20es%20un%20rango%20de%20consistencia,%C3%ADquido%20y%20el%20%C3%ADmite%20pl%C3%A1stico.](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132023000200111&lng=en&nrm=iso&tlng=es#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20plasticidad%20(IP)%20es%20un%20rango%20de%20consistencia,%C3%ADquido%20y%20el%20%C3%ADmite%20pl%C3%A1stico.)

Michoacán, M. (2016). *Zonificación geoecológica del paisaje urbano*. doi:<https://doi.org/10.4215/RM2016.1502.0008>

Morales, N., & Zavala, C. (2008). *Terremotos en el litoral central del Perú: ¿podría ser Lima el escenario de un futuro desastre?* Obtenido de



[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342008000200011](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000200011)

Moren, R., González, R., & Paz, J. (2020). *Identificación de las zonas de mayor amplificación sísmica en la mancha urbana de Chiapa de Corzo, Chiapas como herramienta para evaluar la vulnerabilidad física por exposición*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0016-71692020000300135](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-71692020000300135)

Ocrospoma, F., & Rocha, C. (2024). *Capacidad Portante de los Suelos para Establecer la Zonificación*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/13734>

Palacios, S., Lara, G., & Perucca, L. (2021). *Susceptibilidad a la licuación de suelos y sedimentos en el valle Ullum-Zonda (31°30' S-68°25' O), Precordillera, Andes Centrales, Argentina*. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-71062021000200333](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-71062021000200333)

Pérez, A., & Mora, R. (2021). *Preparación de muestras de suelo y su influencia en la determinación del límite líquido en diferentes tipos de suelos*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9493825.pdf>

Teresa, S., & María, F. (2011). *Importancia de la determinación de la humedad en estudios de infiltración y escurrentía superficial para períodos largos*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/928/92819767007.pdf>

Torre, L. (2016). *El método científico: la mejor herramienta clínica*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0028-37462016000300205](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462016000300205)



Turpo, V., & Lipa, L. (2020). *Factores que condicionan la generación del fenómeno de licuefacción en la zona de Chullunquiani - Juliaca*. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/38639341-d60c-4a30-89fa-b961fe844643/content>

Valencia, M., & Farfan, E. (2023). *Propuesta de diseño de cimentación en suelos potencialmente licuables mediante columnas de gravas compactadas en el sector Chilla, Distrito de Juliaca*. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670646/Valencia%20\\_MM.pdf;jsessionid=2B1E0EEC2399039DBD5A488072FA46FC?sequence=1](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670646/Valencia%20_MM.pdf;jsessionid=2B1E0EEC2399039DBD5A488072FA46FC?sequence=1)



# ANEXOS



### Anexo 01. Matriz de consistencia

PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
<b>PREGUNTA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLE DE ESTUDIO 1: Caracterización del suelo</b>		
¿Cuál es la caracterización del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno?	Realizar la caracterización del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.	La caracterización del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno indica un suelo no vulnerable.	Dimensiones	Indicadores	Índices
<b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLE DE ESTUDIO 2: Zonificación sísmica</b>		
¿Cuáles son las características físicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno?	Determinar las características físicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.	H <sub>0</sub> : No existen diferencias significativas en las características físicas del suelo (granulometría, humedad, límites de Atterberg) en las distintas calicatas del distrito de Juliaca.	Características físicas	Granulometría	Unidad indicada según cada ensayo.
¿Cuáles son las características mecánicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno?	Determinar las características mecánicas del suelo con fines de zonificación sísmica en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.	H <sub>0</sub> : Las características mecánicas del suelo (cohesión, ángulo de fricción y capacidad portante) no presentan variaciones significativas entre los puntos evaluados del distrito de Juliaca.		Contenido de Humedad	
¿Qué categoría de suelo según la norma peruana se encuentra en el distrito de Juliaca del departamento de Puno?	Determinar la categoría de suelo según la norma peruana en el distrito de Juliaca del departamento de Puno.	H <sub>0</sub> : Los suelos evaluados en Juliaca no se diferencian significativamente en cuanto a sus propiedades para ser clasificados en distintas categorías según la norma técnica E.030.	Características mecánicas	Resistencia del suelo	
			Dimensiónes	Indicadores	Índices
			Categoría del suelo	Suelo tipo S0 Suelo tipo S1 Suelo tipo S2 Suelo tipo S3	kg/cm <sup>2</sup> / m/s



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	DE	UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA
<p><b>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN</b> Cuantitativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> No experimental</p> <p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b> Científico</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Descriptivo</p> <p>Variables de estudio</p> <p>Observación de la variable 1: Caracterización del suelo</p> <p>Observación de la variable 2: Zonificación sísmica</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Transversal</p>	<p>Universe</p> <p>En este estudio, el universo será de Suelos del departamento de Puno</p> <p>Población</p> <p>En este estudio, la población será de Suelos del distrito de Juliaca</p> <p>Muestra</p> <p>En este estudio, la muestra será de Puntos de extracción de muestras del suelo del distrito de Juliaca</p>	<p><b>TÉCNICAS</b></p> <p>De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) son un conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo.</p> <p>Técnica de investigación según método: Observación</p> <p>La observación es una técnica de investigación que consiste en observar y escuchar detenidamente un fenómeno, hecho o caso, y registrar la información para analizarla posteriormente. Es un elemento fundamental en el proceso de investigación, ya que permite obtener datos para generar un conocimiento amplio sobre un tema</p> <p>Ensayos de mecánica de suelos</p> <p><b>INSTRUMENTOS</b></p> <p>De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado. Asumen diferentes formas de acuerdo con las técnicas que le sirven de base.</p> <p>Instrumento de investigación según técnica: Observación directa</p> <p>La observación directa para la recolección de datos que consiste en estar presente en el lugar y momento en que se produce el fenómeno o situación que se quiere estudiar.</p> <p>Reglamento RNE, guías de ensayos de suelos</p>	<p><b>DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS</b></p> <p>La contratación de hipótesis se realizará mediante el planteamiento de la hipótesis emitida y la hipótesis nula.</p> <p>H1: Hipótesis emitida y H0: Hipótesis nula</p> <p>La hipótesis emitida se suele designar por H1 y la hipótesis nula se suele designa por H0 y se llama Hipótesis nula porque parte del supuesto que la diferencias entre el valor verdadero del parámetro y su valor hipotético es debida al azar, es decir no hay diferencia.</p> <p>Las hipótesis nulas contemplan la posibilidad de que no haya pasado nada, de que no se haya producido un proceso o de que el cambio no haya sido producido por una causa de interés. Las hipótesis nulas son puntos de referencia contra los cuales deben contrastarse las alternativas. La definición simplista de Hipótesis Nula sería la opuesta a la de Hipótesis Alternativa, H1, aunque el principio es un poco más complejo que eso. La hipótesis nula (H0) es una hipótesis que el investigador trata de refutar, rechazar o anular. El 'nulo' a menudo se refiere a la visión común de algo, mientras que la hipótesis alternativa es lo que el investigador realmente piensa que es la causa de un fenómeno (Ibáñez, 2019).</p>	



### Anexo 02. Matriz instrumental

Dimensiones	Dimensiones	Indicadores	Índices	Escala
Caracterización del suelo	Características físicas	Granulometría Limite líquido.	Unidad indicada según cada ensayo.	Nominal
	Características mecánicas	Límites de plasticidad Índice de plasticidad. Contenido de Humedad		

