



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**



**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE  
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN  
GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE  
DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL  
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

**JULIACA – PERÚ**  
**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**

**MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL**


**MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE DEL JURADO :**

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

**MIEMBRO DEL JURADO :**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. EFRAIN PARILO SOSA

**MIEMBRO DEL JURADO :**

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

**ASESOR DE TESIS :**

\_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :**

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



## RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 362-2024-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 14 de octubre del 2024

**VISTOS:**

El expediente N° 2024-010499, presentado por el (la) Bachiller **HUAYNA MAMANI OSCAR CARLOS**, con número de DNI. **42208776**, asignado (a) con código de matrícula **1410151025**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca;

**CONSIDERANDO:**

Que, el (a) Bach. **HUAYNA MAMANI OSCAR CARLOS**, con número de DNI. **42208776**, asignado (a) con código de matrícula **1410151025**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50** y;

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los Jurados el 06 de mayo del 2024, Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. – DECLARAR EXPEDITO** para la Sustentación de la Tesis titulada: **ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA** Elaborado por el (la) Bachiller **HUAYNA MAMANI OSCAR CARLOS**, integrado por los siguientes docentes:

Presidente del Jurado	:	Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Miembro del Jurado	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
Miembro del Jurado	:	Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Asesor de Tesis	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ARTÍCULO SEGUNDO. -** El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

Fecha	:	<b>Viernes 18 de octubre del 2024</b>
Hora	:	<b>11:00 a.m.</b>
Lugar	:	<b>Aula N° 310 EPG - UANCV – JULIACA</b>

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAGISTER** de los estudiantes que ingresaron antes a la aprobación de la ley Universitaria N° 30220.

**ARTÍCULO TERCERO. -** Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



**Dr. José Carlos Velásquez Velásquez**  
Vicerrector Académico  
Escuela de Posgrado

UANCV  
Juliaca  
2024



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



### RESOLUCION DIRECTORAL N° 698-2023-USA-EPG/UANCV

Julaca, 25 de Agosto del 2023.

#### VISTOS:

El expediente N° 2023 - 07681, de fecha 17 de Agosto de 2023, presentado por el (la) Bach. **OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI** con DNI N° 42208776, código de matrícula 1410151025 quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado **ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA** Línea de investigación **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50** para optar el grado académico de **MAGISTER** en **INGENIERIA CIVIL** mención en **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** en la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la Sede Central Julaca.

#### CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.

Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.

Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.

Que, en el **Art.60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.

Que, el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.

Que, mediante oficio circular N° 401-2023-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 07 de Agosto del 2023, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

<b>Presidente</b>	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
<b>Primer Miembro</b>	: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
<b>Segundo Miembro</b>	: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
<b>Asesor</b>	: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Que, con registro N° 003607, de fecha 02 de Agosto del 2023, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA** presentado por el (la) Bach. **OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI** cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de Investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario;

#### SE RESUELVE:

**PRIMERO: APROBAR**, el Proyecto de investigación de tesis de **MAESTRIA** y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA** presentado por el (la) Bach. **OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI** para obtener el grado académico de **MAGISTER** en **INGENIERIA CIVIL** de la UANCV.

**SEGUNDO: ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese:

CARGO DE ARCHIVO (19-304) (E) INFORMADO (E) UANCV/CH



Dr. Leopoldo Velásquez Córdova  
DIRECTOR (E)



Mg PERCY GARCÍA PUCURITA  
SECRETARIO (E)



## ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN TIPO DE SUELO PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**20%**

INDICE DE SIMILITUD

**17%**

FUENTES DE INTERNET

**2%**

PUBLICACIONES

**12%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


### FUENTES PRIMARIAS

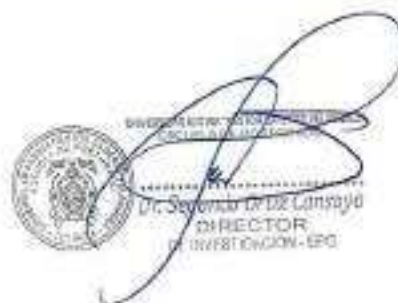
<b>1</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez</b> Trabajo del estudiante	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.uancv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>ingenieria.cunoc.usac.edu.gt</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>



## Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Oscar Carlos Huayna Mamani
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42208776
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-9789-5960">https://orcid.org/0000-0001-9789-5960</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	<b>Tecnología de la construcción – P50</b>
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú          Departamento: Puno          Provincia: Puno          Distrito: Platería          Latitud: S 15° 56' 58"          Longitud: O 69° 50' 14"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/hIK5gU3hJKriNEsL9">https://maps.app.goo.gl/hIK5gU3hJKriNEsL9</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2023 – Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p><b>Ingeniería civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>  <b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a>  <b>Ingeniería estructural y municipal</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</a></p>



Dr. Sergio de la Cruz  
DIRECTOR  
INVESTIGACION - EPO



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI, identificado con DNI Nro. 42208776, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

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

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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 16 de diciembre del 2024



Firma del Asesor  
(obligatoria)



Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

Quisiera expresar mi gratitud a la deidad suprema, Dios, que nos ha concedido la bendición de tener a nuestros padres, quienes, con su compromiso inquebrantable y sus incansables esfuerzos, han hecho posible que se cumpla nuestro deseo. Gracias a Su dirección, mi fe se ha fortalecido y he podido creer aún más en Su grandeza y bondad ilimitadas. Le estoy muy agradecido por todo ello..



## AGRADECIMIENTO

Dedicado a mis queridos padres, cuya dirección y apoyo inquebrantable han sido indispensables para hacer realidad este proyecto en toda su extensión. Quisiera expresarles mi profundo agradecimiento por cada uno de los sacrificios, palabras de apoyo y actos de fe que me han brindado a lo largo de este proceso. También me gustaría expresar mi agradecimiento a nuestro Creador, que, en consonancia con su bondad sin límites, ha hecho posible que yo siga adelante con nuestro viaje y dé este importante paso en el camino. A lo largo de este viaje, su presencia y sus bendiciones han sido para mí una fuente constante de fortaleza y esperanza..



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE GENERAL..... iii

ÍNDICE DE TABLAS.....vii

ÍNDICE DE FIGURAS .....ix

RESUMEN .....x

ABSTRACT .....xi

INTRODUCCIÓN.....xii

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática. .... 14

1.2 Planteamiento del problema ..... 15

    1.2.1 Problema general..... 15

    1.2.2 Problemas específicos..... 15

1.3 Justificación de la investigación. .... 16

    1.3.1 Justificación técnica..... 16

    1.3.2 Justificación económica..... 16

    1.3.3 Justificación social ..... 17

    1.3.4 Justificación ambiental..... 18

1.4 Objetivos ..... 18

    1.4.1 Objetivo general ..... 18

    1.4.2 Objetivos específicos ..... 18

1.5 Importancia y alcance de la investigación..... 19

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación .....20

    1.6.1 Limitaciones ..... 20

    1.6.2 Delimitación..... 20

1.7 Hipótesis..... 22

    1.7.1 Hipótesis general ..... 22

    1.7.2 Hipótesis específicas. .... 22

1.8 Variables ..... 23



1.8.1	Variable independiente .....	23
1.8.2	Variable dependiente .....	23
1.8.3	Variable evaluación.....	23
1.9	Operacionalización de variables.....	24

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.....	25
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	25
2.1.2	Antecedente nacional .....	27
2.1.3	Antecedente local .....	29
2.2	Bases teóricas.....	29
2.2.1	Coeficiente de balasto (Ks).....	29
2.2.1.1	Módulo de reacción del suelo (Ks) .....	29
2.2.1.2	Cálculo del coeficiente de balasto con la identificación de parámetros definitivos del suelo .....	33
2.2.2	Características de suelos para cimentación. ....	49
2.2.2.1	Características físicas .....	49
2.2.2.2	Características mecánicas .....	56
2.2.2.3	Capacidad portante del suelo.....	60
2.2.2.4	Geometría de cimentación .....	66
2.2.2.5	Ensayo de compresibilidad de los suelos .....	68
2.2.3	Asentamiento en cimentaciones.....	73
2.2.3.1	Asentamiento en cimentaciones superficiales .....	73
2.2.3.2	Asentamiento inmediato .....	74
2.2.3.3	Asentamiento por consolidación primaria .....	75
2.2.3.4	Asentamiento por consolidación secundaria .....	75
2.2.3.5	Asentamiento según tipo de suelo .....	76
2.2.3.6	Asentamientos admisibles .....	77
2.2.3.7	Relación entre asentamiento y daño.....	78
2.2.4	Zonificación geotécnica .....	78
2.2.4.1	Zonificación.....	78
2.2.4.2	Tipos de zonificación .....	79
2.3	Marco conceptual.....	81



### CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de investigación.....	84
3.2	Método de investigación .....	84
3.3	Tipo de investigación .....	85
3.4	Nivel de Investigación .....	85
3.5	Diseño de investigación .....	86
3.6	Población y muestra .....	87
3.6.1	Población.....	87
3.6.2	Muestra .....	87
3.6.2.1	Tipo de muestreo .....	87
3.6.2.2	Cantidad de ensayos .....	88
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	88
3.7.1	Técnicas para la recolección de datos .....	89
3.7.2	Instrumentos .....	89
3.8	Validación y de instrumentos y confiabilidad .....	89
3.8.1	Validación de instrumentos.....	89
3.8.2	Confiabilidad de instrumentos .....	89
3.9	Trabajos de campo .....	90
3.9.1	Técnicas de exploración .....	90
3.9.2	Ubicación de los puntos de exploración. ....	92
3.9.3	Ensayos con sus respectivas normativas .....	93
3.10	Desarrollo metodológico de la investigación.....	93
3.10.1	Contenido de humedad .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.10.2	Limite liquido .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.10.3	Limite plástico .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.10.4	Capacidad portante.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.10.5	Estratigrafía .....	93

### CAPITULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1	Resultados obtenidos: .....	94
-----	-----------------------------	----



4.1.1	Propiedades físicas y de capacidad portante que presentan el suelo de la localidad Platería. ....	94
4.1.2	Zonificación según geotecnia .....	106
4.1.3	Relación existente entre la capacidad portante y el coeficiente de balasto .....	110
4.2	Discusión De Resultados .....	115
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>117</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>118</b>
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>119</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>122</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	24
Tabla 2 Coeficiente de balasto por Terzaghi.....	34
Tabla 3 Valores de coeficiente de balasto propuesto por Terzaghi.....	36
Tabla 4 Valores de coeficiente de balasto propuesto por Terzaghi.....	36
Tabla 5 Coeficientes de cimentación .....	40
Tabla 6 Directrices para la capacidad admisible basadas en el tipo de suelo. ....	41
Tabla 7 Directrices para el coeficiente de balasto basadas en la capacidad portante del suelo.....	42
Tabla 8 Valores relación capacidad portante y coeficiente de balasto .....	43
Tabla 10 Valores del coeficiente de balasto sugeridos por Terzaghi.....	44
Tabla 11 Valores orientados del coeficiente de balasto para placa de carga de 30x30cm <sup>2</sup> .....	44
Tabla 12 Valores de coeficiente de balasto Ks30 .....	45
Tabla 13 Pesos se su tamaño máximo nominal.....	50
Tabla 15 Tamaño estándar de tamices .....	51
Tabla 16 Especificaciones para la prueba Proctor normal.....	57
Tabla 17 Especificaciones para Proctor modificado .....	58
Tabla 18 Lecturas para definir el CBR .....	59
Tabla 19 Relaciones aproximadas para el ángulo de fricción interna en finos.....	63
Tabla 20 Relaciones aproximadas por el ángulo de fricción en arenas.....	63
Tabla 21 Densidades de suelos naturales .....	65
Tabla 22 Densidades de suelos secos máximos .....	65
Tabla 23 Factores de capacidad portante según Terzaghi.....	68
Tabla 24 Cantidad de ensayos realizados .....	88
Tabla 25 Resumen de calicatas.....	90
Tabla 26 Determinación de la ubicación de los puntos de exploración en la zona de estudio.....	92
Tabla 27 Normas de ensayos.....	93
Tabla 28 Análisis granulométrico – 10 calicatas .....	94
Tabla 29 Contenidos de humedad en porcentajes.....	95
Tabla 30 Límite de consistencia – 10 calicatas.....	95
Tabla 31 Categorización de suelos a 1.0metros.....	98



Tabla 32 Categorización de suelos a 1.5metros.....	98
Tabla 33 Categorización de suelos a 2.0metros.....	99
Tabla 34 Capacidad portante ultima a 1.0metros de nivel de profundidad.....	99
Tabla 35 Capacidad portante ultima a 1.5metros de nivel de profundidad.....	100
Tabla 36 Capacidad portante ultima a 2.0metros de nivel de profundidad.....	100
Tabla 37 Capacidades portante admisible a 1.0metros de nivel de profundidad.....	101
Tabla 38 Capacidades portante admisible a 1.5metros de nivel de profundidad.....	101
Tabla 39 Capacidades portantes admisibles a 2.0metros de profundidad.....	102
Tabla 40 Cálculo de la capacidad portante admisible.....	103
Tabla 41 Cuadro resumen de capacidades portantes ultimas.....	105
Tabla 42 Cuadro resumen de capacidades portantes admisibles.....	105
Tabla 43 SUCS a (1, 1.5, 2 metros).....	107
Tabla 44 Resultados de CBR.....	111
Tabla 45 Coeficiente de balasto según CBR.....	111
Tabla 46 Coeficiente de balasto según CBR.....	112
Tabla 47 Capacidad portante ultima y admisible.....	112
Tabla 48 Valores de módulo de reacción al suelo en una superficie (Winkler).....	113
Tabla 49 Valores de módulo de reacción al suelo en una superficie (Winkler).....	114
Tabla 50 Coeficientes de balasto por diferente método.....	114



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación nacional .....	20
Figura 2 Ubicación regional y provincial .....	21
Figura 3 Ubicación distrital de la investigación .....	21
Figura 4 Ubicación de la zona del proyecto .....	22
Figura 5 Comportamiento teórico de un cimiento o placa flexible.....	31
Figura 6 Tensión –deformación, teste de carga.....	32
Figura 7 Relación del coeficiente de balasto ( $K_{s76}$ ), el tipo de material y capacidad portante.....	46
Figura 8 Curva logarítmica de relación entre el CBR y el coeficiente de balasto $K_{s76}$ de la subrasante a (0.127 cm).....	48
Figura 9 Gráfico de distribución del tamaño de partículas de un suelo y su análisis interpretativo. ....	51
Figura 10 Límites de Atterberg.....	52
Figura 11 Relación entre la fuerza aplicada y la penetración (determinación del índice de capacidad de soporte mediante el ensayo CBR).....	60
Figura 12 Fundamentos de ingeniería geotécnica .....	68
Figura 13 Fundamentos de ingeniería geotécnica .....	70
Figura 14 Fundamentos de ingeniería geotécnica .....	71
Figura 15 Plano de ubicación de calicatas.....	107
Figura 16 Zonificación de 1.00 metros de profundidad .....	108
Figura 17 Arenas, limos-arcillas, gravas – 1 metros.....	108
Figura 18 Zonificación - 1.5 metros .....	109
Figura 19 Arenas, limos-arcillas, gravas – 1.5 metros .....	109
Figura 20 Zonificación - 2 metros .....	110
Figura 21 Arenas, limos-arcillas, gravas – 2 metros.....	110



## RESUMEN

La zonificación geotécnica desempeña un papel crucial en la evaluación de la estabilidad y capacidad de carga de un terreno. En este estudio, se ha llevado a cabo una detallada zonificación geotécnica de la zona de interés, destacando la variabilidad de las propiedades del suelo. Se ha prestado especial atención al coeficiente de balasto, un parámetro fundamental para comprender la respuesta del suelo ante cargas externas. La identificación de diferentes zonas geotécnicas se ha basado en la variabilidad del coeficiente de balasto, permitiendo una clasificación precisa de áreas con características geotécnicas similares. Estas zonas proporcionan información valiosa para el diseño de cimentaciones y estructuras, contribuyendo a una toma de decisiones informada en proyectos de ingeniería civil y geotécnica.

**Palabras clave:** Zonificación, Capacidad Portante, Coeficiente de Balasto.



### ABSTRACT

Geotechnical zoning plays a crucial role in the evaluation of the stability and bearing capacity of a terrain. In this study, a detailed geotechnical zoning of the area of interest has been carried out, highlighting the variability of soil properties. Special attention has been paid to the ballast coefficient, a fundamental parameter to understand the response of the soil to external loads. The identification of different geotechnical zones has been based on the variability of the ballast coefficient, allowing an accurate classification of areas with similar geotechnical characteristics. These zones provide valuable information for the design of foundations and structures, contributing to informed decision making in civil and geotechnical engineering projects.

**Keywords:** Zoning, Load-bearing Capacity, Ballast Coefficient,



## INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los proyectos de ingeniería civil es necesario conocer a fondo la relación entre la estructura y el suelo. En el pasado, no se prestaba la debida atención a esta cuestión, lo que daba lugar a imprecisiones en los cálculos y, en última instancia, provocaba la ruptura de edificios o incluso su derrumbe. El cálculo del coeficiente de balasto, la determinación del tipo de suelo y la evaluación de la capacidad portante del suelo son pasos necesarios para maximizar la interacción entre la estructura y el entorno natural. A la luz de estos conocimientos, podemos construir los cimientos de manera adecuada y tener en cuenta las formas en que el suelo y la estructura interactuarán entre sí durante el proceso de diseño. La deformación o asentamiento del terreno que se produce como consecuencia de que éste soporte las cargas de una estructura es una de las dificultades más importantes que se plantean en el campo de la ingeniería. La aparición de este fenómeno es una de las principales razones por las que los edificios caen cuando se produce una actividad sísmica. Esta investigación se divide en cinco capítulos, cada uno de los cuales se desarrolla de la siguiente manera:

En el capítulo 01; Se trata del planteamiento del problema, en el que se diferencian tanto el problema general como los problemas específicos. Se aporta información adicional sobre los objetivos generales y específicos, así como la presentación de la justificación práctica y metodológica, además del establecimiento de la delimitación espacial y temporal del estudio.

En el capítulo 02; El marco teórico: esta sección ofrece una presentación de estudios y bibliografía anteriores que son pertinentes para nuestra investigación. Para ello, utiliza material de referencia y conceptos esenciales para ayudar a las investigaciones.



En el capítulo 03; Metodología: esta sección ofrece una explicación de los aspectos fundamentales de la investigación, incluidos los detalles del tipo y grado del estudio, el diseño del mismo, así como los métodos e instrumentos que se utilizaron para recopilar y analizar los datos.

Finalmente, en el capítulo 04, Resultados, y discusión de los resultados encontrados para las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática.

En décadas anteriores, el suelo y la estructura se consideraban por separado, lo que daba lugar a imprecisiones en los cálculos de diseño. Por lo tanto, es esencial tener una comprensión sólida de cómo estos dos elementos interactúan entre sí. Además, a la hora de planificar la cimentación, es esencial conocer el coeficiente de balasto, el tipo de material del suelo y la capacidad permitida del suelo. Por consiguiente, cuando se tiene en cuenta la interacción entre los cimientos y el suelo durante la fase de diseño, se concede gran importancia al suelo del emplazamiento. En el campo de la ingeniería, uno de los retos más importantes que hay que abordar es la determinación de las deformaciones del terreno en relación con las cargas que se han aplicado. En Se han desarrollado varios enfoques para simplificar la relación entre el suelo y la estructura, que repercute en el diseño de los cimientos. Esta interacción repercute en el diseño de los cimientos. Los modelos de balasto, también conocidos como modelos de Winkler, son una de estas formas de proceder, Una cantidad conocida como coeficiente de balasto, que a menudo se denomina módulo de Winkler o módulo de reactividad del suelo, es la base de este



enfoque, que funciona bajo el supuesto de que el suelo es un medio elástico. Este coeficiente varía en función del tipo de suelo que se utilice. Por este motivo, es de suma importancia determinar el valor del coeficiente de balasto. A pesar de que es bien sabido que las pruebas de carga son el método más común para determinar este coeficiente, es esencial tener en cuenta el contexto, así como las condiciones particulares del suelo mientras se llevan a cabo estas mediciones particulares, Para realizar la prueba de carga, se somete una placa colocada en el suelo a una combinación de cargas. Mediante este procedimiento es posible detectar la relación tensión-deformación del suelo, lo que proporciona una indicación del estado elástico del mismo. Por otra parte, la selección de un valor adecuado para el coeficiente de balasto puede resultar muy difícil. En este caso, se evaluarán una serie de criterios propuestos por diversos autores. Existen fórmulas de estimación que se utilizan para estos criterios, y que dependen de la caracterización del suelo, que se obtiene mediante ensayos de laboratorio. Estas fórmulas permiten calcular el coeficiente de balasto, que se denota con la letra  $K_s$ . Por lo tanto, será factible determinar la variabilidad que puede haberse producido como resultado de la utilización de diversos enfoques para estimar el coeficiente de balasto.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cómo realizar el estudio de las características físicas y de capacidad portante del suelo para zonificación geotécnica y su relación con el coeficiente de balasto en la localidad de Platería?

### 1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las propiedades físicas y de capacidad portante que presentan el suelo de la localidad de Platería?



- b. ¿Cómo un mapa de zonificación geotécnica según la caracterización del suelo de la localidad de Platería?
- c. ¿Qué relación existe entre la capacidad portante de los suelos y el coeficiente de balasto en la localidad de Platería?

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

#### **1.3.1 Justificación técnica**

La relación entre el coeficiente de balasto y la capacidad portante de los suelos es fundamental en la ingeniería geotécnica, ya que el coeficiente de balasto, representado comúnmente por la letra "K", es un parámetro que refleja la rigidez del suelo ante la aplicación de cargas. Este coeficiente se utiliza en el análisis de cimentaciones para estimar la deformación del suelo y, por ende, su capacidad para soportar cargas estructurales. La capacidad portante del suelo, que indica la máxima carga que el suelo puede soportar sin experimentar un fallo, está directamente vinculada al coeficiente de balasto. Un coeficiente de balasto más alto implica una mayor rigidez del suelo, lo que generalmente se traduce en una capacidad portante más alta. Esta relación es esencial para diseñar cimentaciones seguras y eficientes, ya que permite calcular las deformaciones esperadas y garantizar que la estructura se apoye de manera adecuada sobre el terreno, minimizando riesgos de asentamientos excesivos.

#### **1.3.2 Justificación económica**

La relación entre el coeficiente de balasto y la capacidad portante de los suelos presenta una justificación económica significativa en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción. Al comprender y utilizar de manera precisa el coeficiente de balasto en el diseño de cimentaciones, se logra una optimización en la distribución de cargas, lo que influye directamente en la eficiencia de la estructura y, por ende, en los costos asociados. Un análisis preciso del coeficiente de balasto permite dimensionar las cimentaciones de



manera más adecuada, evitando el sobre dimensionamiento que podría llevar a la utilización innecesaria de materiales y, en consecuencia, aumentar los costos de construcción. Además, una estimación precisa de la capacidad portante del suelo a través de este coeficiente contribuye a evitar futuros problemas de asentamientos o fallas estructurales, reduciendo así los costos asociados a reparaciones o refuerzos estructurales. En resumen, la comprensión y aplicación adecuada del coeficiente de balasto no solo garantiza la seguridad estructural, sino que también se traduce en una gestión económica más eficiente de los recursos durante la fase de construcción y a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

### 1.3.3 Justificación social

La relación entre el coeficiente de balasto y la capacidad portante de los suelos tiene importantes implicaciones sociales, ya que influye directamente en la seguridad y estabilidad de las estructuras que forman parte de la vida cotidiana de las comunidades. Un diseño cuidadoso de cimentaciones basado en el análisis del coeficiente de balasto contribuye a la prevención de posibles fallos estructurales, asegurando la integridad de edificaciones como viviendas, escuelas, hospitales y otras infraestructuras críticas. Esto se traduce en un entorno construido más seguro y resistente frente a eventos sísmicos, movimientos de tierra u otras eventualidades naturales. Además, al evitar asentamientos excesivos o daños prematuros en las estructuras, se fomenta la sostenibilidad a largo plazo, reduciendo la necesidad de reconstrucciones costosas y minimizando posibles impactos sociales negativos asociados con interrupciones en la vida comunitaria. La relación entre el coeficiente de balasto y la capacidad portante, por lo tanto, desempeña un papel esencial en la creación de entornos habitables, seguros y resilientes, mejorando la calidad de vida de las comunidades al garantizar la estabilidad y durabilidad de las infraestructuras que utilizan diariamente.



### 1.3.4 Justificación ambiental

La relación entre el coeficiente de balasto y la capacidad portante de los suelos también presenta justificaciones ambientales relevantes. Un diseño geotécnico preciso, basado en la comprensión del coeficiente de balasto, puede minimizar la necesidad de realizar excavaciones y movimientos de tierra significativos durante la construcción, reduciendo así la alteración del entorno natural. Al utilizar de manera eficiente el conocimiento sobre la capacidad portante del suelo, se pueden evitar prácticas constructivas que podrían resultar en la degradación del hábitat local, la pérdida de la vegetación y la erosión del suelo. Además, una planificación cuidadosa de las cimentaciones con base en el coeficiente de balasto contribuye a prevenir asentamientos no deseados, lo que disminuye la necesidad de realizar reparaciones frecuentes y, por ende, reduce la generación de residuos de construcción. Esto promueve un enfoque más sostenible y menos intrusivo en términos ambientales, ya que se minimizan los impactos negativos sobre los ecosistemas circundantes.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Realizar el estudio de las características físicas y de capacidad portante del suelo para zonificación geotécnica y su relación con el coeficiente de balasto en la localidad de Platería.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar las propiedades físicas y de capacidad portante que presentan el suelo de la localidad de Platería.
- b. Realizar un mapa de zonificación geotécnica según la caracterización del suelo de la localidad de Platería.



- c. Determinar la relación existente entre la capacidad portante de los suelos y el coeficiente de balasto en la localidad de Platería.

### 1.5 Importancia y alcance de la investigación

Cuando se trata de ingeniería geotécnica y construcción, es absolutamente necesario aprender a calcular el coeficiente de balasto y la capacidad portante de los suelos. Ambas características son esenciales para el diseño de los cimientos, ya que proporcionan información esencial sobre la respuesta del suelo a las cargas aplicadas. El coeficiente de balasto refleja la rigidez del suelo y su capacidad para soportar deformaciones bajo carga, mientras que la capacidad portante indica la máxima carga que el suelo puede soportar sin experimentar fallas. Comprender y calcular estos valores con precisión es crucial para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras, evitando posibles asentamientos excesivos, hundimientos o colapsos.

El conocimiento del coeficiente de balasto y la capacidad portante permite realizar diseños de cimentaciones eficientes y económicamente viables, evitando el sobre dimensionamiento de las estructuras y optimizando el uso de materiales. Además, contribuye a prevenir riesgos a largo plazo, como daños estructurales costosos o interrupciones en la funcionalidad de las construcciones. En última instancia, la determinación precisa de estos parámetros no solo asegura la seguridad y durabilidad de las infraestructuras, sino que también promueve prácticas constructivas más sostenibles y respetuosas con el entorno, minimizando impactos ambientales y sociales adversos. En resumen, hallar el coeficiente de balasto y la capacidad portante es esencial para el éxito y la sostenibilidad de cualquier proyecto de construcción.

## 1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación

### 1.6.1 Limitaciones

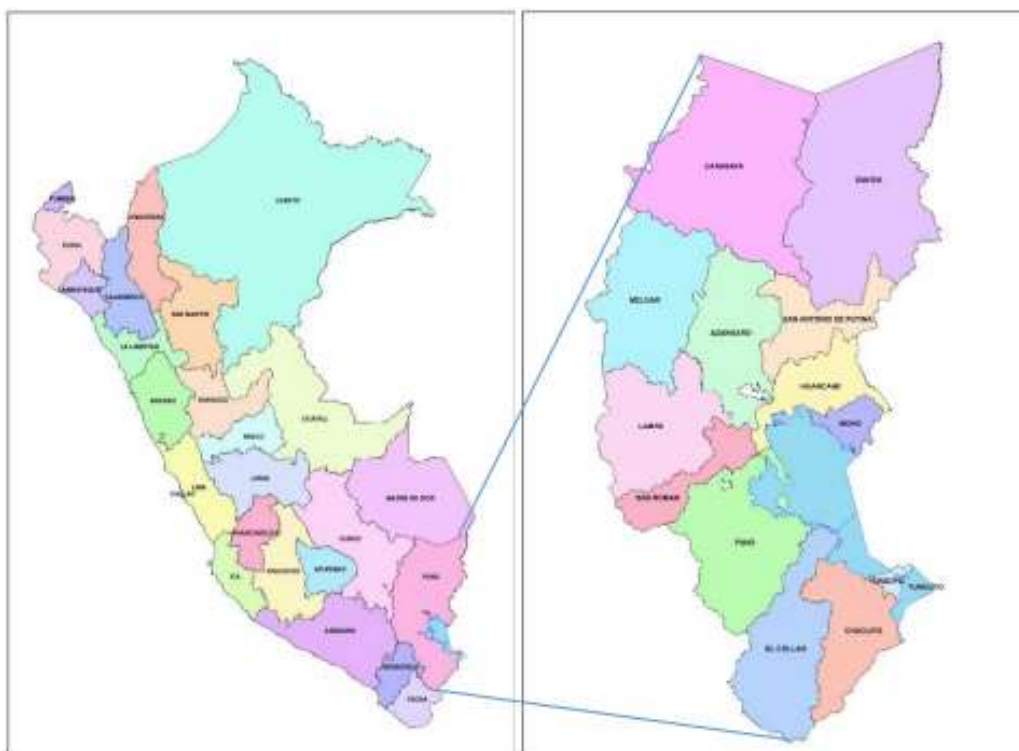
La falta de interés mostrada por las autoridades para promover la investigación es uno de los factores que contribuyen a las limitaciones de esta investigación. Esta falta de interés repercute en los esfuerzos que se están realizando para mejorar los procesos de construcción en la zona.

### 1.6.2 Delimitación

El ámbito geográfico de la presente investigación se limitó al distrito administrativo de Platería, situado en la provincia de Puno y bajo la jurisdicción del departamento de Puno.

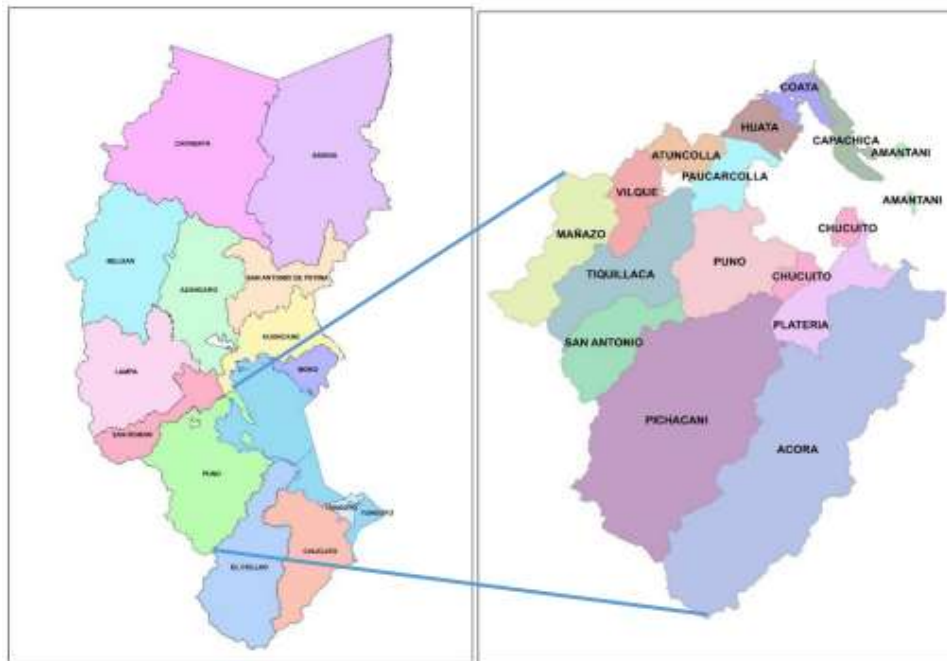
#### Figura 1

*Ubicación nacional*



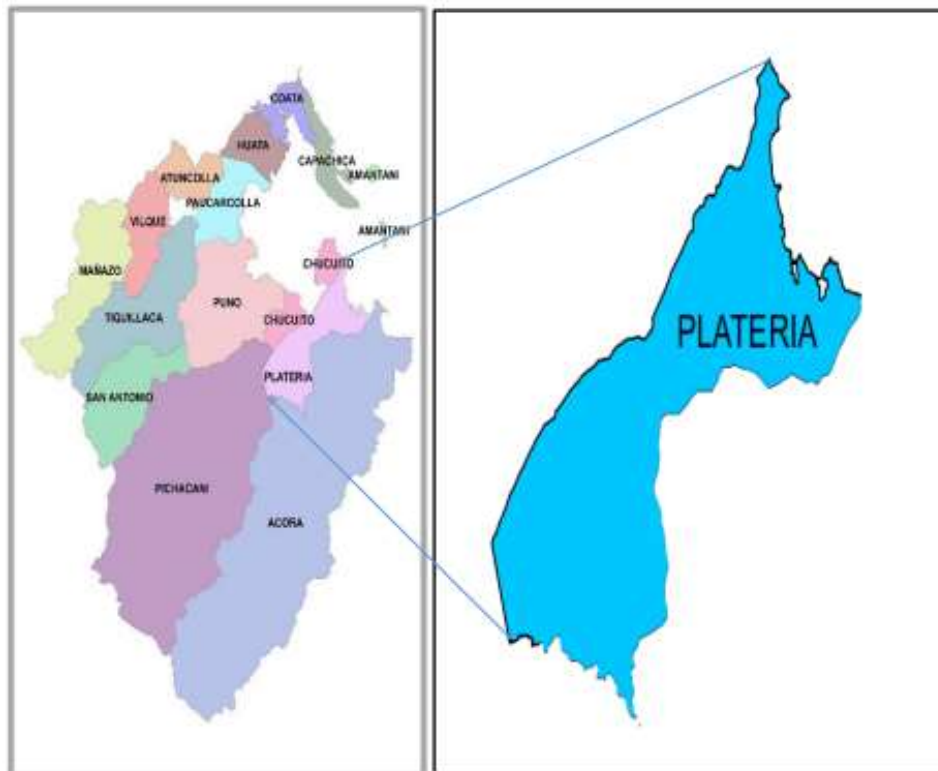
**Figura 2**

*Ubicación regional y provincial*



**Figura 3**

*Ubicación distrital de la investigación*



### Figura 4

*Ubicación de la zona del proyecto*



## 1.7 Hipótesis.

### 1.7.1 Hipótesis general

El estudio nos permitiría identificar las propiedades físicas y de capacidad portante las cuales variarían según la zona evaluada así mismo hubiera una relación directa entre la capacidad portante y el coeficiente de Balasto del suelo de la localidad de Platería.

### 1.7.2 Hipótesis específicas.

- a. Las propiedades físicas que presentara el suelo serían la granulometría, límites de consistencia y la capacidad portante variarían según al tipo de zona que haríamos la exploración en la localidad de Platería.
- b. El mapa de zonificación geotécnica se elaborará según la caracterización de los suelos y cargas admisibles, las cuales serían delimitadas por 3 zonas en la localidad de Platería



- c. Existiría una relación directa y significativa entre la capacidad portante de los suelos y el coeficiente de balasto en la localidad de Platería.

## 1.8 Variables

### 1.8.1 Variable independiente

#### Caracterización del suelo

- Físicas
- Mecánicas

### 1.8.2 Variable dependiente

#### Mapa de zonificación

- Zonificación por estratigrafía
- Zonificación por capacidad portante

### 1.8.3 Variable evaluación

#### Coefficiente de balasto (Ks)

- Deformación
- Tensión – presión
- Asentamiento

### 1.9 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Independiente</b>					
Caracterización del suelo	La caracterización de un suelo se refiere al proceso de identificar y describir las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo particular.	La caracterización de un suelo, desde una perspectiva operacional, se refiere al proceso específico y detallado mediante el cual se recopilan datos y se realizan análisis para describir y comprender las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo en particular.	- Físicas  - Mecánicas	- Estructura - Contenido de humedad - Limite liquido - Limite plástico - Granulometría - Fricción - Cohesión	Observación directa  Hojas de calculo  Manual de ensayos  Instrumentos de laboratorio
<b>Dependiente</b>					
Mapa de zonificación	Un mapa de zonificación es una representación gráfica que divide un área geográfica en distintas zonas o regiones con características o propiedades específicas.	la definición operacional de un mapa de zonificación implica el proceso práctico de recopilar datos, aplicar criterios de clasificación, y representar visualmente las zonas resultantes en un mapa para facilitar la planificación y el desarrollo del área en cuestión.	- Zonificación por estratigrafía  - Zonificación por capacidad portante	- Perfil estratigráfico  - Carga ultima  - Carga admisible	Observación directa  Hojas de calculo  Manual de ensayos
<b>Evaluación</b>					
Coeficiente de balasto	el coeficiente de balasto es un parámetro importante en ingeniería geotécnica que proporciona información sobre la respuesta del suelo ante cargas aplicadas y es crucial en el diseño seguro y eficiente de cimientos y estructuras.	la definición operacional del coeficiente de balasto implica una serie de pasos que van desde la obtención de datos geotécnicos hasta la aplicación y validación en el diseño de cimentaciones y estructuras, con el objetivo de comprender y prever la respuesta del suelo ante cargas externas.	- Deformación  - Tensión – presión  - Asentamiento	- Resistencia al corte  - Elasticidad - Presiones  -Consolidación	Observación directa  Hojas de calculo  Manual de ensayos  Instrumentos de laboratorio



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Núñez (2018), en su investigación "Análisis comparativo de modelación de pilotes con métodos de coeficientes de balasto y elementos finitos", Según él, la interacción entre el suelo y la estructura es un componente esencial de la modelización realista; sin embargo, debido al gran número de variables que intervienen, es difícil prever con precisión cómo reaccionarán los cimientos a las cargas que se apliquen, Con la ocurrencia de un evento sísmico y la presencia de condiciones desfavorables en el suelo cerca de la superficie, esto se vuelve aún más importante, En circunstancias como ésta, el establecimiento de cimientos significativos es vital. La complejidad de los modelos, que incluye tanto los modelos de coeficiente de balasto como los modelos de elementos finitos, demuestra una diferencia distinguible entre ambos. Cuando se dispone de poco tiempo para el cálculo, el enfoque de elementos finitos, a pesar de ser muy completo, puede resultar difícil de entender y parecer laborioso. Por lo tanto, a la hora de seleccionar el modelo constitutivo adecuado que se va a aplicar, es importante tomar medidas y emitir



juicios con detenimiento, centrándose principalmente en la evaluación precisa de los parámetros que representan el comportamiento del suelo, ya que una estimación inexacta puede dar lugar a conclusiones totalmente imprecisas, lo que podría alargar los plazos de cálculo.

Acevedo y Henao (2017), en su investigación "Determinación del módulo de reacción(K) para el conjunto capa triturada y subrasante", Mediante ensayos de carga de placa, el objetivo principal es realizar un análisis del módulo de reacción de una sección de ensayo compuesta por una mezcla de subbase triturada y subrasante, la utilización de material triturado de espesores variables como capa de subbase con el fin de evaluar la resistencia a la deformación que se produce cuando se aplican tensiones. La investigación consistió en hallar los módulos de respuesta para las capas de subbase triturada propuestas, que tenían espesores de 20 y 30 centímetros, así como en evaluar las características de la subrasante. Se alcanzaron varios resultados, entre ellos que el valor del módulo que se determinó fue de 90 MPa/m, lo que contrastaba con el valor que se descubrió sobre el terreno, que fue de 47 MPa/m. Esto demostró que la correlación proporciona valores de soporte distintos de los que se alcanzaron en esta investigación, Las correlaciones se generan mediante enfoques empíricos, pero los resultados obtenidos en esta investigación se recogieron directamente sobre el terreno. Esta es la razón de que así sea.