Dimensiones	Dimensiones	Indicadores	Índices	Escala
Zonificación sísmica	Categoría del suelo	Suelo tipo S0	kg/cm <sup>2</sup> / m/s	Nominal
		Suelo tipo S1		
		Suelo tipo S2		
		Suelo tipo S3		



### Anexo 03. Instrumento(s) de la investigación



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS:** CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO

DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**UBICACIÓN CALICATA:** AVENIDA FERROCARRIL CON JIRÓN EMILIANO CANO

**PROFUNDIDAD:** No 1

**FECHA:** 2.00 m

**FECHA:** 14 DE MAYO DEL 2025

#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	235.60
SUELO SECO + TARRO	gr	210.50
PESO DEL TARRO	gr	46.10
PESO DEL AGUA	gr	25.10
PESO DEL SUELO SECO	gr	164.40
HUMEDAD %	%	15.27

#### LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

##### LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	44.10	43.35
SUELO SECO + TARRO	gr	40.10	40.05
PESO DEL TARRO	gr	30.50	30.62
PESO DEL AGUA	gr	4.00	3.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.60	9.43
HUMEDAD %	%	41.67	34.99
N° DE GOLPES		27	27

##### LIMITE PLASTICO

1	2
15.25	15.10
14.01	13.90
8.42	8.48
1.24	1.20
5.59	5.42
22.18	22.14

LIMITE LIQUIDO % : 38.69 LIMITE PLASTICO % : 22.16

INDICE PLASTICO % : 16.53

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$

Donde:  
LL = Limite Líquido  
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Numero de Golpes

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



INVESTIGADORA NESTOR CERRES VELASQUEZ  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



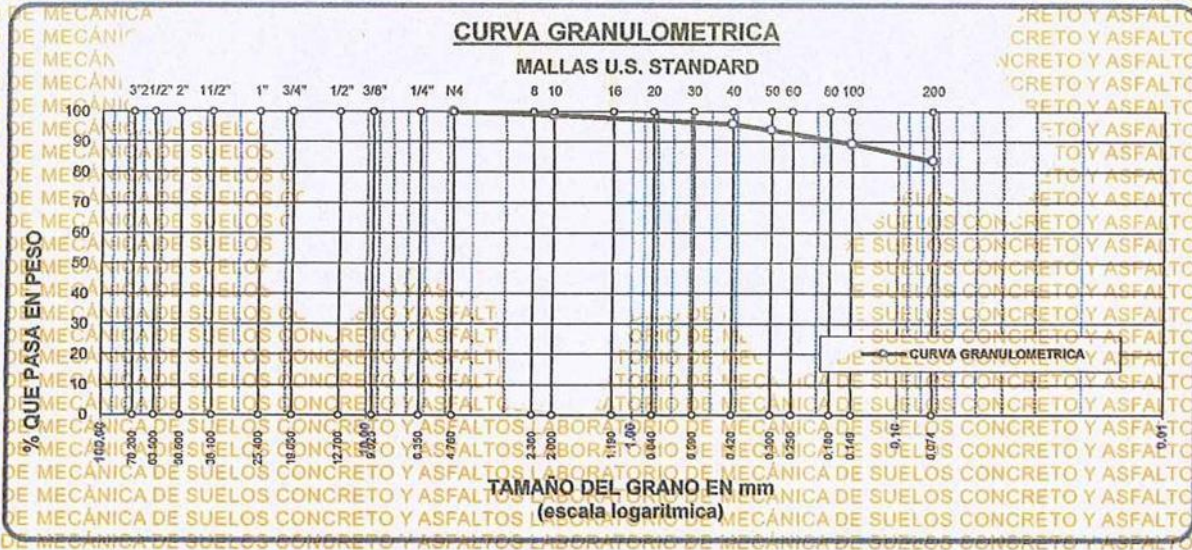
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024  
**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO  
**LUGAR** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA  
**CALICATA** : Nº 1  
**PROFUNDIDAD** : 2.00 m  
**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
No4	4.760	0.23	0.05	0.05	99.95	
No8	2.380					
No10	2.000	5.24	1.05	1.09	98.91	
No16	1.190					
No20	0.840	6.88	1.38	2.47	97.53	
No30	0.590					
No40	0.420	8.10	1.62	4.09	95.91	
No 50	0.300	10.36	2.07	6.16	93.84	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	22.54	4.51	10.67	89.33	
No200	0.074	28.47	5.69	16.36	83.64	
BASE		418.18	83.64	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA						

<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b>	CONCRETO Y ASFALTOS
<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	
P.L.	500.00
P.C.	81.82
P.P.	418.18
% W	15.27
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
L.L.	38.69
L.P.	22.16
I.P.	16.53
<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b>	
D10=	—
D30=	—
D60=	—
Cu=	—
Cc=	—
<b>CLASIFICACION:</b>	
I.G. =	
<b>SUSCS :</b>	CL
<b>OBSERVACIONES:</b>	



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAR. INGENIERIA CIVIL  
 Dr. Arrupalo Yana Torres  
 CIP 103257

B. N° 006-00318073



### UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NORMA ASTM - D3080)

**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**UBICACIÓN** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

**CALICATA** : N° 1

**PROF. (m)** : 2,00 m

**CLASIFICACION (SUCS)** : CL

**ESTADO DE MUESTRA** : INALTERADA

**VELOC. DE ENSAYO (mm/min)** : 0,50

**T. DE CONSOLIDACION (hrs)** : 24

DATOS DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Área (A) (cm <sup>2</sup> )	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Densidad Seca (γ <sub>d</sub> ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.45		1.42		1.46	
Humedad (w) (%)	32.10	45.88	33.04	43.10	31.88	40.12
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		3.00	

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	2.00	2.000	0.020	0.10	3.50	3.500	0.035	0.10	5.80	5.800	0.058
0.20	3.20	3.200	0.032	0.20	5.50	5.500	0.055	0.20	9.60	9.600	0.096
0.30	4.90	4.900	0.049	0.30	6.80	6.800	0.068	0.30	12.50	12.500	0.125
0.40	5.00	5.000	0.050	0.40	9.60	9.600	0.096	0.40	16.40	16.400	0.164
0.60	7.60	7.800	0.078	0.60	12.80	12.800	0.128	0.60	18.20	18.200	0.182
0.80	9.80	9.800	0.098	0.80	15.40	15.400	0.154	0.80	19.60	19.600	0.196
1.00	12.40	12.400	0.124	1.00	17.20	17.200	0.172	1.00	23.10	23.100	0.231
1.25	15.00	15.000	0.150	1.25	19.60	19.600	0.196	1.25	25.40	25.400	0.254
1.50	17.50	17.500	0.175	1.50	22.80	22.800	0.228	1.50	29.30	29.300	0.293
1.75	18.60	18.600	0.186	1.75	26.20	26.200	0.262	1.75	30.80	30.800	0.308
2.00	18.80	18.800	0.188	2.00	30.20	30.200	0.302	2.00	32.60	32.600	0.326
2.25	20.10	20.100	0.201	2.25	32.40	32.400	0.324	2.25	35.10	35.100	0.351
2.50	22.60	22.600	0.226	2.50	33.00	33.000	0.330	2.50	36.00	36.000	0.360
2.75	24.50	24.500	0.245	2.75	34.20	34.200	0.342	2.75	38.80	38.800	0.388
3.00	26.20	26.200	0.262	3.00	35.80	35.800	0.358	3.00	41.60	41.600	0.416
3.50	28.30	28.300	0.283	3.50	37.60	37.599	0.376	3.50	46.60	46.599	0.466
4.00	25.40	25.400	0.254	4.00	38.20	38.199	0.382	4.00	49.00	48.999	0.490
4.50	24.20	24.200	0.242	4.50	37.00	36.999	0.370	4.50	50.40	50.399	0.504
5.00	22.10	22.100	0.221	5.00	36.40	36.400	0.364	5.00	49.20	49.199	0.492
5.50	34.10	34.100	0.341	5.50	34.10	34.100	0.341	5.50	46.40	46.399	0.464
6.00	6.00	6.000	0.060	6.00	6.00	6.000	0.060	6.00	47.10	47.099	0.471
6.50	6.50	6.500	0.065	6.50	6.50	6.500	0.065	6.50	6.50	6.500	0.065

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"

FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mecánica de Suelos

Dr. Arnoldo Yana Torres

CIP 103257

B. N° 006-00318073



### UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS  
C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NORMA ASTM - D3080)

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA, DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO, 2024

SOLICITANTE : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

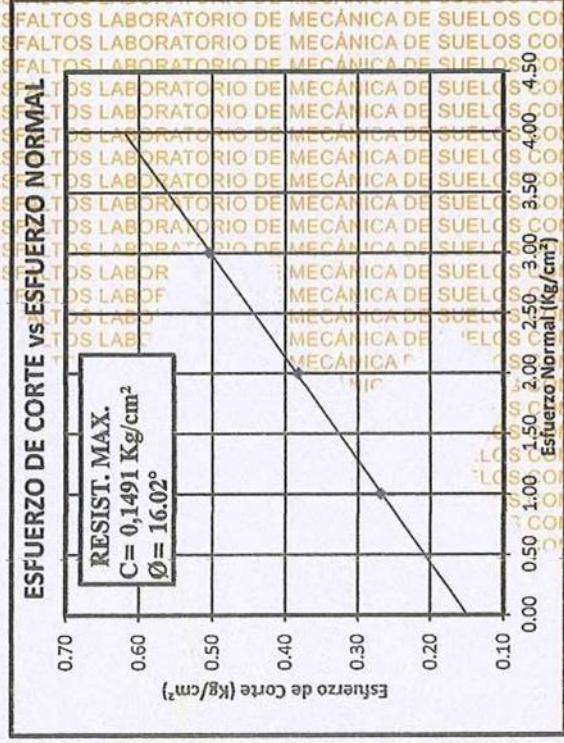
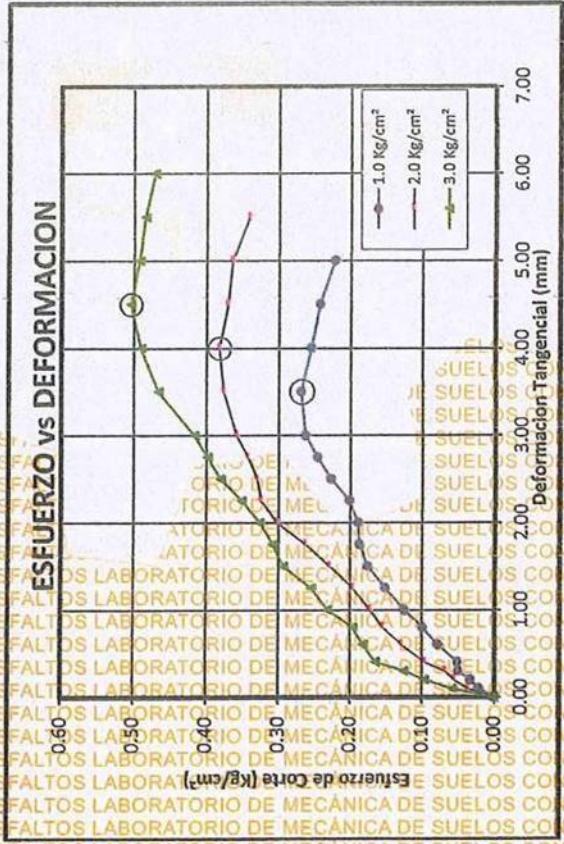
PROF. : 2,00 m

MUESTRA : 1

FECHA : 14 DE MAYO DEL 2025



CLASIFICACIÓN (SUCS) : NE-1  
ESTADO DE MUESTRA : C  
VELOC. DE ENSAYO (mm/min) : INALTERADA  
: 0.50



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
M.S.C.A. HERRERA

Dr. Amalio Yana Torres  
CIP 103257

Observaciones:



### CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE



**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**UBICACION** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

**CALICATA MUESTRA** : N° 1 INALTERADA

**PROF. (m)** : 2.00 m

**CLASIFICACION (SUCS)** : CL

Calicata Muestra SUCS	Cohesion (c)	Angulo Fricción Interna (φ)	Fact. de Capac. de Carga			Ancho de Ciment.(B) (m)	Densidad Natural (gr/cc)	Profund. de Ciment.(Df) (m)	LOS QU (Tn/m2)	q Adm. F.S.(3) (Kg/cm2)
			Nc	Nq	Nr					
C-1	0.1491	16.02	11.63	4.34	3.06	2	1.51	1.50	15.78	0.53
CL	0.1491	16.02	11.63	4.34	2.09	2	1.51	2.00	17.89	0.60

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD NACIONAL CESAR VALDESQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL CESAR VALDESQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
JULIACA - PUNO

B. N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024.

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**LUGAR** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**UBICACIÓN** : JIRÓN NUEVA ZELANDIA CON JIRON AUSTRALIA

**CALICATA** : No 2

**PROFUNDIDAD** : 2,00 m

**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HÚMEDO + TARRO	gr	281.50
SUELO SECO + TARRO	gr	253.10
PESO DEL TARRO	gr	52.30
PESO DEL AGUA	gr	28.40
PESO DEL SUELO SECO	gr	200.80
HUMEDAD %	%	14.14

### LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		C	D
SUELO HÚMEDO + TARRO	gr	32.55	33.91
SUELO SECO + TARRO	gr	29.31	29.91
PESO DEL TARRO	gr	18.85	17.70
PESO DEL AGUA	gr	3.24	4.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.46	12.21
HUMEDAD %	%	30.98	32.76
N° DE GOLPES		26	26

#### LIMITE PLÁSTICO

7	8
14.51	15.59
13.80	14.65
9.60	9.15
0.71	0.94
4.20	5.50
16.90	17.09

**LIMITE LIQUIDO %** : 32.02      **LIMITE PLASTICO %** : 17.00

**INDICE PLASTICO %** : 15.02

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIF 103257

B. N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS :** CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE :** Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