Cortes (2010), en su investigación "Estudio exploratorio para la determinación del coeficiente de balasto a partir de ensayos en laboratorio para suelos cohesivos", Es importante destacar que el coeficiente de balasto se calculó mediante el uso de una prueba de carga; por lo tanto, el propósito era comparar estos valores con los adquiridos mediante pruebas de laboratorio, haciendo uso tanto de los fundamentos teóricos como de los datos experimentales. Además, se llevó a cabo una investigación sobre el potencial de una conexión entre una prueba de carga uniaxial realizada en el laboratorio y el mismo tipo de



prueba modelada en condiciones análogas a las encontradas sobre el terreno. Como resultado de ello, se descubrió que la prueba de laboratorio no ofrece directamente el valor del coeficiente de balasto que se adquirió sobre el terreno, sino que resulta ser aproximadamente la mitad del valor que se calculó en el laboratorio.

Pantoja y Suarez (2015), en su investigación "Análisis de la magnitud existente entre los resultados del ensayo de penetración estándar y el coeficiente de balasto (k) en suelos originados a partir de cenizas volcánicas, ubicados en la zona de expansión urbana de Cerritos, en Pereira", En suelos que se formaron a partir de ceniza volcánica, el propósito de este estudio fue explorar si existe o no una relación probable entre el coeficiente de balasto y la prueba de penetración estándar (SPT). Dado que no se disponía de información suficiente, se determinó que la correlación entre el número corregido de golpes,  $N_{45}$ , obtenido a partir de la prueba SPT y la relación de balasto es estadísticamente limitada. Esta fue la conclusión a la que se llegó, Por otra parte, el comportamiento de esta conexión podría describirse como más polinómico que lineal. En conclusión, la comparación entre las pruebas de campo SPT y la prueba de placa de carga reveló que existe la posibilidad de utilizar una ecuación polinómica para establecer una correlación entre los resultados, basado en el valor de  $N_{45}$  después de haber sido rectificado... También se determinó que esta relación sería relevante para profundidades de hasta 1,50 metros, que fue otra de las conclusiones a las que se llegó.

### 2.1.2 *Antecedente nacional*

Socualaya (2017), en su investigación "Estudio de las propiedades de los suelos con el propósito de determinar el coeficiente de balasto en el Distrito de San Agustín de Cajas, correspondiente al año 2017", Para evaluar la influencia de las cualidades físicas del suelo, sus propiedades mecánicas y su capacidad admisible, se llevó a cabo la caracterización del suelo con el fin de adquirir el coeficiente de balasto, El objetivo es determinar el coeficiente de balasto para una cimentación somera ubicada en el Anexo



Bella Vista, que se encuentra en la zona de San Agustín de Cajas. En consecuencia, se realizaron pruebas para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como la capacidad que se consideraba aceptable. Se examinó la influencia del coeficiente de balasto, derivado por diversos métodos de estimación y ajustado por varios autores en función de las dimensiones de la cimentación, siempre que se analice el comportamiento de la cimentación. Para ello, se utilizó el software Safe con diversos coeficientes de balasto, de acuerdo con los procedimientos que se expondrán más adelante, para poder comparar los resultados del asentamiento e identificar las diferencias entre ellos. Es importante destacar que se utilizaron programas de análisis estructural para calcular las cargas transportadas del edificio a los cimientos a través del edificio.

Villareal (2017), en su investigación “Importancia del coeficiente de balasto en el análisis sísmico de edificaciones”, realizó un análisis sobre el modelo de Winkler, el modelo de Pasternak y el modelo de semiespacio elástico, tomando en consideración tanto una sola capa de suelo como dos capas de suelo individualmente. El propósito de este estudio es investigar el modelado estructural con la intención de comparar los modelos indicados anteriormente y, como último paso, registrar los asentamientos en estructuras que tienen cimientos de losa sobre bases elásticas.

Alarcon (2020), en su investigación “Relación de la caracterización de los suelos con el coeficiente de balasto en el distrito de Pilcomayo” “De acuerdo con la definición, la metodología fue un método cuantitativo, y se clasificó como un tipo de investigación aplicada. Además, el nivel de investigación fue descriptivo-correlacional, Se utilizó un método de investigación pre-experimental, y la población se definió como el área accesible de la urbanización WAYRA, que se encuentra en el distrito de Pilcomayo y abarca un área de 0,80 kilómetros cuadrados. La selección de la muestra no fue probabilística, Debido al conocimiento de que habría tres calcatas para observación, el tipo de muestreo que se utilizará va a ser por conveniencia. Se llegó a un juicio global como resultado de verlas. La



determinación del coeficiente de balasto está directamente relacionada con el proceso de caracterización de los suelos. Esto se debe al hecho de que el valor del coeficiente de balasto varía en función de las diversas características físicas y mecánicas de los suelos; Sin embargo, también depende del método de estimación que se utilice para su evaluación. Esto se debe a que el método que se emplee tiene un efecto sobre el comportamiento de la cimentación superficial, que a su vez afecta a las presiones que se ejercen sobre las zapatas, así como a los desarrollos o asentamientos que se producen.

### 2.1.3 Antecedente local

A nivel local y regional no se cuentan con antecedentes que estén relacionados con el coeficiente de balasto en características a los suelos.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Coeficiente de balasto ( $K_s$ )

#### 2.2.1.1 Módulo de reacción del suelo ( $K_s$ )

Emil Winkler presentó por primera vez la idea del coeficiente de balasto en el año 1876. En 1888, H. Zimmerman utilizó esta noción para examinar las traviesas de ferrocarril. En el marco de este debate, el término "balasto" se refiere a la capa de grava que se coloca en la vía férrea para asentar y estabilizar las traviesas. (Requena, 2007)

A efectos del estudio y diseño de cimentaciones en medios elásticos, los coeficientes de balasto no son magnitudes que puedan medirse fácilmente, ni pueden tabularse de forma sencilla. Estos coeficientes se utilizan para el estudio y diseño de cimentaciones, porque sus valores dependen de una gran variedad de variables, incluidas, entre otras, las dimensiones de la región sometida a carga, la heterogeneidad de los estratos, la amplitud de las cargas y la duración de las cargas dado que dependen de un gran número de variables, como las dimensiones de la región que recibe la carga. Según el modelo de interacción suelo-estructura propuesto por Winkler, el coeficiente de balasto



no depende únicamente del tipo de suelo, sino también de la geometría de los cimientos y de las características de la estructura que soportan. Otros factores que influyen en el coeficiente de balasto son el tipo de suelo. Por lo tanto, la rigidez y el comportamiento de la base de apoyo pueden verse afectados por diversos elementos, como la forma y el tamaño de la cimentación, así como la naturaleza del edificio. A ello se añaden las cualidades del suelo (Requena, 2007).

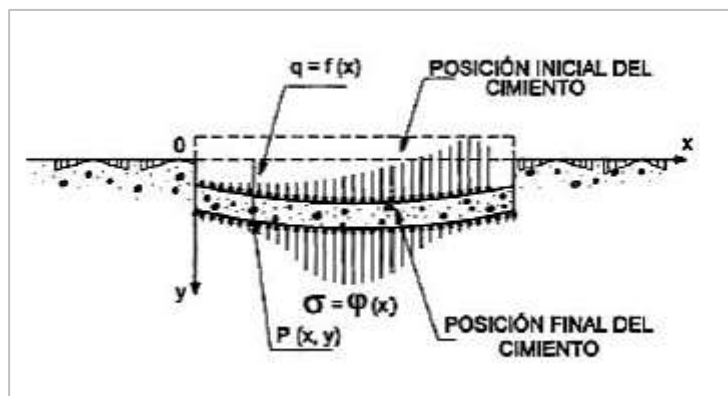
El método del coeficiente de balasto es el más utilizado en el ámbito de los cimientos. Este método modela el suelo como una serie infinita de muelles que se colocan bajo una viga deformable, que en este contexto representa la cimentación. La constante de deformación de cada muelle se denomina coeficiente de balasto ( $K_s$ ). El valor de este coeficiente se halla calculando el cociente entre la presión de contacto ( $q$ ) y la penetración o asentamiento ( $\phi$ ), que se establece durante la prueba de carga. (Requena, 2007).

$$K_s = \frac{q}{\phi} \dots \dots \dots (Ec. 1)$$

Es necesario modificar el modelo de interacción suelo-estructura para que tenga en cuenta la forma en que se distribuyen las presiones dentro del suelo. Por ejemplo, si estas fuerzas se distribuyen linealmente, como ocurre con las cimentaciones rígidas, el modelo debe reflejar ese atributo concreto, El cálculo debe llevarse a cabo mediante métodos fundacionales tradicionales, aplicando adecuadamente las reglas de tensión lineal. Algunos ejemplos de este tipo de modelos son el método de Winkler y el enfoque de elementos finitos Shell. Esto se debe principalmente a los avances tecnológicos que se han producido en los programas informáticos, que han hecho que la ingeniería de cimentaciones disponga hoy de más recursos de diseño. La utilidad de estos programas depende de la correcta introducción de los datos, pero son capaces de proporcionar soluciones precisas y exactas. Por ello, es de suma importancia medir con precisión el coeficiente de balasto ( $K_s$ ). (Requena, 2007).

Figura 5

Comportamiento teórico de un cimiento o placa flexible

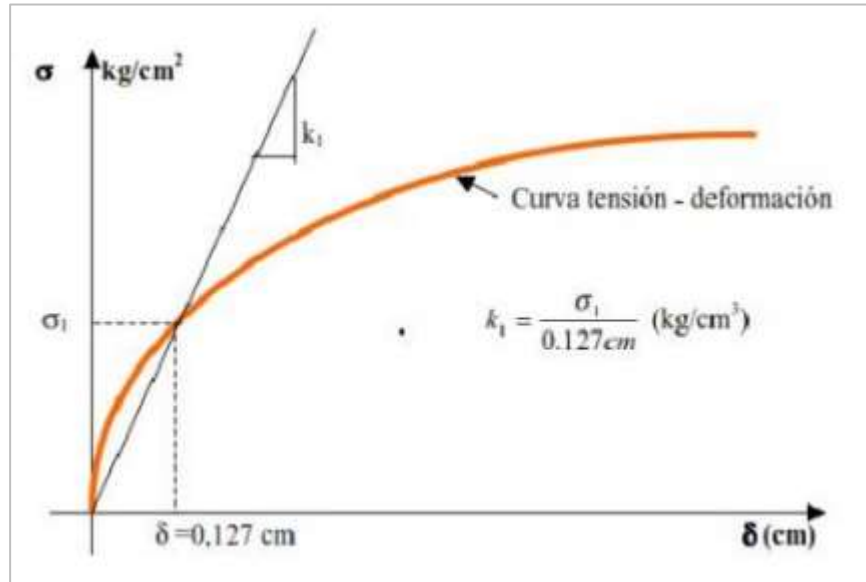


Existe una noción conocida como coeficiente de balasto que establece la relación entre la presión que se aplica al suelo y la deformación que se produce como consecuencia de dicha presión. Ya sea para zapatas continuas, vigas o losas de cimentación, este parámetro es esencial para el análisis y el diseño de las cimentaciones. Por lo tanto, es esencial tenerlo en cuenta. La ilustración que sigue proporciona una representación visual de esta relación, demostrando cómo varía la deformación del suelo en función de la presión suministrada por la cimentación. (Requena, 2007).

El coeficiente de balasto de un suelo ( $K_s$ ) es una propiedad de resistencia que se considera constante, lo que significa que el suelo posee un cierto grado de elasticidad. Esto es así independientemente de que el suelo se encuentre en su estado natural, como subrasante, como subbase o como base. Por otra parte, este coeficiente depende de una serie de aspectos que influyen en la resistencia del suelo, como su textura, compacidad, humedad y otros componentes. Hay una serie de hipótesis que proponen que el coeficiente de balasto del suelo puede cambiar en función de la superficie que se carga y de la cantidad de asentamiento que se produce como resultado de esa carga. La prueba de la placa de carga, que suele tener un diámetro de 76,2 centímetros (30 pulgadas), es el método que se utiliza para determinar este parámetro. Para realizar esta prueba, se aplica presión a la placa para hundirla en el suelo, lo que produce una deformación de 0,127 centímetros (0,05 pulgadas). (Crespo, 2004 pág. 113).

**Figura 6**

*Tensión – deformación, teste de carga*



*Nota. Crespo, 2004*

$$K = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{Deformacion}} = \frac{kg}{cm^3} \text{ o } \frac{lb}{pulg^3} \dots \dots (Ec. 2)$$

Además, el coeficiente de balasto del suelo, denotado por el símbolo  $K_s$ , puede definirse como la relación entre una presión de 0,7 kilogramos por centímetro cuadrado (10 libras por pulgada cuadrada) y la deformación equivalente, medida en centímetros o pulgadas. Además, es necesario utilizar la siguiente correlación si se utilizan placas diminutas con diámetros inferiores a 76,2 centímetros (30 pulgadas). (Crespo, 2004).

$$K = \frac{0.7kg/cm^2}{\varphi(cm)} = \frac{kg}{cm^3} = \frac{10lb/pulg^2}{\varphi(pulg.)} \frac{lb}{pulg^3} \dots \dots (Ec. 3)$$

$$K = K_{30} \cdot D_{30} = K_x \cdot D_x \dots \dots (Ec. 4)$$

### 2.2.1.2 Cálculo del coeficiente de balasto con la identificación de parámetros definitivos del suelo

Antes se ha señalado que para evaluar el coeficiente de balasto de un suelo se utiliza una prueba de carga in situ. Esta prueba se realiza colocando sobre el suelo una placa cuadrada de 30, 60 o 76 centímetros de altura. Es importante señalar que el diámetro de la placa en la que se ha realizado la prueba se indica mediante el subíndice que se adjunta al coeficiente de balasto ( $K_s$ ). Una placa que mide 30 centímetros se indica con la designación  $K_{s30}$ , mientras que una placa que mide 76 centímetros se indica con la designación  $K_{s76}$ . También existe la posibilidad de obtener este parámetro a partir de las características del suelo, como la tensión permitida o el módulo de deformación. Estas características se relacionan mediante fórmulas creadas por distintos investigadores. (Muzás Labad, 2002).

#### a. A partir de ensayos de placa de carga

La determinación del coeficiente de balasto ha sido ofrecida por diferentes académicos, creando una serie de recomendaciones alternativas. En esta investigación se tienen en cuenta la mayoría de ellas, Para investigar las vigas horizontales, Terzaghi abogó por el uso de coeficientes de reacción verticales. Por otra parte, se propusieron coeficientes de reacción horizontales para la investigación de construcciones verticales. En su propuesta de análisis de cimentaciones, Terzaghi diferenciaba entre suelos arcillosos y arenosos y recomendaba dos metodologías distintas. En la primera técnica, las arcillas se tienen en cuenta a la hora de diseñar el comportamiento, mientras que, en el segundo enfoque, los suelos arenosos son el centro de atención. Terzaghi ofreció un coeficiente denominado  $K_s$  (1) en cada uno de los escenarios. Este coeficiente se refiere a la utilización de una placa cuadrada de un pie de lado. Después, pasó a discutir el procedimiento que debe seguirse para alterar este valor cuando se trabaja con placas que

tienen un lado que es "b" de longitud, así como para cimientos rectangulares que tienen dimensiones de (b x l). (Calavera Ruiz, 2000).

### - Suelos arcillosos

Terzaghi estableció un coeficiente de balasto  $K_s$  (1) para analizar edificios horizontales apoyados sobre suelos arcillosos. Este coeficiente de balasto es aplicable a una placa cuadrada de un pie de lado (unos 30 cm) y viene determinado por la consistencia del contenido de arcilla. La resistencia básica a la compresión, abreviada como  $q_u$ , es la que define esta consistencia entre dos materiales. A partir de esta información, Terzaghi pudo calcular los valores medios del coeficiente de balasto:

**Tabla 2**

*Coeficiente de balasto por Terzaghi*

Coeficiente de balasto placa de 30x30cm	
Tipo de suelo	
Calidad de arcilla	$K_{s30}(kp/cm^3)$
Arcilla consistente ( $q_u=1-2kp/cm^2$ )	1.60 - 3.20 (2.50)
Arcilla muy consistente ( $q_u=2-4kp/cm^2$ )	3.20 - 6.40 (5.00)
Arcilla dura ( $q_u>4kp/cm^2$ )	>6.40(10)

Nota. Rodríguez Ortiz 2018

En la propuesta inicial, que se entregó en unidades métricas, se especificaban unos valores concretos. Estos valores se determinaron utilizando la frase que se presenta a continuación

$$K_{s30} = \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 1.645 \times q_u \left( \frac{kg}{cm^2} \right) \dots \dots (Ec. 5)$$

Cuando se consideran suelos arcillosos, Terzaghi hizo la observación de que el número de asentamientos que experimenta una placa es directamente proporcional al



tamaño de la placa. Por lo tanto, sugirió que el coeficiente de balasto que debe tenerse en cuenta debería ser inversamente proporcional a la magnitud de la anchura de la placa. Dicho de otro modo, el coeficiente de balasto necesario para el cálculo se reducirá proporcionalmente a la anchura de la placa:

$$\frac{Kb}{K30} = \frac{1(\text{pies})}{b(\text{pies})} = \frac{0.30(\text{m})}{b(\text{m})} \dots\dots\dots (\text{Ec. 6})$$

Según este enfoque, el resultado es el mismo independientemente del tamaño de la losa, siempre que el coeficiente de balasto  $K_b$  se multiplique por la anchura ("b") de la losa. Terzaghi propuso una fórmula particular para calcular el coeficiente de balasto  $K_{b,l}$  para cimentaciones rectangulares con una anchura "b" y una longitud "l". "b" y "l" son las dimensiones de los cimientos:

$$K_{sb.l} = \frac{2}{3} K_{sb} \left(1 + \frac{b}{2l}\right) \dots\dots (\text{Ec. 7})$$

Esta relación demuestra que el coeficiente de balasto  $K_{sb,l}$  para cimentaciones rectangulares y el coeficiente  $K_{sb}$  para losas cuadradas se representan ambos en las mismas unidades. Esto es así porque las cimentaciones son rectangulares. Es necesario que las dimensiones "b" y "l" se midan utilizando las mismas unidades de medida para que la fórmula funcione correctamente. El cociente  $b/2l$  se aproxima a cero cuando la longitud "l" es mucho mayor que la anchura "b". Esto indica que el coeficiente de balasto  $K_{sb,l}$  equivale al coeficiente de una placa cuadrada de lado "b" dividido por 1,5. En otras palabras, el coeficiente de balasto  $K_{sb,l}$  es idéntico a la ecuación.

**- Suelos arenosos**

Basándose en el grado de compacidad del suelo, Terzaghi propuso el uso de valores del coeficiente de balasto ( $K_s$ ) para losas de un pie por un pie con el fin de realizar una investigación de suelos arenosos. La arena puede estar seca, húmeda o totalmente sumergida en agua, y estos valores típicos cambian en función del tipo de estado de la arena:

**Tabla 3**

*Valores de coeficiente de balasto propuesto por Terzaghi*

Coeficiente de balasto placa de 30x30cm	
Tipo de suelo	$K_{s30}$ (kp/cm <sup>3</sup> )
Tipo de arena	-
Arena floja	1.28
Arena media	4.15
Arcilla densa	15.97

*Nota.* Rodríguez Ortiz 2018

Terzaghi sugirió una reducción del 60% en los valores del coeficiente de balasto para las arenas enterradas. La sugerencia era más exhaustiva, ya que proporcionaba una gama de valores para cada tipo de arena y tenía en cuenta la compacidad de la arena. A continuación, figura una tabla con un resumen de estas sugerencias:

**Tabla 4**

*Valores de coeficiente de balasto propuesto por Terzaghi*

Coeficiente de balasto del suelo con una placa de 30x30cm		
Valores de $K_{s30}$ , Propuestos por Terzaghi		
Tipo de suelo	N golpes/30cm	$K_{s30}$ (kp/cm <sup>3</sup> )
Arena seca:		
Suelto	<10.0	0.640 - 1.92(1.30)
Promedio	10.0 a 30.0	1.920 - 9.60(4.00)
Compactado	30.0 a 50.0	9.600 - 32(16.00)
Muy compactado	>50.0	>32.0
Arena sumergida:		
Suelta		0.80



Media	2.5
Compacta	10.00

Estos valores han demostrado que, a grandes rasgos, se satisfacen las siguientes relaciones y que el logaritmo del coeficiente de balasto tiende a seguir un patrón lineal proporcional al valor de N (número de golpes en un ensayo SPT):

Arena seca o húmeda:

$$K_{s30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N+2}{34}} \dots (Ec. 8)$$

Arena sumergida:

$$K_{s30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 0.60 \times 10^{\frac{N+2}{34}} \dots (Ec. 9)$$

Terzaghi afirma que se ha descubierto que el coeficiente de balasto de una viga con una anchura de un pie es casi equivalente al coeficiente de una placa cuadrada que también tiene una anchura de un pie. Esta es la conclusión a la que se ha llegado. Esto se debe a que la carga que se dispersa a lo largo de la viga tiene una influencia mínima en las distintas partes de la estructura. El coeficiente de balasto para una viga muy larga se reduciría a la mitad o a un tercio del valor original si se aplicara a la viga la misma fórmula que se utiliza para las arcillas en cimentaciones rectangulares. Por otra parte, la amplia experiencia demuestra que el coeficiente de balasto puede reducirse en un factor de 1,5 en circunstancias graves en las que las vigas son considerablemente más largas.

Terzaghi indicó que el coeficiente de balasto debe determinarse mediante la siguiente fórmula en cimentaciones cuadradas de lado "b" o en vigas de la misma dimensión. Esta fórmula es la siguiente:



$$Kb = Ks \left( \frac{b(m) + 0.3(m)}{2b(m)} \right)^2$$

Placa de forma cuadrada o viga asentada sobre arena seca o mojada:

$$Kb \cdot l \left( \frac{t}{m^3} \right) = 100 \times 10^{\frac{N+2}{34}} \left( \frac{b(m) + 0.3(m)}{2b(m)} \right)^2$$

Placa cuadrada o viga sobre arena seca o húmeda:

$$Kb \cdot l \left( \frac{t}{m^3} \right) = 600 \times 10^{\frac{N+2}{34}} \left( \frac{b(m) + 0.3(m)}{2b(m)} \right)^2 \dots (Ec. 12)$$

### b. A partir del módulo de compresibilidad del suelo Es

Según De Beer, el coeficiente de balasto tiene la siguiente expresión:

1. Una cimentación circular con una superficie total "A" debe tener una rigidez estructural suficiente para garantizar que las presiones que se ejercen sobre el suelo se distribuyen correctamente:

$$K = 1.392 \frac{Es}{\sqrt{A}} \dots (Ec. 13)$$

2. Una cimentación de forma circular, con un área total "A" y una rigidez casi infinita es capaz de distribuir las cargas de forma coherente sin deformarse ni mostrar una flexibilidad significativa cuando se le aplica presión:

$$K = 1.50 \frac{Es}{\sqrt{A}} \dots (Ec. 14)$$

3. Es posible que una cimentación rectangular distribuya las cargas uniformemente, lo que indica que las presiones sobre la superficie de contacto son homogéneas y no

generan deformaciones o irregularidades significativas en la cimentación. Esto viene determinado por el hecho de que el lado largo "a" sea mayor que el lado corto "b" y de que la cimentación tenga suficiente rigidez:

$$K = 1.330 \frac{Es}{\sqrt[3]{a^1 b^2}} \dots (Ec. 15)$$

4. Si el lado "a" de una cimentación rectangular es mayor que el lado "b" y la cimentación no tiene la rigidez adecuada, la cimentación puede sufrir levantamientos o deformaciones erráticas. Este fenómeno se produce como consecuencia de la rigidez inadecuada, que impide que las presiones se distribuyan por igual. Como resultado, se generan lugares de concentración de cargas y levantamientos en regiones específicas de los cimientos:

$$Kb = 1.330 \frac{Es}{\sqrt[3]{l^1 b^2}} \dots (Ec. 16)$$

Si el levantamiento  $\alpha$ .  $\alpha > \pi$ , se denota por  $\alpha' = \pi / \alpha$ , siendo:

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{Ks \cdot b}{4 \cdot E \cdot l}} \dots (Ec. 17)$$

Vesic planteó la hipótesis de que el coeficiente de balasto, denominado  $K_s$ , depende no sólo del módulo de deformación o elasticidad del suelo, denominado  $E_s$ , sino también del coeficiente de Poisson, denominado  $\nu$ . La anchura de los cimientos ( $b$ ) es otro factor que interviene en la ecuación. La relación se expresa en su forma simplificada mediante una fórmula que combina estos componentes para calcular el coeficiente de balasto. Este coeficiente refleja cómo puede responder el suelo a las cargas aplicadas por los cimientos mediante el coeficiente de balasto:

$$Ks = \frac{Es}{b(1 - \nu^2)} \dots (Ec. 18)$$



Según la teoría de Klepikov, el coeficiente de balasto puede representarse como una relación entre la presión que se aplica a una cimentación y la deformación del suelo que provoca esa presión en la cimentación. Utilizando este método, se puede conocer el comportamiento del suelo cuando está sometido a cargas, lo que proporciona una base para el diseño de cimentaciones y otras estructuras:

$$K_s = \frac{E_s}{\frac{wA}{2}(1 - u^2)} \dots\dots (Ec. 19)$$

De acuerdo con esta proposición, el coeficiente de balasto puede calcularse utilizando. La revisión de una tabla que tiene en cuenta la longitud (L) y la anchura (b) de la cimentación es el método que se utiliza para determinar el coeficiente de forma (w) de las zapatas o losas:

**Tabla 5**

*Coefficientes de cimentación*

<b>w</b>	<b>L/b</b>
0.88	1.00
0.87	1.50
0.86	2.00
0.83	3.00
0.80	4.00
0.77	5.00
0.74	6.00
0.73	7.00
0.71	8.00
0.89	9.00
0.62	10.00

Nota. Requena 2018



**c. Usando el módulo de deformación o módulo edométrico equivalente Eo del**

**suelo.**

1. Es posible garantizar que las presiones se distribuyan por igual en toda la base de un cimiento de forma circular con un área total de (A) porque el cimiento posee la densidad adecuada.:

$$K = 1.392 \frac{Eo}{\sqrt{A}} \dots (Ec. 20)$$

2. Una cimentación rectangular, en la que la longitud (a) es mayor que la anchura (b), posee una rigidez adecuada para garantizar que las presiones se distribuyen uniformemente sobre su base:

$$K = 1.330 \frac{Eo}{\sqrt[3]{a^1 b^2}} \dots (Ec. 21)$$

Según De Beer, esta formulación es comparable a dos de las ecuaciones que propuso.

**d. por tabulaciones**

La resistencia admisible del suelo puede utilizarse para determinar los valores del coeficiente de balasto o los módulos de Winkler que pueden producirse. Los valores que se muestran en esta tabla corresponden a una superficie de apoyo determinada. Estos son los valores que hay que introducir directamente para establecer las propiedades del suelo en el programa Safe. No es necesario realizar ninguna modificación adicional.

**Tabla 6**

*Directrices para la capacidad admisible basadas en el tipo de suelo.*

Criterios geotecnia		
Perfil	Tipo de suelo	qadm (kg/cm2)

So	Roca dura	$6 < q_{adm.} < 12$
S1	Muy rígido	$3 < q_{adm.} < 6$
S2	Intermedio	$1.2 < q_{adm.} < 3$
S3	Blando o flexible	$Q_{adm} < 1.2$

Nota. Nelson Morrison 2019

Los valores del coeficiente de balasto, que han sido propuestos por Terzaghi y otros a lo largo del tiempo, se determinan a partir de la prueba de carga y se adquieren por extrapolación que se realiza para cada grado de tensión admisible del suelo.

### Tabla 7

Directrices para el coeficiente de balasto basadas en la capacidad portante del suelo.

Criterios portantes del terreno 8 Según el tipo de suelo)		
Suelo blando Kg/cm <sup>2</sup>	Suelo intermedio Kg/cm <sup>2</sup>	Suelo rígido Kg/cm <sup>2</sup>
0.25 a 1.50	1.55 a 2.80	2.85 a 4.00
Rango de módulo de reacción del suelo (según la capacidad portante – balasto)		
Kg/cm <sup>3</sup>	Intermedio	Kg/cm <sup>3</sup>
0.65 a 3.10	3.19 a 5.60	5.70 a 8.00

Nota. Nelson Morrison 2019

Otra presentación del módulo de reacción del suelo es la de Bowles (1974), que se basa en la capacidad permitida del suelo.

$$K = \frac{Fs \times qa}{S} \dots\dots (Ec. 22)$$

La cantidad de margen que se determina para evitar el fallo como resultado de un asentamiento excesivo se denomina factor de seguridad de asentamiento, o Fs. La

cantidad máxima de carga que el suelo es capaz de soportar antes de empezar a experimentar un asentamiento crítico se denomina capacidad de asentamiento aceptable, abreviada como  $q_a$ . Cuando se dan unas condiciones particulares de carga y suelo, el parámetro  $S$  muestra el asentamiento esperado que se producirá.

Como experto en el campo de la paráfrasis, podría proporcionarme una paráfrasis del siguiente texto, que sea comprensible y completa:

$$K = 120 \times q_a \dots (Ec. 23)$$

**Tabla 8**

*Valores relación capacidad portante y coeficiente de balasto*

Suelos blandos o flexibles		Suelos intermedios		Suelos rígidos	
Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	C.Balasto (kg/cm <sup>3</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	C.Balasto (kg/cm <sup>3</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	C.Balasto (kg/cm <sup>3</sup> )
0.250	0.650	1.550	3.190	2.850	5.700
0.300	0.780	1.600	3.280	2.900	5.800
0.350	0.910	1.650	3.370	2.950	5.900
0.400	1.040	1.700	3.460	3.000	6.000
0.450	1.170	1.750	3.550	3.050	6.100
0.500	1.300	1.800	3.640	3.100	6.200
0.550	1.390	1.850	3.730	3.150	6.300
0.600	1.480	1.900	3.820	3.200	6.400
0.650	1.570	1.950	3.910	3.250	6.500
0.700	1.660	2.000	4.000	3.300	6.600
0.750	1.750	2.050	4.100	3.350	6.700
0.800	1.840	2.100	4.200	3.400	6.800
0.850	1.930	2.150	4.300	3.450	6.900
0.900	2.020	2.200	4.400	3.500	7.000
0.950	2.110	2.250	4.500	3.550	7.100
1.000	2.200	2.300	4.600	3.600	7.200
1.050	2.290	2.350	4.700	3.650	7.300
1.100	2.380	2.400	4.800	3.700	7.400
1.150	2.470	2.450	4.900	3.750	7.500
1.200	2.560	2.50	5.00	3.80	7.60
1.250	2.650	2.55	5.10	3.85	7.70
1.300	2.740	2.60	5.20	3.90	7.80
1.350	2.830	2.65	5.30	3.95	7.90
1.400	2.920	2.70	5.40	4.00	8.00
1.450	3.010	2.75	5.50		
1.500	3.100	2.80	5.60		

*Nota.* Nelson Morrison 2019

No es necesario realizar ningún ajuste en los valores que se especifica que deben introducirse para las propiedades del suelo en el programa Safe. Tal y como se indica en la referencia proporcionada por Jiménez en su En la tabla 1.1 del libro "Geotecnia y cimentaciones III" se resumen los valores del coeficiente de balasto  $K_s$  para una losa de 30 centímetros cuadrados.

Con el fin de proporcionar valores orientativos para el coeficiente de balasto, relacionados con el tipo de suelo concreto, se han establecido varias estimaciones utilizando diversos métodos. El objetivo de estas estimaciones es simplificar el proceso de obtención de valores de referencia para diversos tipos de suelo. Estas estimaciones fueron desarrolladas por especialistas e investigadores, como Terzaghi y otros.

### Tabla 9

*Valores del coeficiente de balasto sugeridos por Terzaghi.*

Coeficiente de balasto del suelo con una placa de 30x30cm	
Valores de $K_{s30}$ , propuestos por Terzaghi	
Clase de suelo	$K_s(kp/cm^3)$
Suelta	0.64 - 1.92(1.3)
Media	1.92 - 9.60(4.0)
Compacta	9.60 - 32(16.0)
Arena sumergida	
Suelta	0.8
Media	2.5
Compacta	10
Arcilla	
$q_u=1-2kp/cm^2$	1.6 - 3.2(205)
$q_u=2-4kp/cm^3$	3.2 - 6.4(5.0)
$q_u=4kp/cm^4$	>6.4(10)

*Nota. Rodríguez Ortiz*

### Tabla 10

*Valores orientados del coeficiente de balasto para placa de carga de 30x30cm<sup>2</sup>*

Coeficiente de balasto del suelo con una placa de 30x30cm			
Valores de $K_{s30}$ valores orientativos			
Clase de suelo	$K_{s30}(kg/cm^3)$	Clase de suelo	$K_{s30}(kg/cm^3)$
Suelo ligero de turba y cenagoso	0.50 - 1.00	Margas con alto contenido de arcilla.	20.0 - 40.0

Suelo pesado de turba y cenagoso	1.00 - 1.50	Materia orgánica compacta con capas de arena y escasas piedras.	8.0 - 10.0
Arena fina de ribera o playa	1.00 - 1.50	Materia orgánica compacta con capas de arena y abundantes piedras.	10.0 - 12.0
Arena floja seca	1.00 - 1.30	Grava mezclada con arena suelta.	4.0 - 12.0
Arena floja humedad	0.80 - 1.00	Grava con arena compactada.	9.0 - 25.0
Arena compacta seca	3.00 - 9.00	Grava de grano fino con alta proporción de arena fina.	8.0 - 10.
Arena compacta húmeda	2.00 - 6.00	Grava de tamaño medio mezclada con arena fina.	10.0 -12.0
Capa de humis, arena y grava	9.00 - 20.00	Grava de tamaño medio con arena gruesa.	12.0 - 15.0
Arcilla mojada	7.00 - 13.00	Grava de grano grueso con arena de grano grueso.	15.0 -20.0
Arcilla húmeda	1.00 - 2.00	Grava de grano grueso con escasa arena.	15.0 - 20.0
Arcilla seca	2.00 - 3.00	Rocas suaves o ligeramente alteradas.	>30.0
Arcilla seca dura	4.00 - 5.0	Rocas intactas.	>500.0
	6.00 - 9.00		
	>10.0		

*Nota.* Freire Tellado ,2000

### Tabla 11

*Valores de coeficiente de balasto Ks30*

Coeficiente de balasto del suelo con una placa de 30x30cm	
Valores de Ks30 propuestos por diversos autores	
Tipo de suelo	Ks30(kp/cm3)
Arena fina de playa	1.00-1.50
Arena floja, seca o húmeda	1.00-3.00
Arena media, seca o húmeda	3.00-9.00
Arena compacta, seca o húmeda	9.00-20.00
Gravilla arenosa floja	4.00-8.00
Gravilla arenosa compacta	9.00-25.00
Grava arenosa floja	7.00-12.00
Grava arenosa compacta	12.00-30.00
Margas arcillosas	20.00-40.00
Rocas blandas o algo alteradas	30.00-500.00



---

Rocas sanas

800.00-300000

---

*Nota.* Rodríguez, 2020.

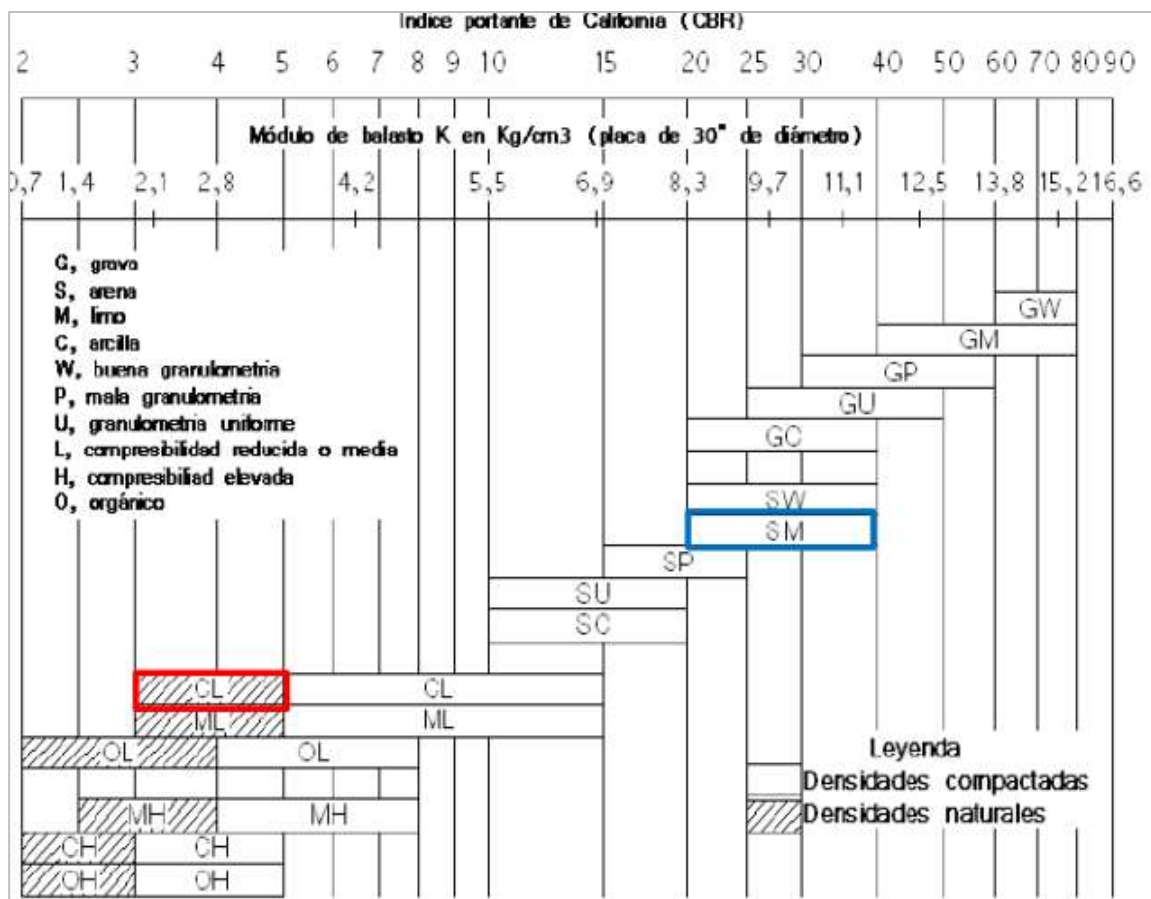
**e. Basado en datos obtenidos de pruebas de laboratorio y correlaciones teóricas.**

- Es posible disponer de una estimación del coeficiente de balasto utilizando las relaciones que existen entre las cualidades del suelo y el coeficiente de capacidad portante de California (CBR). Este enfoque de estimación produce una correlación entre la capacidad del suelo para soportar cargas y el valor del coeficiente de balasto. Esta correlación sirve como referencia para determinar la resistencia del suelo, así como su respuesta cuando se somete a carga.

Este cálculo se realiza con la ayuda de un nomograma que establece una conexión entre la clasificación del suelo y el coeficiente de balasto. Utilizando este método, los valores de  $K_{s76}$  pueden asignarse en función del tipo de suelo y de la capacidad portante del mismo, lo que facilita sustancialmente el proceso de diseño y evaluación de cimentaciones. (Winter G., 1977).

**Figura 7**

*Relación del coeficiente de balasto ( $K_{s76}$ ), el tipo de material y capacidad portante*



Nota. Proyecto de estructuras de hormigos, Winter, 2010

- Utilizando un nomograma que establece una conexión entre estas características, es posible estimar el coeficiente de balasto basado en la capacidad portante CBR para el diseño de pavimentos. En el caso de los firmes, donde el coeficiente de capacidad portante de California (CBR) es un indicador crucial de la resistencia del suelo y se emplea a menudo en el diseño y la evaluación de las construcciones de carreteras, el nomograma permite determinar un valor aceptable del coeficiente de balasto basado en el CBR. Esto resulta especialmente útil en el caso de los pavimentos.

El trazado de la curva tensión-deformación puede realizarse midiendo las deformaciones que se producen al aumentar la carga aplicada. La prueba puede repetirse hasta alcanzar una deformación de 0,254 cm, que es comparable al doble de la deformación de referencia inicial de 0,127 cm. Además, este aumento tiene en cuenta un coeficiente de seguridad igual a dos, que proporciona un amortiguador adicional para la

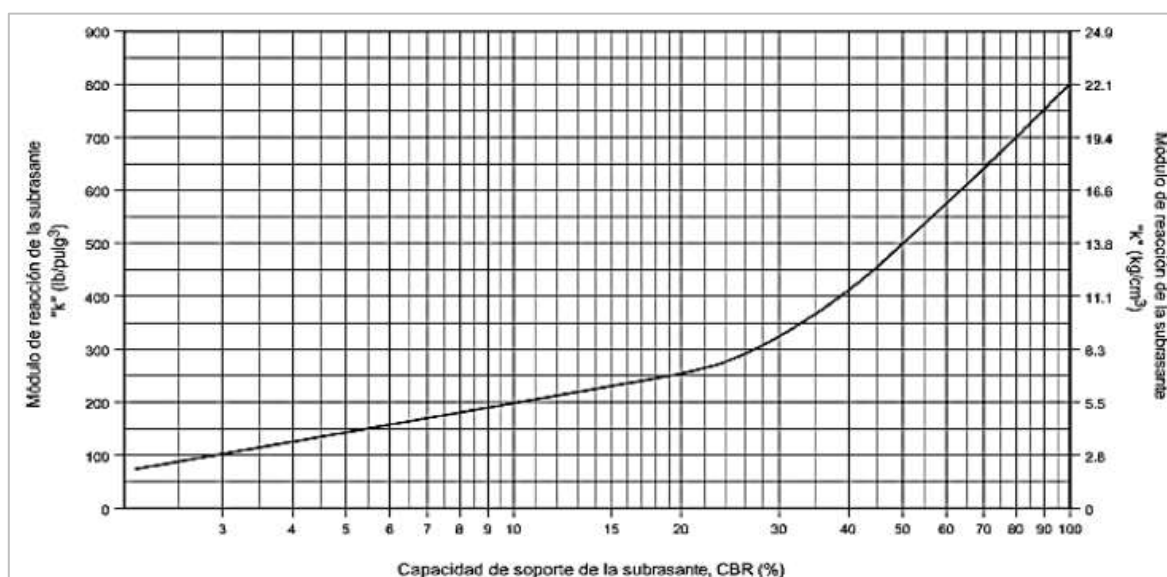
evaluación del comportamiento del material cuando se carga, Es posible utilizar esta curva de tensión-deformación para determinar la tensión de trabajo del suelo. Hay que tener en cuenta que esta tensión sólo es válida a una profundidad comprendida entre 1,5 y 2 veces el diámetro de la placa utilizada en la prueba. Se trata de un requisito importante a tener en cuenta. Esto indica que los resultados obtenidos son aplicables a esa capa de suelo en particular, y es posible que no sean indicativos de otras capas de suelo más profundas.

A continuación, se muestra una curva logarítmica que ilustra la relación entre el coeficiente de resistencia a la compresión de California (CBR) para una penetración de 0,254 centímetros (0,1 pulgadas) y el coeficiente de balasto  $K_{s76}$  para una penetración de 0,127 centímetros (0,05 pulgadas). Esta representación gráfica permite comprender cómo se desplaza el coeficiente de balasto en relación con el coeficiente de resistencia a la compresión (CBR), ofreciendo así una herramienta para evaluar la resistencia del suelo y cómo se comporta cuando se somete a una carga adicional (Crespo, 2014).

$$\begin{aligned} \text{Para } CBR < 10\%, K_{s30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) &= 0.25 + 5.15 \times \log(CBR\%), K_{s30} \left( \frac{lb}{pulg^3} \right) \\ &= 36.05 \times K_{s30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right), K_{s30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 0.02768 \times K_{s30} \left( \frac{lb}{pulg^3} \right) \dots \dots (Ec - 24) \end{aligned}$$

**Figura 8**

*Curva logarítmica de relación entre el CBR y el coeficiente de balasto  $K_{s76}$  de la subrasante a (0.127 cm).*





Nota. Crespo, 2014.

## 2.2.2 Características de suelos para cimentación.

### 2.2.2.1 Características físicas

De acuerdo con la norma E050 para suelos y cimentaciones, las cualidades del suelo se evalúan mediante diversos ensayos, que pueden realizarse tanto en campo como en laboratorio. Para la realización de estos ensayos se siguen las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Estas normas señalan los procesos y prerrequisitos que se deben cumplir para obtener datos correctos y confiables en relación a las propiedades del suelo.

Cuando se trata del estudio de la mecánica del suelo, es esencial tener una comprensión sólida de las características físicas primarias del suelo. Podemos hacer predicciones precisas sobre cómo reaccionará un suelo a las cargas en el futuro interpretando correctamente estas propiedades, sobre todo si tenemos en cuenta la influencia del contenido de humedad. Podemos anticipar el comportamiento del suelo y tomar decisiones para el diseño y la construcción de la cimentación basándonos en esta información. (Crespo, 2004 pág. 41).

#### a. Análisis mecánico

El proceso de medición de la distribución granulométrica en un suelo se denomina en este punto análisis mecánico. En esta presentación, los resultados se muestran como porcentaje del peso seco total de las muestras de suelo. Dado que el suelo puede contener partículas de distintos tamaños y características, esta técnica es esencial para conocer la composición granular del suelo. Los procedimientos de análisis granulométrico e hidrométrico son los más utilizados para evaluar la distribución granulométrica de los suelos.

#### - Análisis por tamizado



La NTP 339.128, equiparable a la ASTM D-422, es la norma técnica que se estableció en el Perú para establecer la técnica de obtención de la distribución de partículas en suelos mediante el uso de tamices estandarizados. La importancia de esta distribución radica en que permite categorizar los suelos de acuerdo a los sistemas de clasificación del S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) o de la A.A.S.H.T.O. (Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte).

**Tabla 12**

*Pesos se su tamaño máximo nominal*

<b>Peso por porción de suelo</b>	<b>Diámetro en pulgadas</b>
500	9.5(3/8")
1000	19.6(3/4")
2000	25.7(1")
3000	37.5(1 1/2")
4000	50.0 (2")
5000	75.0 (3")

*Nota.* NTP 339.128:2006

Se denomina análisis granulométrico al procedimiento que clasifica los suelos en función del tamaño de sus partículas. Los resultados de esta investigación proporcionan información sobre la distribución del tamaño de las partículas que componen el suelo, lo que resulta esencial para comprender características y acciones del suelo. (MTC, 2016).

En el análisis por tamizado, la muestra de suelo se agita a través de una serie de tamices normalizados, cada uno de los cuales tiene aberturas cada vez más pequeñas que el anterior. Al pasar la muestra por cada tamiz, las partículas se dividen en categorías en función de su tamaño. A continuación, figura una lista de los tamices normalizados, junto con los tamaños de sus aberturas, medidos por sus respectivos números.

**Tabla 13**

*Tamaño estándar de tamices*

Abertura	Nº Tamiz
75,000	3"
38,100	1 1/2"
19,000	3/4"
9,500	3/8"
4,760	Nº4
2,360	Nº8
1,100	Nº16
0,590	Nº30
0,345	Nº40
0.297	Nº50
0.149	Nº100
0.075	Nº200

Una vez finalizado el cálculo del porcentaje de masa acumulado para cada tamiz, los datos se muestran en un gráfico semilogarítmico. El porcentaje acumulado se sitúa en la escala aritmética, y el tamaño de la abertura del tamiz se sitúa en la escala logarítmica del eje de abscisas del gráfico. Este gráfico, denominado curva de distribución granulométrica, permite visualizar la forma en que se dispersan las partículas del suelo en función de su tamaño. (Das, 2013 pág. 35).

**Figura 9**

*Gráfico de distribución del tamaño de partículas de un suelo y su análisis interpretativo.*



Nota. Bañon, 2012

### b. Consistencia del suelo

En el año 1900, Albert Atterberg fue quien inventó el método que describe la consistencia del suelo. En su forma más básica, consiste en introducir cantidades variables de humedad en un suelo de grano fino para controlar los cambios que se producen en su comportamiento. El suelo presenta las características de un sólido quebradizo cuando tiene un contenido de humedad muy bajo, lo que indica que tiene una consistencia dura y propensa a romperse, Es posible que el suelo se comporte más como un líquido cuando tiene un alto contenido de humedad porque se vuelve más fluido. La consistencia del suelo puede dividirse en cuatro estados principales: sólido, semisólido, plástico y líquido. Esto se debe a la razón expuesta anteriormente. Cuando se trata de comprender cómo reacciona el suelo ante diferentes condiciones, estos estados son esenciales porque reflejan el comportamiento del suelo en función de la cantidad de agua que contiene.

**Figura 10**

*Límites de Atterberg*



#### - Límite líquido

El contenido de humedad en el que el suelo pasa de una condición plástica a una líquida se denomina límite líquido cuando está presente. Para medirlo se utiliza un instrumento denominado copa de Casagrande. Se coloca una muestra de suelo en el interior de la taza y se recorta una ranura en el centro de la taza para identificarla. A continuación, se deja caer la taza desde una altura de un centímetro y se cuenta y registra el número de golpes necesarios para que la ranura se cierre por completo. Por término medio, se necesitan 25 golpes para que la ranura se cierre, que es la cifra estándar. Para



evaluar la consistencia del suelo y establecer el límite líquido, esta prueba es un instrumento de probada eficacia. Al trazar este gráfico, se representan los puntos que corresponden a cada prueba y se les ajusta una línea recta. Encontrar la humedad que corresponde a 25 golpes en esta línea es el método que se utiliza para establecer el límite de control de líquido. Cuando el suelo está en proceso de transición del estado plástico al estado líquido, este procedimiento ayuda a establecer una medida precisa de la consistencia del suelo. (NTP 339.129, 2006).

### **- Limite plástico**

El límite plástico de un suelo es el nivel de humedad a partir del cual un cilindro de suelo con un diámetro de tres milímetros empieza a agrietarse o romperse cuando se moldea o manipula. Este límite suele denominarse límite plástico. A efectos de este examen, se utiliza la porción de tierra que es capaz de fluir a través de la malla 40. Esta diferencia representa el índice de plasticidad. Esta medición es esencial para conocer la flexibilidad del suelo y cómo se comporta en diversas situaciones, incluida la humedad. (NTP 339.129, 2006).

### **- Limite de contracción**

Cualquier reducción adicional de la humedad no crea cambios sustanciales en el volumen del suelo, que es la definición del límite de contracción del suelo. Dicho de otro modo, el suelo puede encogerse o contraerse a medida que pierde humedad por encima de este límite, pero por debajo de este punto, el volumen del suelo no cambia, aunque siga experimentando desecación. Nunca se insistirá lo suficiente en la importancia de esta característica a la hora de determinar la sensibilidad del suelo a la contracción y predecir los problemas asociados a los cambios de volumen. (NTP 339.140, 2006).



### c. Clasificación de suelos mediante el sistema S.U.C.S.

Para clasificar los distintos tipos de suelos que pueden encontrarse en la naturaleza, la mecánica de suelos ha desarrollado una serie de sistemas de clasificación diferentes. A efectos de esta clasificación, el tamaño de las partículas que componen el suelo es uno de los criterios que se utiliza con más frecuencia y el grado de flexibilidad del suelo son los dos factores principales que se utilizan para determinar estas clases. La clasificación de los suelos y la predicción de su comportamiento en diversas condiciones son posibles gracias al uso de estas metodologías, que constituyen un componente vital en el proceso de diseño y construcción de estructuras.

#### - Los suelos gruesos

Las gravas y las arenas son ejemplos de suelos de textura gruesa. Para determinar a cuál de estas dos categorías pertenece un suelo, es necesario evaluar el porcentaje de partículas que son retenidas por el tamiz N° 4. Se determina que un suelo es de grava (G) si más de la mitad de las partículas gruesas pueden ser captadas por este filtro. Se determina que el suelo está clasificado como grava (G) si más de la mitad de las partículas gruesas son capaces de ser captadas por este filtro. Si la mayoría de las partículas son capaces de pasar a través del tamiz, entonces el suelo se considera arena (S). Se han creado distintos subgrupos de gravas y arenas para reflejar las diferentes cantidades de partículas finas presentes en cada uno de estos tipos de materiales. Los cuatro subgrupos de gravas son los siguientes: grava bien graduada (GP), grava mal graduada (GM), grava con limos (GM) y grava con arcillas (GC). Cada grava tiene sus propias características. Los subgrupos de arenas incluyen la arena bien graduada (SW), la arena mal graduada (SP), la arena con limos (SM) y la arena con arcillas (SC). Cada uno de estos subgrupos se analiza más adelante. Esta clasificación del suelo es posible gracias a estas divisiones, que permiten una clasificación más precisa basada en las características del tamaño del grano y la presencia de partículas pequeñas. Las gravas se clasifican según su gradación, y los símbolos "GW" y "GP" se utilizan para mostrar esta clasificación. En el contexto de



las gravas, el término "GW" denota gravas bien graduadas, que se caracterizan por una mezcla equilibrada de tamaños de partículas. Por otro lado, el término "GP" denota gravas mal clasificadas o con una clasificación deficiente, que se caracterizan por una distribución menos uniforme de los tamaños de las partículas. Cuando se hace referencia a gravas que contienen partículas finas, la abreviatura "GM" indica gravas que tienen un alto contenido de limo, mientras que la abreviatura "GC" indica gravas que tienen un mayor contenido de arcilla. En el contexto de la estructura y composición de la grava, estos símbolos son útiles para identificar las características de la grava. De forma análoga a las gravas, las arenas se clasifican mediante símbolos que indican su gradación y la cantidad de partículas que contienen. La abreviatura "SW" se utiliza para describir las arenas bien graduadas, lo que indica que tienen una gama diversa de tamaños de partículas y se extienden uniformemente. La abreviatura "SP" se refiere a arenas mal clasificadas y con una distribución de tamaños menos uniforme. En el contexto de las arenas que contienen partículas finas, el término "SM" se refiere a las arenas que tienen una presencia considerable de limos, mientras que el término "SC" se utiliza para describir las arenas que tienen un alto contenido de arcilla. A efectos de análisis geotécnicos, estos códigos son útiles para determinar el tipo de arena y las características clave de la misma. (Crespo, 2004 pág. 92).

### - Suelos finos

Por último, existe una única categoría para los suelos finos que contienen una cantidad significativa de materia orgánica. El límite líquido, que es un indicador importante para evaluar la fluidez y el comportamiento compresible de los suelos finos, sirve de base para este sistema de clasificación, Para clasificar los suelos finos que tienen un límite líquido inferior al cincuenta por ciento, se añade la letra "L" a los prefijos M, C y O. Esto da lugar a la creación de las siguientes categorías: ML El símbolo Pt se utiliza para identificar los suelos que son extremadamente orgánicos, como las turbas en concreto. Este enfoque



permite diferenciar los distintos tipos de suelos finos, así como sus niveles de compresibilidad y la cantidad de materia orgánica que contienen. (Crespo, 2004 pág. 93).

### 2.2.2.2 Características mecánicas

#### a. Compactación de suelos

El proceso de compactación del suelo es importante, ya que influye directamente en su resistencia, deformabilidad y estabilidad, características esenciales para su aplicación en ingeniería civil y construcción. La compactación realizada correctamente puede mejorar estas cualidades, pero la cantidad de humedad presente tiene un impacto significativo en el resultado. Para proporcionar una mayor resistencia y estabilidad a largo plazo, las cualidades del suelo pueden ajustarse mediante el control de la compactación y la humedad. Esto es especialmente importante en el contexto de las aplicaciones en carreteras y pavimentos.

El proceso de compactación del suelo se ve afectado significativamente por la presencia de humedad. Para superar la fricción que existe entre las partículas, comprimir suelo seco requiere una mayor cantidad de energía que compactar suelo húmedo. En cambio, si el mismo suelo tiene un bajo nivel de humedad, se reduce la cantidad de trabajo necesaria para comprimirlo. Como resultado de la capacidad del agua para actuar como lubricante entre las partículas del suelo, ayuda a reducir la fricción y facilita el reordenamiento de las partículas del suelo durante el proceso de compactación.

#### - Proctor normal

La relación entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y sus cualidades mecánicas, especialmente en lo que respecta a su resistencia, fue identificada por Ralph R. Proctor en 1933. Se comprobó que esta relación existía. Este descubrimiento demostró cómo el grado de compactación del suelo puede tener un impacto sustancial en la capacidad del suelo para soportar cargas y resistir la deformación. Al realizar el ensayo Proctor estándar, se comprime una muestra de suelo dentro de un molde que tiene un

volumen y un diámetro especificados. Mientras se realiza el ensayo, se añade al molde una extensión denominada collar superior. A continuación, el molde se une a una base. Esto permite compactar el suelo de forma homogénea y en condiciones reguladas, lo que permite obtener datos fiables sobre la densidad del suelo y el contenido óptimo de humedad. Para realizar el ensayo Proctor Estándar, es necesario preparar primero muestras de suelo que contengan distintos grados de humedad. A continuación, se utiliza un pisón para compactar cada muestra en tres capas de igual volumen. El pisón se deja caer 25 veces sobre cada capa para garantizar que la muestra se aplasta de manera uniforme. El procedimiento que aquí se describe ofrece información precisa sobre la relación entre el contenido de agua del suelo y su compactación.

**Tabla 14***Especificaciones para la prueba Proctor normal*

Descripción	Método A	Método B	Método C
Molde(mm)	4pulg(101.6mm)	4pulg(101.6mm)	6pulg(152.4mm)
Volumen	943.3cm <sup>3</sup>	943.3cm <sup>3</sup>	2124cm <sup>3</sup>
Pisón	24.4N	24.4N	24.4N
Altura de caída	304.8mm	304.8mm	304.8mm
Golpes	25	25	56
Capas	3	3	3
Energía	591.3KN-m)m <sup>3</sup>	591.3KN-m)m <sup>3</sup>	591.3KN-m)m <sup>3</sup>

Nota. Das, 2013.

#### - Proctor modificado

Para realizar el ensayo Proctor Estándar, es necesario preparar primero muestras de suelo que contengan distintos grados de humedad. A continuación, se utiliza un pisón para compactar cada muestra en tres capas de igual volumen. El pisón se deja caer 25 veces sobre cada capa para garantizar que la muestra se aplasta de manera uniforme. El procedimiento que aquí se describe ofrece información precisa sobre la relación entre el contenido de agua del suelo y su compactación.

En el ensayo Proctor Modificado, se utiliza un molde que tiene un volumen y un diámetro definidos; sin embargo, a diferencia del ensayo Proctor Estándar, el suelo se compacta en cinco capas en lugar de en tres niveles. A cada capa se le aplican 25 golpes con un pisón para condensarla. Gracias a este diseño, la energía de compactación aumenta, lo que permite alcanzar un nivel de densidad del suelo más elevado. Se trata de una representación más exacta de las condiciones que se dan al cargar y compactar el suelo in situ

El suelo se ve sometido a una mayor tensión a medida que aumenta la cantidad de energía de compactación, lo que a su vez tiende a provocar un aumento del peso unitario seco máximo que el suelo es capaz de alcanzar. Debido a ello, el contenido óptimo de humedad cambia en función de la cantidad de energía que se utilice en el proceso de compactación del material.

**Tabla 15**

*Especificaciones para Proctor modificado*

Descripción	Método A	Método B	Método C
Molde(mm)	4pulg(101.6mm)	4pulg(101.6mm)	6pulg(152.4mm)
Volumen	943.3cm <sup>3</sup>	943.3cm <sup>3</sup>	2124cm <sup>3</sup>
Pisón	44.5N	44.5N	44.5N
Altura de caída	457.2mm	457.2mm	457.2mm
Golpes	25	25	56
Capas	5	5	5
Energía	2696KN-m)m <sup>3</sup>	2696KN-m)m <sup>4</sup>	2696KN-m)m <sup>5</sup>

*Nota.* Das, 2013.

### **b. CBR (california bearing ratio)**

Se ha descubierto que el contenido óptimo de humedad varía en función de la cantidad de energía que se suministra a la muestra durante las pruebas de compactación y que estas pruebas se realizan con cantidades variables de energía. La razón de ello es que un mayor nivel de esfuerzo de compactación suele dar lugar a un aumento de la densidad máxima que el suelo es capaz de alcanzar, lo que a su vez conduce a un mayor



peso unitario seco. Existe la posibilidad de que el punto óptimo de humedad disminuya a medida que aumenta la cantidad de energía utilizada para la compactación. Esto permitirá una compactación más eficaz y una mayor estabilidad del suelo, El California Bearing Ratio, a veces conocido como CBR, es un método que compara la capacidad portante de una base de hormigón con la de una grava de referencia. Hay dos valores de CBR que se adquieren para cada muestra de suelo: uno medido a una penetración de 0,1 pulgadas y otro medido a una penetración de 0,2 pulgadas. La evaluación de la estabilidad y el soporte del suelo en proyectos de construcción y pavimentación se realiza con la ayuda de estos valores, que proporcionan una medida de la resistencia del suelo. El valor del índice CBR a una penetración de 0,1 pulgadas debe utilizarse siempre que sea inferior al valor obtenido a una penetración de 0,2 pulgadas, tal como dicta la norma ASTM D-1883. En el caso de que se descubra que el CBR a 0,1 pulgadas es superior a 0,2 pulgadas, es imperativo que se repita el ensayo para ese espécimen en particular a fin de obtener resultados que sean coherentes y correctos.

$$CBR = \frac{\textit{presion en muestra}}{\textit{presion en muestra patron}} \times 100 \dots \dots (Ec. 26)$$

Es necesario obtener lecturas a distintas profundidades de penetración para determinar la forma de la curva de tensión. Estas mediciones permiten trazar la curva que ilustra la relación entre la tensión aplicada y la penetración, lo que facilita el análisis del comportamiento del material sometido a carga.

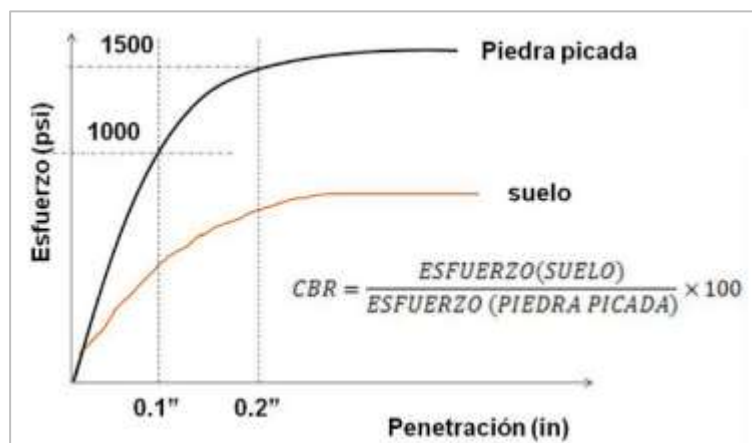
**Tabla 16**

*Lecturas para definir el CBR*

<b>Milímetros</b>	0.63	1.27	1.9	2.54	3.17	3.81	5.08	7.62	10.16	12.70
<b>Pulgadas</b>	0.025	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.200	0.300	0.400	0.500

**Figura 11**

Relación entre la fuerza aplicada y la penetración (determinación del índice de capacidad de soporte mediante el ensayo CBR).



### 2.2.2.3 Capacidad portante del suelo

Para que las cimentaciones superficiales funcionen correctamente deben cumplirse dos requisitos fundamentales. En primer lugar, deben ser suficientemente seguros para resistir el fallo general por cizallamiento del suelo de apoyo. En segundo lugar, no deben experimentar desplazamientos o asentamientos excesivos que comprometan la estabilidad y funcionalidad de la estructura. Ambos requisitos deben cumplirse para que los cimientos funcionen correctamente.

En el contexto de una cimentación, el término "capacidad portante última" se refiere a la carga por unidad de superficie que se aplica a la cimentación antes de que el suelo experimente un fallo por cizallamiento. Además, a medida que aumenta la carga sobre los cimientos, suele producirse un aumento correspondiente del asentamiento del suelo. Esto puede afectar a la estabilidad de la estructura y a su rendimiento. Debido a ello, la zona de fallo del suelo tiende a extenderse gradualmente hacia el exterior del lugar donde se encuentra actualmente la cimentación. Para garantizar que la cimentación es capaz de soportar cargas considerables sin experimentar un colapso estructural o una deformación crítica, el criterio de resistencia tiene como principal objetivo garantizar que la cimentación



posee una capacidad de resistencia suficiente. Los fallos en cuestión pueden haber sido provocados por presiones ambientales significativas o por otros factores. Es importante comprender que las numerosas teorías sobre la capacidad portante de los suelos se han desarrollado a lo largo del tiempo en un esfuerzo por evaluar, de una manera basada en la realidad, las formas en que las cualidades mecánicas del suelo influyen en la capacidad de carga de los cimientos.

### **a. Factores que inciden en la capacidad portante**

Hay una serie de variables geotécnicas. Estas propiedades incluyen la cohesión, el ángulo de fricción interna y la densidad del suelo, entre otras. Otras variables de gran importancia son la profundidad de los cimientos y las múltiples geometrías que pueden adoptar. Todos estos aspectos no sólo tienen un impacto sustancial en la estabilidad de las estructuras, sino que también son esenciales para tomar decisiones bien informadas sobre el diseño de los cimientos.

#### **a.1. Parámetros geotécnicos**

Para obtener parámetros geotécnicos como la fricción y la cohesión, el ensayo de cizalladura directa es un método que suele considerarse razonablemente sencillo. Dicho esto, este método tiene algunos inconvenientes. Durante este ensayo, el suelo no falla necesariamente a lo largo de su plano más débil, sino a lo largo del plano de rotura de la caja de cizallamiento. Debido al hecho de que la orientación de la falla podría no reflejar el comportamiento real del suelo en condiciones naturales, esto puede tener un efecto sobre la precisión con la que se obtienen los parámetros de resistencia del suelo.

Otro inconveniente del ensayo de cizallamiento directo es que la distribución del esfuerzo cortante a lo largo del plano de rotura no es uniforme. Esta es una desventaja que presenta el ensayo. A pesar de estos inconvenientes, el ensayo de cizalladura directa sigue siendo el método más sencillo y rentable para evaluar características geotécnicas

como la cohesión y la fricción. El hecho de que sea relativamente sencillo de utilizar y relativamente barato lo convierte en una opción popular para una amplia variedad de aplicaciones geotécnicas, a pesar de que puede que no sea capaz de captar todos los aspectos intrincados del comportamiento del suelo.

### - Angulo de fricción interna y cohesión

La fuerza de unión que se produce entre las partículas del suelo se conoce como cohesión. Esta fuerza está causada por la atracción de fuerzas moleculares entre las partículas del suelo. Por otro lado, el ángulo de fricción interna es la resistencia al deslizamiento entre partículas, en la que influyen la uniformidad, la forma y el tamaño de los granos del suelo. Esta resistencia se considera la resistencia al deslizamiento. Se utiliza un gráfico de curvas de deformación en una escala estándar para determinar la cohesividad y el ángulo de fricción interna. En este gráfico se ha localizado el punto que representa la mayor deformación horizontal. Es posible calcular el esfuerzo cortante ( $\tau$ ) y el esfuerzo normal ( $\sigma_n$ ) utilizando las fórmulas pertinentes para cada parámetro, siempre que se disponga de estos datos:

$$t = \frac{Ph}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right) \dots \dots \dots (Ec. 27)$$

$$\sigma_n = \frac{Pv}{A} \dots \dots \dots (Ec. 28)$$

Se obtiene una línea de tendencia trazando estos valores en un gráfico. A partir de esta línea, la cohesión (C) se calcula determinando la intersección con el eje vertical (ordenada), y el ángulo de fricción interna ( $\theta$ ) se calcula determinando el ángulo formado por la línea con el eje horizontal (abscisa).

Existe una correlación entre el índice de plasticidad y el ángulo de rozamiento interno ( $\theta$ ) para estos materiales, independientemente de que se trate de suelos tratados o en su estado más natural. A efectos de estimar valores aproximados de  $\theta$ , se puede

utilizar la figura que se adjunta. Es importante tener en cuenta, sin embargo, que la variabilidad para la mayoría de las arcillas puede estar en torno a los 5 grados. Por otra parte, en un caso concreto de arcilla procedente de Ciudad de México que tenía un límite líquido del 426%, se obtuvo un gran resultado para el ángulo de fricción interna, que se calculó en 47 grados. Por este motivo, la relación estadística que se muestra en la imagen no es válida de manera uniforme y, en consecuencia, debe utilizarse con precaución y criterio. (Terzaghi, 2017).

**Tabla 17**

*Relaciones aproximadas para el ángulo de fricción interna en finos*

N(SPT)	En arcillas		Ángulo de fricción	
	Qu(kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción	Interna	E(kg/cm <sup>2</sup> )
<2	<0.2500	Muy blanda	0	3
2-.4	0.250-0.500	Blanda	0-2	30
4-.8	0.500-1.000	Media	2 - 4	45 -90
8-.15	1.000-2.000	Compacta	4 - 6	90 - 200
15-.30	2.000-4.000	Muy compacta	6 - 12	>200
>30	>4.00	Dura	>14	

Nota. Terzaghi, 2017

**Tabla 18**

*Relaciones aproximadas por el ángulo de fricción en arenas*

N(SPT)	En arcillas		Φ Ángulo de fricción	
	Descripción	Compacidad relativa	Interna	E(kg/cm <sup>2</sup> )
0 – 4	Muy floja	0 – 15.0%	28.0	100.0
5 – 10	Floja	16.0% - 35.0%	28.0 -30.0	100.0 – 250.0
11 – 30	Media	36.0% - 65.0%	30.0 – 36.0	250.0 – 500.0
31 – 50	Densa	65.0% - 85.0%	36.0 – 41.0	500.0 – 1000.0
>30	Muy densa	96.0% - 100.0%	>41.0	>1000.0

Nota. Terzaghi, 2017

**- Densidad del suelo**

El peso del suelo en su forma natural expresado como porcentaje del volumen total se denomina densidad de campo. Este parámetro es susceptible de verse influido por una serie de parámetros, como el peso de las partículas sólidas, la cantidad de porosidad y el grado de saturación, que es una medida de la fracción de espacio que ocupa el agua entre las partículas del suelo. La densidad que se obtuvo para esta tesis se determinó empleando el método del cono de arena, que se ajusta a la norma NTP 339.143 y es comparable a la norma ASTM D1456, respectivamente. Para determinar la densidad, se utilizó el método que se describe a continuación:

1. Primero, se excava un agujero de un tamaño predeterminado en la tierra del campo.
2. Se rellena el agujero con arena de una densidad conocida.
3. Se puede determinar el volumen exacto del agujero midiendo la cantidad de arena que se necesita para llenar el agujero mediante el proceso de medición.
4. Las muestras de tierra extraídas se pesan para determinar su masa.

Con esta información, es posible calcular la densidad del suelo dividiendo la masa del suelo por el volumen del agujero. El resultado será una medición precisa de la densidad del suelo en el campo.:

$$v = \frac{(m1 - m2)}{p1}; m4 = \frac{100m3}{(w + 100)}; ph = \frac{m4}{V} \dots\dots Ec. 29$$

Donde:

En este contexto, los siguientes términos se definen de la manera indicada:

- ✓ v: Corresponde al volumen del hueco creado durante el ensayo.
- ✓ m1: Es la masa de la arena calibrada necesaria para llenar tanto el hueco de ensayo como el embudo y la base del plato.
- ✓ m2: Representa la masa de la arena calibrada para llenar únicamente el embudo y la base del plato, sin incluir el hueco de ensayo.
- ✓ p1: Es la densidad de la arena calibrada, expresada en gramos por centímetro cúbico.

- ✓  $w$ : Se refiere al porcentaje de humedad presente en el material extraído del hueco de ensayo.
- ✓  $m^*$ : Denota la masa húmeda del material proveniente del hueco de ensayo.
- ✓  $m_4$ : Refleja la masa seca del material extraído del hueco de ensayo, después de ser secado.
- ✓  $\rho_h$ : Es la densidad húmeda del material ensayado, medida en gramos por centímetro cúbico.
- ✓  $\rho_d$ : Es la densidad seca del material ensayado, también expresada en gramos por centímetro cúbico.

**Tabla 19**

*Densidades de suelos naturales*

<b>Tipos de suelo</b>	<b>Densidades</b>
Suelo húmedo	1760kg/m <sup>3</sup>
Arcilla media o dura	1920kg/m <sup>3</sup>
Tierra saturada	2100kg/m <sup>3</sup>
Tierra sumergida	1100kg/m <sup>3</sup>
Arcilla suave	1600kg/m <sup>3</sup>

Nota. *Terzaghi, 2017*

**Tabla 20**

*Densidades de suelos secos máximos*

<b>Tipos de suelo</b>	<b>Densidades</b>	
	<b>Bien graduado</b>	<b>Mal graduado</b>
Arenas con limos	1920kg/m <sup>3</sup>	1680kg/m <sup>3</sup>
Arenas con arcillas	1920kg/m <sup>3</sup>	1680kg/m <sup>3</sup>
Arenas	1920kg/m <sup>4</sup>	1760kg/m <sup>3</sup>



---

Gravas	2080kg/m <sup>3</sup>	1840kg/m <sup>3</sup>
Limos inorgánicos		1600kg/m <sup>3</sup>
Limos orgánicos		1350kg/m <sup>3</sup>

---

Nota. *Terzaghi, 2017*

#### 2.2.2.4 Geometría de cimentación

La decisión sobre el tipo de cimentación se toma tras tener en cuenta una serie de criterios y factores que influyen en la elección final. Las cualidades y requisitos precisos de la estructura, el tipo de suelo y los atributos que posee, y la profundidad a la que debe llegar la cimentación para dar estabilidad son algunos de los criterios relevantes en este debate. También se tienen en cuenta las cargas previstas y la forma de distribuirlas por la estructura. Elegir la opción adecuada también requiere hacer un análisis técnico exhaustivo para determinar si la cimentación y la estructura que soportará son compatibles entre sí. Tanto la evaluación del experto como el análisis geotécnico desempeñan un papel importante en el proceso de toma de decisiones a la hora de seleccionar la solución de cimentación más adecuada. Los cimientos sirven para distribuir las cargas concentradas de una estructura por una mayor superficie de suelo. De este modo se garantiza que la presión que se genera como resultado sea lo suficientemente baja como para evitar que la tierra se hunda o se deforme en exceso. Para lograr este objetivo, los cimientos deben construirse de forma que ofrezcan la capacidad de carga y la estabilidad esenciales para que la estructura pueda soportar su peso de forma segura y duradera. (Norma Técnica E.050, 2015).

Las zapatas corridas, que pueden tener forma cuadrada o rectangular, son elementos de cimentación que se utilizan para sostener las cargas que se originan en una sola columna, pilar. Se encargan principalmente de transmitir esa carga al suelo de forma que la presión sea compatible con las características del suelo en el momento de su aplicación. Las zapatas centrales, que se construyen para cargas que se aplican en el



centro, y las zapatas de esquina, que se utilizan cuando las cargas están desplazadas del centro, como en las esquinas o límites de un solar, son los dos tipos principales de zapatas.

### a. Profundidad de cimentación

Algunos ejemplos de componentes de cimentación estructural son las zapatas, las zapatas corridas, las losas y los cimientos de losa. Otros son los cimientos de losa. El término "profundidad de cimentación" se refiere a la distancia vertical que existe entre la superficie del suelo y la base en la que se sitúan estos componentes (Norma Técnica E.050, 2015).

### b. Cálculo de la capacidad portante del suelo

La presión máxima que una cimentación puede ejercer sobre el suelo sin fallar ni penetrar en él se denomina capacidad portante última de la cimentación. Cuando esta capacidad portante última se divide por un factor de seguridad, el resultado es la capacidad portante permitida o la capacidad portante del suelo, que es el valor seguro para el diseño de los cimientos. Esto se hace para garantizar que se mantiene la seguridad. El factor de seguridad de la capacidad portante de los cimientos debe ser al menos igual o superior a tres, según la recomendación de Terzaghi, para garantizar la integridad estructural del edificio. Además, el término "tensión neta" o "tensión útil" se refiere a la carga efectiva que actúa sobre los cimientos después de restar la tensión causada por el peso del relleno del suelo y cualquier presión adicional causada por la sobrecarga del suelo.

$$Q_{neto} = q_{adm} - yxDf - \text{sobrecarga de piso} \dots \dots \dots Ec. 30$$

Al intentar determinar la capacidad portante del suelo, fue necesario tener en cuenta el tipo de fallo general por cizallamiento. Para calcular este tipo de fallo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{adm} = 81.3CNc + yDfNq + 0.4yBNy) / F.s \dots \dots \dots Ec. 31$$

**Tabla 21***Factores de capacidad portante según Terzaghi*

$\phi$	Nc	Nq	Ny	kpy
0	5.7	1	0	10.8
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5	25
25	25.1	12.7	9.7	35
30	37.2	22.5	19.7	52
35	57.8	41.4	42.4	82
40	95.7	81.3	100.4	141
45	172.3	173.3	297.5	298
48	258.3	287.9	780.1	
50	347.5	415.1	1153.2	800

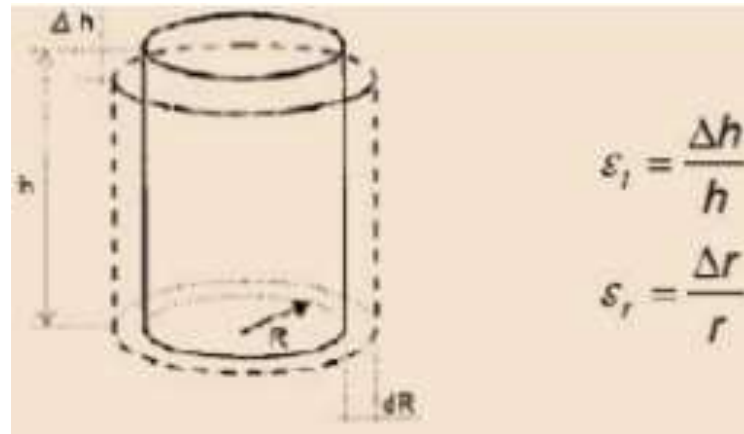
Nota. *Terzaghi, 2017*

### 2.2.2.5 Ensayo de compresibilidad de los suelos

Es posible determinar las cualidades de compresibilidad del suelo mediante el uso de ensayos de compresión, que se clasifican en función del nivel de confinamiento que se aplica a la muestra. Con el fin de tener una mejor comprensión de cómo se deformaría o comprimiría el suelo como consecuencia de estas variables, estos ensayos permiten evaluar el comportamiento del suelo bajo una variedad de situaciones de carga y confinamiento:

#### Figura 12

*Fundamentos de ingeniería geotécnica*



Nota. Das, 2013.