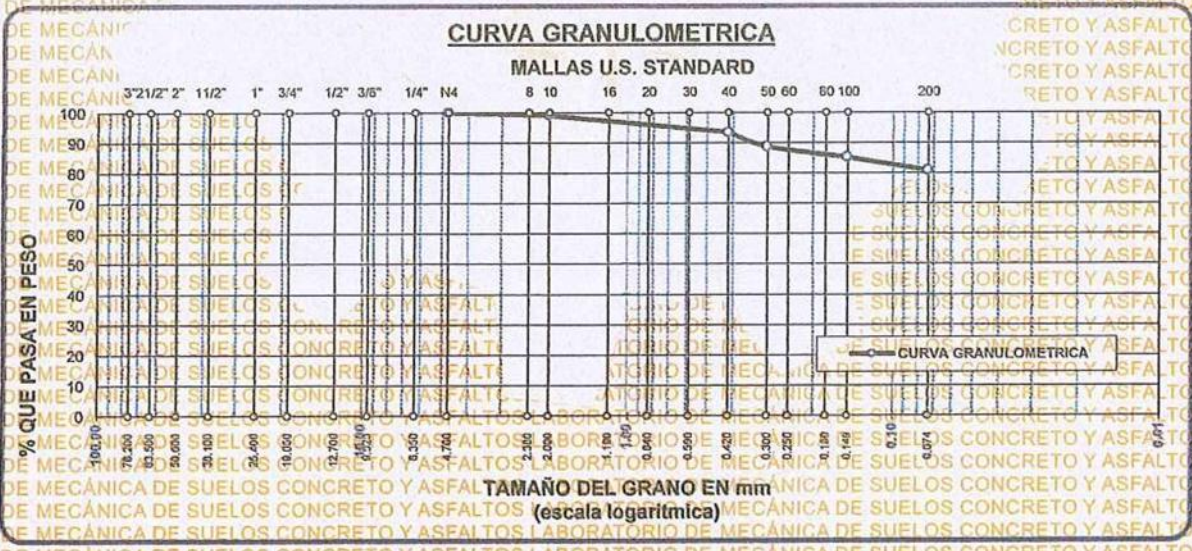
**LUGAR :** CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**CALICATA :** Nº 2

**PROFUNDIDAD :** 2.00 m

**FECHA :** 14 DE MAYO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. MAC - 2	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L. = 500.00
2 1/2"	63.500						P.L. = 95.81
2"	50.600						P.P. = 404.19
1 1/2"	38.100						% W = 14.14
1"	25.400						<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
3/4"	19.050						L.L. = 32.02
1/2"	12.700						L.P. = 17.00
3/8"	9.525						I.P. = 15.02
1/4"	6.350						<b>CARACT. GRANULOMÉTRICAS:</b>
No4	4.760	0.11	0.02	0.02	99.98		D10= --- Cu <sub>u</sub>
No8	2.380						D30= --- Gc <sub>u</sub>
No10	2.000	4.32	0.86	0.89	99.11		D60= ---
No16	1.190						<b>CLASIFICACION:</b>
No20	0.840	15.71	3.14	4.03	95.97		I.G. =
No30	0.590						<b>SUSCS :</b> CL
No40	0.420	12.65	2.53	6.56	93.44		<b>OBSERVACIONES:</b>
No 50	0.300	23.68	4.74	11.29	88.71		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	17.43	3.50	14.79	85.21		
No200	0.074	21.86	4.37	19.16	80.84		
BASE		404.19	80.84	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		80.84					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00318073



### UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mecánica de Suelos



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NORMA ASTM - D3080)

**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**UBICACIÓN** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

**CALICATA** : Nº 2

**PROF. (m)** : 2.00 m

**CLASIFICACIÓN (SUCS)** : CL

**ESTADO DE MUESTRA** : INALTERADA

**VELOC. DE ENSAYO (mm/min)** : 0.50

**T. DE CONSOLIDACION (hrs)** : 24

DATOS DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Área (A) (cm <sup>2</sup> )	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Densidad Seca (yd) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37		1.35		1.35	
Humedad (w) (%)	28.71	34.15	27.76	31.60	26.97	29.58
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		3.00	

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	6.20	6.200	0.062	0.10	6.40	6.400	0.064	0.10	12.40	12.400	0.124
0.20	7.00	7.000	0.070	0.20	10.20	10.200	0.102	0.20	15.40	15.400	0.154
0.30	8.80	8.800	0.088	0.30	10.80	10.800	0.108	0.30	18.40	18.400	0.184
0.40	10.10	10.100	0.101	0.40	13.10	13.100	0.131	0.40	23.60	23.600	0.236
0.60	12.40	12.400	0.124	0.60	15.00	15.000	0.150	0.60	26.20	26.200	0.262
0.80	12.90	12.900	0.129	0.80	15.80	15.800	0.158	0.80	28.40	28.400	0.284
1.00	14.80	14.800	0.148	1.00	18.60	18.600	0.186	1.00	30.00	30.000	0.300
1.25	15.20	15.200	0.152	1.25	20.60	20.600	0.206	1.25	31.80	31.800	0.318
1.50	17.10	17.100	0.171	1.50	21.70	21.700	0.217	1.50	33.40	33.400	0.334
1.75	19.60	19.600	0.196	1.75	24.50	24.500	0.245	1.75	36.60	36.600	0.366
2.00	20.80	20.800	0.208	2.00	25.20	25.200	0.252	2.00	38.20	38.199	0.382
2.25	21.80	21.600	0.216	2.25	28.80	28.800	0.288	2.25	42.10	42.099	0.421
2.50	22.80	22.800	0.228	2.50	30.60	30.600	0.306	2.50	45.00	44.999	0.450
2.75	25.10	25.100	0.251	2.75	33.50	33.500	0.335	2.75	46.40	46.399	0.464
3.00	26.20	26.200	0.262	3.00	36.80	36.799	0.368	3.00	48.80	48.599	0.488
3.50	27.00	27.000	0.270	3.50	40.00	39.999	0.400	3.50	50.60	50.599	0.506
4.00	25.40	25.400	0.254	4.00	41.20	41.199	0.412	4.00	51.80	51.599	0.516
4.50	23.20	23.200	0.232	4.50	39.80	39.799	0.398	4.50	52.60	52.799	0.528
5.00	21.50	21.500	0.215	5.00	37.10	37.099	0.371	5.00	50.00	49.999	0.500
5.50				5.50	36.40	36.400	0.364	5.50	48.80	48.799	0.488
6.00				6.00				6.00	46.40	46.399	0.464
6.50								6.50			