De acuerdo con el grado de confinamiento de la muestra de suelo, se pueden utilizar las siguientes categorías para estos tipos de ensayos de compresión:

"No confinado": la muestra de suelo no está sometida a ninguna presión lateral, lo que le permite deformarse sin restricciones mientras se aplica la fuerza vertical.

\*\*Parcialmente confinado: La muestra está sometida a un cierto grado de confinamiento lateral, lo que restringe su expansión a medida que se aplica la carga.

El suelo está "integralmente confinado", lo que significa que está totalmente limitado lateralmente, lo que simula situaciones en las que la deformación está severamente restringida.

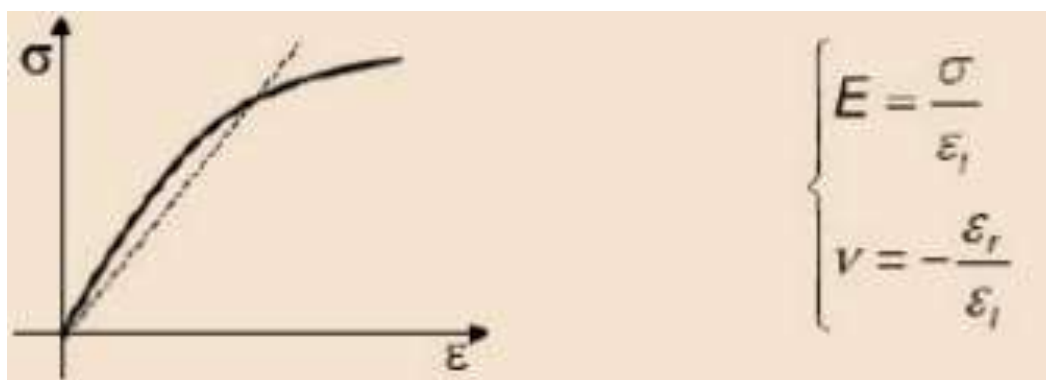
#### a. Ensayo de compresión no confinada

El objetivo de este experimento es estudiar cómo reacciona el suelo cuando se comprime sin estar confinado lateralmente. Esto proporcionará información sobre la resistencia y la deformación del suelo en determinadas condiciones ambientales. En situaciones en las que la carga sólo se aplica en una dirección, el cuerpo de prueba puede deformarse libremente en otras direcciones sin verse limitado por fuerzas laterales. La tensión horizontal puede determinarse determinando en primer lugar la fuerza que se aplica y dividiendo esa cifra por el área de la sección transversal. A continuación, se construye una curva representando gráficamente la tensión frente a la deformación

longitudinal ( $\epsilon_l$ ) para el ensayo de compresión uniaxial. Esta curva ilustra la relación entre la tensión y la deformación:

**Figura 13**

*Fundamentos de ingeniería geotécnica*



*Nota.* Das, 2013.

Aunque el suelo no posee cualidades estrictamente elásticas, a veces se cree que se comporta de forma linealmente elástica para simplificar los cálculos. La definición de un módulo de elasticidad, que es una medida de la rigidez del suelo, es posible gracias a esta suposición. Es factible caracterizar cómo reacciona el suelo a las cargas que se le aplican, incluso si el suelo presenta en realidad un comportamiento más complejo que el de los materiales elásticos puros, siempre que se utilice un determinado valor de tensión y un coeficiente de Poisson ( $\nu$ ).

### **b. Ensayo de compresión parcialmente confinada**

Una prueba conocida como prueba de compresión triaxial es aquella en la que, además de aplicar tensión axial, también se aplica presión lateral para limitar parcialmente la capacidad de deformación del suelo. A efectos de este ensayo, el cuerpo de prueba es normalmente un cilindro que tiene una relación de al menos 2,5 entre su altura y su diámetro. Esto permite reproducir condiciones de confinamiento más realistas, como las

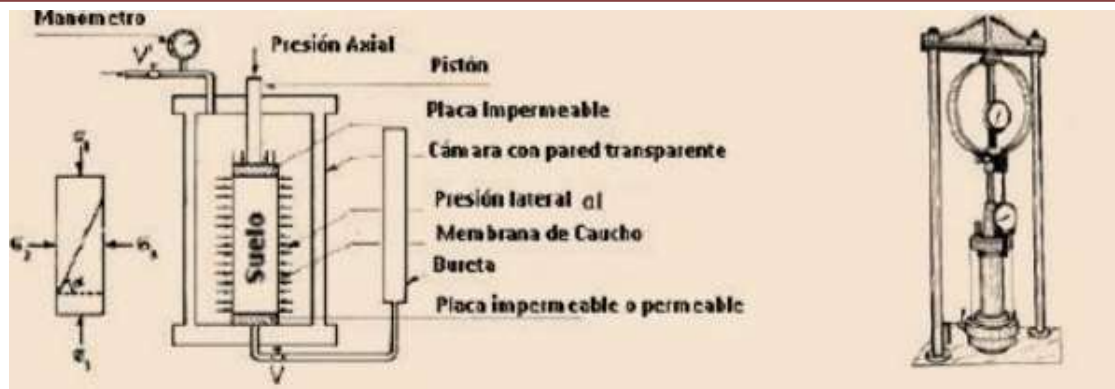
que se dan en las construcciones subterráneas o bajo cargas constreñidas. Como resultado, se puede lograr un mejor conocimiento del comportamiento mecánico del suelo en estos escenarios.

La presión de confinamiento que se aplica al suelo influye en su módulo de elasticidad. Dado que el suelo experimenta niveles de confinamiento que aumentan con la profundidad en entornos naturales, es difícil identificar un único módulo de elasticidad para el suelo. Esto se debe a que el suelo experimenta niveles de confinamiento que aumentan con la profundidad. Por lo tanto, para evaluar la elasticidad del suelo, es necesario tener en cuenta cómo fluctúan las condiciones de confinamiento en función de la situación geotécnica y de la profundidad.

La prueba comienza con la aplicación de una presión de confinamiento hidrostática ( $\sigma_3$ ). Una vez que esta presión ha alcanzado un estado estable, se mantiene a un nivel constante y se introducen incrementos de presión ( $\Delta\sigma$ ) en la dirección axial. Esto se hace para evaluar los efectos de la carga adicional en el suelo. A intervalos predeterminados a lo largo del procedimiento de carga, se realizan mediciones con el fin de realizar un seguimiento del aumento de la tensión axial que se entrega al cuerpo de prueba, así como la deformación vertical que se produce como consecuencia de esta tensión.

#### **Figura 14**

*Fundamentos de ingeniería geotécnica*



Nota. Das, 2013.

### c. Ensayo de compresión totalmente confinado

El ensayo de compresión edométrica, también denominado ensayo edométrica, se realiza colocando un cuerpo de ensayo en el interior de un recipiente indeformable, como un anillo, y ejerciendo a continuación una tensión axial desde el exterior del recipiente. De este modo se garantiza un confinamiento completo, ya que el anillo impide cualquier crecimiento lateral. Sin embargo, debido al diseño del cuerpo de prueba, no es posible cuantificar directamente las tensiones laterales que están presentes dentro del cuerpo. La aplicación de la tensión axial y la reacción de las paredes del anillo edométrica que contiene el cuerpo de prueba son los dos factores que provocan la formación de estas tensiones laterales. Cuando la tensión aplicada y la reacción del anillo interactúan entre sí, se produce un entorno de restricción total. Este entorno, a su vez, tiene un efecto sobre las tensiones laterales que están presentes dentro del suelo que se está ensayando.

Las muestras que normalmente se obtienen sin deformación se recogen en bloques o mediante la utilización de tubos Shelby, que son tubos con paredes finas para recoger las muestras. Durante la recogida de las muestras y mientras se preparan para su análisis en el laboratorio, es imprescindible tomar precauciones cuidadosas para garantizar que no sufran ningún tipo de modificación o alteración.

En caso de que la muestra esté alterada o perturbada, se recibirá información relativa al comportamiento del suelo en su estado normal, pero será muy limitada o



inexistente. En consecuencia, esto puede dar lugar a datos engañosos y conclusiones incorrectas sobre las características del suelo.

El objetivo de esta prueba es simular el comportamiento del suelo cuando se somete a compresión por el peso de capas adicionales que se colocan sobre él. Por ejemplo, es beneficioso conocer el comportamiento del suelo en relación con la construcción de un terraplén en una vasta región

Con cinco a diez etapas de carga, y cada etapa dura un mínimo de veinticuatro horas. El proceso de descarga se lleva a cabo en cuatro a seis fases, y el enfoque de medición que se utilizó a lo largo de las etapas de carga se aplica también al proceso de descarga. Por lo tanto, la realización de una prueba edométrica del suelo puede llevar alrededor de una semana.

### **2.2.3 Asentamiento en cimentaciones**

#### **2.2.3.1 Asentamiento en cimentaciones superficiales**

Las cargas aplicadas sobre la cimentación causan asentamientos, que generalmente se dividen en tres categorías principales:

A continuación, se indican los tres tipos principales de asentamiento que pueden producirse en una cimentación:

El término "asentamiento inmediato" se refiere a un tipo de asentamiento que tiene lugar inmediatamente después de aplicar la carga a la cimentación. La compresión inmediata de las partículas del suelo y la evacuación del aire que ha quedado atrapado en la matriz del suelo son las causas de este fenómeno, aunque no se producen cambios importantes en la cantidad de agua presente.

- Asentamiento por consolidación primaria: Este tipo de asentamiento se produce a lo largo de un período de tiempo como consecuencia de la eliminación de agua del suelo. Este tipo de asentamiento suele estar relacionado con los suelos cohesivos. Cuando se



expulsa el agua del suelo, el proceso se asocia a la redistribución de la presión de poros y a la compactación gradual del suelo de forma paulatina.

Un asentamiento de consolidación secundaria es un tipo de asentamiento que tiene lugar una vez finalizado el proceso de consolidación inicial. Este tipo de asentamiento suele estar causado por la reorganización interna de las partículas del suelo y los procesos de fluencia cuando se produce. El desarrollo de esta condición suele tener lugar durante un largo periodo de tiempo y está vinculado a suelos que contienen una cantidad significativa de materia orgánica o a actividades que implican una compresión lenta.

### **2.2.3.2 Asentamiento inmediato**

En caso de que el suelo sufra una deformación elástica, el resultado es un rápido asentamiento, pero no se produce ningún cambio considerable en el volumen total del suelo. Cuando se levanta un peso de la tierra, se produce este tipo de asentamiento porque el suelo se ha deformado, pero ha vuelto a su forma natural. La aplicación de carga, por otra parte, puede dar lugar a desplazamientos horizontales en el suelo que rodea una cimentación aislada. Esto se debe a la distribución de las tensiones y al comportamiento elástico del material. Es fundamental tener esto en cuenta a la hora de diseñar los cimientos, ya que puede repercutir en la estabilidad de las estructuras situadas en las proximidades. Se supone que este tipo de asentamiento se produce a lo largo de todo el proceso de construcción, concretamente cuando se aplica inicialmente el peso a los cimientos. Es posible estimar el desplazamiento vertical del suelo cuando se somete a una carga puntual utilizando estas ecuaciones. Estas ecuaciones tienen en cuenta diversos elementos, como la rigidez y elasticidad del suelo, la geometría de los cimientos y la magnitud de la carga. Es esencial disponer de un asentamiento inmediato, ya que puede influir en la nivelación y la estabilidad de la estructura desde el principio del proceso de construcción.

### 2.2.3.3 Asentamiento por consolidación primaria

Es un fenómeno que tiene lugar en suelos cohesivos que están saturados. Está causado por la expulsión del agua que llena los espacios entre las partículas del suelo cuando se introduce una carga aplicada. Como consecuencia de la expulsión del agua, se produce un asentamiento considerable que hace que el volumen del suelo disminuya. A lo largo del tiempo, este proceso evoluciona, y la velocidad a la que se consolida viene determinada por una serie de parámetros, como la permeabilidad del suelo, la cantidad de carga y la distancia que debe recorrer el agua para salir del suelo. La consolidación primaria es un fenómeno importante en el diseño geotécnico, así como en su comportamiento estable a largo plazo.

La prueba edométrica, que se utiliza para ilustrar el proceso de consolidación unidimensional, se utiliza en el proceso de estudio de la sedimentación de la consolidación primaria. Mientras se realiza el ensayo, el suelo se somete a una carga axial y se controla el movimiento lateral para imitar las condiciones que se darían en una consolidación real. En respuesta a un aumento de la carga, el suelo se compacta más y el agua se desplaza, lo que finalmente conduce a una disminución del volumen y, en consecuencia, al asentamiento. El proceso de consolidación primaria se define por este tipo de deformación unidimensional, que es una respuesta típica de los suelos cohesivos saturados cuando se someten a cargas prolongadas.

### 2.2.3.4 Asentamiento por consolidación secundaria

Tras la conclusión de la consolidación primaria, el suelo pasará por un proceso conocido como asentamiento de consolidación secundaria, que implica un ajuste plástico en la estructura del suelo. Este suceso tiene lugar después de que la presión adicional que estaba presente en el agua de los poros haya sido totalmente erradicada y la carga haya sido completamente transferida a la estructura del suelo. El suelo continúa comprimiéndose a un ritmo más lento durante esta fase, lo que es un reflejo de los ajustes internos que se producen en la disposición de las partículas y de los cambios que se



producen en la orientación de las mismas. En contraste con la consolidación primaria, causada predominantemente por el desplazamiento del agua como resultado del aumento de la carga, la consolidación secundaria es un proceso que incluye principalmente la reordenación de los componentes estructurales internos del suelo.

### 2.2.3.5 Asentamiento según tipo de suelo

Dado que la consolidación primaria, que implica la expulsión del agua de los poros, se produce prácticamente de forma simultánea en los suelos granulares de alta permeabilidad, la sedimentación instantánea es el elemento más crítico. Esto se debe a que la consolidación primaria se produce casi simultáneamente. Como resultado de la alta capacidad de drenaje de estos suelos, el agua se drena rápidamente, lo que permite que el asentamiento inmediato y la consolidación primaria tengan lugar simultáneamente mientras se lleva a cabo la construcción. Como resultado, en este tipo de suelos el asentamiento completo se produce normalmente durante el proceso de construcción o inmediatamente después, y no hay un periodo prolongado de asentamiento a lo largo del tiempo; esto contrasta con el fenómeno que se da en los suelos cohesivos.

Dado que puede llevar un tiempo considerable y dar lugar a asentamientos significativos, el asentamiento por consolidación es especialmente relevante en suelos delgados que tienen una baja permeabilidad. Por lo tanto, es especialmente crucial. Esto ocurre debido a que estos suelos permiten que el agua fluya a través de los poros a un ritmo significativamente más lento, lo que a su vez prolonga el proceso de consolidación primaria.

Sin embargo, la consolidación secundaria tiene mayor importancia en los suelos orgánicos y en los suelos inorgánicos que son muy compresibles. Esto se debe a que ambos tipos de suelos se clasifican como orgánicos. Dado que la tierra sigue respondiendo a las cargas que se le aplican, este tipo de asentamiento está asociado a cambios estructurales en el suelo y puede persistir durante un tiempo considerable después de que



se haya completado la consolidación principal. Este procedimiento puede ser más lento que otros y, en consecuencia, puede dar lugar a un asentamiento gradual durante un periodo de tiempo considerable.

### 2.2.3.6 Asentamientos admisibles

Según el tipo de estructura sobre la que se asienta un proyecto, la cantidad de asentamiento que puede tolerarse sin comprometer la funcionalidad o la belleza del edificio viene determinada por el tipo de estructura. Como consecuencia de los estrictos requisitos de seguridad y rendimiento, ciertas estructuras, como los rascacielos y los puentes, tienen márgenes de asentamiento más restringidos durante el proceso de construcción. Otros tipos de edificios, como los residenciales o las instalaciones industriales, pueden soportar cierto grado de asentamiento sin que ello repercuta en su funcionalidad o aspecto. Lo más importante es conocer bien estas restricciones y asegurarse de que los márgenes permitidos para cada tipo de estructura se mantienen con los asentamientos previstos.

Muchas construcciones son capaces de soportar deformaciones sin experimentar impactos sustanciales si las deformaciones son sólo de unos pocos centímetros de tamaño y tienen lugar inmediatamente después de la aplicación de peso. Sin embargo, estas estructuras pueden ser muy susceptibles a los asentamientos diferenciales, sobre todo cuando se producen entre apoyos muy próximos entre sí. Es posible que los asentamientos diferenciales provoquen tensiones adicionales en la estructura, lo que en última instancia puede provocar grietas, inclinaciones o incluso el fallo de la estructura. Por ello, es de suma importancia diseñar y construir las estructuras teniendo muy en cuenta la posibilidad de que se produzcan asentamientos desiguales y tomar medidas para reducir la probabilidad de que se produzcan.



### 2.2.3.7 Relación entre asentamiento y daño

El asentamiento diferencial es más importante que el asentamiento total, a pesar de que suele ser más difícil de medir. Esto se debe a que el asentamiento diferencial hace posible que la estructura experimente deformaciones no uniformes y tensiones adicionales, que pueden afectar a la integridad y el funcionamiento de la estructura. A diferencia del asentamiento total, que afecta por igual a toda la estructura, el asentamiento diferencial puede variar en función de la calidad del suelo y del diseño del edificio. Esto dificulta su previsión y hace necesario el uso de estrategias particulares para mitigar los efectos del asentamiento diferencial.

Con el fin de evaluar el comportamiento de las estructuras, es práctica común definir correlaciones entre la distorsión máxima admisible y el asentamiento diferencial máximo. Mediante la utilización de estas correlaciones, es posible calcular el asentamiento diferencial máximo de una zapata en función del asentamiento total máximo de la zapata. Un margen seguro lo proporciona el valor ampliamente especificado de una pulgada para el asentamiento total admisible en estructuras tales como edificios comerciales. Con esta cifra se pretende evitar los problemas de estabilidad y funcionalidad que puedan surgir durante el proceso de construcción.

### 2.2.4 Zonificación geotécnica

#### 2.2.4.1 Zonificación

La zonificación en ingeniería civil constituye un elemento fundamental en la planificación y gestión del desarrollo urbano y la infraestructura en áreas geográficas o terrenos. Este proceso se lleva a cabo mediante la división de la zona en sectores específicos, cada uno con características y usos del suelo diferenciados. La importancia de esta práctica radica en su enfoque sistemático, que permite una distribución ordenada y eficiente de los recursos disponibles, así como la satisfacción de las necesidades y objetivos particulares de la comunidad. Las zonas resultantes pueden destinarse a



diversos propósitos, como la edificación residencial, comercial, industrial o recreativa, dependiendo de las demandas y aspiraciones de la población local.

La zonificación no se limita simplemente a la asignación de funciones, sino que también implica la regulación cuidadosa de diversos parámetros urbanos. Estos incluyen la densidad de construcción, la altura máxima de los edificios, la preservación de áreas verdes y otras restricciones específicas destinadas a garantizar un desarrollo coherente y sostenible. De esta manera, se busca crear un entorno urbano equilibrado y funcional, donde la planificación cuidadosa contribuya a la optimización del uso del espacio y a la mejora significativa de la calidad de vida de los habitantes. En última instancia, la zonificación emerge como una herramienta esencial para moldear entornos urbanos armoniosos que promueven la convivencia y el bienestar de la comunidad.

#### 2.2.4.2 Tipos de zonificación

##### a. Zonas de cimentación

- **Suelos Rocosos:** Áreas donde el suelo consiste principalmente en rocas sólidas, lo que puede influir en los métodos de cimentación.
- **Suelos Arcillosos:** Zonas con suelos arcillosos que pueden requerir técnicas específicas de cimentación debido a su compresibilidad y expansividad.

##### b. Zonas de estabilidad de taludes

- **Zonas Inestables:** Áreas donde se identifica un riesgo potencial de deslizamientos de tierra o fallas de taludes.
- **Zonas Estables:** Áreas con suelos que tienen una buena estabilidad y resistencia.

##### c. Zonas sísmicas

- **Suelos Sísmicamente Activos:** Áreas propensas a movimientos sísmicos, donde se deben considerar medidas especiales de diseño para la seguridad estructural.



### d. Zonas de drenaje

- **Suelos Permeables:** Áreas donde la permeabilidad del suelo puede afectar el drenaje, lo que puede ser crucial en el diseño de sistemas de aguas pluviales.
- **Suelos Impermeables:** Zonas donde la impermeabilidad del suelo puede causar problemas de acumulación de agua.

### e. Zonas de excavación

- **Suelos Aptos para Excavación:** Áreas donde se puede realizar excavación sin preocupaciones significativas.
- **Suelos No Aptos para Excavación:** Terrenos donde la excavación puede ser riesgosa debido a la presencia de suelos blandos o inestables.

### f. Zonas de asentamiento

- **Suelos Compresibles:** Áreas donde los suelos tienden a experimentar asentamientos debido a su compresibilidad.

### g. Zonas de corrosión de suelo

- **Suelos Agresivos:** Áreas donde los suelos pueden ser corrosivos para las estructuras enterradas, como cimientos y tuberías.

### h. Zonas de capacidades de carga

- **Baja Capacidades de Carga:** Áreas donde el suelo puede tener una capacidad de carga limitada, lo que afecta el diseño de las cimentaciones.



### 2.3 Marco conceptual

#### ➤ Asentamiento

La deformación del suelo se produce por la aplicación de cargas, que pueden provocar su asentamiento o desplazamiento. Cuando se coloca una carga sobre el suelo, la presión que se crea puede hacer que el material se comprima, lo que podría dar lugar a un cambio en la forma o ubicación del material.

#### ➤ Capacidad portante

Es posible medir la capacidad portante del suelo determinando su capacidad para soportar cargas impuestas por cimientos o estructuras. Se define como la presión de contacto media máxima entre la cimentación y el suelo que no produce el fallo por cizallamiento del suelo ni asentamientos diferenciales graves. Esta es la definición técnica de la presión de contacto media máxima.

#### ➤ Coeficiente de balasto

El coeficiente de balasto es un índice que determina la relación entre la presión de contacto que se aplica al suelo y el grado de penetración o asentamiento que provoca dicha presión a través de la aplicación de la presión de contacto. Para obtenerlo se utilizan los resultados de la prueba de carga.

#### ➤ Capacidad admisible

El nivel de carga por unidad de superficie de los cimientos a partir del cual el suelo comienza a fallar por cizallamiento se denomina capacidad portante del suelo.

#### ➤ Carga

Es a través de la aplicación de los diversos componentes que conforman las estructuras de los edificios como se consigue un conjunto de miembros estructurales.



### ➤ **Cimentación**

La estructura portante o sistema de cimentación de una infraestructura está formada por el conjunto de componentes estructurales conocido como sistema de cimentación. Estos componentes se encargan de transmitir al suelo el peso propio de la superestructura, así como las fuerzas que actúan sobre ella.

### ➤ **Consolidación del suelo**

La conocida prueba edométrica se utiliza con frecuencia en el proceso de análisis de la consolidación del suelo. Especialmente en suelos blandos y saturados como limos y arcillas, esta prueba permite determinar los asentamientos y los tiempos de consolidación en estructuras como terraplenes, losas y zapatas. Esto es especialmente cierto en situaciones en las que el suelo también está saturado.

### ➤ **Ensayo de carga**

En la prueba de carga, se coloca una placa en el suelo y se le aplican una serie de cargas a lo largo de la prueba. Gracias a este método podemos examinar la relación entre la tensión y la deformación del suelo, lo que nos permite conocer su comportamiento elástico.

### ➤ **Estudio de suelos**

Este método no sólo ofrece datos sobre la composición de los elementos que se encuentran en las capas más profundas del suelo, sino que también proporciona información sobre las cualidades físicas y mecánicas del suelo.

### ➤ **Límites de consistencia**

Con el fin de describir cómo cambia el comportamiento del suelo en respuesta a la adición de cantidades variables de humedad, se utilizan los límites de consistencia del



suelo. Existen cuatro estados principales del suelo que pueden reconocerse en función de estos cambios: sólido, semisólido, plástico y líquido.

### ➤ **Valor relativo de soporte CBR**

El California Bearing Ratio, también conocido como CBR, es un índice que determina la resistencia del suelo a la penetración de una varilla que se desplaza a velocidad constante. Se realiza una comparación entre este valor de resistencia y el valor de resistencia de un suelo de grava típico para determinar la capacidad portante del suelo.



## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Enfoque de investigación

Ccanto, (2010) Es posible probar hipótesis mediante el uso de datos adquiridos a través del enfoque cuantitativo, que se basa en mediciones numéricas y análisis estadísticos. Esta estrategia permite validar hipótesis y reconocer patrones de comportamiento. Cuando la investigación se lleva a cabo utilizando esta metodología, se denomina investigación cuantitativa.

#### 3.2 Método de investigación

Ccanto, (2010) Esta investigación se llevó a cabo utilizando el método científico. Se trata de una serie de procesos, técnicas y procedimientos que se utilizan para abordar y resolver problemas de investigación mediante la formulación y verificación de hipótesis. Este método se caracteriza por ser un conjunto de diferentes pasos, técnicas y procedimientos.



### 3.3 Tipo de investigación

Ccanto, (2010) Cuando la investigación se lleva a cabo con la intención de resolver cuestiones prácticas o asociadas a los procesos de fabricación, este tipo de estudio se denomina investigación aplicada. La finalidad de este tipo de estudio es explicar, validar o mejorar métodos, herramientas o materiales con el fin de optimizar los procesos, al tiempo que se evalúa la eficacia de diversas soluciones. Las hipótesis que se someten a prueba en este contexto se evalúan en función de su eficacia o falta de ella. En pocas palabras, la investigación en cuestión se centra en cuestiones específicas y utiliza los resultados para proponer respuestas aplicables en el mundo real. De esta descripción puede deducirse que el trabajo entra en la categoría de investigación aplicada.

### 3.4 Nivel de Investigación

Ccanto, (2010) Al realizar una investigación, el nivel descriptivo implica proporcionar un relato exhaustivo de fenómenos, situaciones, contextos y sucesos, así como ofrecer una explicación de cómo son estas cosas y cómo se manifiestan. El objetivo de la investigación descriptiva es proporcionar información específica sobre los rasgos, características y perfiles de individuos, grupos, comunidades, prácticas, objetos o cualquier otra cosa que se esté investigando. El propósito de este esfuerzo es generar una imagen clara y precisa que permita al lector comprender las cualidades fundamentales del tema investigado. Las investigaciones descriptivas son especialmente útiles en situaciones en las que sólo existe un conjunto fragmentario o incompleto de conocimientos respaldados por una cantidad moderada de pruebas empíricas. Se utilizan para describir, caracterizar y cuantificar realidades, fenómenos, hechos o variables de interés. Se consideran adecuados para investigaciones que implican un análisis exhaustivo de las características y datos existentes, que es lo que distingue a la investigación como de nivel descriptivo. Esto se debe a que su objetivo principal es proporcionar detalles y describir la condición actual de un objeto de estudio más que proporcionar información sobre la cosa en sí



### 3.5 Diseño de investigación

Ccanto, (2010). Una de las características distintivas de los diseños no experimentales es que no incluyen ninguna modificación intencionada de las variables objeto de estudio. Al realizar este tipo de investigación, las variables independientes no se someten a ninguna modificación deliberada para observar los efectos que estas modificaciones tienen sobre otras variables. En su lugar, se hace hincapié en observar los fenómenos en su entorno natural y en su estado inicial, para luego interpretar la información que se obtiene de esas observaciones. Por ello, la investigación se considera no experimental, ya que se basa en la observación y el análisis pasivos más que en la participación activa

En los diseños transaccionales o transversales, la recogida de datos tiene lugar en un único momento o durante un periodo de tiempo determinado. La finalidad de este tipo de diseño es recoger datos sobre variables para proporcionar una descripción de las mismas, así como investigar la frecuencia de las variables y las conexiones que existen entre ellas en un momento concreto. Este enfoque ofrece una "instantánea" del fenómeno de interés al limitarse a una única recogida de datos. Esto permite evaluar los acontecimientos y las relaciones sin necesidad de realizar un seguimiento a lo largo de un periodo de tiempo. Debido a que el diseño es de tipo descriptivo comparativo y transversal, se espera obtener información pertinente de muchas muestras ( $M_1, M_2, M_n$ ) para un mismo fenómeno ( $O_1, O_2, O_n$ ). Por otra parte, el fenómeno se caracteriza por la comparación de los datos obtenidos. Este tipo de diseño permite encontrar similitudes y diferencias entre las muestras y, en consecuencia, estudiar y caracterizar el fenómeno a partir de las comparaciones que se realicen sobre dichas similitudes y diferencias. Para determinar si las observaciones son coherentes entre sí o si difieren unas de otras, por ejemplo, se pueden comparar las características de cada muestra.



### **3.6 Población y muestra**

#### **3.6.1 Población**

(Borja S., 2012). Se refiere a la población o universo como el grupo completo de elementos o individuos que serán objeto de estudio. Según lo mencionado en la fuente citada, el área de estudio incluirá la localidad de Platería, dentro del distrito de Platería, en la provincia de Puno.

#### **3.6.2 Muestra**

(Borja S., 2012) En el proceso de selección de las unidades de estudio, el investigador realiza sus selecciones basándose en sus propios criterios, con el objetivo de lograr la conveniencia y la viabilidad. Al realizar este estudio, el propósito era escoger una muestra lo más representativa posible, teniendo en cuenta diversos aspectos como la accesibilidad y los recursos fácilmente disponibles. Se realizaron diez calicatas, también conocidas como excavaciones, a una profundidad de dos metros para recoger los datos necesarios para el estudio.

##### **3.6.2.1 Tipo de muestreo**

En concreto, el tipo de muestreo que se utilizó fue no probabilístico e intencional. Esto significa que la selección de las muestras no se basó en probabilidades, sino en otros factores determinados por el investigador. Estos criterios incluían, entre otros, la experiencia, los recursos disponibles, la conveniencia y la accesibilidad. El objetivo es garantizar que la muestra creada sea lo más representativa posible del fenómeno que se investiga. Para complementar el análisis, se realizaron pozos de observación. Estos pozos permitieron describir las propiedades del suelo y comprobar si los pozos evaluados eran comparables a los puntos de observación elegidos.

### 3.6.2.2 Cantidad de ensayos

**Tabla 22***Cantidad de ensayos realizados*

Cantidad de ensayos											
Ensayos	Calicatas										
	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	
Propiedades físicas											
Contenido de humedad	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Análisis granulométrico	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Limite líquido	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Limite plástico	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Propiedades mecánicas											
Capacidad portante	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Perfil estratigráfico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Total	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	140

*Nota.* Elaboración propia

### 3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los métodos de recogida de datos son los instrumentos que emplea el investigador para obtener la información esencial sobre una realidad o fenómeno de acuerdo con los objetivos de la investigación. En función del enfoque de investigación que se utilice, se emplean distintos procedimientos de recogida de datos. Estas técnicas se eligen cuidadosamente para garantizar que sean adecuadas para el estudio en su conjunto. Antes de iniciar el proceso de recopilación de la información que se utilizará en esta investigación, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de información.



### 3.7.1 Técnicas para la recolección de datos

Dado que todos los resultados se recogieron y documentaron basándose en lo observado durante la realización de los ensayos antes del análisis de los resultados, el método principal de recogida de datos fue la observación sistemática. Para garantizar que la recogida de datos se realizaba de forma directa y mediante una observación minuciosa, la base de la necesidad de sistematizar los datos se establece a través de la observación. (Ccanto, 2010).

### 3.7.2 Instrumentos

- Para examinar las muestras, se realizaron pruebas normalizadas. Estas pruebas se llevaron a cabo de acuerdo con los protocolos establecidos para las pruebas de suelos, recogidos en los manuales de pruebas, y se realizaron de conformidad con las normas oficiales (como NTP y ASTM).
- AutoCAD
- Microsoft Excel

## 3.8 Validación y de instrumentos y confiabilidad

### 3.8.1 Validación de instrumentos

Validación de instrumentos fueron realizadas por el laboratorio de la universidad en donde se realizó lo diversos ensayos que están normalizados en la ASTM, MTC y NTP.

### 3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad fue realizada por cada especializaste en su respectiva rama viendo la calibración se sus instrumentos y maquinas.



### 3.9 Trabajos de campo

#### 3.9.1 Técnicas de exploración

##### Pozos o calicatas

Se realizó excavaciones de 10 calicatas con la finalidad de establecer las características de cada punto de exploración.

**Tabla 23**

*Resumen de calicatas*

Calicata	Profundidad (m)	Ubicación
C-01	2.00	Platería
C-02	2.00	Platería
C-03	2.00	Platería
C-04	2.00	Platería
C-05	2.00	Platería
C-06	2.00	Platería
C-07	2.00	Platería
C-08	2.00	Platería
C-09	2.00	Platería
C-10	2.00	Platería

*Nota.* Elaboración propia

**Puntos de muestreo:** Los puntos de muestreo, se encuentran en la localidad de Platería, las calicatas fueron excavadas hasta una altura de 2.00 m.

##### **Calicata C-01**

- Material orgánico: 0.00m - 0.20m
- Arena arcillosa (SC): 0.20m – 0.80m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :0.80m – 2.00m

##### **Calicata C-02**

- Material orgánico: 0.00m - 0.40m
- Arena limosa con arcilla (SM-SC): 0.40m – 1.50m
- Arena arcillosa (SC) :1.50m – 2.00m



### **Calicata C-03**

- Material orgánico: 0.00m - 0.40m
- Grava limosa (GM): 0.40m – 1.40m
- Arena limosa (SM) :1.40m – 2.00m

### **Calicata C-04**

- Material orgánico: 0.00m – 0.20m
- Arena arcillosa (SC): 0.20m – 1.70m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.70m – 2.00m

### **Calicata C-05**

- Material orgánico: 0.00m - 0.40m
- Arena arcillosa (SC): 0.40m – 1.20m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.20m – 2.00m

### **Calicata C-06**

- Material orgánico: 0.00m - 0.40m
- Arena arcillosa (SC): 0.40m – 0.80m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :0.80m – 2.00m

### **Calicata C-07**

- Material orgánico: 0.00m - 0.30m
- Arena arcillosa (SC): 0.30m – 1.40m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.40m – 2.00m

### **Calicata C-08**

- Material orgánico: 0.00m - 0.10m
- Arena arcillosa (SC): 0.10m – 1.30m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.30m – 2.00m

### **Calicata C-09**

- Turba (PT): 0.00m - 0.60m
- Arena limosa con arcilla (SM-SC): 0.60m – 1.20m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.20m – 2.00m

**Calicata C-10**

- Material orgánico: 0.00m - 0.10m
- Arena arcillosa (SC): 0.10m – 0.80m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :0.80m – 2.00m

**3.9.2 Ubicación de los puntos de exploración.**

Se tomo en cuenta un total de 10 puntos de exploración en donde se realizará todo el proceso de recolección de datos para futuros cálculos.

**Tabla 24**

*Determinación de la ubicación de los puntos de exploración en la zona de estudio*

Exploración	Estratos	Profundidad	Ubicación	
			Este	Norte
C – 1	E-1	0.20 – 0.80		
	E-2	0.80 – 2.00	408503	8236820
C – 2	E-1	0.40 – 1.50		
	E-2	1.50 – 2.00	408551	8237007
C – 3	E-1	0.40 – 1.40		
	E-2	1.40 – 2.00	410713	8236477
C – 4	E-1	0.20 – 1.70		
	E-2	1.70 – 2.00	408860	8236735
C – 5	E-1	0.40 – 1.20		
	E-2	1.20 – 2.00	409067	8236592
C – 6	E-1	0.40 – 0.80		
	E-2	0.80 – 2.00	409037	8236421
C – 7	E-1	0.30 – 1.40		
	E-2	1.40 – 2.00	409024	8236834
C – 8	E-1	0.10 – 1.30		
	E-2	1.30 – 2.00	409158	8236970
C – 9	E-1	0.60 – 1.20		
	E-2	1.20 – 2.00	408233	8236949
C – 10	E-1	0.10 – 0.80		
	E-2	0.80 – 2.00	408332	8237091

*Nota.* Exportaciones en sitio de estudio

### 3.9.3 Ensayos con sus respectivas normativas

Tabla 25

*Normas de ensayos*

ensayos	norma astm	norma ntp	norma mtc
densidad de campo in situ	astm d1556	ntp 339.143	
contenido de humedad del suelo	astm d 2216	ntp 339.127	mtc e 108
análisis granulométrico por tamizado	astm d 422	ntp 339.128	mtc e 107
límite líquido de los suelos	astm d 4318	ntp 339.129	mtc e 110
límite plástico de los suelos e índice de plasticidad	astm d 4318	ntp 339.129	mtc e 111
clasificación de los suelos métodos succs		ntp 339.134	
clasificación de los suelos método aashto		ntp 339.135	

### 3.10 Desarrollo metodológico de la investigación

#### 3.10.1 Estratigrafía

El ensayo de estratigrafía en suelos es una técnica esencial en geotecnia que busca comprender la composición y la disposición de los estratos del suelo en una ubicación específica. Este proceso implica la extracción y análisis detallado de muestras de suelo a lo largo de un perfil vertical. La estratigrafía permite identificar las capas geológicas, conocer su naturaleza y determinar la secuencia de deposición a lo largo del tiempo. Para llevar a cabo este ensayo, se utilizan diversas herramientas, como taladros, cucharas bivalvas o sondas, que permiten la extracción de muestras intactas. Estas muestras se examinan visualmente y se analizan en términos de textura, color, densidad, composición y presencia de elementos como gravas, arcillas o limos. Además, se pueden utilizar métodos geofísicos para complementar la información obtenida de las muestras extraídas. La estratigrafía en suelos es crucial en la planificación y diseño de proyectos de construcción, ya que proporciona información detallada sobre las características del subsuelo, facilitando la toma de decisiones informadas en ingeniería geotécnica.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 Resultados obtenidos:

##### 4.1.1 *Propiedades físicas y de capacidad portante que presentan el suelo de la localidad Platería.*

##### A) Propiedades físicas de la zona de estudio

Tabla 26

*Análisis granulométrico – 10 calicatas*

Exploración	Localización	Estratos	% que pasa						
			3/8"	No4	No10	No20	No40	No100	No200
C – 1	Barrio Nueva	E-01	99.45	97.74	89.97	86.79	75.18	58.23	55.49
	Esperanza	E-02	97.35	82.83	77.76	57.44	51.28	27.35	16.04
C – 2	Barrio Nueva	E-01	93.62	92.16	87.50	86.44	81.30	62.37	42.63
	Esperanza	E-02	100	97.60	83.71	78.92	59.52	30.75	19.85
C – 3	Barrio	E-01	67.37	52.22	48.27	44.84	42.92	40.76	40.04
	Central	E-02	100	97.22	83.44	78.49	52.06	28.27	17.09
C – 4	Barrio	E-01	99.86	94.45	72.91	67.75	52.66	26.83	7.08
	Central	E-02	100	99.48	98.08	88.82	85.30	52.32	49.38
C – 5	Barrio	E-01	98.90	95.03	76.46	72.25	59.47	37.90	21.46
	Mendoza	E-02	99.23	97.55	87.74	83.83	70.43	44.07	41.05
C – 6	Barrio	E-01	98.92	94.64	73.06	67.87	53.06	27.74	8.46
	Mendoza	E-02	98.86	97.31	87.54	83.74	70.24	49.70	46.18
C – 7	Barrio	E-01	98.98	95.65	78.53	74.20	62.15	42.11	26.28
	Sagrado	E-02	100	99.07	97.54	89.51	85.92	70.09	67.14



	Corazón de Jesús Barrio								
C – 8	Sagrado	E-01	73.88	53.64	36.25	27.37	23.90	18.89	16.23
	Corazón de Jesús	E-02	95.29	91.60	87.60	83.94	81.51	76.88	73.40
C – 9	Barrio Nueva Esperanza	E-01	93.70	92.01	87.51	86.39	81.49	62.48	42.59
		E-02	99.84	97.54	89.56	86.37	74.74	57.54	54.46
C – 10	Barrio Nueva Esperanza	E-01	92.87	91.10	86.19	84.55	79.31	60.15	40.27
		E-02	99.46	97.84	89.63	86.23	74.70	57.70	54.63

### Contenido de humedad

**Tabla 27**

*Contenidos de humedad en porcentajes*

Calicatas	Ubicación	Estratos	%Humedad
C-01	Barrio Nueva Esperanza	E-01	12.35
		E-02	11.15
C-02	Barrio Nueva Esperanza	E-01	10.42
		E-02	11.90
C-03	Barrio Central	E-01	10.38
		E-02	11.15
C-04	Barrio Central	E-01	9.62
		E-02	12.99
C-05	Barrio Mendoza	E-01	13.83
		E-02	13.91
C-06	Barrio Mendoza	E-01	9.11
		E-02	14.24
C-07	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	E-01	10.53
		E-02	8.30
C-08	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	E-01	8.40
		E-02	26.72
C-09	Barrio Nueva Esperanza	E-01	8.58
		E-02	16.50
C-10	Barrio Nueva Esperanza	E-01	9.55
		E-02	13.29

### Límites de consistencia

**Tabla 28**

*Límite de consistencia – 10 calicatas*



Muestreo	Localización	Estrato	Límites de consistencia		
			LL%	LP%	IP %
C - 1	Barrio Nueva Esperanza	E-01	33.52	18.86	14.66
		E-02	27.29	19.64	7.65
C - 2	Barrio Nueva Esperanza	E-01	27.28	21.04	6.24
		E-02	29.06	19.64	9.42
C - 3	Barrio Central	E-01	26.83	25.71	1.12
		E-02	27.29	19.64	7.65
C - 4	Barrio Central	E-01	28.20	16.84	11.36
		E-02	18.65	7.63	11.01
C - 5	Barrio Mendoza	E-01	30.63	21.22	9.41
		E-02	34.94	21.06	13.89
C - 6	Barrio Mendoza	E-01	32.41	18.86	13.55
		E-02	35.08	19.39	15.69
C - 7	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	E-01	27.29	12.19	15.09
		E-02	29.12	11.04	18.08
C - 8	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	E-01	35.47	18.63	16.84
		E-02	32.44	17.63	14.81
C - 9	Barrio Nueva Esperanza	E-01	27.36	20.62	6.74
		E-02	33.47	20.42	13.06
C - 10	Barrio Nueva Esperanza	E-01	27.07	20.00	7.07
		E-02	34.28	21.63	12.65

## Estratigrafía

### Tipos de suelo y estratos.

#### Calicata C-01

- Material orgánico: 0.00m – 0.20m
- Arena arcillosa (SC): 0.20m – 0.80m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :0.80m – 2.00m

#### Calicata C-02

- Material orgánico: 0.00m – 0.40m
- Arena limosa con arcilla (SM-SC): 0.40m – 1.50m
- Arena arcillosa (SC) :1.50m – 2.00m

#### Calicata C-03

- Material orgánico: 0.00m – 0.40m
- Grava limosa (GM): 0.40m – 1.40m
- Arena limosa (SC) :1.40m – 2.00m



### **Calicata C-04**

- Material orgánico: 0.00m – 0.20m
- Arena arcillosa (SC): 0.20m – 1.70m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.70m – 2.00m

### **Calicata C-05**

- Material orgánico: 0.00m – 0.40m
- Arena arcillosa (SC): 0.40m – 1.20m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.20m – 2.00m

### **Calicata C-06**

- Material orgánico: 0.00m – 0.40m
- Arena arcillosa (SC): 0.40m – 0.80m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :0.80m – 2.00m

### **Calicata C-07**

- Material orgánico: 0.00m – 0.30m
- Arena arcillosa (SC): 0.30m – 1.40m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.40m – 2.00m

### **Calicata C-08**

- Material orgánico: 0.00m – 0.10m
- Arena arcillosa (SC): 0.10m – 1.30m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.30m – 2.00m

### **Calicata C-09**

- Turba (PT): 0.00m – 0.60m
- Arena limosa con arcilla (SM-SC): 0.60m – 1.20m

- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :1.20m – 2.00m

### Calicata C-10

- Material orgánico: 0.00m – 0.10m
- Arena arcillosa (SC): 0.10m – 0.80m
- Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) :0.80m – 2.00m

**Tabla 29**

*Categorización de suelos a 1.0metros*

Calicata	Ubicación	Profundidad	SUCS	AASTHO
C -1	Barrio Nueva Esperanza	1.00	SC	A-6 (1)
C -2	Barrio Nueva Esperanza	1.00	SM-SC	A-4 (2)
C -3	Barrio Central	1.00	GM	A-1-b (0)
C -4	Barrio Central	1.00	SC	A-6 (1)
C -5	Barrio Mendoza	1.00	SC	A-6 (1)
C -6	Barrio Mendoza	1.00	SC	A-6 (1)
C -7	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	1.00	SC	A-6 (1)
C -8	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	1.00	SC	A-6 (1)
C -9	Barrio Nueva Esperanza	1.00	SM-SC	A-4 (2)
C -10	Barrio Nueva Esperanza	1.00	SC	A-6 (1)

**Tabla 30**

*Categorización de suelos a 1.5metros*

Calicata	Ubicación	Profundidad	SUCS	AASTHO
C 01	Barrio Nueva Esperanza	1.50	CL	A-6 (6)
C -02	Barrio Nueva Esperanza	1.50	SM-SC	A-4 (2)
C -03	Barrio Central	1.50	SC	A-6 (1)
C -04	Barrio Central	1.50	SC	A-6 (1)
C -05	Barrio Mendoza	1.50	CL	A-6 (6)
C -06	Barrio Mendoza	1.50	CL	A-6 (6)

C -07	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	1.50	CL	A-6 (6)
C -08	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	1.50	CL	A-6 (6)
C -09	Barrio Nueva Esperanza	1.50	CL	A-6 (6)
C -10	Barrio Nueva Esperanza	1.50	CL	A-6 (6)

**Tabla 31**

*Categorización de suelos a 2.0metros*

Calicata	Ubicación	Profundidad	SUCS	AASTHO
C -01	Barrio Nueva Esperanza	2.00	CL	A-6 (6)
C -02	Barrio Nueva Esperanza	2.00	SC	A-6 (1)
C -03	Barrio Central	2.00	SC	A-6 (1)
C -04	Barrio Central	2.00	CL	A-6 (6)
C -05	Barrio Mendoza	2.00	CL	A-6 (6)
C -06	Barrio Mendoza	2.00	CL	A-6 (6)
C -07	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	2.00	CL	A-6 (6)
C -08	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	2.00	CL	A-6 (6)
C -09	Barrio Nueva Esperanza	2.00	CL	A-6 (6)
C -10	Barrio Nueva Esperanza	2.00	CL	A-6 (6)

### B) Capacidad portante de calicatas exploradas

**Tabla 32**

Capacidad portante ultima a 1.0metros de nivel de profundidad

Exploración	Barrio/zona	SUCS	Referencia	Nivel de profundidad (metros)	Qult
<b>C-01</b>	Barrio Nueva Esperanza	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.0	2.179
<b>C- 02</b>	Barrio Nueva Esperanza	<b>sm-sc</b>	Arena limosa con arcilla	1.0	1.777
<b>C-03</b>	Barrio Central	<b>gm</b>	Grava limosa	1.0	3.218
<b>C-04</b>	Barrio Central	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.0	3.283
<b>C-05</b>	Barrio Mendoza	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.0	3.459
<b>C-06</b>	Barrio Mendoza	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.0	3.820
<b>C-07</b>	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.0	5.035
<b>C-08</b>	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.0	2.491



<b>C-09</b>	Barrio Nueva Esperanza	<b>sm-sc</b>	Arena limosa con arcilla	1.0	2.170
<b>C-10</b>	Barrio Nueva Esperanza	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.0	2.413

**Tabla 33**

*Capacidad portante ultima a 1.5metros de nivel de profundidad*

Exploración	Barrio/zona	SUCS	Referencia	Nivel de profundidad (metros)	Qult
<b>C - 1</b>	Barrio Nueva Esperanza	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.5	2.914
<b>C - 2</b>	Barrio Nueva Esperanza	SM-SC	Arena limosa con arcilla	1.5	2.397
<b>C - 3</b>	Barrio Central	SC	Arena arcillosa	1.5	4.320
<b>C - 4</b>	Barrio Central	SC	Arena arcillosa	1.5	4.423
<b>C - 5</b>	Barrio Mendoza	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.5	4.750
<b>C - 6</b>	Barrio Mendoza	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.5	5.420
<b>C - 7</b>	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.5	7.125
<b>C - 8</b>	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.5	3.520
<b>C - 9</b>	Barrio Nueva Esperanza	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.5	2.299
<b>C - 10</b>	Barrio Nueva Esperanza	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.5	3.377

**Tabla 34**

*Capacidad portante ultima a 2.0metros de nivel de profundidad*

Exploración	Barrio/zona	SUCS	Referencia	Nivel de profundidad (metros)	Qult
<b>C- 1</b>	Barrio Nueva Esperanza	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	3.760
<b>C- 2</b>	Barrio Nueva Esperanza	SC	arena arcillosa	2.0	3.094
<b>C- 3</b>	Barrio Central	SC	arena arcillosa	2.0	5.540
<b>C- 4</b>	Barrio Central	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	5.671
<b>C- 5</b>	Barrio Mendoza	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	6.152
<b>C- 6</b>	Barrio Mendoza	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	6.643

<b>C - 7</b>	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	8.815
<b>C - 8</b>	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	4.370
<b>C - 9</b>	Barrio Nueva Esperanza	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	2.823
<b>C -10</b>	Barrio Nueva Esperanza	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.0	4.217

**Tabla 35**

Capacidades portante admisible a 1.0 metros de nivel de profundidad

Exploración	Nivel de profundidad	SUCS	Referencia	Qadm. (kg/cm2)
C-01	1.0	<b>sc</b>	Arena arcillosa	0.726
C-02	1.0	<b>sm-sc</b>	Arena limosa con arcilla	0.592
C-03	1.0	<b>gm</b>	Grava limosa	1.073
C-04	1.0	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.094
C-05	1.0	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.153
C-06	1.0	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.273
C-07	1.0	<b>sc</b>	Arena arcillosa	1.678
C-08	1.0	<b>sc</b>	Arena arcillosa	0.830
C-09	1.0	<b>sm-sc</b>	Arena limosa con arcilla	0.557
C-10	1.0	<b>sc</b>	Arena arcillosa	0.804

**Tabla 36**

Capacidades portante admisible a 1.5 metros de nivel de profundidad

Exploración	Nivel de profundidad	SUCS	Referencia	Q adm. (kg/cm2)
C - 1	1.5	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	0.971
C - 2	1.5	SM-SC	arena limosa con arcilla	0.799
C - 3	1.50	SC	arena arcillosa	1.440
C - 4	1.50	SC	arena arcillosa	1.474
C - 5	1.50	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.583
C - 6	1.50	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.807
C - 7	1.50	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.375
C - 8	1.50	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.173



C – 7	1.50	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	0.766
C – 8	1.50	CL	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.126

**Tabla 37**

*Capacidades portantes admisibles a 2.0metros de profundidad*

Exploración	Nivel de profundidad	SUCS	Referencia	Qadm. (kg/cm2)
C-01	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.253
C-02	SC	2.0	arena arcillosa	1.031
C-03	SC	2.0	arena arcillosa	1.847
C-04	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.890
C-05	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.051
C-06	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.214
C-07	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	2.938
C-08	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.457
C-09	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	0.941
C-10	CL	2.0	arcilla inorgánica de baja plasticidad	1.406



**Tabla 38**

*Cálculo de la capacidad portante admisible*

CALICATA	Dimensión de zapata			Características de los suelos				q (kg/cm <sup>2</sup> )	Factores de capacidad de carga			Factores de forma			Factores de profundidad			Factores de inclinación de cargas			q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	FS.	q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	B (m)	L (m)	D <sub>f</sub> (m)	γ	C	N	∅		N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	F <sub>cs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>γs</sub>	F <sub>cd</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>γd</sub>	F <sub>ci</sub>	F <sub>qi</sub>	F <sub>γi</sub>			
C - 01	1.00	1.50	1.00	1.29	0.139	20.91	0	0.129	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.400	1.316	1.00	1.00	1.00	1.00	2.179	3	0.726
	1.00	1.50	1.25	1.29	0.139	20.91	0	0.161	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.358	1.283	1.00	1.00	1.00	1.00	2.494	3	0.831
	1.00	1.50	1.50	1.29	0.139	20.91	0	0.194	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.393	1.311	1.00	1.00	1.00	1.00	2.914	3	0.971
	1.00	1.50	1.75	1.29	0.139	20.91	0	0.226	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.421	1.332	1.00	1.00	1.00	1.00	3.337	3	1.112
	1.00	1.50	2.00	1.29	0.139	20.91	0	0.258	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.443	1.350	1.00	1.00	1.00	1.00	3.760	3	1.253
C - 02	1.10	2.00	1.00	1.31	0.121	19.38	0	0.131	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.364	1.286	1.00	1.00	1.00	1.00	1.777	3	0.592
	1.10	2.00	1.25	1.31	0.121	19.38	0	0.164	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.340	1.267	1.00	1.00	1.00	1.00	2.052	3	0.684
	1.10	2.00	1.50	1.31	0.121	19.38	0	0.197	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.375	1.295	1.00	1.00	1.00	1.00	2.397	3	0.799
	1.10	2.00	1.75	1.31	0.121	19.38	0	0.229	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.404	1.317	1.00	1.00	1.00	1.00	2.745	3	0.915
	1.10	2.00	2.00	1.31	0.121	19.38	0	0.262	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.427	1.335	1.00	1.00	1.00	1.00	3.094	3	1.031
C - 03	1.20	2.00	1.00	1.40	0.169	23.73	0	0.140	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.333	1.262	1.00	1.00	1.00	1.00	3.218	3	1.073
	1.20	2.00	1.25	1.40	0.169	23.73	0	0.175	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.322	1.253	1.00	1.00	1.00	1.00	3.717	3	1.239
	1.20	2.00	1.50	1.40	0.169	23.73	0	0.210	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.358	1.281	1.00	1.00	1.00	1.00	4.320	3	1.440
	1.20	2.00	1.75	1.40	0.169	23.73	0	0.245	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.388	1.304	1.00	1.00	1.00	1.00	4.928	3	1.643
	1.20	2.00	2.00	1.40	0.169	23.73	0	0.280	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.412	1.323	1.00	1.00	1.00	1.00	5.540	3	1.847
C - 04	1.30	2.00	1.00	1.42	0.170	23.70	0	0.142	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.308	1.242	1.00	1.00	1.00	1.00	3.283	3	1.094
	1.30	2.00	1.25	1.42	0.170	23.70	0	0.178	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.385	1.302	1.00	1.00	1.00	1.00	3.971	3	1.324
	1.30	2.00	1.50	1.42	0.170	23.70	0	0.213	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.343	1.269	1.00	1.00	1.00	1.00	4.423	3	1.474
	1.30	2.00	1.75	1.42	0.170	23.70	0	0.249	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.373	1.293	1.00	1.00	1.00	1.00	5.045	3	1.682
	1.30	2.00	2.00	1.42	0.170	23.70	0	0.284	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.398	1.312	1.00	1.00	1.00	1.00	5.671	3	1.890
C - 05	1.40	2.00	1.00	1.63	0.116	23.47	0	0.163	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.286	1.225	1.00	1.00	1.00	1.00	3.459	3	1.153
	1.40	2.00	1.25	1.63	0.116	23.47	0	0.204	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.357	1.281	1.00	1.00	1.00	1.00	4.207	3	1.402



	1.40	2.00	1.50	1.63	0.116	23.47	0	0.245	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.328	1.258	1.00	1.00	1.00	1.00	4.750	3	1.583
	1.40	2.00	1.75	1.63	0.116	23.47	0	0.285	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.358	1.282	1.00	1.00	1.00	1.00	5.448	3	1.816
	1.40	2.00	2.00	1.63	0.116	23.47	0	0.326	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.384	1.302	1.00	1.00	1.00	1.00	6.152	3	2.051
C - 06	1.50	2.00	1.00	1.50	0.167	24.45	0	0.150	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.267	1.208	1.00	1.00	1.00	1.00	3.820	3	1.273
	1.50	2.00	1.25	1.50	0.167	24.45	0	0.188	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.333	1.260	1.00	1.00	1.00	1.00	4.594	3	1.531
	1.50	2.00	1.50	1.50	0.167	24.45	0	0.225	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.400	1.312	1.00	1.00	1.00	1.00	5.420	3	1.807
	1.50	2.00	1.75	1.50	0.167	24.45	0	0.263	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.345	1.269	1.00	1.00	1.00	1.00	5.907	3	1.969
	1.50	2.00	2.00	1.50	0.167	24.45	0	0.300	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.371	1.290	1.00	1.00	1.00	1.00	6.643	3	2.214
C - 07	1.60	2.00	1.00	1.55	0.146	26.61	0	0.155	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	0.680	1.250	1.191	1.00	1.00	1.00	1.00	5.035	3	1.678
	1.60	2.00	1.25	1.55	0.146	26.61	0	0.194	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	0.680	1.313	1.239	1.00	1.00	1.00	1.00	6.048	3	2.016
	1.60	2.00	1.50	1.55	0.146	26.61	0	0.233	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	0.680	1.375	1.286	1.00	1.00	1.00	1.00	7.125	3	2.375
	1.60	2.00	1.75	1.55	0.146	26.61	0	0.271	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	0.680	1.332	1.254	1.00	1.00	1.00	1.00	7.830	3	2.610
	1.60	2.00	2.00	1.55	0.146	26.61	0	0.310	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	0.680	1.358	1.274	1.00	1.00	1.00	1.00	8.815	3	2.938
C - 08	1.70	2.00	1.00	1.75	0.170	19.30	0	0.175	14.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.235	1.185	1.00	1.00	1.00	1.00	2.491	3	0.830
	1.70	2.00	1.25	1.75	0.170	19.30	0	0.219	14.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.294	1.231	1.00	1.00	1.00	1.00	2.990	3	0.997
	1.70	2.00	1.50	1.75	0.170	19.30	0	0.263	14.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.353	1.277	1.00	1.00	1.00	1.00	3.520	3	1.173
	1.70	2.00	1.75	1.75	0.170	19.30	0	0.306	14.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.320	1.251	1.00	1.00	1.00	1.00	3.881	3	1.294
	1.70	2.00	2.00	1.75	0.170	19.30	0	0.350	14.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.347	1.272	1.00	1.00	1.00	1.00	4.370	3	1.457
C - 09	1.80	2.00	1.00	1.05	0.170	19.30	0	0.105	14.196	5.971	4.883	1.379	1.315	0.640	1.222	1.174	1.00	1.00	1.00	1.00	1.670	3	0.557
	1.80	2.00	1.25	1.05	0.170	19.30	0	0.131	14.196	5.971	4.883	1.379	1.315	0.640	1.278	1.218	1.00	1.00	1.00	1.00	1.976	3	0.659
	1.80	2.00	1.50	1.05	0.170	19.30	0	0.158	14.196	5.971	4.883	1.379	1.315	0.640	1.333	1.262	1.00	1.00	1.00	1.00	2.299	3	0.766
	1.80	2.00	1.75	1.05	0.170	19.30	0	0.184	14.196	5.971	4.883	1.379	1.315	0.640	1.389	1.305	1.00	1.00	1.00	1.00	2.641	3	0.880
	1.80	2.00	2.00	1.05	0.170	19.30	0	0.210	14.196	5.971	4.883	1.379	1.315	0.640	1.335	1.263	1.00	1.00	1.00	1.00	2.823	3	0.941
C - 10	1.90	2.00	1.00	1.65	0.170	19.30	0	0.165	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.211	1.165	1.00	1.00	1.00	1.00	2.413	3	0.804
	1.90	2.00	1.25	1.65	0.170	19.30	0	0.206	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.263	1.207	1.00	1.00	1.00	1.00	2.882	3	0.961
	1.90	2.00	1.50	1.65	0.170	19.30	0	0.248	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.316	1.248	1.00	1.00	1.00	1.00	3.377	3	1.126
	1.90	2.00	1.75	1.65	0.170	19.30	0	0.289	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.368	1.289	1.00	1.00	1.00	1.00	3.899	3	1.300
	1.90	2.00	2.00	1.65	0.170	19.30	0	0.330	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.324	1.255	1.00	1.00	1.00	1.00	4.217	3	1.406

Tabla 39

*Cuadro resumen de capacidades portantes ultimas*

Exploración	Q <sub>utt</sub>		
	1.00 m.	1.50 m.	2.00 m.
C – 01	2.179	2.914	3.760
C – 02	1.777	2.397	3.094
C – 03	3.218	4.320	5.540
C – 04	3.283	4.423	5.671
C – 05	3.459	4.750	6.152
C – 06	3.820	5.420	6.643
C – 07	5.035	7.125	8.815
C – 08	2.491	3.520	4.370
C – 09	2.170	2.299	2.823
C – 10	2.413	3.377	4.217

Tabla 40

*Cuadro resumen de capacidades portantes admisibles*

Exploración	Capacidad Portante Admisible		
	1.00 m.	1.50 m.	2.00 m.
C – 01	0.726	0.971	1.253
C – 02	0.592	0.799	1.031
C – 03	1.073	1.440	1.847
C – 04	1.094	1.474	1.890
C – 05	1.153	1.583	2.051
C – 06	1.273	1.807	2.214
C – 07	1.678	2.375	2.938
C – 08	0.830	1.173	1.457
C – 09	0.557	0.766	0.941
C – 10	0.804	1.126	1.406



#### 4.1.2 Zonificación según geotecnia

**Zona I:** Esta zona, denominada región de suelos arenosos, se distingue por la presencia de suelos que se caracterizan por tener propiedades comparables a las de los suelos próximos a ella. Estos puntos en común incluyen rasgos de textura, estructura y composición, que permiten reconocer patrones comunes en las condiciones edáficas de este lugar en comparación con las zonas que se encuentran en los alrededores.

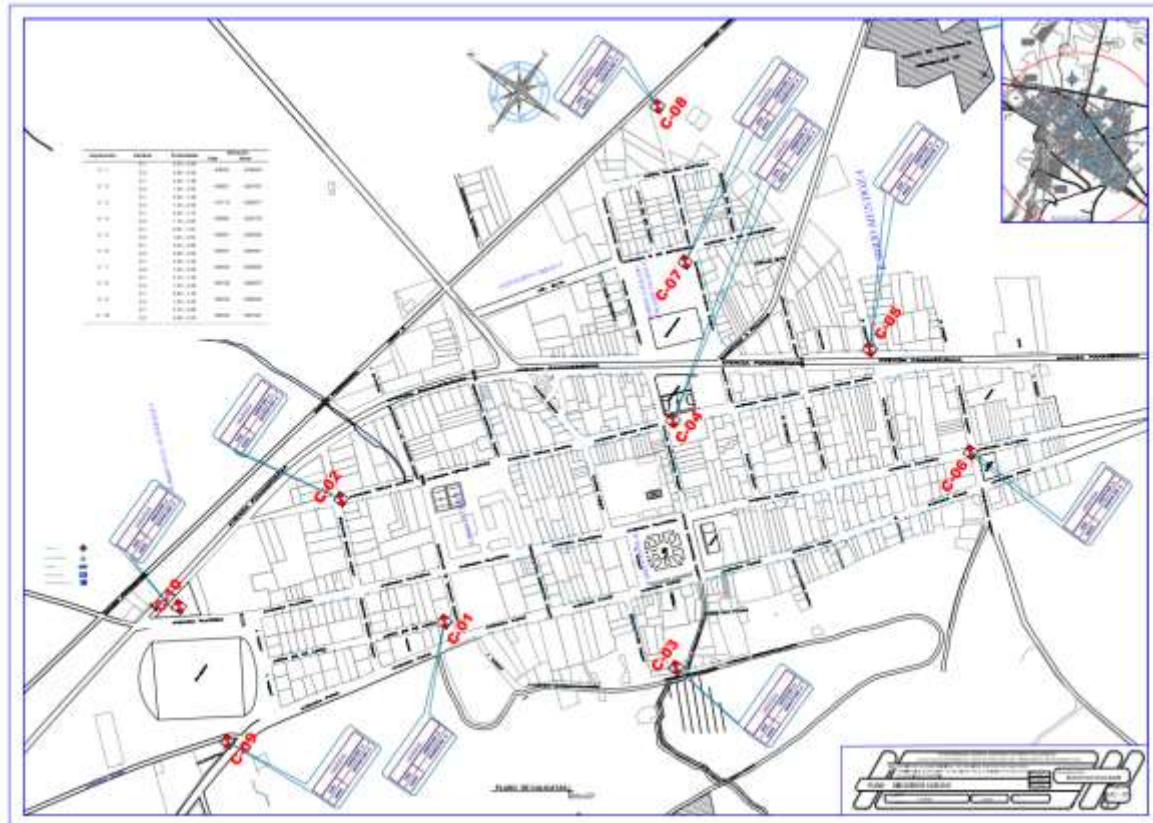
**Zona II:** Esta zona, que ha sido reconocida como una región en la que predominan los suelos de textura fina, está compuesta por suelos que presentan una serie de rasgos comparables entre sí. En particular, estos suelos presentan texturas variables, especialmente de tipo limoso y arcilloso, lo que se traduce en una composición granulométrica que combina distintas categorías de partículas en función de su tamaño. Los suelos se clasifican como limosos o arcillosos dentro de este sistema de clasificación. Esta clasificación se basa en la proporción y el tamaño de las partículas que componen el suelo, lo que refleja las particularidades de la estructura y la composición del suelo con respecto a las partículas.

**Zona III:** Los suelos que se clasifican como suelos tipo grava son los que se ajustan a esta clasificación, que implica la agrupación de suelos que se distinguen por tener características particulares. Estos suelos cumplen los requisitos definidos para cada una de las características que se mencionan a continuación: Cuando se trata de suelos que han sido clasificados como GW y GP, que han sido reconocidos en una variedad de diversos métodos, se ha descubierto que cuando se utiliza un tamiz con un tamaño de malla de 200, una fracción de las partículas que son demasiado pequeñas para pasar será inferior al cincuenta por ciento. De ello se deduce que las partículas que componen estos suelos son de un tamaño tal que, cuando se

evalúan según este criterio, sólo una pequeña parte de ellas es capaz de atravesar el tamiz.

**Figura 15**

*Plano de ubicación de calicatas*



**Tabla 41**

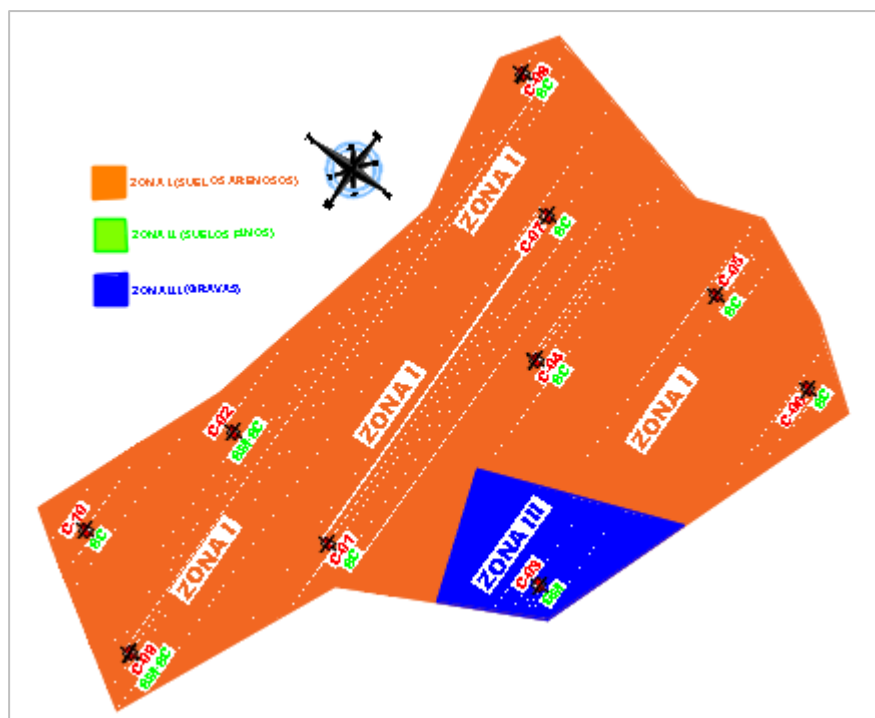
*SUCS a (1, 1.5, 2 metros)*

Calicatas	Localización	1.00m	1.50m	2.00m
C-1	Barrio Nueva Esperanza	SC	CL	CL
C-2	Barrio Nueva Esperanza	SM-SC	SM-SC	SC
C-3	Barrio Central	GM	SC	SC
C-4	Barrio Central	SC	SC	CL
C-5	Barrio Mendoza	SC	CL	CL
C-6	Barrio Mendoza	SC	CL	CL
C-7	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	SC	CL	CL

C-8	Barrio Sagrado Corazón de Jesús	SC	CL	CL
C-9	Barrio Nueva Esperanza	SM-SC	CL	CL
C-10	Barrio Nueva Esperanza	SC	CL	CL

**Figura 16**

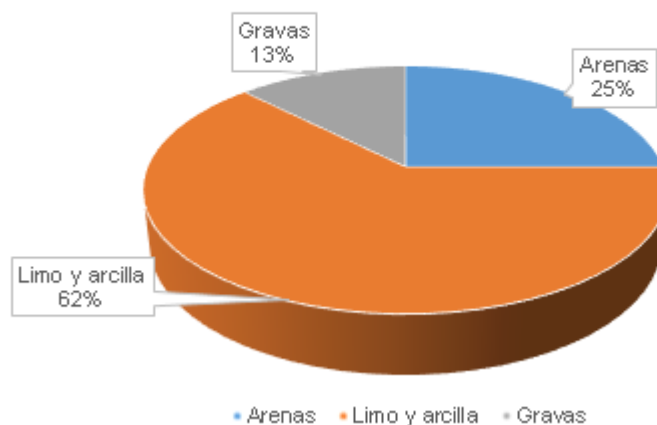
Zonificación de 1.00 metros de profundidad



**Figura 17**

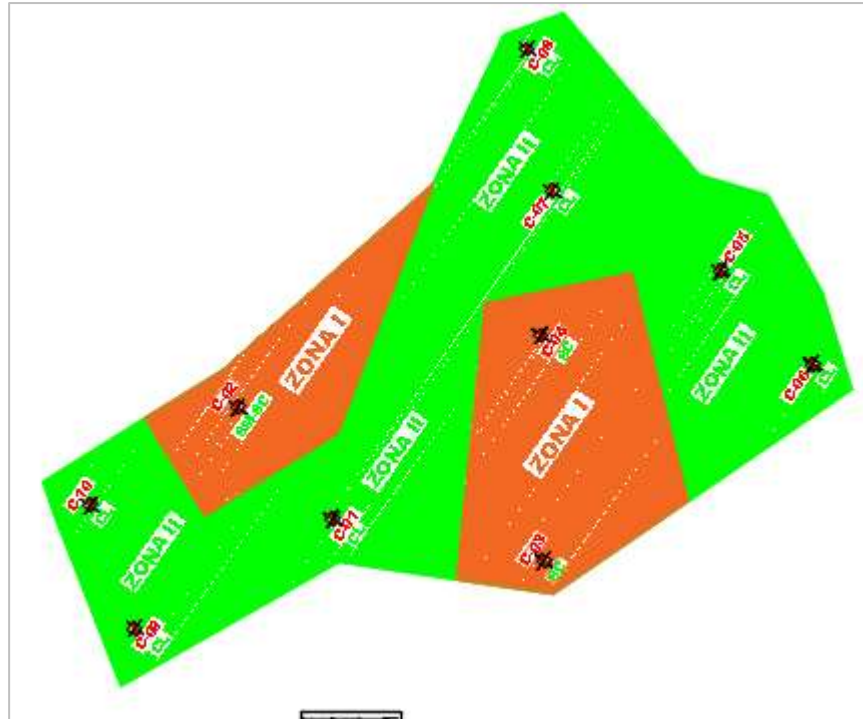
Arenas, limos-arcillas, gravas – 1 metros

Zonificación de tipos de suelos - 1.00 m de profundidad



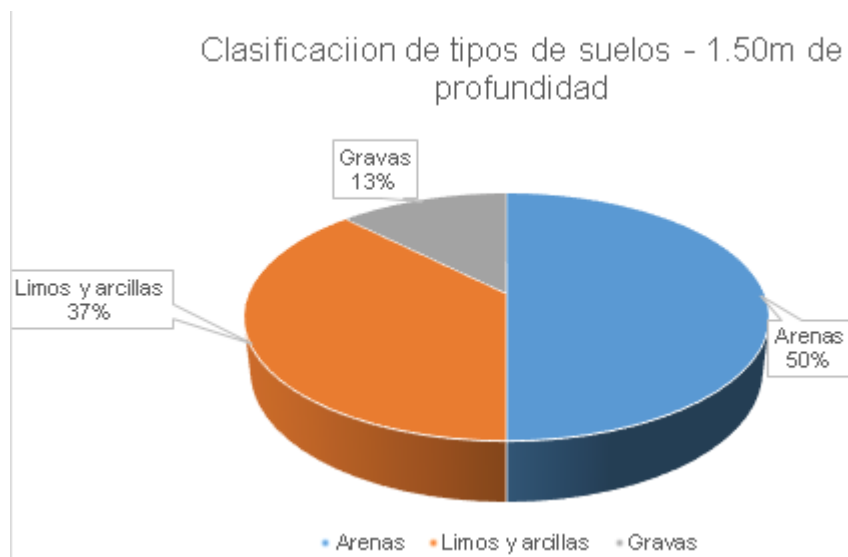
**Figura 18**

*Zonificación - 1.5 metros*



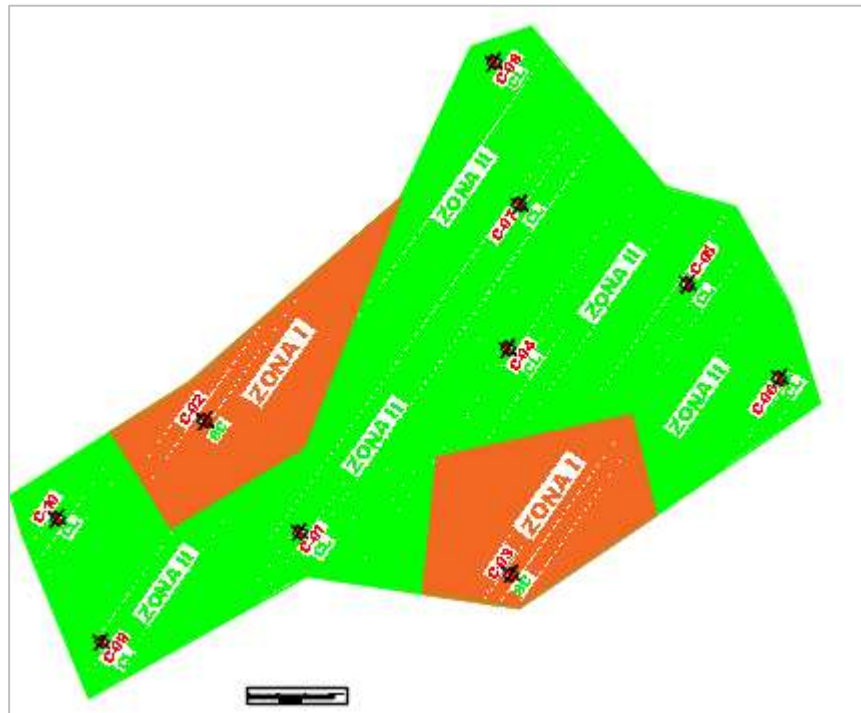
**Figura 19**

*Arenas, limos-arcillas, gravas – 1.5 metros*



**Figura 20**

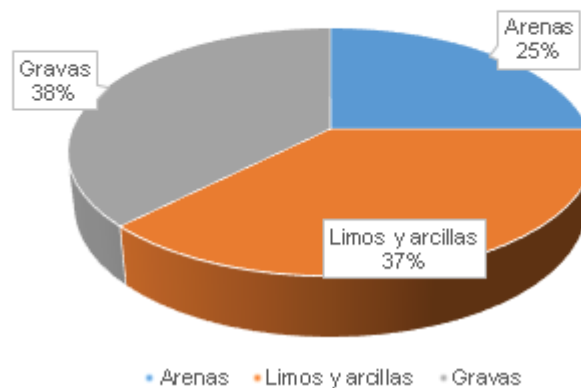
*Zonificación - 2 metros*



**Figura 21**

*Arenas, limos-arcillas, gravas – 2 metros*

Clasificación de tipos de suelos - 2.00m de profundidad



#### 4.1.3 Relación existente entre la capacidad portante y el coeficiente de balasto

##### a. Cálculo del coeficiente de balasto según el CBR

También es posible calcular el coeficiente de balasto con este método; basta con disponer del CBR del suelo y aplicar las ecuaciones que le corresponden.

$$\text{Para } CRB < 10\%, K_s = 0.25 + 5.15 * \log(CRB) \dots\dots (1)$$

$$\text{Para } CRB > 10\%, K_s = 4.51 + 0.89 * (\log(CRB))^{4.34} \dots\dots (2)$$

Donde:

Ks: Coeficiente de balasto (kg/cm<sup>3</sup>).

Como hemos visto en el pasado, el CBR que se obtuvo de los tres pozos de prueba es superior al 10%, lo que implica que debemos utilizar la ecuación número 03 en esta situación. Los resultados se detallan en la tabla que se encuentra a continuación

**Tabla 42**

*Resultados de CBR*

Calicata	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)
C-1	1.992	15.26
C-2	1.993	16.25
C-3	1.991	15.23
C-4	1.960	19.17
C-5	1.920	16.48
C-6	1.907	17.25
C-7	1.970	18.24
C-8	1.993	16.56
C-9	1.991	15.26
C-10	1.990	17.12

**Tabla 43**

*Coeficiente de balasto según CBR*

Calicata	CBR (%)	Ks(gr/cm <sup>3</sup> )
C-1	15.26	6.36



C-2	16.25	6.55
C-3	15.23	6.35
C-4	19.17	7.13
C-5	16.48	6.60
C-6	17.25	6.75
C-7	18.24	5.79
C-8	16.56	6.61
C-9	15.26	6.36
C-10	17.12	6.72

### b. Cálculo del coeficiente de balasto según la capacidad portante

Este método está comúnmente aceptado para determinar el coeficiente de balasto. Basta con conocer la capacidad portante del suelo, que puede determinarse mediante el ensayo de cizalladura directa.