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00318073

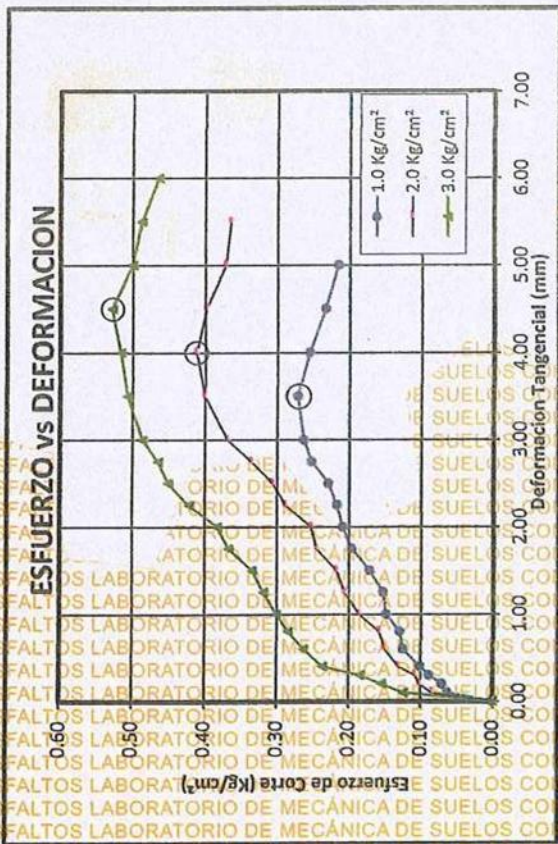
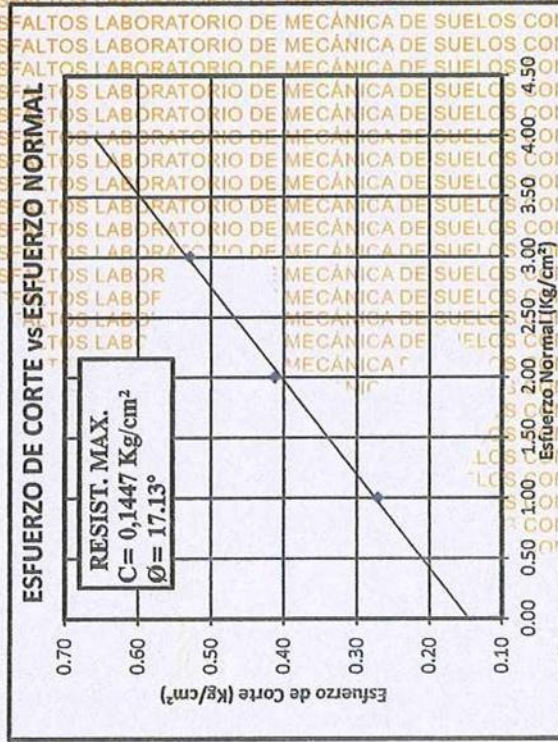


**UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**C.A.P. INGENIERÍA CIVIL**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
 (NORMA ASTM - D3080)

**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JUJAGA DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO, 2024.  
**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO  
**PROF.** : 2.00 m  
**MUESTRA** : 1  
**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

**CALICATA** : No 2  
**CLASIFICACION (SUCS)** : CL  
**ESTADO DE MUESTRA** : INALTERADA  
**VELOC. DE ENSAYO (mm/min)** : 0.50



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 P.C.P. CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Irujo Torres  
 CIP: 703257





### CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE



**TESIS:** CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE:** Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**UBICACION:** CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA:** 14 DE MAYO DEL 2025

**CALICATA:** Nº 2

**MUESTRA:** INALTERADA

**PROF. (m):** 2.00 m

**CLASIFICACION (SUCS):** CL

Calicata Muestra SUCS	Cohesión (c)	Angulo Fricción Interna ( $\phi$ )	Fact. de Capac. de Carga			Ancho de Ciment.(B) (m)	Densidad Natural (gr/cc)	Profund. de Ciment.(Df) (m)	q <sub>u</sub> (Tn/m <sup>2</sup> )	q Adm. F.S.(3) (Kg/cm <sup>2</sup> )
			Nc	Nq	Nr					
C-1 CL	0.1447	17.13	12.34	4.77	3.53	2	1.53	1.50	17.59	0.59
C-1 CL	0.1447	17.13	12.34	4.77	3.53	2	1.53	2.00	21.24	0.71

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PUNO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

**Dr. Arnaldo Yana Torres**  
CIP 103257

LABORATORIO M.S.C.A. DEPARTAMENTO DE PUNO - JULIACA

B-N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO  
**LUGAR** : CIUDAD DE JULIACA URBANIZACIÓN LA CAPILLA  
**UBICACIÓN** : AVENIDA HIPOLITO UNANUE CON AVENIDA ANDRES AVELINO  
**CALICATA** : N° 3  
**PROFUNDIDAD** : 2.00 m  
**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	291.50
SUELO SECO + TARRO	gr	262.70
PESO DEL TARRO	gr	50.10
PESO DEL AGUA	gr	28.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	212.60
HUMEDAD %	%	13.55

### LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### LIMITE LIQUIDO

TARRO N°	X	Z	5	6	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.15	32.53	15.11	15.93
SUELO SECO + TARRO	gr	28.15	29.05	13.96	14.61
PESO DEL TARRO	gr	19.00	18.50	9.60	9.10
PESO DEL AGUA	gr	3.00	3.48	1.15	1.32
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.15	10.55	4.36	5.51
HUMEDAD %	%	32.79	32.99	26.38	23.96
N° DE GOLPES		28	28		

**LIMITE LIQUIDO % :** 33.34      **LIMITE PLASTICO % :** 25.17

**INDICE PLASTICO % :** 8.17

**LL = W<sub>n</sub> \* (N/25)<sup>0.121</sup>**

Donde:  
LL = Limite Liquido  
W<sub>n</sub> = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Numero de Golpes

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



INVESTIGADOR: NESTOR CACERES VELASQUEZ  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
*Dr. Amado Yana Torres*  
CIP 103267

B. N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : CARACTERIZACION DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACION SISMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

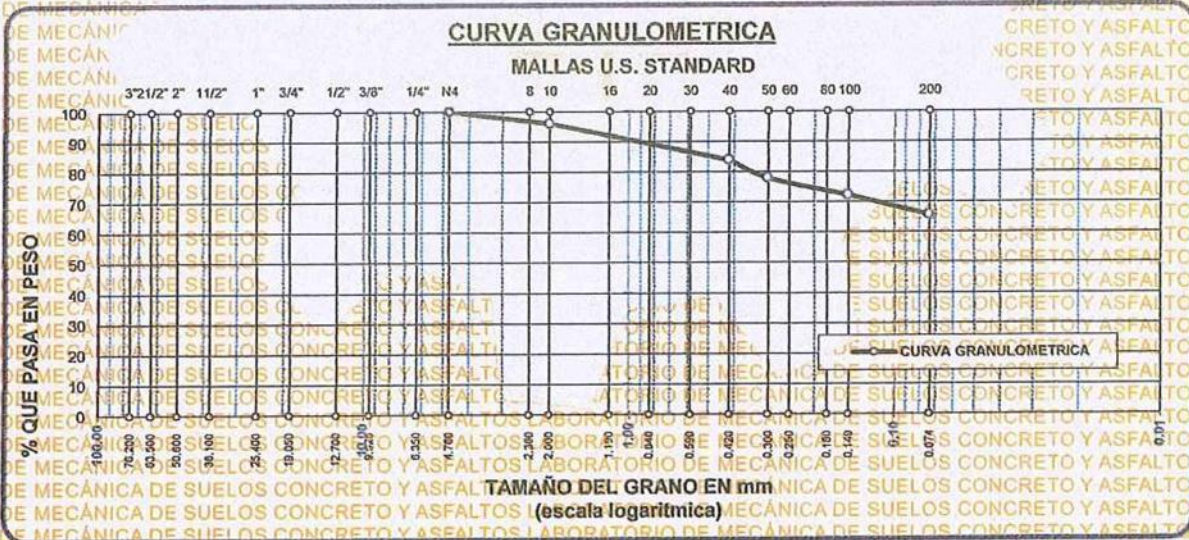
**LUGAR** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACION LA CAPILLA