**Tabla 44**

*Coeficiente de balasto según CBR*

Calicata	Profundidad (m)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de fricción
C-1	2.00	0.139	20.91
C-2	2.00	0.121	19.38
C-3	2.00	0.169	23.73
C-4	2.00	0.170	23.70
C-5	2.00	0.116	23.47
C-6	2.00	0.167	24.45
C-7	2.00	0.146	26.61
C-8	2.00	0.170	19.30
C-9	2.00	0.170	19.30
C-10	2.00	0.170	19.30

**Tabla 45**

*Capacidad portante última y admisible*



Calicata	Profundidad (m)	Q ultima (kg/cm2)	Q admisible (kg/cm2)
C-1	2.00	3.76	1.25
C-2	2.00	3.09	1.03
C-3	2.00	5.54	1.85
C-4	2.00	5.67	1.89
C-5	2.00	6.15	2.05
C-6	2.00	6.64	2.21
C-7	2.00	8.82	2.94
C-8	2.00	4.37	1.46
C-9	2.00	2.82	0.94
C-10	2.00	4.22	1.41

**Tabla 46**

*Valores de módulo de reacción al suelo en una superficie (Winkler)*

Esf. Adm (Kg/cm3)	Winkler (Kg/cm3)	Esf. Adm (Kg/cm3)	Winkler (Kg/cm3)	Esf. Adm (Kg/cm3)	Winkler (Kg/cm3)
0.250	0.650	1.55	3.19	2.85	5.70
0.300	0.780	1.60	3.28	2.90	5.80
0.350	0.910	1.65	3.37	2.95	5.90
0.400	1.040	1.70	3.46	3.00	6.00
0.450	1.170	1.75	3.55	3.05	6.10
0.500	1.300	1.80	3.64	3.10	6.20
0.550	1.390	1.85	3.73	3.15	6.30
0.600	1.480	1.90	3.82	3.20	6.40
0.650	1.570	1.95	3.91	3.25	6.50
0.700	1.660	2.00	4.00	3.30	6.60
0.750	1.750	2.05	4.10	3.35	6.70
0.800	1.840	2.10	4.20	3.40	6.80
0.850	1.930	2.15	4.30	3.45	6.90
0.900	2.020	2.20	4.40	3.50	7.00
0.950	2.110	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40



1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Seguidamente se hace las respectivas tabulaciones e interpolaciones para conocer el coeficiente de balasto con la capacidad portante admisible del terreno.

**Tabla 47**

*Valores de módulo de reacción al suelo en una superficie (Winkler)*

Calicata	Profundidad (m)	Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Ks(gr/cm <sup>3</sup> )
C-1	2.00	1.25	2.65
C-2	2.00	1.03	2.25
C-3	2.00	1.85	3.73
C-4	2.00	1.89	3.80
C-5	2.00	2.05	4.10
C-6	2.00	2.21	4.42
C-7	2.00	2.94	5.86
C-8	2.00	1.46	3.03
C-9	2.00	0.94	2.09
C-10	2.00	1.41	2.94

**Tabla 48**

*Coefficientes de balasto por diferente método*

Descripción	Coeficientes de balasto									
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10
Por CBR	6.36	6.55	6.35	7.13	6.6	6.75	5.79	6.61	6.36	6.72



Por capacidad portante	2.65	2.25	3.73	3.8	4.1	4.42	5.86	3.03	2.09	2.94
---------------------------	------	------	------	-----	-----	------	------	------	------	------

### 4.2 Discusión De Resultados

#### ➤ En lo que respecta al coeficiente de balasto con la capacidad portante del suelo

En este punto se tuvo que utilizar primeramente formulas particulares para hallar el coeficiente de balasto con el CBR, se consideraron 10 calicatas cada uno con su MDS y su CBR; calicata 01 : 1.992 kg/cm<sup>3</sup> y 15.26%, calicata 02 : 1.993 kg/cm<sup>3</sup> y 16.25%, calicata 03 : 1.991 kg/cm<sup>3</sup> y 15.23%, calicata 04 : 1.960 kg/cm<sup>3</sup> y 19.17%, calicata 05 : 1.920 kg/cm<sup>3</sup> y 14.48%, calicata 06 : 1.907 kg/cm<sup>3</sup> y 17.25%, calicata 07 : 1.970 kg/cm<sup>3</sup> y 18.24%, calicata 08 : 1.993 kg/cm<sup>3</sup> y 16.56%, calicata 09 : 1.991 kg/cm<sup>3</sup> y 15.26%, calicata 10 : 1.990 kg/cm<sup>3</sup> y 17.12%, considerando una de las fórmulas para hallar el coeficiente de balasto tomamos la formula numero 2 el cual no especifica que el CBR debe de ser mayor a 10, por consiguiente para la calicata 01: un Ks de 6.36, calicata 02: un Ks de 6.55, calicata 03: un Ks de 6.35, calicata 04: un Ks de 7.13, calicata 05: un Ks de 6.60, calicata 06: un Ks de 6.75, calicata 07: un Ks de 5.79, calicata 08: un Ks de 6.61, calicata 09: un Ks de 6.36, calicata 10: un Ks de 6.72.

Como un método alternativo podemos hallar el coeficiente de balasto también con la capacidad portante de nuestro suelo en este punto se trabaja con la capacidad portante ultima , calicata 01: 1.25kg/cm<sup>2</sup>, calicata 02: 1.03kg/cm<sup>2</sup>, calicata 03: 1.85kg/cm<sup>2</sup>, calicata 04: 1.89kg/cm<sup>2</sup>, calicata 05: 2.05kg/cm<sup>2</sup>, calicata 06: 2.21kg/cm<sup>2</sup>, calicata 07: 2.94kg/cm<sup>2</sup>, calicata 08: 1.46kg/cm<sup>2</sup>, calicata 09: 0.94kg/cm<sup>2</sup>, calicata 10: 1.41kg/cm<sup>2</sup>, con ayuda de una tabla estandariza ubicamos nuestros capacidades portantes ultima y tomamos el numero winkler el cual es el coeficiente de balasto, con los cuales se obtuvo el coeficiente de balaste para calicata 01: 2.65gr/cm<sup>3</sup>, calicata 02: 2.25gr/cm<sup>3</sup>, calicata 03: 3.73gr/cm<sup>3</sup>,



calicata 04: 3.80gr/cm<sup>3</sup>, calicata 05: 4.10gr/cm<sup>3</sup>, calicata 06: 4.42gr/cm<sup>3</sup>, calicata 07:  
5.86gr/cm<sup>3</sup>, calicata 08: 3.03gr/cm<sup>3</sup>, calicata 09: 2.09gr/cm<sup>3</sup>, calicata 10: 2.94gr/cm<sup>3</sup>.



## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** En varios niveles de profundidad, concretamente a 1,00 m, 1,50 m y 2,00 m, se examinaron las características físicas y mecánicas de los suelos en relación con la profundidad de exploración que se realizó a lo largo de la investigación. Esta evaluación se realizó con el fin de determinar la extensión del estudio. Tanto en los perfiles estratigráficos que se adquirieron como en los ensayos de granulometría que se realizaron, se pudo observar la presencia de muchos tipos de suelos. Estos suelos incluían gravas, arenas, limos y arcillas, cada uno de los cuales tenía su propia composición y características especiales. Además, se realizaron las pruebas pertinentes para determinar la capacidad de carga admisible de los suelos a distintas profundidades. La finalidad de estas pruebas era evaluar el comportamiento estructural de los suelos y valorar si eran aptos o no para el aplazamiento.

**SEGUNDO:** La zonificación geotécnica se realizó a varias profundidades, concretamente a 1,00 m, 1,50 m y 2,00 m, con la intención de realizar el diseño en las capas de suelo que se seleccionaron. Durante este procedimiento, se tendrán en cuenta tres zonas distintas. Estas zonas se denominan zona 1, zona 2 y zona 3, y son aquellas en las que fue posible determinar, basándose en las pruebas realizadas, la presencia de varios tipos de suelos. En esta categoría se incluyen los suelos arenosos, limosos, arcillosos y de grava. Cada uno de estos suelos posee sus propias características, como porcentajes variables de composición de partículas que cambian dependiendo de la zona que se esté investigando.

**TERCERO:** el coeficiente de balasto incide frente a la capacidad de soporte en suelos, existe una relación directa, mientras más blandos son los suelos el coeficiente de balasto es menor y viceversa.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Para alcanzar un mayor nivel de precisión en la identificación de los diversos tipos de suelos presentes en la región, se sugiere ampliar la zona de estudio y aumentar el número de excavaciones a cielo abierto. Esta técnica proporcionará una perspectiva más detallada y completa no sólo de la gama de suelos que pueden encontrarse en la región, sino también de las características y atributos intrínsecos de cada uno de ellos. Esto contribuirá a la obtención de datos más precisos y fiables para el análisis geotécnico.

**SEGUNDO:** Sería muy útil disponer de mapas de zonificación geotécnica extremadamente detallados y que incorporasen una serie de criterios importantes que son pertinentes para el estudio. En los mapas se incluirían estas características, lo que permitiría una comprensión mucho más precisa y exhaustiva de los numerosos tipos de suelos que pueden encontrarse en las diversas excavaciones que se realizarían como parte de la investigación. Gracias a ello, se facilitaría la identificación y el estudio de las características geotécnicas de cada lugar, lo que en última instancia redundaría en una mejor planificación y ejecución de la actividad de exploración.

**TERCERO:** Considerar más métodos de hallar el coeficiente de balasto para la zona de estudio, incluido en ensayo de placa de carga.



## REFERENCIAS

- ABANTO, F. (2020). *TECNOLOGIA DE LOS SUELOS Y BENEFICIOS*. LIMA: SAN MARCOS.
- Agromonte, M. y. (2022). *Análisis y evaluación de los parametros geotecnicos del suelo arcilloso para una pripuesta de un tio de cimentacion de la edificaciones. Apurimac.*
- aranguri, G. (2015). *Análisis comparativo de cimentacion profunda de un centro comercial con pilotes excavados. Crescendo.*
- B., B. (2020). *Análisis comparativo delos nutrientes del suelo bajo diferentes tipos de uso de la tierra en la cuenca del rio Muni. tailandia.*
- B., G. (2018). *Mejoramiento del suelo arcilloso utilizando geoestructuras de geopier para una edificacion en la avenida Juan Lecaros frente al estadio. Puente Piedra.*
- Becerrit Diaz, Z. (2018). *Conceptos basicos de pavimentos . Caracas, Venezuela.*
- Calsin, A. M. (s.f.). *Análisis del comportamioento y mecanico de base y sub base estabilizados con emulsion .*
- CAMPOS, E. (2017). *Determinación de las Propiedades Físico Mecánicas de los suelos despues de la extraccion in-situ. CAJAMARCA: REPOSITORIO. UNC.*
- ANÁLISIS ACI 116. (2018). *Terminologías y tipos de suelo.*
- Das, B. M. (2021). *Fundamentos de Ingeniera geotecnia. State University, Sacramento.*
- Fernandez N. (2020). *Análisis y evaluación de los parametros geotecnicos del suelo arcilloso para una propuesta de un tipo de cimentacion de la edificaciones . Apurimac.*
- Gonzales De Vallejo, L. I. (2020). *Ingenieria geologica. Madrid.*
- GUZMAN, ZAMBRANO & ZAVALA, A. (2014). *Análisis de Calidad Físico y Mecánico de los Agregados Pétreos para Concreto, de los Principales Bancos de Materiales de la Zona Oriental de El Salvador. EL SALVADOR: EL SALVADOR.*
- LOPEZ, E. (2017). *Naturaleza de la geotecnia y otros. LIMA: ANGEL GOMEZ SRL.*
- LOPEZ, E. (2017). *Supervisión de obra utilizando criterios segun reglamento. ICG.*



- LOPEZ, L. (2018). *EL SUELO Y SUS TIPOS DE SUELOS A NIVEL DE EXPLANACION. COLOMBIA: COLOMBIA.*
- M., C. N. (2019). *Determinacion y diseño del tipo de cimentacion profunda con pilotes en puentes sobre suelos arenosos modelos computarizados. Andahuaylas.*
- MORALES, D. (2017). *Influencia del Tamaño de los suelos arcillosoy suelos arenosos en la sierra. CAJAMARCA: REPOSITORIO. UNC.*
- N., R. A. (2020). *Empleo de tecnologías de cimentacion profunda en el mejoramiento de la capacidad portante del suelo para edificaciones hospitalarias. Huancaveliza.*
- PROAÑO, M. (2019). *TEMAS DE BASICOS DE ZONIFICACION Y URBANIZACION. ECUADOR: REVERTE.*
- Q, M. T. (2018). *Análisis de suelos en el asentamiento de cimentaciones de la construccion existente del terminal terrestre. Puno.*
- RIVERA, G. (2021). *Cimentaciones superficiales. LIMA: LIMA.*
- RODRIGUEZ, A. (2018). *MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO DE SUELOS. MEXICO: UACH.*
- Rodriguez, T. (2018). *Conceptos basicos de ingenieria. Universidad Militar de Bogota.*
- SENCICO. (2019). *Manual de mecanica de suelos moderna. LIMA: CARTOLAN EDITORES SRL.*
- SOLARES, R. (2008). *EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PERFILES ESTRATIGRAFICOS Y TIPOS. GUATEMALA: BIBLIOTECA USAC.*
- Supo H, P. M. (2021). *Basico de Suelos. Puno, Juliaca.*
- TAMAYO, M. (2015). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. COLOMBIA: ARFO EDITORES LTDA.*
- TORRES, A. (2019). *Curso Basico de Tecnologia del suelo en cimentaciones profundas. LIMA: UNI.*
- UMSS. (2020). *Pavimentos texto guia. La Paz, Bolivia.*
- Z, B. (2018). *Análisis comparativo de los enfoques de kazajstan y europeo para el diseño geotecnico de comentaciones superficiales y profundas. Caracas, Venezuela.*





## ANEXOS



### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo realizar el estudio de las características físicas y de capacidad portante del suelo para zonificación geotécnica y su relación con el coeficiente de balasto en la localidad de Platería?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Realizar el estudio de las características físicas y de capacidad portante del suelo para zonificación geotécnica y su relación con el coeficiente de balasto en la localidad de Platería.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El estudio nos permitiría identificar las propiedades físicas y de capacidad portante las cuales variarían según la zona evaluada así mismo hubiera una relación directa entre la capacidad portante y el coeficiente de Balasto del suelo de la localidad de Platería.</p>	<p><b>Variable Independiente</b>  <i>CARACTERIZACIÓN DEL SUELO</i></p> <p><b>Dimensiones:</b>  <i>Físicas</i>  <i>Mecánicas</i></p>	<p>Observación directa</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p>	<p><b>Variable Dependiente</b>  <i>MAPA DE ZONIFICACIÓN</i></p> <p><b>Dimensiones:</b>  <i>Zonificación por estratigrafía</i>  <i>Zonificación por capacidad portante</i></p> <p><b>Variable Interviniente</b>  <i>COEFICIENTE DE BALASTO (Ks)</i></p> <p><b>Dimensiones:</b>  <i>Deformación</i>  <i>Tensión – presión</i>  <i>Asentamiento</i></p>	
<p>¿Cuáles son las propiedades físicas y de capacidad portante que presentan el suelo de la localidad de Platería?</p> <p>¿Cómo un mapa de zonificación geotécnica según la caracterización del suelo de la localidad de Platería?</p> <p>¿Qué relación existe entre la capacidad portante de los suelos y el coeficiente de balasto en la localidad de Platería?</p>	<p>Determinar las propiedades físicas y de capacidad portante que presentan el suelo de la localidad de Platería.</p> <p>Realizar un mapa de zonificación geotécnica según la caracterización del suelo de la localidad de Platería.</p> <p>Determinar la relación existente entre la capacidad portante de los suelos y el coeficiente de balasto en la localidad de Platería.</p>	<p>Las propiedades físicas que presentara el suelo serian la granulometría, límites de consistencia y la capacidad portante variarían según al tipo de zona que haríamos la exploración en la localidad de Platería.</p> <p>El mapa de zonificación geotécnica se elaborará según la caracterización de los suelos y cargas admisibles, las cual serian delimitadas por 3 zonas en la localidad de Platería.</p> <p>Existiría una relación directa y significativa entre la capacidad portante de los suelos y el coeficiente de balasto en la localidad de Platería.</p>		



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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

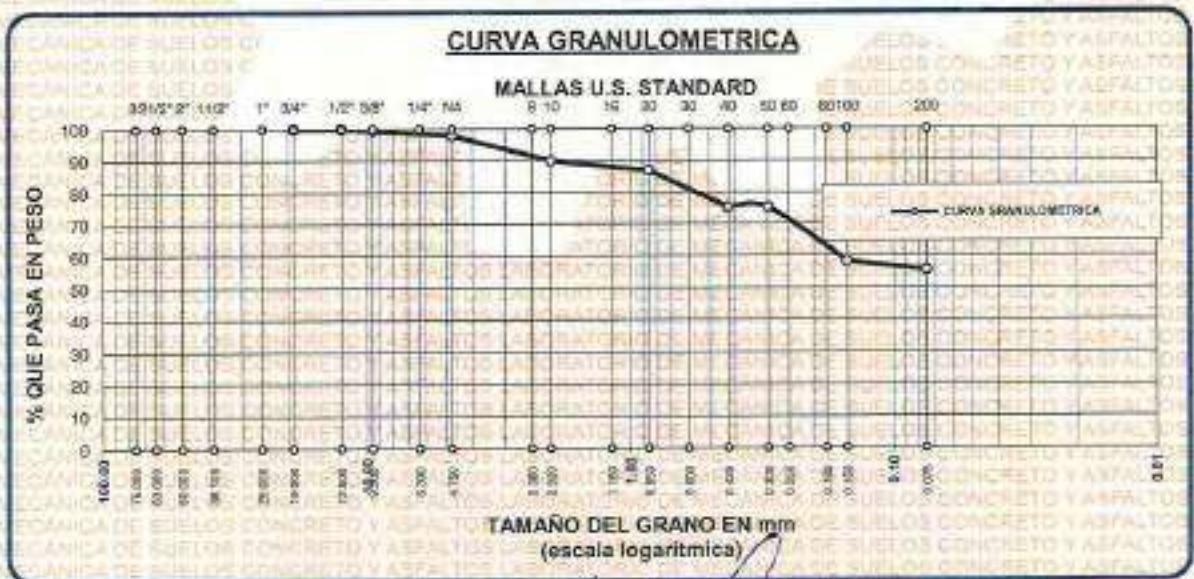
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 01: ESTRATO - 01: (0.20m - 0.80m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 956.00
2"	50.000						P.L.= 426.45
1 1/2"	38.100						P.P.= 531.55
1"	25.000						%w= 12.35
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LL= 33.52
3/8"	9.500	5.30	0.55	0.55	99.45		L.P.= 18.86
1/4"	6.300						L.P.= 14.66
No4	4.750	14.45	1.51	2.06	97.94		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	76.35	7.97	10.03	89.97		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.17
No20	0.850	30.45	3.18	13.21	86.79		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	111.20	11.61	24.82	75.18		SUSCS : CL
No50	0.300						ASSTHO : A-6(6)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	182.40	18.95	41.77	58.23		
No200	0.075	26.30	2.75	44.51	55.49		
BASE		631.55	55.49	100.00	0.00		
TOTAL		958.00	100.00				
% PERDIDA							



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

*[Signature]*

Mtro. Arnoldo Toso Ferris



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCO VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS.



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 01: ESTRATO - 01: (0.20m - 0.80m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	87.47
SUELO SECO + TARRO	gr	80.02
PESO DEL TARRO	gr	19.69
PESO DEL AGUA	gr	7.45
PESO DEL SUELO SECO	gr	60.33
HUMEDAD %	%	12.35

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	13.56	13.37	15.09	4.52	5.50
SUELO SECO + TARRO	gr	11.33	11.17	12.30	4.33	5.12
PESO DEL TARRO	gr	4.31	4.47	4.33	3.21	3.29
PESO DEL AGUA	gr	2.23	2.20	2.79	0.19	0.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.02	6.70	7.97	1.12	1.83
HUMEDAD %	%	31.77	32.84	35.01	16.96	20.77
N° DE GOLPES		35	32	18		

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>33.52</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>18.86</b>
-----------------------	---	--------------	------------------------	---	--------------

**INDICE PLASTICO** : **14.66**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCO VELASQUEZ"  
 P.O. BOX 10800, LIMA, PERU  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 MTC - E 108  
 Ing. Aracely Yano Torres  
 03257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA.

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

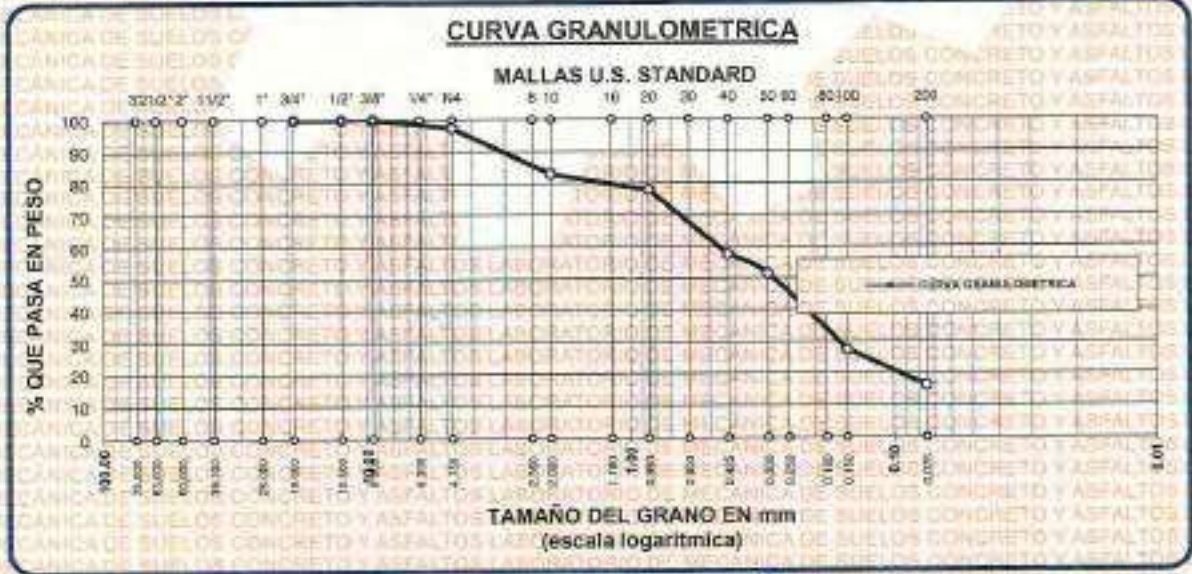
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 01: ESTRATO - 02: (0.80m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 800.00
2"	50.000						P.L.= 671.68
1 1/2"	38.100						P.P.= 128.32
1"	25.000						%W= 11.15
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						LL= 27.29
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 19.64
1/4"	6.300						I.P.= 7.65
No4	4.750	21.23	2.65	2.65	97.35		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	116.14	14.52	17.17	82.83		D30= 0.167 Cc= —
No16	1.180						D60= 0.48
No20	0.850	40.68	5.07	22.24	77.76		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	162.54	20.32	42.56	57.44		SUSCS : SC
No 50	0.300	49.25	6.18	48.72	51.28		ASSTHO : A - 2 - 6 (0)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	191.47	23.93	72.65	27.35		
No200	0.075	90.47	11.31	83.96	16.04		
BASE		128.32	16.04	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA		16.04					



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

INVESTIGADOR RESPONSABLE: DR. CARLOS GONZALEZ

ANALISTA: MSc. Fernando Taro Torres

CIP: 107257



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



**PROYECTO** - ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** - BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACION** - DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** - CALICATA - 01: ESTRATO - 02: (0.80m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	144.26
SUELO SECO + TARRO	gr	133.12
PESO DEL TARRO	gr	33.25
PESO DEL AGUA	gr	11.14
PESO DEL SUELO SECO	gr	99.87
HUMEDAD %	%	11.15

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			
		4	5	6	C	D		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	14.95	19.95	18.89	4.52	4.60		
SUELO SECO + TARRO	gr	13.26	15.89	15.98	4.31	4.38		
PESO DEL TARRO	gr	5.95	5.96	5.84	3.25	3.25		
PESO DEL AGUA	gr	1.69	3.06	2.91	0.21	0.22		
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.31	9.93	10.14	1.06	1.13		
HUMEDAD %	%	23.12	30.82	28.70	19.81	19.47		
N° DE GOLPES		36	23	16				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		<b>27.29</b>			<b>LIMITE PLASTICO</b>		<b>19.64</b>	

**INDICE PLASTICO** : **07.65**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 FICP - CAS INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Armando Yane Torres  
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

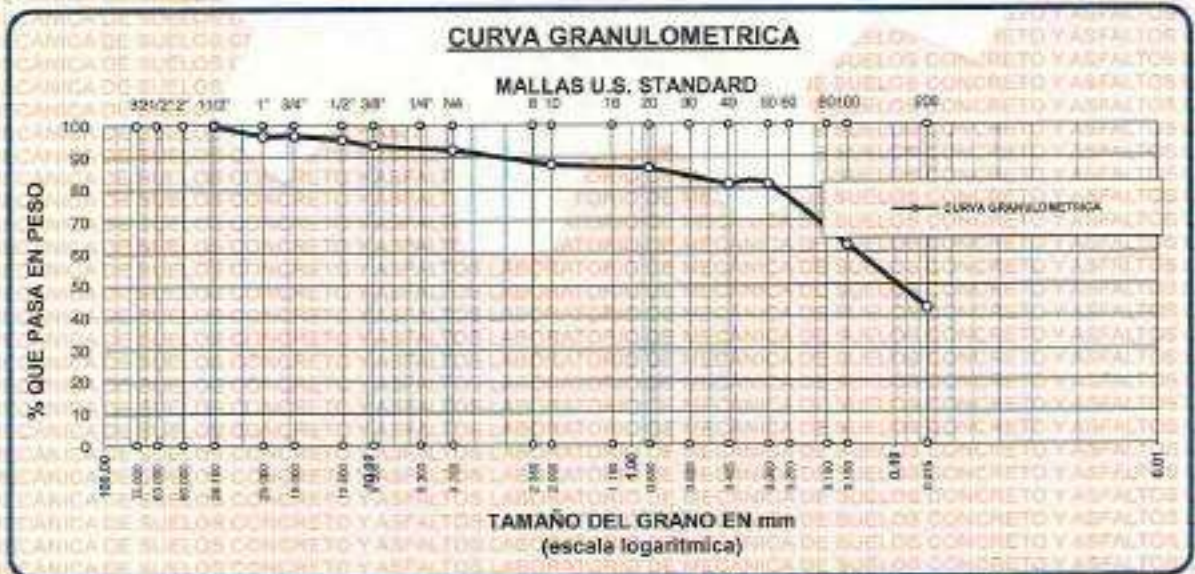
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 02 ESTRATO - 01: (0.40m - 1.50m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 1247.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 715.46
2"	50.000						P.P.= 531.56
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		%w= 10.42
1"	25.000	40.10	3.22	3.22	96.78		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL.= 27.28
1/2"	12.500	16.25	1.30	4.52	95.48		L.P.= 21.04
3/8"	9.500	23.28	1.86	6.38	93.62		I.P.= 6.24
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	18.15	1.46	7.84	92.16		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	58.15	4.66	12.50	87.50		D60= 0.14
No18	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	13.25	1.06	13.56	86.44		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : SM-SC
No40	0.425	64.05	5.14	18.70	81.30		ASSTHO A-4(2)
No 50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	236.10	18.93	37.63	62.37		
No200	0.075	246.15	19.74	57.37	42.63		
BASE		531.56	42.63	100.00	0.00		
TOTAL		1247.00	100.00				
% PERDIDA							



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

LABORATORIO M.S.C.A. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Ing. Arnoldo Jans Torres  
C.P. 40377



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 02; ESTRATO - 01: (0.40m - 1.50m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	145.22
SUELO SECO + TARRO	gr	133.05
PESO DEL TARRO	gr	16.31
PESO DEL AGUA	gr	12.17
PESO DEL SUELO SECO	gr	116.74
HUMEDAD %	%	10.42

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	15.10	12.44	15.98	5.88	5.69
SUELO SECO + TARRO	gr	12.91	10.74	13.44	5.43	5.25
PESO DEL TARRO	gr	4.31	4.37	4.35	3.29	3.16
PESO DEL AGUA	gr	2.19	1.70	2.54	0.45	0.44
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.60	6.37	9.09	2.14	2.09
HUMEDAD %	%	25.47	26.69	27.94	21.03	21.05
N° DE GOLPES		39	33	21		

<b>LIMITE LIQUIDO</b> :	<b>27.28</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b> :	<b>21.04</b>
-------------------------	--------------	--------------------------	--------------

<b>INDICE PLASTICO</b> :	<b>06.24</b>
--------------------------	--------------

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes



INVESTIGADOR RESPONSABLE  
 RFP - CAP. INGENIERO CIVIL  
 Dr. Anselmo Tena Torres  
 DNI: 1055257



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CERREJÓN VELÁSQUEZ"  
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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

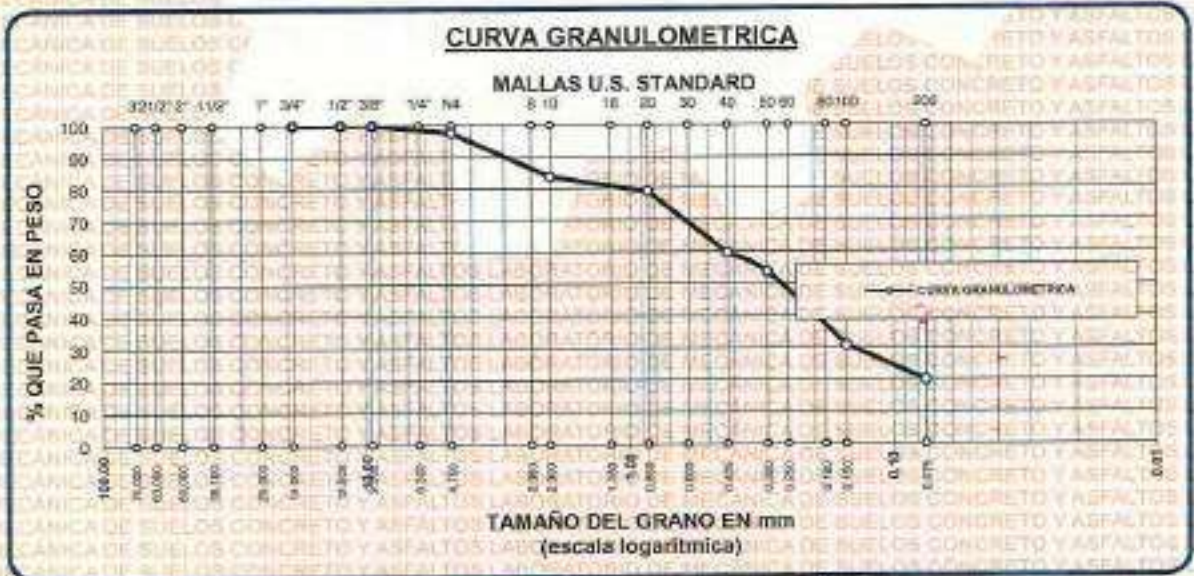
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 02 ESTRATO - 02: (1.50m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 835.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 669.25
2"	50.000						P.P.= 165.75
1 1/2"	38.100						%W= 11.90
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 29.06
3/8"	12.500						L.P.= 19.64
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 9.42
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	20.00	2.40	2.40	97.60		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= 0.145 Cc= —
No10	2.000	118.00	13.89	16.29	83.71		D60= 0.44
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	40.00	4.79	21.08	78.92		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : SC
No40	0.425	182.00	19.40	40.48	59.52		ASSTHO : A-2-4(0)
No 50	0.300	49.25	5.90	46.38	53.62		OBSERVACIONES:
No80	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	191.00	22.87	69.25	30.75		
No200	0.075	91.00	10.90	80.15	19.85		
BASE		165.75	19.85	100.00	0.00		
TOTAL		835.00	100.00				
% PERDIDA		19.85					



WISDOMA ESTUDIOS Y SERVICIOS  
LABORATORIO M.S.C.A.  
JEFATURA  
Ing. Armando Yano Torres  
C.R. 407257



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA.

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 02; ESTRATO - 02; (1.50m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	93.47
SUELO SECO + TARRO	gr	85.05
PESO DEL TARRO	gr	14.28
PESO DEL AGUA	gr	8.42
PESO DEL SUELO SECO	gr	70.77
HUMEDAD %	%	11.93

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

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	15.00	18.60	19.00	4.52	4.60
SUELO SECO + TARRO	gr	13.04	15.70	15.88	4.31	4.38
PESO DEL TARRO	gr	5.82	5.95	5.81	3.25	3.25
PESO DEL AGUA	gr	1.96	2.90	3.12	0.21	0.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.22	9.75	10.07	1.05	1.13
HUMEDAD %	%	27.15	29.74	30.98	19.81	19.47
N° DE GOLPES		36	23	18		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		<b>29.06</b>			<b>LIMITE PLASTICO : 19.64</b>	

**INDICE PLASTICO** : **09.42**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Dende:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

LABORATORIO M.S.C.A. PLATERIA  
 Mgr. Arnoldo Yana Torres  
 CIP. 1071257



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADÉMICO 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 03; ESTRATO - 01: (0.40m - 1.40m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 3849.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 1062.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 2797.00
1 1/2"	38.100	135.00	3.51	3.51	96.49		%w= 10.38
1"	25.000	216.00	5.61	9.12	90.88		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	219.00	5.69	14.81	85.19		L.L.= 25.83
1/2"	12.500	447.00	11.61	26.42	73.58		L.P.= 25.71
3/8"	9.500	239.00	6.21	32.63	67.37		I.P.= 1.12
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	583.00	15.15	47.78	52.22		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	162.00	3.95	51.73	48.27		D60= 7.19
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	132.00	3.43	55.16	44.84		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GM
No40	0.425	74.00	1.92	57.08	42.92		ASSTHO A-1-b(0)
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	83.00	2.16	59.24	40.76		
No200	0.075	28.00	0.73	59.95	40.04		
BASE		2797.00	72.67	132.63	52.63		
TOTAL		3849.00	100.00				
% PERDIDA		72.67					



INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
 VICI - CAR. INGENIERIA CIVIL

*[Signature]*

Ing. Anselmo Jono Torres  
 D.N. 113257



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 03; ESTRATO - 01; (0.40m - 1.40m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	144.24
SUELO SECO + TARRO	gr	132.02
PESO DEL TARRO	gr	14.32
PESO DEL AGUA	gr	12.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	117.70
HUMEDAD %	%	10.38

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	15.09	12.44	15.95	5.91	5.71
SUELO SECO + TARRO	gr	12.90	10.76	13.44	5.45	5.12
PESO DEL TARRO	gr	4.31	4.36	4.37	3.26	3.18
PESO DEL AGUA	gr	2.19	1.68	2.51	0.46	0.59
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.59	6.40	9.07	2.19	1.94
HUMEDAD %	%	25.49	26.25	27.67	21.00	30.41
N° DE GOLPES		35	30	21		

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>26.83</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>25.71</b>
-----------------------	---	--------------	------------------------	---	--------------

**INDICE PLASTICO** : **01.12**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A. PLATERIA  
 Mgtr. Aracely Yana Torres  
 CIP 103237



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CERECES 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

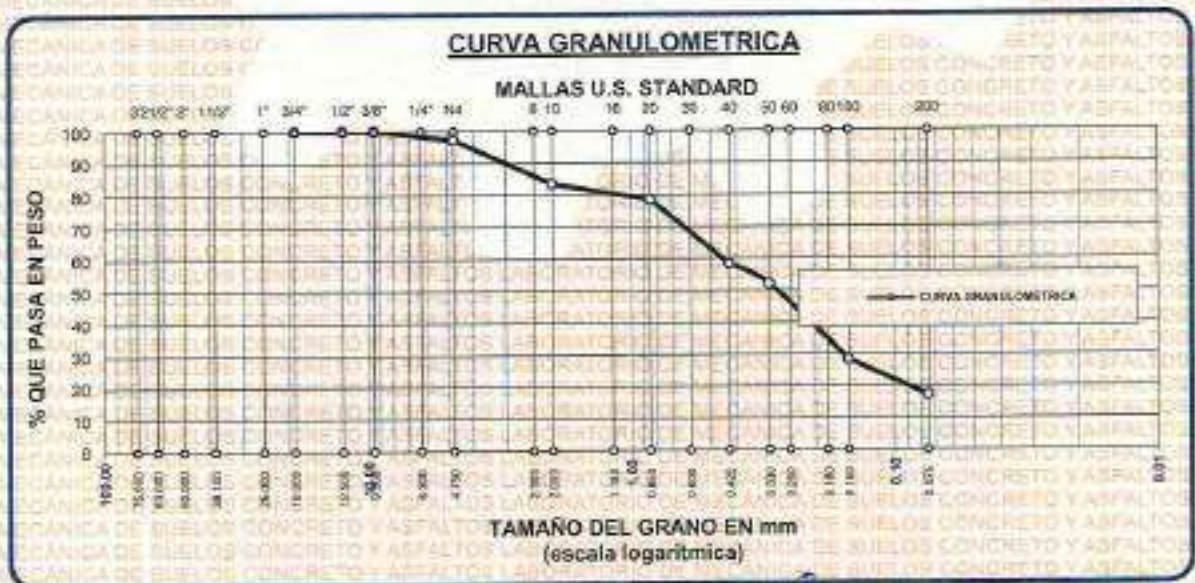
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 03: ESTRATO - 02: (1.40m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 800.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 663.26
2"	50.000						P.P.= 136.74
1 1/2"	38.100						%w= 11.16
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL.= 27.29
1/2"	12.500						LP.= 19.64
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		IP.= 7.65
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	22.25	2.78	2.78	97.22		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= 0.161 Co= ---
No10	2.000	110.26	13.78	16.56	83.44		D60= 0.46
No18	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	39.56	4.95	21.51	78.49		LG =
No30	0.600						SUSCS : SC
No40	0.425	161.23	20.15	41.66	58.34		ASSTHO :
No60	0.300	50.26	6.28	47.95	52.06		OBSERVACIONES:
No80	0.250						
No100	0.150	160.26	20.78	71.73	28.27		
No200	0.075	89.45	11.18	82.91	17.09		
BASE		136.74	17.09	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA							



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 Mtro. Armando Tano Torres  
 2024



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 03; ESTRATO - 02: (1.40m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	144.26
SUELO SECO + TARRO	gr	133.12
PESO DEL TARRO	gr	33.25
PESO DEL AGUA	gr	11.14
PESO DEL SUELO SECO	gr	99.87
HUMEDAD %	%	11.15

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	14.95	18.95	18.89	4.52	4.60
SUELO SECO + TARRO	gr	13.26	15.89	15.98	4.31	4.38
PESO DEL TARRO	gr	5.95	5.98	5.84	3.25	3.25
PESO DEL AGUA	gr	1.69	3.08	2.91	0.21	0.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.31	9.93	10.14	1.06	1.13
HUMEDAD %	%	23.12	30.82	28.70	19.81	19.47
N° DE GOLPES		36	23	18		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>27.29</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>19.64</b>	

**INDICE PLASTICO** : 07.65

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes



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

Msc. Armando Yano Torres  
 C.P. 100007



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"  
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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYKA MAMANI

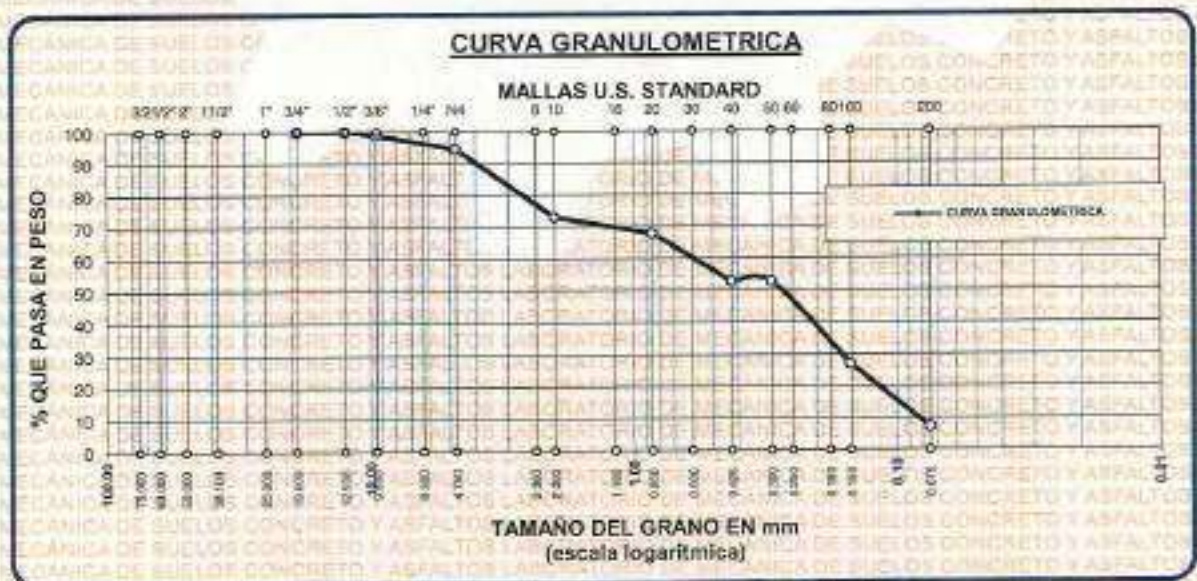
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - D4: ESTRATO - 01: (0.20m - 1.70m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 800.00
2 1/2"	63.000						P.L.+ 743.34
2"	50.000						P.P.= 56.68
1 1/2"	38.100						%w= 9.92
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 28.20
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 16.84
3/8"	9.500	9.11	1.14	1.14	98.86		I.P.= 11.36
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	35.26	4.41	5.55	94.45		D10= 0.098 Cu= 7.34
No8	2.360						D30= 0.168 Cc= 0.52
No10	2.000	172.36	21.56	27.09	72.91		D60= 0.63
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	41.25	5.16	32.25	67.75		LG. =
No30	0.600						SUSCS : SC
No40	0.425	120.78	15.10	47.35	52.66		ASSTHO : A-6 (2)
No 50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	206.58	25.82	73.17	26.83		
No200	0.075	158.00	19.75	92.92	7.08		
BASE		56.68	7.08	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA		7.08					



INVESTIGACION ESTADISTICA Y GEOMETRIA  
P.C.P. - CAPACITACION CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.