**CALICATA** : Nº 3

**PROFUNDIDAD** : 2.00 m

**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. MAC - 2	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I. = 500.00
2 1/2"	63.500						P.L. = 171.77
2"	50.600						P.P. = 328.23
1 1/2"	38.100						% W = 13.55
1"	25.400						<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
3/4"	19.050						L.L. = 33.34
1/2"	12.700						L.P. = 25.17
3/8"	9.525						I.P. = 8.17
1/4"	6.350						<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b>
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu= —
No8	2.380						D30= — Cc= —
No10	2.000	19.75	3.95	3.95	96.05		D60= —
No16	1.190						<b>CLASIFICACION:</b>
No20	0.840	28.54	5.71	9.66	90.34		I.G. =
No30	0.590						SUSCS : ML
No40	0.420	32.51	6.50	16.16	83.84		AASTHO :
No 50	0.300	29.65	5.93	22.09	77.91		<b>OBSERVACIONES:</b>
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	28.15	5.63	27.72	72.28		
No200	0.074	33.17	6.63	34.35	65.65		
BASE		328.23	65.65	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103267

B. Nº 006-00318073



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
C.A.P. INGENIERIA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NORMA ASTM - D3080)

**TESIS** CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE** Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**UBICACIÓN** CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA** 14 DE MAYO DEL 2025

**CALICATA** Nº 3

**PROF. (m)** 2.00 m

**CLASIFICACION (SUCS)** ML

**ESTADO DE MUESTRA** INALTERADA

**VELOC. DE ENSAYO (mm/min)** 0.50

**T. DE CONSOLIDACION (hrs)** 24

DATOS DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Área (A) (cm <sup>2</sup> )	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Densidad Seca (γ <sub>d</sub> ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.50		1.45		1.45	
Humedad (w) (%)	28.71	34.15	27.76	31.60	26.97	29.58
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		3.00	

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	6.20	6.200	0.062	0.10	6.40	6.400	0.064	0.10	12.40	12.400	0.124
0.20	7.00	7.000	0.070	0.20	10.20	10.200	0.102	0.20	15.40	15.400	0.154
0.30	8.80	8.800	0.088	0.30	10.60	10.600	0.106	0.30	18.40	18.400	0.184
0.40	10.10	10.100	0.101	0.40	13.10	13.100	0.131	0.40	23.60	23.600	0.236
0.60	12.40	12.400	0.124	0.60	15.00	15.000	0.150	0.60	26.20	26.200	0.262
0.80	12.90	12.900	0.129	0.80	15.80	15.800	0.158	0.80	28.40	28.400	0.284
1.00	14.80	14.800	0.148	1.00	18.60	18.600	0.186	1.00	30.00	30.000	0.300
1.25	15.20	15.200	0.152	1.25	20.60	20.600	0.206	1.25	31.80	31.800	0.318
1.50	17.10	17.100	0.171	1.50	21.70	21.700	0.217	1.50	33.40	33.400	0.334
1.75	18.60	18.600	0.186	1.75	24.50	24.500	0.245	1.75	36.60	36.600	0.366
2.00	20.80	20.800	0.208	2.00	25.20	25.200	0.252	2.00	38.20	38.199	0.382
2.25	21.60	21.600	0.216	2.25	28.60	28.600	0.286	2.25	42.10	42.099	0.421
2.50	22.80	22.800	0.228	2.50	30.60	30.600	0.306	2.50	45.00	44.999	0.450
2.75	25.10	25.100	0.251	2.75	33.50	33.500	0.335	2.75	46.40	46.399	0.464
3.00	25.20	25.200	0.252	3.00	35.80	35.799	0.358	3.00	48.60	48.599	0.486
3.50	27.00	27.000	0.270	3.50	40.00	39.999	0.400	3.50	50.60	50.599	0.506
4.00	25.40	25.400	0.254	4.00	41.20	41.199	0.412	4.00	51.80	51.599	0.516
4.50	23.20	23.200	0.232	4.50	39.80	39.799	0.398	4.50	52.60	52.799	0.526
5.00	21.50	21.500	0.215	5.00	37.10	37.099	0.371	5.00	50.00	49.999	0.500
5.50				5.50	36.40	36.400	0.364	5.50	48.60	48.799	0.486
6.00				6.00				6.00	45.40	46.399	0.464
6.50								6.50			

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
Dr. Arnoldo Iana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00318073



### UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NORMA ASTM - D3080)

TESIS : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO, 2024

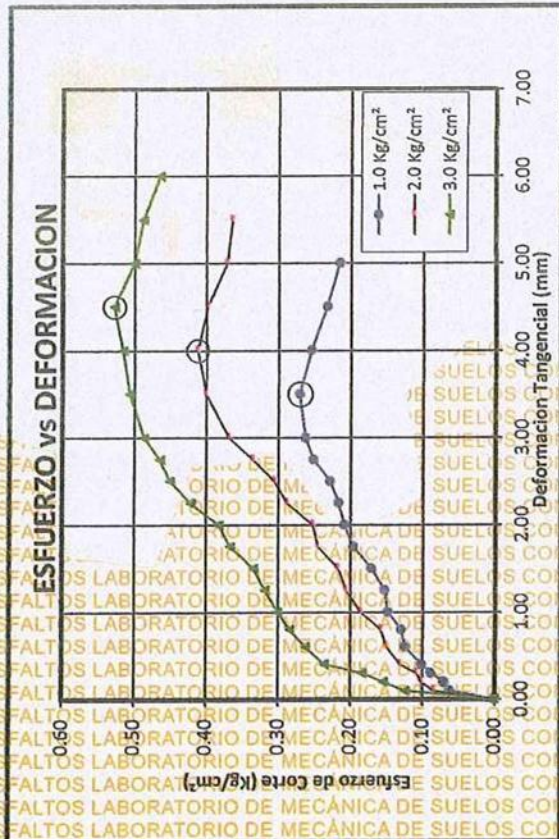
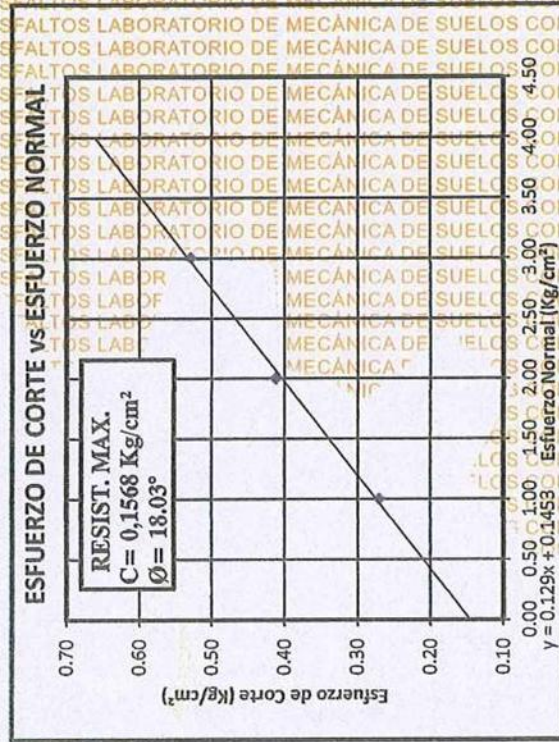
SOLICITANTE : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

PROF. : 2,00 m

MUESTRA : 1

FECHA : 04 DE MAYO DEL 2025

CALICATA : Nº 3  
CLASIFICACION (SUCS) : ML  
ESTADO DE MUESTRA : INALTERADA  
VELOC. DE ENSAYO (mm/min) : 0.50



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
Dr. Amado Varga Torres  
CIP 103257

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JEFATURA



### CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE



**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**UBICACION** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA CALICATA** : 14 DE MAYO DEL 2025

**MUESTRA** : Nº 3

**PROF. (m)** : 2.00 m

**CLASIFICACION (SUCS)** : ML

Calicata Muestra SUCS	Cohesión (c)	Angulo Fricción Interna (φ)	Fact. de Capac. de Carga			Ancho de Ciment.(B) (m)	Densidad Natural (gr/cc)	Profund. de Ciment.(Df) (m)	q <sub>adm</sub> (Tn/m <sup>2</sup> )	F.S.(3) (Kg/cm <sup>2</sup> )
			Nc	Nq	Nr					
C-1 ML	0.1568	18.03	13.1	5.26	4.07	2	1.48	1.50	19.17	0.64
C-1 ML	0.1568	18.03	13.1	5.26	4.07	2	1.48	2.00	23.06	0.77

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA VICEPRESIDENTE CÉSAR VELASQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS:** CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE:** Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**UBICACIÓN:** AVENIDA ANDRÉS AVELINO CACERES CON JIRÓN LEONARDO BARDALES

**CALICATA:** Nº 4

**PROFUNDIDAD:** 2.00 m

**FECHA:** 14 DE MAYO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	306.40
SUELO SECO + TARRO	gr	281.60
PESO DEL TARRO	gr	35.20
PESO DEL AGUA	gr	24.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	246.40
HUMEDAD %	%	10.06

### LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### LIMITE LIQUIDO

TARRO N°	T	R
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.18
SUELO SECO + TARRO	gr	32.89
PESO DEL TARRO	gr	19.30
PESO DEL AGUA	gr	4.04
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.59
HUMEDAD %	%	29.73
N° DE GOLPES		24

#### LIMITE PLASTICO

9	3
13.67	14.51
12.65	13.57
7.95	8.80
1.02	0.94
4.70	4.77
21.70	19.71

LIMITE LIQUIDO %	29.03	LIMITE PLASTICO %	20.70
------------------	-------	-------------------	-------

INDICE PLASTICO %	8.32
-------------------	------

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 NL = Numero de Golpes

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

**Dr. Arnaldo Yana Torres**  
CIP. 103257

B. N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENÉ JIMENEZ CENTENO

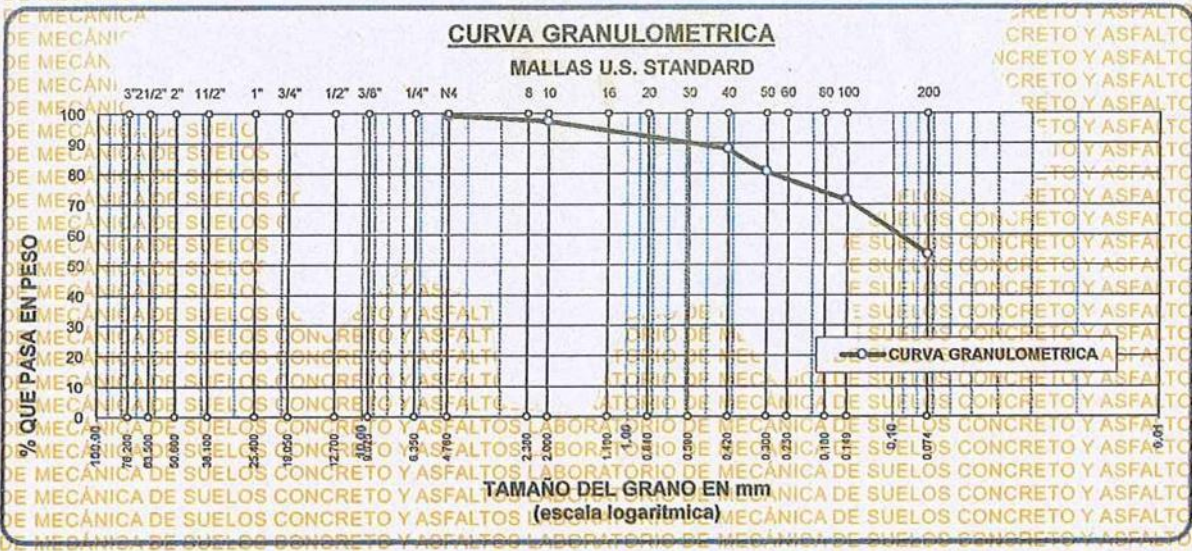
**LUGAR** : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**CALICATA** : N° 4

**PROFUNDIDAD** : 2.00 m

**FECHA** : 14 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION MAC - 2	TAMAÑO MÁXIMO DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					NI	P.I. = 300.00
2 1/2"	63.500						P.L. = 139.62
2"	50.800						P.P. = 160.38
1 1/2"	38.100						% W = 10.06
1"	25.400						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.050						L.L. = 29.03
1/2"	12.700						L.P. = 21.13
3/8"	9.525						I.P. = 8.32
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.760	2.13	0.71	0.71	99.29		D10= — Cu= —
No8	2.380						D30= — Cc= —
No10	2.000	5.57	1.86	2.57	97.43		D60= 0.10
No16	1.190						CLASIFICACION:
No20	0.840	7.96	2.65	5.22	94.78		I.G. =
No30	0.590						SUSCS : SM-SC
No40	0.420	19.65	6.55	11.77	88.23		AASTHO :
No 50	0.300	22.57	7.52	19.29	80.71		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	28.10	9.37	28.66	71.34		
No200	0.074	53.64	17.88	46.54	53.46		
BASE		160.38	53.46	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA		53.46					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CIP INGENIERIA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257

B. N° 006-00318073



### UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NORMA ASTM - D3080)

**TESIS:** CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE:** Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA:** 14 DE MAYO DEL 2024

**CALICATA:** N° 4

**PROF. (m):** 2,00 m

**CLASIFICACION (SUCS):** SM-SC

**ESTADO DE MUESTRA:** INALTERADA

**VELOC. DE ENSAYO (mm/min):** 0,50

**T. DE CONSOLIDACION (hrs):** 24

DATOS DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Area (A) (cm <sup>2</sup> )	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Densidad Seca (γ <sub>d</sub> ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.55		1.50		1.50	
Humedad (w) (%)	16.54	25.28	16.30	22.66	17.23	19.74
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		3.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.10	5.70	5.700	0.07	9.80	9.800	0.08	12.50	12.500
0.20	8.10	8.100	0.08	13.70	13.700	0.13	15.10	15.100
0.30	10.10	10.100	0.10	15.60	15.600	0.15	19.00	19.000
0.40	12.00	12.800	0.12	19.10	19.100	0.19	24.10	24.100
0.60	14.20	14.200	0.14	22.90	22.900	0.22	26.80	26.800
0.80	16.20	18.200	0.18	24.80	24.800	0.24	29.00	29.000
1.00	19.90	19.900	0.19	26.00	26.000	0.26	30.40	30.400
1.25	20.20	20.200	0.20	29.40	29.400	0.29	33.60	33.600
1.50	21.10	21.100	0.21	30.80	30.800	0.30	36.40	36.400
1.75	22.20	22.200	0.22	31.60	31.600	0.31	37.80	37.799
2.00	23.00	23.800	0.23	33.20	33.200	0.32	40.90	40.899
2.25	24.60	24.600	0.24	34.80	34.800	0.34	42.20	42.189
2.50	25.20	25.200	0.25	37.40	37.399	0.37	45.80	45.799
2.75	28.40	28.400	0.28	40.10	40.099	0.40	48.10	48.099
3.00	30.50	30.600	0.30	42.00	41.999	0.42	49.20	49.199
3.50	32.50	32.500	0.32	43.80	43.799	0.43	52.80	52.599
4.00	33.80	33.800	0.33	45.60	45.599	0.45	54.10	54.099
4.50	32.00	32.000	0.32	46.80	46.799	0.46	59.80	56.799
5.00	31.40	31.400	0.31	45.40	45.199	0.45	57.20	57.199
5.50	29.40	29.400	0.29	43.40	43.399	0.43	55.00	55.999
6.00			0.29	41.80	41.799	0.41	54.10	54.099
6.50							52.80	52.799