Dr. Arnoldo Tame Torres



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 04; ESTRATO - 01: (0.20m - 1.70m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	153.65
SUELO SECO + TARRO	gr	142.95
PESO DEL TARRO	gr	31.75
PESO DEL AGUA	gr	10.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	111.20
HUMEDAD %	%	9.62

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	18.18	17.54	16.90	6.45	6.12
SUELO SECO + TARRO	gr	15.36	15.10	14.19	6.01	5.65
PESO DEL TARRO	gr	5.14	5.45	5.45	3.11	3.11
PESO DEL AGUA	gr	2.82	2.44	2.71	0.44	0.47
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.22	9.65	8.74	2.90	2.54
HUMEDAD %	%	27.59	25.28	31.01	15.17	18.50
N° DE GOLPES		35	32	18		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>28.20</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>16.84</b>	

**INDICE PLASTICO** : **11.36**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS  
 H.C.P. - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Roberto Yano Torres  
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES 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 - D2457)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

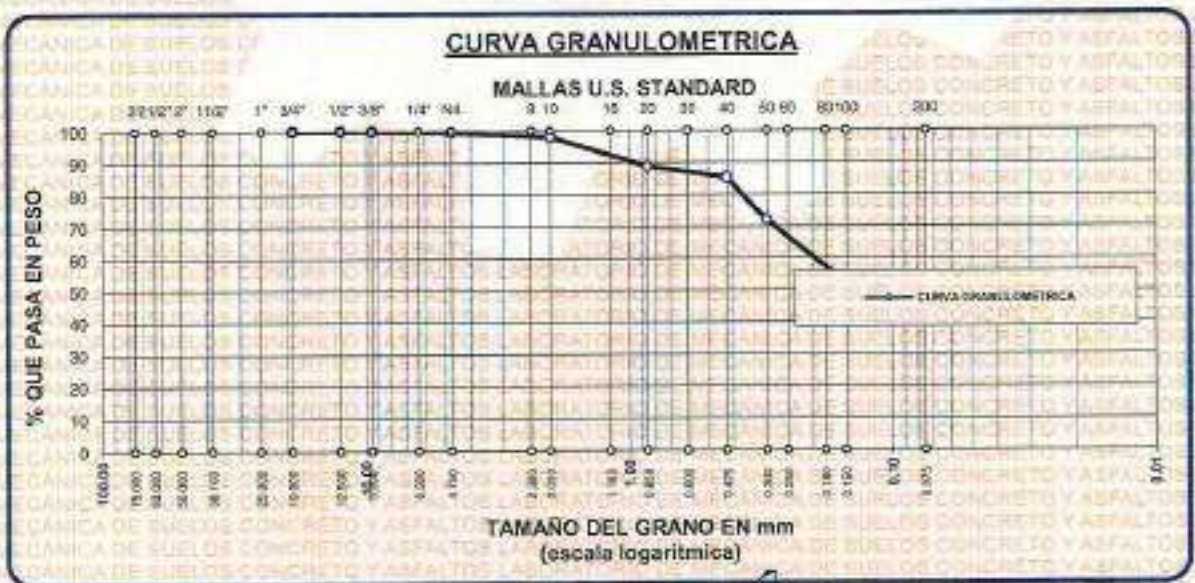
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 04: ESTRATO - 02: (1.70m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 800.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 404.99
2"	50.000						P.P.= 395.01
1 1/2"	38.100						%w= 12.99
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL= 19.65
1/2"	12.500						LP= 7.63
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		IP= 11.01
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	4.15	0.52	0.52	99.48		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	11.23	1.40	1.92	98.08		D60= 0.21
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	74.10	9.26	11.19	88.82		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : CL
No40	0.425	28.15	3.52	14.70	85.30		ASSTHO : A-6 (6)
No50	0.300	106.66	13.20	27.90	72.10		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	156.26	19.75	47.65	52.32		
No200	0.075	23.54	2.94	50.62	49.38		
BASE		395.01	49.38	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA							



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

Mgtr. Arnaldo Yusa Torres



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 04: ESTRATO - 02: (1.70m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	145.26
SUELO SECO + TARRO	gr	132.25
PESO DEL TARRO	gr	32.10
PESO DEL AGUA	gr	13.01
PESO DEL SUELO SECO	gr	100.15
HUMEDAD %	%	12.98

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	15.26	15.24	18.89	5.85	5.12
SUELO SECO + TARRO	gr	13.25	14.26	16.25	5.65	5.00
PESO DEL TARRO	gr	4.58	4.75	4.65	3.26	3.26
PESO DEL AGUA	gr	2.01	0.98	2.64	0.20	0.12
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.69	9.51	11.60	2.39	1.74
HUMEDAD %	%	23.13	10.30	22.76	8.37	6.90
N° DE GOLPES		36	23	18		

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>18.65</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>7.63</b>
-----------------------	---	--------------	------------------------	---	-------------

<b>INDICE PLASTICO</b>	:	<b>11.01</b>
------------------------	---	--------------

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

M. Sc. Oscar Carlos Huayna Mamani  
 PROF - CAP. INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES 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)

**PROYECTO :** ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE :** BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYRA MAMANI

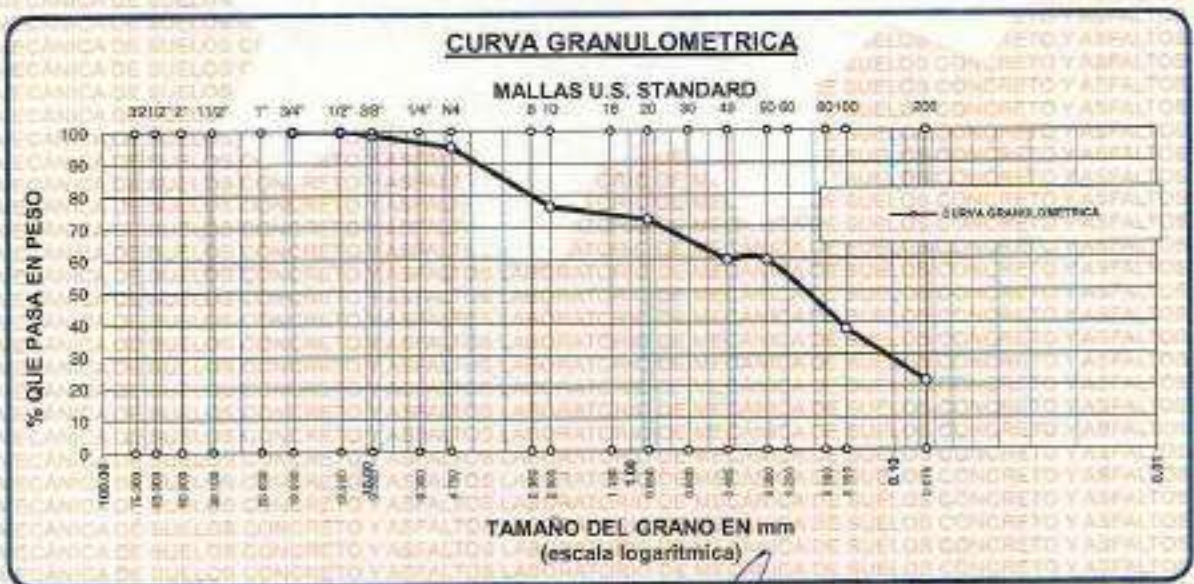
**UBICACIÓN :** DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR :** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA :** CALICATA - 05: ESTRATO - 05: (0.40m - 1.20m)

**FECHA :** 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 932.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 732.00
2"	50.000						P.P.= 200.00
1 1/2"	38.100						%w= 13.83
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL.= 39.63
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 21.22
3/8"	9.500	10.25	1.10	1.10	98.90		I.P.= 9.41
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	36.05	3.87	4.97	95.03		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= 0.114 Cc= —
No10	2.000	173.10	18.57	23.54	75.45		D60= 0.44
No15	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	39.20	4.21	27.75	72.25		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : SC
No40	0.425	119.10	12.78	40.53	59.47		ASSTHO : A-5(1)
No 50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	201.10	21.58	62.10	37.90		
No200	0.075	153.20	16.44	78.54	21.46		
BASE		200.00	21.46	100.00	0.00		
TOTAL		932.00	100.00				
% PERDIDA							



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"

LABORATORIO UANCV

Mtro. Arnaldo Yano Torres  
 CIP: 199257



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 05; ESTRATO - 05; (0.40m - 1.20m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	146.25
SUELO SECO + TARRO	gr	132.25
PESO DEL TARRO	gr	31.00
PESO DEL AGUA	gr	14.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	101.25
HUMEDAD %	%	13.83

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	18.19	17.84	16.88	5.45	5.65
SUELO SECO + TARRO	gr	15.44	15.08	14.20	5.01	5.27
PESO DEL TARRO	gr	5.85	5.85	5.85	3.19	3.19
PESO DEL AGUA	gr	2.75	2.76	2.68	0.44	0.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.59	9.23	8.35	1.82	2.08
HUMEDAD %	%	28.68	29.90	32.10	24.18	18.27
N° DE GOLPES		38	31	19		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>30.63</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>21.22</b>	

**INDICE PLASTICO** : **09.41**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A.  
 Ing. Annelisa Yana Torres  
 10/06/2024



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDEAS VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADÉMICO 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

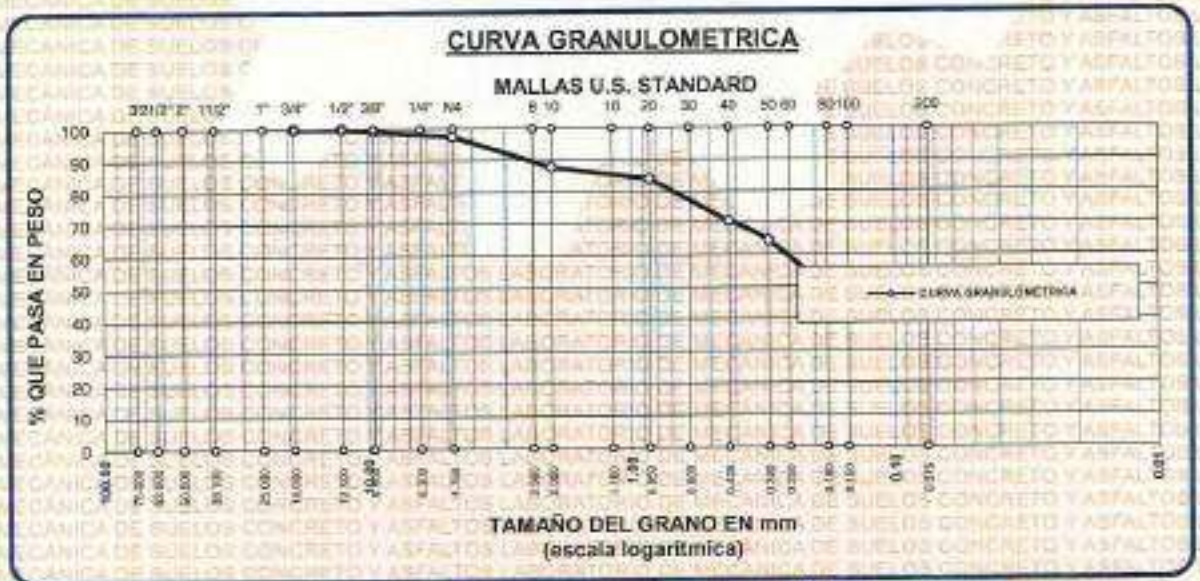
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 05; ESTRATO - 02: (1.20m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 800.00
2"	50.000						P.L.= 471.62
1 1/2"	38.100						P.P.= 328.38
1"	25.000						% W = 13.91
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 34.94
3/8"	9.500	6.14	0.77	0.77	99.23		L.P.= 21.06
1/4"	6.300						I.P.= 13.89
No4	4.750	13.48	1.69	2.45	97.55		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	78.45	9.81	12.26	87.74		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.27
No20	0.850	31.26	3.91	16.17	93.83		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	107.25	13.41	29.57	70.43		SUSCS : CL
No 50	0.300	49.25	6.16	35.73	64.27		ASSTHO : A - 6 (5)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	161.58	20.20	55.93	44.07		
No200	0.075	24.21	3.03	58.95	41.05		
BASE		328.38	41.05	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDEAS VELASQUEZ"  
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL  
 Mtro. Arnoldo Yane Torres



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACION LUGAR** : DISTRITO DE PLATERIA

**MUESTRA** : CALICATA - 05: ESTRATO - 02: (1.20m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	88.44
SUELO SECO + TARRO	gr	80.15
PESO DEL TARRO	gr	20.56
PESO DEL AGUA	gr	8.29
PESO DEL SUELO SECO	gr	59.59
HUMEDAD %	%	13.91

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

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	4	5	6	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	14.00	13.45	15.00	4.55	5.48
SUELO SECO + TARRO	gr	11.44	11.56	13.25	4.32	5.08
PESO DEL TARRO	gr	5.95	5.95	5.94	3.21	3.21
PESO DEL AGUA	gr	2.56	1.89	1.75	0.23	0.40
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.49	5.60	7.31	1.11	1.87
HUMEDAD %	%	46.63	33.75	23.94	20.72	21.39
N° DE GOLPES		36	23	16		

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>34.94</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>21.06</b>
-----------------------	---	--------------	------------------------	---	--------------

<b>INDICE PLASTICO</b>	:	<b>13.89</b>
------------------------	---	--------------

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

LABORATORIO MCCA PLATERIA

INTRODUcido EN EL SISTEMA DE INVESTIGACION UANCV

Fecha: 10 de Junio del 2024

Ing. Ricardo Luis Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "DON BOSCO" DE AREQUIPA  
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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

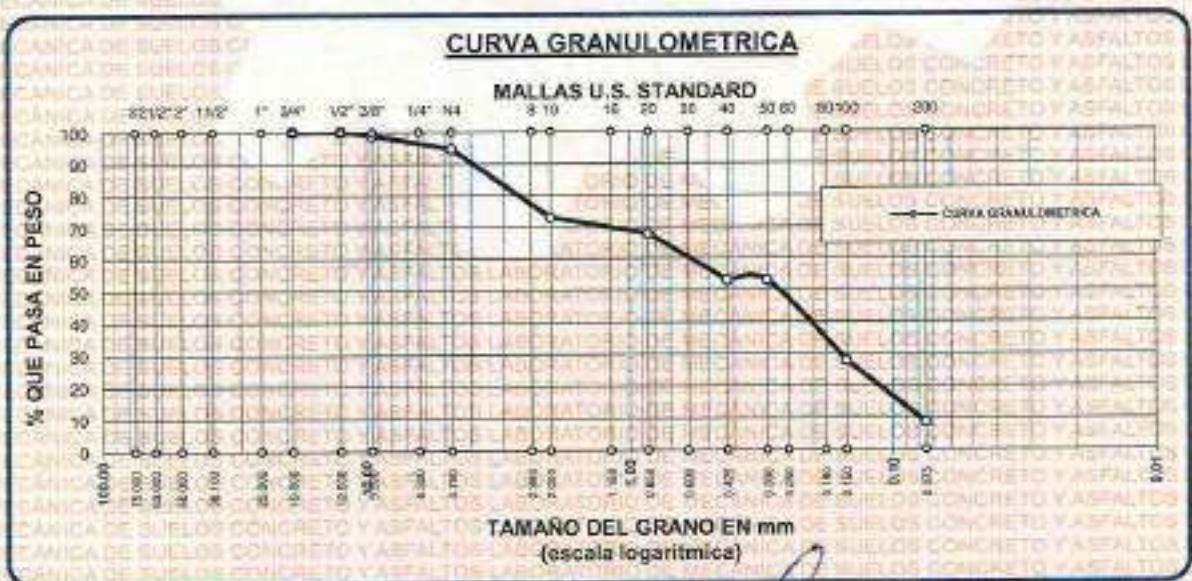
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 06; ESTRATO - 01: (0.40m - 0.80m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 800.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 723.69
2"	50.000						P.P.= 78.01
1 1/2"	38.100						%w= 9.11
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 32.41
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 18.86
3/8"	9.500	8.65	1.08	1.08	98.92		I.P.= 13.55
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	34.28	4.28	5.38	94.64		D10= 0.081 Cu= 7.71
No8	2.350						D30= 0.163 Cc= 0.53
No10	2.000	172.58	21.57	26.94	73.06		D60= 0.62
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	41.56	5.20	32.13	67.87		I.G. =
No30	0.600						SUSCS = SC
No40	0.425	118.45	14.81	46.94	53.06		ASSTHO = A - 6 (2)
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	202.58	25.32	72.26	27.74		
No200	0.075	154.26	19.28	91.54	8.46		
BASE		76.31	9.54	101.08	-1.08		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA		9.54					



LABORATORIO U.S.C.A.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Ing. Arnaldo Yana Torres  
018 440 052



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 06: ESTRATO - 01: (0.40m - 0.80m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	150.21
SUELO SECO + TARRO	gr	140.26
PESO DEL TARRO	gr	31.01
PESO DEL AGUA	gr	9.95
PESO DEL SUELO SECO	gr	109.25
HUMEDAD %	%	9.11

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	18.11	17.25	15.09	4.52	5.50
SUELO SECO + TARRO	gr	15.45	14.87	12.30	4.33	5.12
PESO DEL TARRO	gr	5.82	5.82	5.82	3.21	3.29
PESO DEL AGUA	gr	2.66	2.38	2.79	0.19	0.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.63	9.05	6.48	1.12	1.83
HUMEDAD %	%	27.62	26.30	43.06	18.96	20.77
N° DE GOLPES		35	32	18		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>32.41</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>18.86</b>	

**INDICE PLASTICO** : 13.55

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

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad-Promedio (%)

N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
RCP - CAYMA INGENIERIA CIVIL

Aracely Yana Torres  
CIP: 103267



UNIVERSIDAD NACIONAL CESAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICA 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

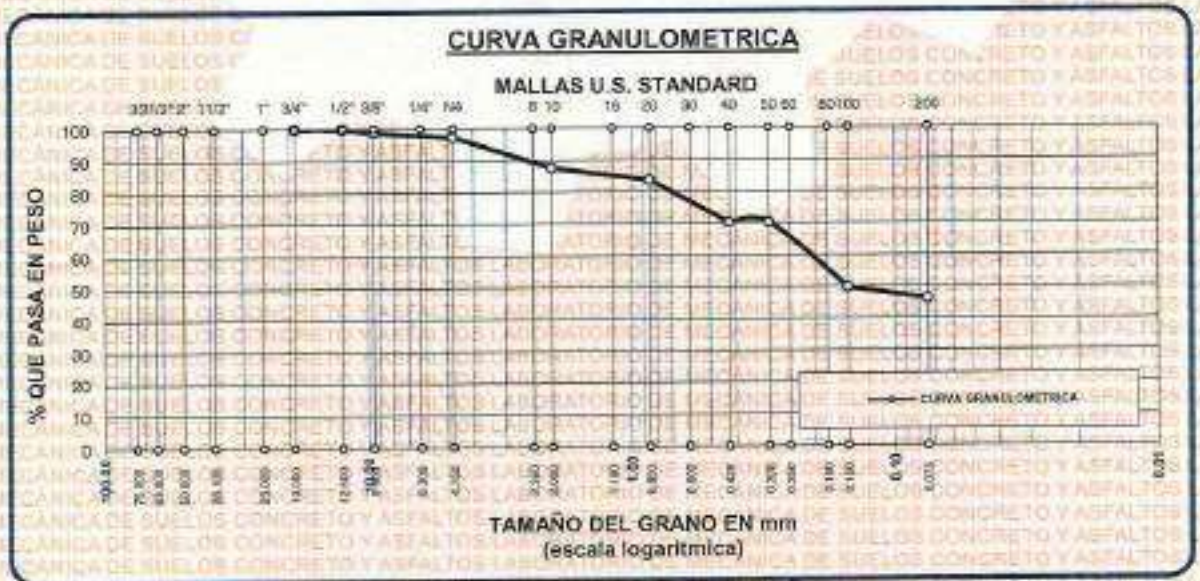
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 06: ESTRATO - 02: (0.80m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MÁXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
3"	75.000						P.L.= 800.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 430.57
2"	50.000						P.P.= 389.43
1 1/2"	38.100						%w = 14.24
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL= 35.08
1/2"	12.500						LP= 19.39
3/8"	9.500	9.13	1.14	1.14	98.86		IP= 15.69
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	12.38	1.55	2.69	97.31		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	78.20	9.78	12.46	87.54		D60= 0.23
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	90.38	3.80	16.26	83.74		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : CL
No40	0.425	107.98	13.50	29.76	70.24		ASSTHO : A-6(5)
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	164.35	20.54	50.30	49.70		
No200	0.075	28.15	3.52	53.82	46.18		
BASE		389.43	46.18	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA							



LABORATORIO M.S.C.A.  
Mec. Arnaldo Yano Torres



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 06: ESTRATO - 02: (0.80m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	82.91
SUELO SECO + TARRO	gr	64.25
PESO DEL TARRO	gr	23.45
PESO DEL AGUA	gr	8.66
PESO DEL SUELO SECO	gr	60.80
HUMEDAD %	%	14.24

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	13.65	13.54	15.58	4.95	4.85
SUELO SECO + TARRO	gr	11.29	11.25	12.38	4.89	4.56
PESO DEL TARRO	gr	4.25	4.36	4.25	3.20	3.20
PESO DEL AGUA	gr	2.36	2.29	3.20	0.26	0.29
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.04	6.89	6.13	1.49	1.36
HUMEDAD %	%	33.52	33.24	39.36	17.46	21.32
N° DE GOLPES		36	23	18		

**LIMITE LIQUIDO** : 35.08      **LIMITE PLASTICO** : 19.39

**INDICE PLASTICO** : 15.69

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

MSc. JEFFERSON  
 INGENIERO EN CIENCIAS FÍSICAS  
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
 Lic. Alfredo Yane Torres  
 10/06/2024



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA WAMANI

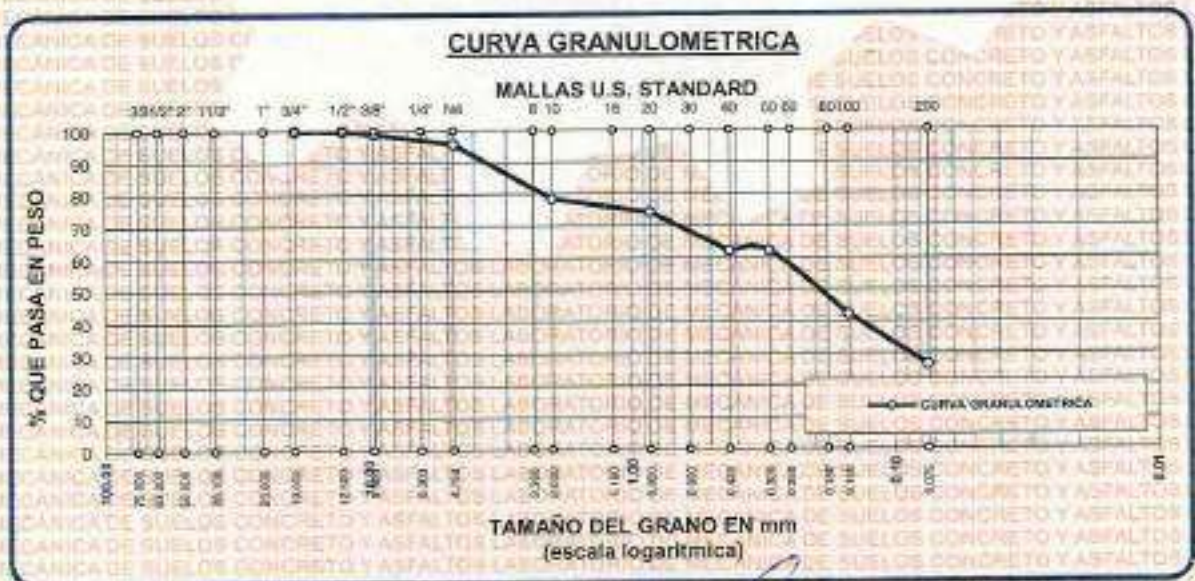
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 07; ESTRATO - 01: (0.30m - 1.40m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
3"	75.000						P.L.= 1000.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 727.04
2"	50.000						P.P.= 272.96
1 1/2"	38.100						%w= 10.93
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL.= 27.29
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LP.= 12.19
3/8"	9.500	10.21	1.02	1.02	98.98		I.P.= 15.09
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	33.25	3.33	4.35	95.65		D10= --- Cu= ---
No6	2.960						D30= 0.003 Cc= ---
No10	2.000	171.26	17.13	21.47	78.53		D60= 0.28
No15	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	43.25	4.33	25.80	74.20		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : SC
No40	0.425	120.56	12.05	37.85	62.15		ASSTHO : A-6(2)
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	200.36	20.04	57.89	42.11		
No200	0.075	158.36	15.84	73.73	26.28		
BASE		272.96	27.30	101.02	-1.02		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA		27.30					



INVESTIGACION Y/O DESARROLLO  
 FICP-CAR INGEN CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. PLATERIA

Mtro. Gerardo Yano Torres  
 CIP: 603257



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 07: ESTRATO - 01: (0.30m - 1.40m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	143.28
SUELO SECO + TARRO	gr	132.58
PESO DEL TARRO	gr	31.20
PESO DEL AGUA	gr	10.68
PESO DEL SUELO SECO	gr	101.38
HUMEDAD %	%	10.53

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	19.20	18.87	17.88	6.40	6.66
SUELO SECO + TARRO	gr	16.48	16.06	15.16	6.03	6.29
PESO DEL TARRO	gr	5.70	5.70	5.70	3.12	3.12
PESO DEL AGUA	gr	2.72	2.81	2.72	0.37	0.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.78	10.36	9.46	2.91	3.17
HUMEDAD %	%	25.23	27.12	28.75	12.71	11.67
N° DE GOLPES		35	32	18		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		<b>27.29</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>		<b>12.19</b>	

**INDICE PLASTICO** : 15.09

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

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes

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

*[Firma]*

Dr. Arnoldo José Torres  
C.R. 174457



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VILLALAZ  
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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

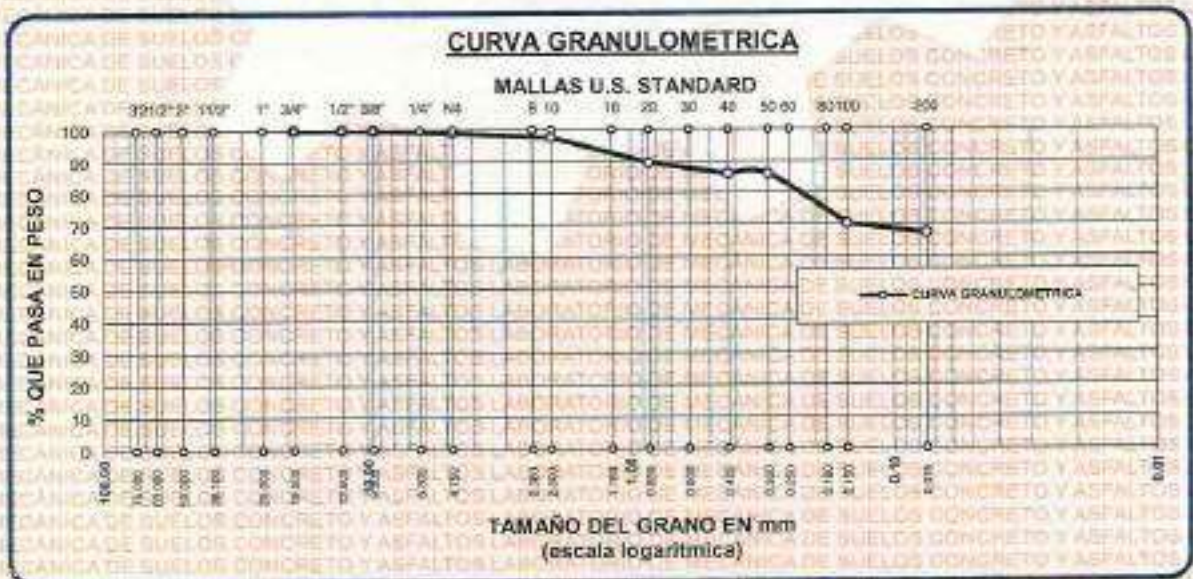
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 07; ESTRATO - 02: (1.40m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 1000.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 329.65
2"	50.000						P.P.= 671.35
1 1/2"	38.100						%W= 8.93
1"	25.000						<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
3/4"	19.000						L.L.= 29.12
1/2"	12.500						L.P.= 11.04
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 18.08
1/4"	6.300						<b>CARACT. GRANULOMÉTRICAS:</b>
No4	4.750	9.35	0.94	0.94	99.07		D10= --- Cu= ---
No6	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	15.26	1.53	2.46	97.54		D60= ---
No16	1.180						<b>CLASIFICACION:</b>
No20	0.850	60.26	6.03	10.49	89.51		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : CL
No40	0.425	35.98	3.60	14.09	85.92		ASSTHO : A-6(5)
No50	0.300						<b>OBSERVACIONES:</b>
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	156.26	15.83	29.91	70.09		
No200	0.075	29.54	2.95	32.87	67.14		
BASE		671.35	67.14	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VILLALAZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*[Signature]*



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 07; ESTRATO - 02: (1.40m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	95.26
SUELO SECO + TARRO	gr	89.54
PESO DEL TARRO	gr	20.65
PESO DEL AGUA	gr	5.72
PESO DEL SUELO SECO	gr	68.89
HUMEDAD %	%	8.30

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

		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
TARRO N°	SUELO	4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	14.56	14.36	16.09	5.54	6.50
SUELO SECO + TARRO	gr	12.33	12.14	13.27	5.33	6.12
PESO DEL TARRO	gr	4.35	4.35	4.36	3.11	3.11
PESO DEL AGUA	gr	2.23	2.22	2.82	0.21	0.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.98	7.79	8.92	2.22	3.01
HUMEDAD %	%	27.94	28.50	31.61	9.46	12.62
N° DE GOLPES		36	23	16		

**LIMITE LIQUIDO** : 29.12      **LIMITE PLASTICO** : 11.04

**INDICE PLASTICO** : 18.98

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

Oskar Carlos Huayna Mamani  
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

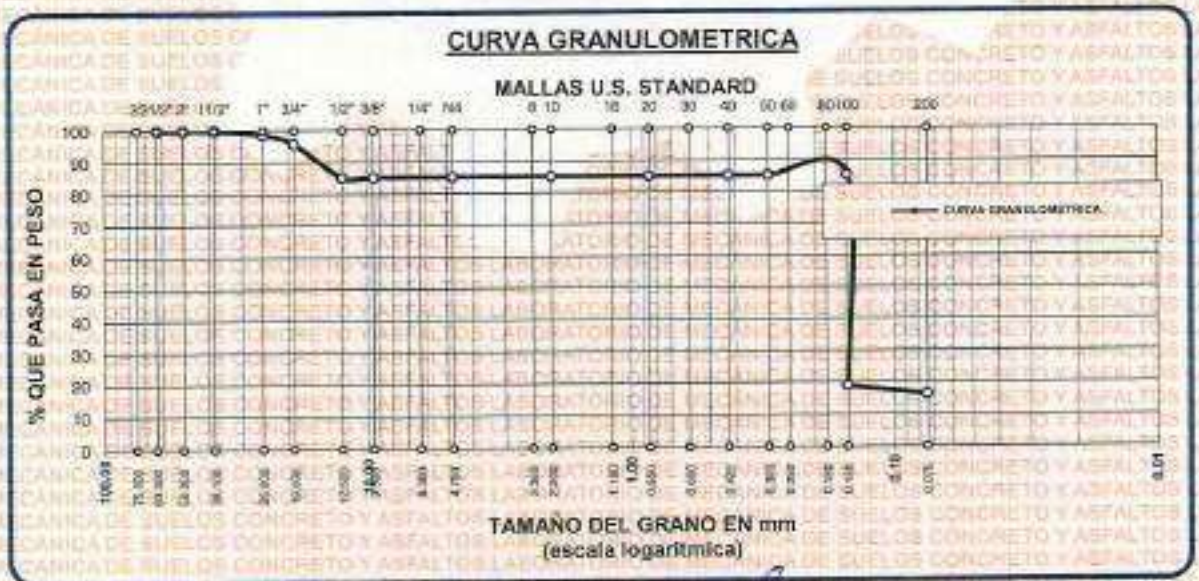
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 08: ESTRATO - 01: (0.10m - 1.30m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMIZES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000				100.00		P.L.= 2581.00
2 1/2"	63.000				100.00		P.L.= 2182.04
2"	50.000				100.00		P.P.= 418.98
1 1/2"	38.100				100.00		%W= 8.40
1"	25.000	34.63	1.34	1.34	98.66		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	77.08	2.96	4.33	95.67		LL.= 35.47
1/2"	12.500	298.72	11.57	18.90	84.10		LP.= 18.63
3/8"	9.500	263.82	10.22	26.12	73.88		I.P.= 16.84
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	522.39	20.24	46.36	53.64		D10= --- Cu= ---
No8	2.300						D30= 0.150 Cc= ---
No10	2.000	448.90	17.39	63.75	36.25		D60= 0.15
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	220.03	8.87	72.63	27.37		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : ; SC
No40	0.425	89.60	3.47	76.10	23.90		ASSTHO : A-2-6 (0)
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250	84.88	2.50	14.55	85.15		
No80	0.180						
No100	0.150	84.72	2.51	81.11	18.89		
No200	0.075	88.64	2.66	83.77	16.23		
BASE		418.96	16.23	100.00	0.00		
TOTAL		2581.00	100.00				
% PERDIDA		16.23					



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*[Signature]*  
Metr. Analista Yana Torres



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 08: ESTRATO - 01: (0.10m - 1.30m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	486.03
SUELO SECO + TARRO	gr	451.37
PESO DEL TARRO	gr	38.65
PESO DEL AGUA	gr	34.66
PESO DEL SUELO SECO	gr	412.72
HUMEDAD %	%	8.40

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	47.85	48.81	48.51	40.47	39.68
SUELO SECO + TARRO	gr	45.07	45.92	45.75	40.03	39.38
PESO DEL TARRO	gr	37.62	37.79	37.69	37.71	37.74
PESO DEL AGUA	gr	2.78	2.99	2.76	0.44	0.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.45	8.13	8.06	2.32	1.64
HUMEDAD %	%	37.32	35.55	34.24	18.97	18.29
N° DE GOLPES		15	25	38		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>35.47</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>18.63</b>	

**INDICE PLASTICO** : **16.84**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

Aracelis Jara Torres  
 TICS - CAP. INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO M.T.C.A.  
 JEFATURA



UNIVERSIDAD NACIONAL "VICENTE GALERIAS VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO 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 - D2437)

**PROYECTO :** ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE :** BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

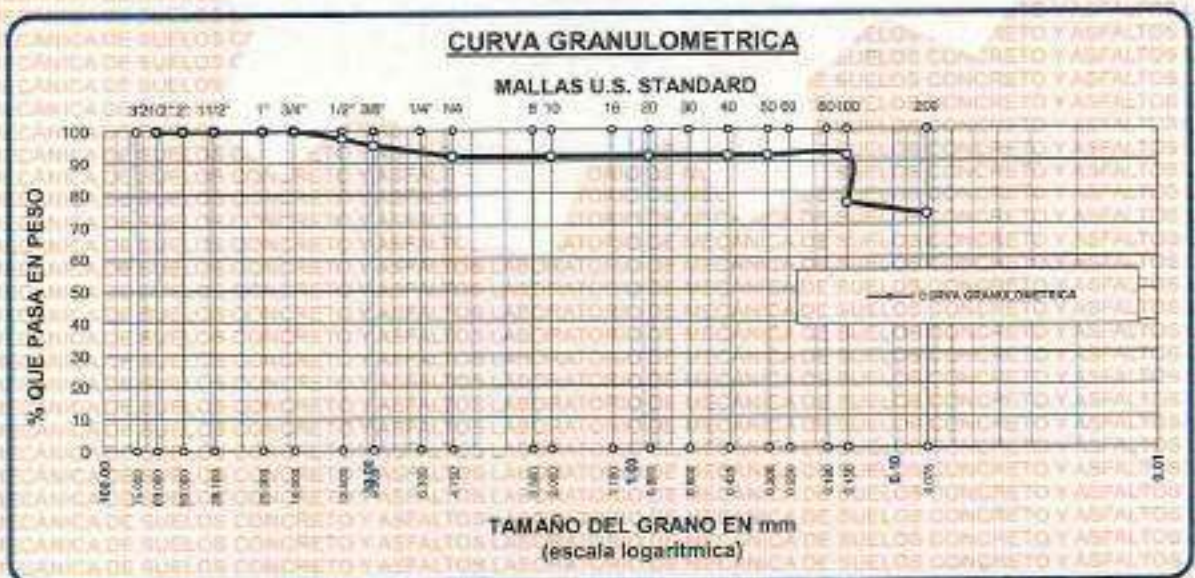
**UBICACION :** DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR :** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA :** CALICATA - 08:      ESTRATO - 02: (1.30m - 2.00m)