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
F.C.P. - O.P. INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
C.I.P. 103257

B. N° 006-00318073



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
C.A.P. INGENIERIA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos

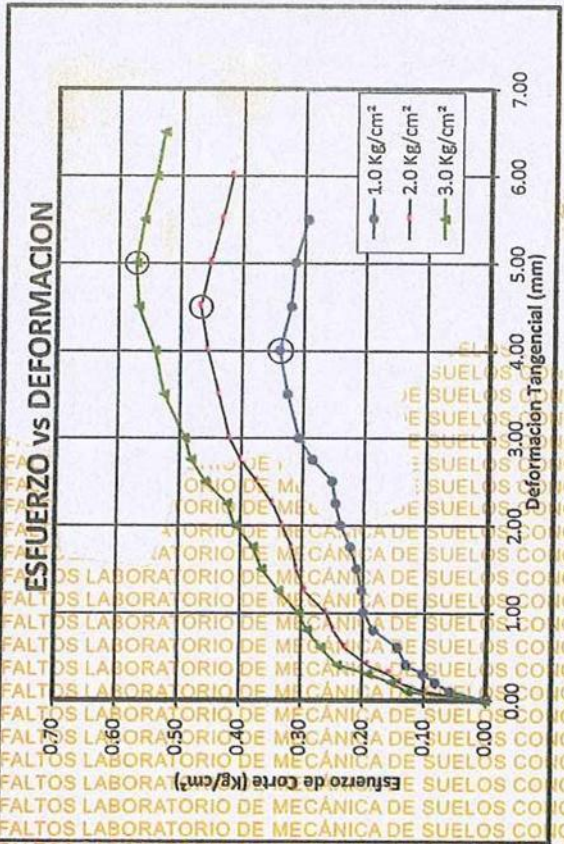
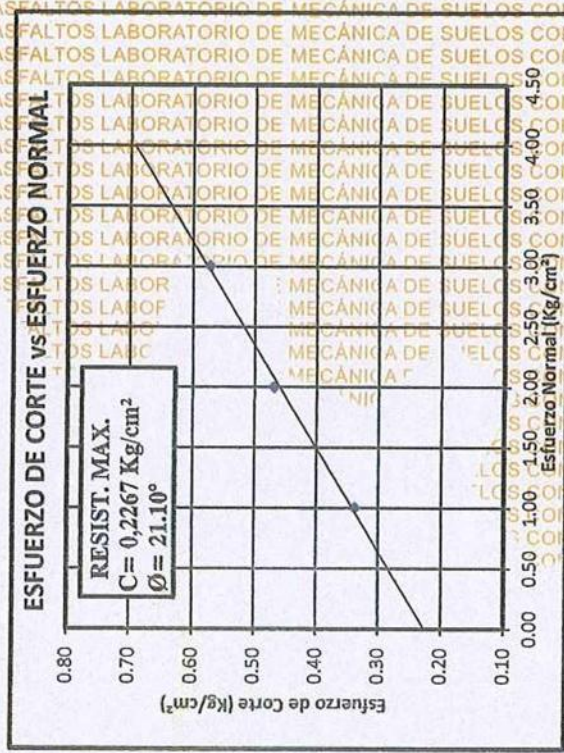


### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NORMA ASTM - D3080)

TESIS CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO, 2024.

SOLICITANTE : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO  
LUGAR : CIUDAD DE JULIACA - URBANIZACIÓN LA CAPILLA  
PROF. : 1.50 - 2.00 mt  
FECHA : 14 DE MAYO DEL 2024

CALICATA : N° 9  
CLASIFICACION (SUCS) : SM-SC  
ESTADO DE MUESTRA : INALTERADA  
VELOC. DE ENSAYO (mm/min) : 0.50



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
Dr. Arnaldo Irujo Torres  
CIP: 103257

LABORATORIO M.A.S.C.A.  
SEPTIEMBRE - JULIO 2024

R. N° 006-00318073



### CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE



**TESIS** : CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

**SOLICITANTE** : Bach. HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

**LUGAR** : CIUDAD DE JULIACA, URBANIZACIÓN LA CAPILLA

**FECHA CALICATA** : 14 DE MAYO DEL 2024

**MUESTRA** : Nº 4

**PROF. (m)** : 2.00 m

**CLASIFICACION (SUCS)** : SM-SC

Calicata Muestra	Cohesion (c)	Angulo Fricción Interna (φ)	Fact. de Capac. de Carga			Ancho de Ciment. (B) (m)	Densidad Natural (gr/cc)	Profund. de Ciment. (Df) (m)	qu (Tn/m2)	q Adm. F.S. (3) (Kg/cm2)
			Nc	Nq	Nr					
C-1 SM-SC	0.2267	21.10	15.82	7.07	6.2	2	1.51	1.50	28.17	0.94
C-1 A B E S SM-SC	0.2267	21.10	15.82	7.07	6.2	2	1.51	2.00	33.50	1.12

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD ANDRÉS BASTO CACERES VELASQUEZ  
FICP - CAP / INGENIERÍA CIVIL

*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257

B. N° 006-00318073

## Anexo 05. Panel fotográfico



**Fotografía 1.** *Elaboración de ensayo en la cuchara de Casagrande*



**Fotografía 2.** *Elaboración de ensayo limite plástico.*



**Fotografía 3.** *Lavado de muestra de suelo.*



**Fotografía 4.** *Colocación de muestras en el horno para el secado.*



**Fotografía 5.** *Proceso de lavado del tamiz*

200



**Fotografía 6.** *Proceso de tamizado del suelo.*



**Fotografía 7.** *Proceso del pesado de las muestras luego del secado*



**Fotografía 8.** *Pesado de la muestra de limite plástico.*



**Fotografía 9.** *Colocación de muestra en el horno.*



**Fotografía 10.** *Proceso de elaboración del ensayo de límite líquido.*



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 05/08/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: HENRY RENE JIMENEZ CENTENO

Dirección: Jr. 28 DE OCTUBRE 183

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70201319

Teléfono: 910406686 email: herny.alexiss@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA  
EN EL DISTRITO DE JULIACA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Capacidad portante, Caracterización de suelos, suelos cohesivos

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



### 2. Referencia de tesis:

- Bachiller   
  Título   
  2da Especialidad   
  Maestría   
  Doctorado

### 3. Licencias:

#### a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.  
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_  
 No autorizo.

#### b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo  
 No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

05/08/2025

Fecha