**FECHA :** 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 967.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 257.22
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 709.78
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		%W= 26.72
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LL= 32.44
1/2"	12.500	24.46	2.53	2.53	97.47		LP= 17.53
3/8"	9.500	21.06	2.18	4.71	95.29		IP= 14.81
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	35.72	3.69	8.40	91.60		D10= --- Cu= ---
No6	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	36.66	4.00	12.40	87.60		
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	35.38	3.88	16.06	83.94		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : CL
No40	0.425	23.48	2.43	18.49	81.51		ABSTHO : A-6(9)
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250	20.70	2.14	8.23	91.77		
No80	0.180						
No100	0.150	24.09	2.49	23.12	76.88		
No200	0.075	33.65	3.48	26.60	73.40		
BASE		709.78	73.40	100.00	0.00		
TOTAL		967.00	100.00				
% PERDIDA		73.40					



UNIVERSIDAD NACIONAL "VICENTE GALERIAS VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

RSGA



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 08: ESTRATO - 02: (1,30m - 2,00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	360.51
SUELO SECO + TARRO	gr	292.39
PESO DEL TARRO	gr	37.43
PESO DEL AGUA	gr	68.12
PESO DEL SUELO SECO	gr	254.96
HUMEDAD %	%	26.72

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	48.49	47.73	49.88	39.03	40.29
SUELO SECO + TARRO	gr	45.84	45.31	46.96	38.71	39.91
PESO DEL TARRO	gr	37.84	37.77	37.78	36.93	37.71
PESO DEL AGUA	gr	2.65	2.42	2.92	0.32	0.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.00	7.54	9.20	1.78	2.20
HUMEDAD %	%	33.13	32.10	31.74	17.98	17.27
N° DE GOLPES		20	26	33		

<b>LIMITE LIQUIDO</b> :	<b>32.44</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b> :	<b>17.63</b>
-------------------------	--------------	--------------------------	--------------

<b>INDICE PLASTICO</b> :	<b>14.81</b>
--------------------------	--------------

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

DR. ARNALDO YANA FORTES  
 RCP - CIA INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. E.I.  
 Dpto. 111212



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VARGAS  
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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

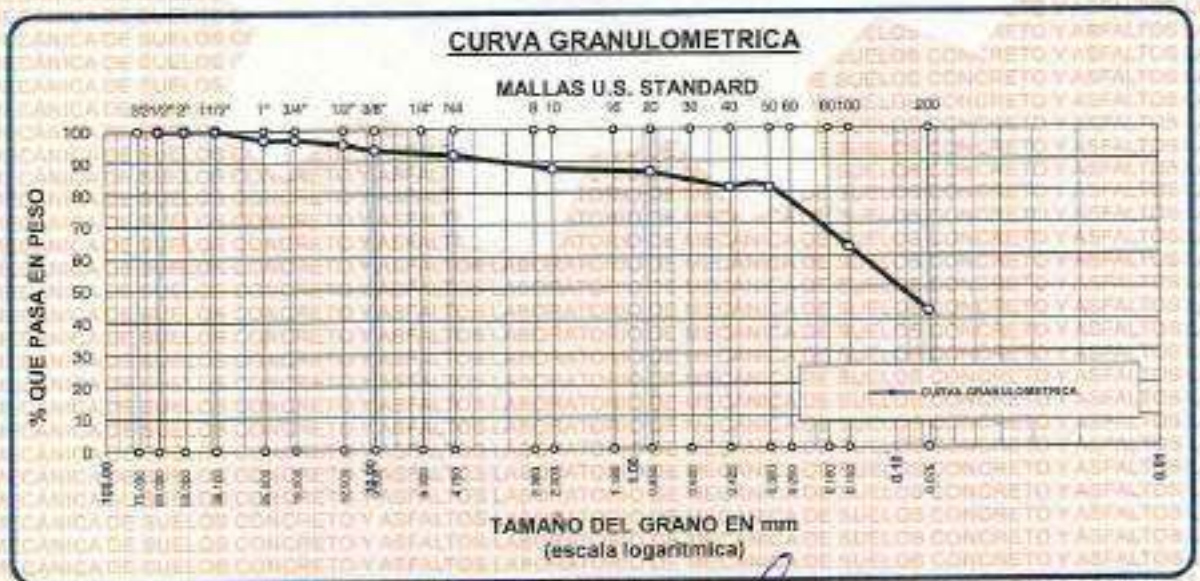
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 09: ESTRATO - 01: (0.60m - 1.20m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000				100.00		DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
2 1/2"	63.000				100.00		P.L.= 1247.00
2"	50.000				100.00		P.L.= 715.05
1 1/2"	38.100				100.00		P.P.= 531.05
1"	25.000	38.15	3.06	3.06	96.94		%W= 8.58
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	18.25	1.45	4.52	95.48		LL= 27.36
3/8"	9.500	22.10	1.77	6.30	93.70		LP= 20.62
1/4"	6.300						I.P.= 6.74
No4	4.750	21.10	1.69	7.99	92.01		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	55.10	4.50	12.49	87.51		D30= --- Cc= ---
No15	1.180						D60= 0.14
No20	0.850	14.05	1.13	13.61	86.39		CLASIFICACION:
No30	0.600						LG. =
No40	0.425	81.05	4.00	18.51	81.49		SUSCS : SM - SC
No50	0.300						ASSTHO : A - 4 (2)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	237.05	19.01	37.52	62.48		
No200	0.075	248.10	19.90	57.41	42.59		
BASE		531.05	42.59	100.00	0.00		
TOTAL		1247.00	100.00				
% PERDIDA		42.59					



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
JEFATURA

Mr. Arnaldo Yasa Torres



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 09: ESTRATO - 01: (0.60m - 1.20m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	143.24
SUELO SECO + TARRO	gr	133.05
PESO DEL TARRO	gr	14.30
PESO DEL AGUA	gr	10.19
PESO DEL SUELO SECO	gr	118.75
HUMEDAD %	%	8.58

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	15.11	12.44	15.97	5.87	5.72
SUELO SECO + TARRO	gr	12.89	10.76	13.42	5.44	5.27
PESO DEL TARRO	gr	4.32	4.47	4.37	3.27	3.17
PESO DEL AGUA	gr	2.22	1.68	2.55	0.43	0.45
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.57	6.29	9.05	2.17	2.10
HUMEDAD %	%	25.90	26.71	28.18	19.82	21.43
N° DE GOLPES		38	31	20		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		<b>27.36</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>		<b>20.62</b>	

**INDICE PLASTICO** : 06.74

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

Ing. Armando Yana Torres  
 C.I. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN PALACIOS  
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 CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2497)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

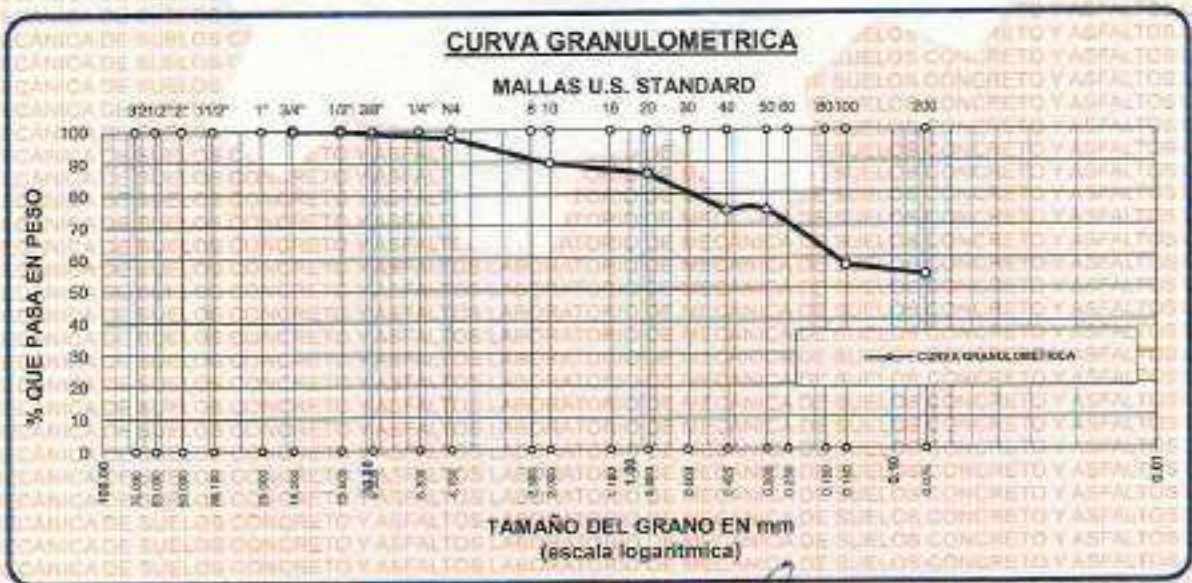
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 09; ESTRATO - 02: (1.20m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 856.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 435.35
2"	50.000						P.P.= 520.65
1 1/2"	38.100						%W= 16.50
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL.= 33.47
1/2"	12.500						LP.= 20.42
3/8"	9.500	9.20	0.96	0.96	99.04		IP.= 13.05
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	14.35	1.50	2.46	97.54		D10= --- Cu= ---
No6	2.960						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	75.30	7.98	10.44	89.56		D60= 0.17
No15	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	30.45	3.19	13.63	86.37		I.G. *
No30	0.600						SUSCS : CL
No40	0.425	111.15	11.63	25.26	74.74		ASSTHO : A - 6 (5)
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	164.50	17.21	42.46	57.54		
No200	0.075	29.40	3.08	45.54	54.46		
BASE		520.65	54.46	100.00	0.00		
TOTAL		856.00	100.00				
% PERDIDA		54.46					



INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Mtro. Arnoldo Yano Torres



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA.

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 09: ESTRATO - 02: (1.20m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	88.49
SUELO SECO + TARRO	gr	79.03
PESO DEL TARRO	gr	21.68
PESO DEL AGUA	gr	9.48
PESO DEL SUELO SECO	gr	57.35
HUMEDAD %	%	16.50

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		4	5	6	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	13.59	13.34	15.13	4.52	5.46	
SUELO SECO + TARRO	gr	11.34	11.17	12.30	4.29	5.11	
PESO DEL TARRO	gr	4.30	4.47	4.33	3.22	3.30	
PESO DEL AGUA	gr	2.25	2.17	2.83	0.23	0.35	
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.04	6.70	7.97	1.07	1.81	
HUMEDAD %	%	31.96	32.39	35.51	21.50	19.34	
N° DE GOLPES		32	32	18			
<b>LIMITE LIQUIDO</b> :		<b>33.47</b>			<b>LIMITE PLASTICO</b> :		<b>20.42</b>

**INDICE PLASTICO** : **13.06**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
Donde:  
LL = Limite Liquido  
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Numero de Golpes



INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
VICI-03257

Dr. Amelindo Yana Torres  
VICI-03257



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CERDAS 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 ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

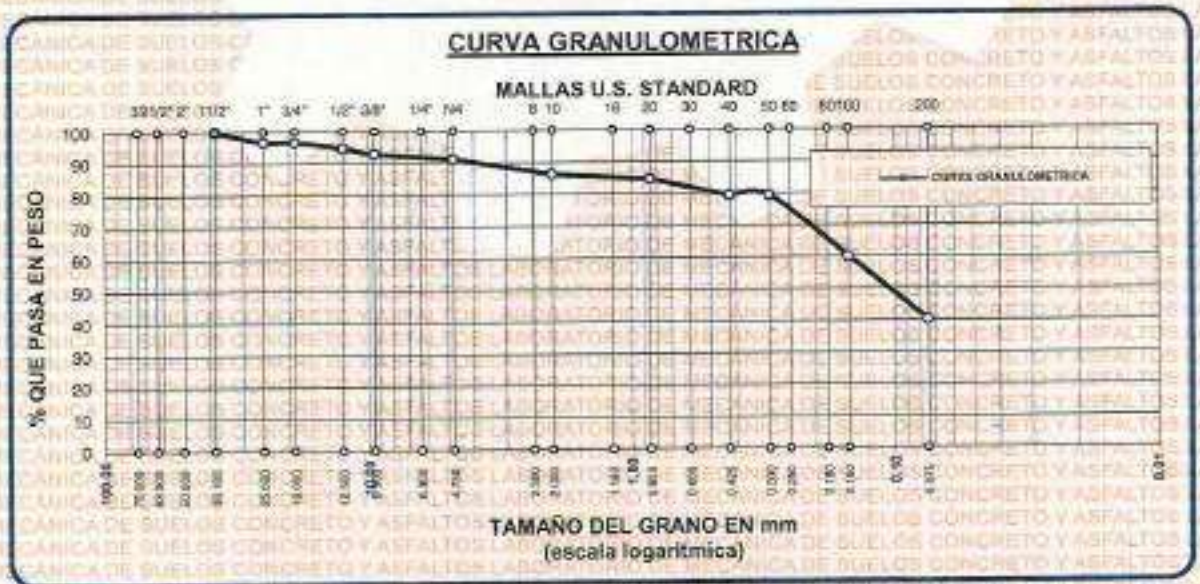
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 10: ESTRATO - 01: (0,10m - 0,80m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 1248.00
2"	50.000						P.L.= 745.45
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 502.55
1"	25.000	41.30	3.31	3.31	96.69		%w= 9.55
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	24.40	1.96	5.29	94.74		LL= 27.07
3/8"	9.500	23.30	1.87	7.13	92.87		LP= 20.00
1/4"	6.300						IP= 7.07
No4	4.750	22.10	1.77	8.90	91.10		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	61.30	4.91	13.81	86.19		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.15
No20	0.850	20.40	1.63	15.45	84.55		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	65.40	5.24	20.69	79.31		SUSCS : SC
No 50	0.300						ASSTHO : A - 4 (1)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	239.15	19.16	39.85	60.15		
No200	0.075	248.10	19.88	59.73	40.27		
BASE		502.55	40.27	100.00	0.00		
TOTAL		1248.00	100.00				
% PERDIDA		40.27					



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

*[Signature]*



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 10: ESTRATO - 01: (0.10m - 0.80m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	145.28
SUELO SECO + TARRO	gr	134.04
PESO DEL TARRO	gr	16.30
PESO DEL AGUA	gr	11.24
PESO DEL SUELO SECO	gr	117.74
HUMEDAD %	%	9.55

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	15.10	12.50	15.98	5.91	5.74
SUELO SECO + TARRO	gr	12.94	10.80	13.48	5.47	5.32
PESO DEL TARRO	gr	4.34	4.34	4.37	3.29	3.20
PESO DEL AGUA	gr	2.16	1.70	2.50	0.44	0.42
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.60	6.46	9.11	2.18	2.12
HUMEDAD %	%	25.12	26.32	27.44	20.18	19.81
N° DE GOLPES		40	34	24		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	<b>27.07</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	:	<b>20.00</b>	
<b>INDICE PLASTICO</b>	:	<b>07.07</b>				

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

Ing. Arnoldo Yane Torres  
 D.P. 103377



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADÉMICO 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)

**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

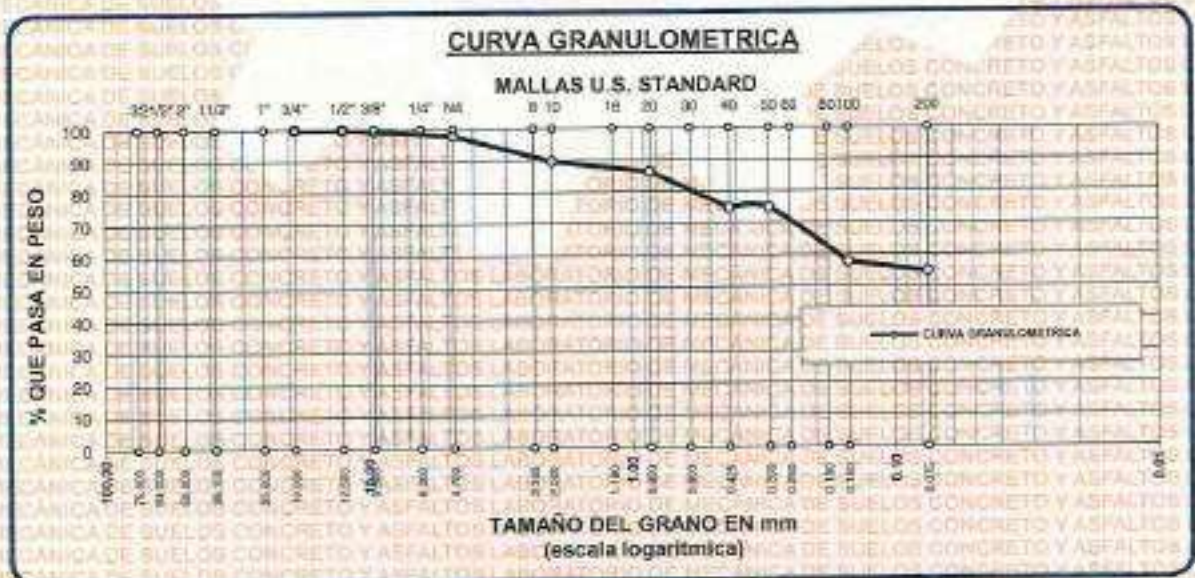
**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 10; ESTRATO - 02: (0.80m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 955.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 433.25
2"	50.000						P.P.= 521.75
1 1/2"	38.100						% W = 13.29
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 34.28
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 21.63
3/8"	9.500	5.20	0.54	0.54	99.46		L.P.= 12.65
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	15.40	1.61	2.18	97.84		D10= — Cu= —
No6	2.950						D30= — Cc= —
No10	2.000	78.40	8.21	10.37	89.63		D60= 0.17
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	32.50	3.40	13.77	86.23		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : CL
No40	0.425	110.10	11.53	25.30	74.70		ASSTHO : A - (65)
No 50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	162.40	17.01	42.30	57.70		
No200	0.075	29.25	3.08	45.37	54.63		
<b>BASE</b>		521.75	54.63	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		955.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>							



LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACION Y CIENCIAS PURAS

*[Signature]*



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



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA.

**SOLICITANTE** : BACHILLER OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACION** : DISTRITO DE PLATERIA

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**MUESTRA** : CALICATA - 10; ESTRATO - 02: (0.80m - 2.00m)

**FECHA** : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	88.47
SUELO SECO + TARRO	gr	80.05
PESO DEL TARRO	gr	16.69
PESO DEL AGUA	gr	8.42
PESO DEL SUELO SECO	gr	63.38
HUMEDAD %	%	13.29

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

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	13.69	13.36	15.13	4.56	5.46
SUELO SECO + TARRO	gr	11.31	11.16	12.26	4.31	5.10
PESO DEL TARRO	gr	4.32	4.48	4.33	3.26	3.27
PESO DEL AGUA	gr	2.28	2.20	2.87	0.25	0.36
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.99	6.68	7.93	1.06	1.83
HUMEDAD %	%	32.62	32.93	36.19	23.58	19.67
N° DE GOLPES		36	29	20		

**LIMITE LIQUIDO** : 34.28      **LIMITE PLASTICO** : 21.63

**INDICE PLASTICO** : 12.65

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Liquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Mtro. Arq. Aldo Torres  
 2024



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS FÍSICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERA

REALIZADO POR: OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

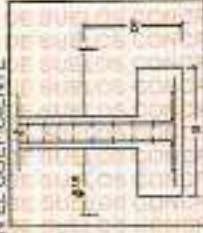
UBICACION: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SONDAJE: C-1

MUESTRA: E-02

PROFUNDIDAD: 0.80 - 2.00 m

FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2024



CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_{tu} = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{cd} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5BN_y F_{ys} F_{ytd} F_{\gamma}$$

CALCATA	MUESTRA	DIMENSIONES DE LA ZAPATA		PROPIEDADES DEL SUELO			FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA			F.S.	q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )							
		B (m)	L (m)	Df (m)	γ	c	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>y</sub>	F <sub>cs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qs</sub>			F <sub>qs</sub>	F <sub>qs</sub>					
C-1	E-03	3.00	3.00	3.00	1.29	0.239	20.91	0	0.129	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.400	1.316	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.179	3	0.786
		3.00	3.00	3.00	1.29	0.239	20.91	0	0.161	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.358	1.283	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.494	3	0.831
		3.00	3.00	3.00	1.29	0.239	20.91	0	0.194	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.303	1.311	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.514	3	0.871
		3.00	3.00	3.00	1.29	0.239	20.91	0	0.226	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.471	1.332	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.337	3	1.122
		3.00	3.00	3.00	1.29	0.239	20.91	0	0.258	15.723	7.007	6.119	1.297	1.255	0.733	1.443	1.350	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.760	3	1.253

COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



Df (m)	FACTORES DE FORMA	FACTORES DE PROFUNDIDAD		EQUACIONES
		CONDICION "A"	CONDICION "B"	
1.00	OK	$\frac{D_f}{B} \leq 1$	$\frac{D_f}{B} > 1$	Condición A
1.25	OK	1.25		Condición B
1.50	OK	1.50		Condición B
1.75	OK	1.75		Condición B
2.00	OK	2.00		Condición B

DONDE:

- B : Lado menor de la zapata
- L : Lado mayor de la zapata
- Df : Profundidad de desplante
- γ : Peso específico del suelo
- c : Cohesión
- φ : Ángulo de fricción interna
- q : Intensidad de la carga sobre la cimentación
- q<sub>u</sub> : Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de cimentación
- F<sub>cs</sub> : Capacidad de Carga Última
- F<sub>qs</sub> : Factor de seguridad
- q<sub>adm</sub> : Capacidad de Carga Admisible

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELAZQUEZ"  
Ing. Andrés Tito Torres  
C.P. 10007



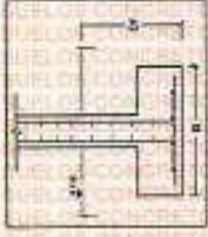
UNIVERSIDAD ANDINA "SIMÓN BOLÍVAR VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

REALIZADO POR: ÓSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI  
UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SONDAJE: C-2  
MUESTRA: E-02  
PROFUNDIDAD: 1.50 - 2.00 m  
FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2024



### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5BN_f F_{ys} F_{yd} F_{yi}$$

CALCATA	MUESTRA	SUCS	DIMENSIONES DE LA ZOPAYA				PROPIEDADES DEL SUELO				FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA			F.S.	q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )					
			B (m)	L (m)	D <sub>r</sub> (m)	γ	C	φ	Mc	Nq	Ny	Fqs	Fps	Fqs	Fps	Fcd	Fqd	Fyd	Fcd	Fqd	Fyd	Fci			Fqi	Fci	Fqi		
C-2	E-02	SP	1.10	2.00	1.00	1.31	0.124	19.38	0	0.131	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.364	1.286	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.772	3	0.592
			1.30	2.00	1.25	1.31	0.121	19.38	0	0.164	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.300	1.267	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.052	3	0.684
			1.30	2.00	1.50	1.31	0.121	19.38	0	0.197	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.375	1.256	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.397	3	0.790
			1.10	2.00	1.75	1.31	0.121	19.38	0	0.229	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.404	1.317	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.745	3	0.915
1.10	2.00	2.00	1.31	0.121	19.38	0	0.262	14.267	6.019	4.938	1.232	1.193	0.780	1.427	1.335	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.064	3	1.031			

### COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



DF (m)	FACTORES DE FORMA	FACTORES DE PROFUNDIDAD		EQUACIONES
		CONDICIÓN "A"	CONDICIÓN "B"	
1.00	OK	$\frac{D_r}{B} \leq 1$	$\frac{D_r}{B} > 1$	Condición A
1.25	OK	1.14		Condición B
1.50	OK	1.36		Condición B
1.75	OK	1.59		Condición B
2.00	OK	1.82		Condición B

DONDE:

- q<sub>adm</sub>: Carga admisible de la zapata
- q<sub>u</sub>: Carga última de la zapata
- F<sub>ci</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>qi</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>cd</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>qd</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>yd</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>ys</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>qs</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>ps</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>cs</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>cd</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>qd</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>yd</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>ys</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>qs</sub>: Factor de inclinación de la zapata
- F<sub>ps</sub>: Factor de inclinación de la zapata

Ing. Oscar Carlos Huayna Mamani  
Médico Especialista en Geotecnia





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PLURIS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE

DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE FLATERIA

REALIZADO POR: OSCAR CARLOS HUAYÑA MAMANI

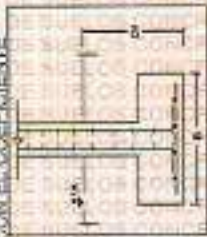
UBICACION: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SONDAJE: C-3

MUESTRA: E-02

PROFUNDIDAD: 1.40 - 2.00 m

FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2024



### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

#### ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5BN_q F_{ys} F_{yd} F_{yt}$$

CALCATA	MUESTRA	SUCS	PROPIEDADES DEL SUELO				q (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA			F.S.	q <sub>ultim</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )			
			B (m)	L (m)	Df (m)	γ		c	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>y</sub>	F <sub>cs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>ys</sub>	F <sub>cd</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>yd</sub>	F <sub>ci</sub>			F <sub>qi</sub>	F <sub>yi</sub>	
C-3	E-02	CL	1.20	2.00	1.00	1.40	0.159	23.73	0	0.140	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.333	1.262	1.00	1.00	1.00	3.218	3	1.073
			1.20	2.00	1.25	1.40	0.169	23.73	0	0.175	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.322	1.253	1.00	1.00	1.00	3.717	3	1.259
			1.20	2.00	1.50	1.40	0.189	23.73	0	0.210	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.358	1.281	1.00	1.00	1.00	4.320	3	1.440
			1.20	2.00	1.75	1.40	0.169	23.73	0	0.245	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.388	1.304	1.00	1.00	1.00	4.928	3	1.665
			1.20	2.00	2.00	1.40	0.169	23.73	0	0.280	18.968	9.338	9.089	1.295	1.264	0.760	1.412	1.393	1.00	1.00	1.00	5.540	3	1.847

### COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



Df (m)	FACTORES DE PROFUNDIDAD		EQUACIONES
	CONDICIÓN "A"	CONDICIÓN "B"	
1.20	$\frac{D_f}{B} \leq 1$	$\frac{D_f}{B} > 1$	Condición A
1.25	0.83	1.04	Condición B
1.50	1.25	1.46	Condición B
1.75	1.46	1.67	Condición B
2.00	1.67	1.67	Condición B

DONDE:

- B : Lado menor de la zapata
- L : Lado mayor de la zapata
- Df : Profundidad de la zapata
- γ : Peso específico del suelo
- c : Cohesión
- φ : Ángulo de fricción interna
- q : Inclinación de la carga sobre la cimentación
- q<sub>u</sub> : Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de cimentación
- F<sub>s</sub> : Factor de seguridad
- q<sub>adm</sub> : Capacidad de Carga Admisible

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
Ing. Arnaldo Lara T. 16.23



UNIVERSIDAD ANÓNIMA "HECTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

REALIZADO POR: OSCAR CARLOS HUAYNA MAWANI

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SERIE/SUJETO: C-4

MUESTRA: E-02

PROFUNDIDAD: 1.75 - 2.00 m

FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2024



### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

#### ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_{ul} = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ct} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qt} + 0.5BN_q F_{ys} F_{yd} F_{yt}$$

CATEGORÍA	MUESTRA	SUCS	DIMENSIONES DE LA ZAPATA			PROPIEDADES DEL SUELO			FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA			q <sub>adm</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	F.S.						
			B (m)	L (m)	Df (m)	γ	C	φ	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>y</sub>	F <sub>cs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>ct</sub>	F <sub>cd</sub>	F <sub>ct</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>ct</sub>			F <sub>cd</sub>	F <sub>ct</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>qd</sub>		
C-4	E-02	SP	1.30	2.00	1.00	1.42	0.170	23.70	0	0.142	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.308	1.242	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.283	3	1.094
			1.30	2.00	1.00	1.42	0.170	23.70	0	0.178	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.385	1.302	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.971	3	1.324
			1.30	2.00	1.00	1.42	0.170	23.70	0	0.213	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.343	1.269	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.423	3	1.474
			1.30	2.00	1.75	1.42	0.170	23.70	0	0.249	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.373	1.293	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.045	3	1.682
			1.30	2.00	2.00	1.42	0.170	23.70	0	0.284	18.929	9.309	9.051	1.320	1.285	0.740	1.366	1.312	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.671	3	1.890

### COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



Df (m)	FACTORES DE FORMA		FACTORES DE PROFUNDIDAD		ECLARACIONES
	L > B	Df/B	Df/L	Df/B	
1.00	OK	0.77	0.77	0.77	Condición A
1.25	OK	0.96	0.96	0.96	Condición A
1.50	OK	1.15	1.15	1.15	Condición B
1.75	OK	1.35	1.35	1.35	Condición B
2.00	OK	1.54	1.54	1.54	Condición B

DONDE:

- B: Lado menor de la zapata
- L: Lado mayor de la zapata
- Df: Profundidad de desplante
- γ: Peso específico del suelo
- C: Cohesión
- φ: Ángulo de fricción interna
- q: Inclucción de la carga sobre la cimentación
- q<sub>u</sub>: Capacidad de carga última
- F.S.: Factor de seguridad
- q<sub>adm</sub>: Capacidad de carga admisible

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 Oscar Carlos Huayna Mawani  
 14 de Junio del 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

REALIZADO POR: OSCAR CARLOS HUAYNA MANAYNI

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SONDIAJE: C-5

MUESTRA: E-02

PROFUNDIDAD: 1.20 - 2.00 m

FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2024



### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

$$q_{tu} = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5BN_y F_{ys} F_{yd} F_{yi}$$

CALCATA	MUESTRA	SUCS	DIMENSIONES DE LA ZAPATA			PROPIEDADES DEL SUELO			FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA			F.S.	q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	
			B (m)	L (m)	Df (m)	γ	c	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>y</sub>	F <sub>cs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>ys</sub>	F <sub>cd</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>yd</sub>	F <sub>ci</sub>	F <sub>qi</sub>	F <sub>yi</sub>			q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
C-5	E-03	GW	1.40	2.00	1.08	1.63	0.116	23.47	0	0.163	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.225	1.00	1.00	1.00	3.459	3	1.153
			1.40	2.00	1.25	1.63	0.116	23.47	0	0.204	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.281	1.00	1.00	1.00	4.207	3	1.402
			1.40	2.00	1.50	1.63	0.116	23.47	0	0.245	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.358	1.00	1.00	1.00	4.750	3	1.583
			1.40	2.00	1.75	1.63	0.116	23.47	0	0.285	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.358	1.00	1.00	1.00	5.448	3	1.816
			1.40	2.00	2.00	1.63	0.116	23.47	0	0.326	18.633	9.090	8.762	1.341	1.304	0.720	1.384	1.00	1.00	1.00	6.152	3	2.051

### COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



Df (m)	FACTORES DE FORMA	FACTORES DE PROFUNDIDAD		EQUACIONES
		CONDICIÓN "A"	CONDICIÓN "B"	
1.00	OK	$\frac{D_f}{B} \leq 1$	$\frac{D_f}{B} > 1$	Condición A
1.25	OK	0.71	0.89	Condición A
1.50	OK	1.07		Condición B
1.75	OK	1.25		Condición B
2.00	OK	1.43		Condición B

DONDE:

- B: Ancho menor de la zapata
- L: Largo mayor de la zapata
- Df: Profundidad de desplante
- γ: Peso específico del suelo
- c: Cohesión
- φ: Ángulo de fricción interna
- N<sub>c</sub>: Inclutación de la carga sobre la orientación
- N<sub>q</sub>: Esfuerzo efectivo al nivel del frente de cimentación
- N<sub>y</sub>: Capacidad de Carga Última
- F<sub>cs</sub>: Factor de seguridad
- F<sub>qs</sub>: Capacidad de Carga Admisible

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Ing. Alfredo Tava Torres



UNIVERSIDAD AGRARIA "HECTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PLURIS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

REALIZADO POR: OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

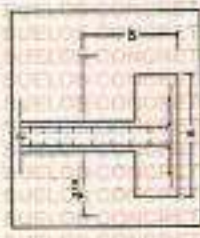
UBICACION: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SONDAJE: C-6

MUESTRA: E-02

PROFUNDIDAD: 0.00 - 2.00 m

FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2024



### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

#### ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5BN_q F_{y8} F_{yd} F_{yi}$$

CALCATA	MUESTRA	SUCS	DIMENSIONES DE LA ZAPATA				PROPIEDADES DEL SUELO				q (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACION DE CARGA			F.S.	q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	
			B (m)	L (m)	Df (m)	γ	C	φ	Nc	Nq		Nγ	Fcs	Fqs	Fγs	Fcd	Fqd	Fγd	Fci	Fqi	Fγi	Fcs	Fqs			Fγs
C-6	E-02	GP	1.50	2.00	1.00	1.50	0.167	24.45	0	0.150	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.267	1.208	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3	1.273
			1.50	2.00	1.25	1.50	0.167	24.45	0	0.188	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.333	1.260	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3	1.583	
			1.50	2.00	1.50	1.50	0.167	24.45	0	0.225	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.400	1.312	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3	1.807	
			1.50	2.00	1.75	1.50	0.167	24.45	0	0.263	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.345	1.259	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3	1.909	
			1.50	2.00	2.00	1.50	0.167	24.45	0	0.300	19.936	10.064	10.061	1.379	1.341	0.700	1.371	1.250	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3	2.214	

### COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



Df (m)	FACTORES DE FORMA L > B	FACTORES DE PROFUNDIDAD		EQUACIONES
		CONDICION "A" Df/B	CONDICION "B" Df > 1	
3.00	OK	0.67	Condición A	Condición A
3.25	OK	0.83	Condición A	Condición A
1.50	OK	1.00	Condición A	Condición A
1.75	OK	1.17	Condición B	Condición B
2.00	OK	1.33	Condición B	Condición B

DONDE:

- B: Factor menor de la zapata
- L: Factor mayor de la zapata
- Df: Profundidad de desplante
- γ: Peso específico del suelo
- C: Cohesión
- φ: Ángulo de fricción interna
- q: Fracción de la carga sobre la penetración
- q<sub>u</sub>: Enfriado (fricción) nivel del fondo de penetración
- F.S.: Factor de seguridad
- q<sub>adm</sub>: Capacidad de Carga Admisible

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
UNIVERSIDAD AGRARIA "HECTOR CACERES VELAZQUEZ"  
Oscar Carlos Huayna Mamani  
14 de Junio del 2024



UNIVERSIDAD ANDINA "VICTOR CRISTIANES VILLACABEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BAJAJO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

REALIZADO POR: OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SONDAJE: C-1

MUESTRA: E-02

PROFUNDIDAD: 1.40 - 2.00 m

FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2024



### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

#### ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ct} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qt} + 0.5BN_f F_{ys} F_{yd} F_{yt}$$

CALCATA	MUESTRA	DIMENSIONES DE LA ZAPATA						PROPIEDADES DEL SUELO				q (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA				FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA				F.S.	q <sub>adm</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )			
		B (m)	L (m)	Df (m)	γ	C	φ	Ne	Nq	Nγ	Fes		Fqs	Fct	Fcd	Fqd	Fct	Fcs	Fcd	Fcd	Fcd	Fcd	Fcd	Fcd	Fcd	Fcd			Fcd	Fcd	
C-1	E-02	1.60	2.00	1.00	1.55	0.146	26.61	0	0.155	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	1.250	1.191	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.035	3	1.678
		1.60	2.00	1.25	1.55	0.146	26.61	0	0.194	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	1.313	1.239	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.048	3	2.016
C-2	E-02	1.60	2.00	1.50	1.55	0.146	26.61	0	0.233	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	1.286	1.286	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.125	3	2.375
		1.60	2.00	1.75	1.55	0.146	26.61	0	0.271	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	1.332	1.254	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.830	3	2.610
		1.60	2.00	2.00	1.55	0.146	26.61	0	0.310	23.264	12.655	13.682	1.435	1.401	1.358	1.274	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.815	3	2.938

### COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



DM (m)	FACTORES DE FORMA	FACTORES DE PROFUNDIDAD		ECUACIONES
		CONDICIÓN "A"	CONDICIÓN "B"	
1.00	L > B	$\frac{D_f}{B} \leq 1$	$\frac{D_f}{B} > 1$	Condición A
1.25	OK	0.63	0.78	Condición A
1.50	OK	0.94	1.09	Condición A
1.75	OK	1.09	1.35	Condición B
2.00	OK	1.35	1.35	Condición B

DONDE:

- B : Lado menor de la zapata
- L : Lado mayor de la zapata
- Df : Profundidad de ensayaje
- γ : Peso específico del suelo
- C : Cohesión
- φ : Ángulo de fricción interna
- q : Impedimento de la carga sobre la cimentación
- q<sub>u</sub> : Estreño efectivo al nivel del fondo de cimentación
- F.S. : Factor de seguridad
- q<sub>adm</sub> : Capacidad de carga admisible

UNIVERSIDAD ANDINA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Mg. Emilio Irujo Torres  
CIP: 109257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA" VILLASORCO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACION GEOTECNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

REALIZADO POR OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

UBICACION LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

SONDAJE C-B

MUESTRA E-02

PROFUNDIDAD 1.30 - 2.00 m

FECHA 14 DE JUNIO DEL 2024



CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_{\gamma} F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

SUCS	DIMENSIONES DE LA ZAPATA		PROPIEDADES DEL SUELO				q (kg/cm2)	FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA			F.S.	q <sub>adm</sub> (kg/cm2)					
	B (m)	L (m)	Df (m)	γ	c	φ		Nc	Nq	Nγ	Fcs	Fqs	Fγs	Fcd	Fqd	Fγd	Fci	Fqi	Fγi							
C-8	1.70	2.00	1.00	1.75	0.170	19.30	0	0.175	34.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.235	1.185	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.491	3	0.830
	1.70	2.00	1.25	1.75	0.170	19.30	0	0.219	34.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.294	1.231	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.990	3	0.997
	1.70	2.00	1.50	1.75	0.170	19.30	0	0.263	34.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.353	1.277	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.520	3	1.173
	1.70	2.00	1.75	1.75	0.170	19.30	0	0.306	34.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.320	1.251	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.981	3	1.394
	1.70	2.00	2.00	1.75	0.170	19.30	0	0.350	34.196	5.971	4.883	1.358	1.298	0.660	1.347	1.272	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.370	3	1.457

COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



Df (m)	FACTORES DE FORMA L > B	FACTORES DE PROFUNDIDAD		ECUACIONES
		CONDICION 'A'	CONDICION 'B'	
1.00	OK	Df/B ≤ 1	Df/B > 1	Condición A
1.25	OK	0.59	0.74	Condición A
1.50	OK	0.88	1.03	Condición B
1.75	OK	1.03	1.38	Condición B
2.00	OK	1.38		Condición B

DONDE:

- B : Lado menor de la zapata
- L : Lado mayor de la zapata
- q<sub>s</sub> : Profundidad de desplante
- γ : Peso específico del suelo
- c : Cohesión
- φ : Ángulo de fricción interna
- q : Intensidad de la carga sobre la cimentación
- q<sub>u</sub> : Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de cimentación
- F.S. : Capacidad de Carga Última
- q<sub>adm</sub> : Factor de seguridad
- q<sub>adm</sub> : Capacidad de Carga Admisibles

REVISADO POR: [Signature]  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
 Mpio. Amalito Tarma Perú  
 Cel. 972 324 219





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VARGAS"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUERBAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACION CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

**REALIZADO POR** : OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**SONDAJE** : C-10

**MUESTRA** : E-02

**PROFUNDIDAD** : 0.80 - 2.00 m

**FECHA** : 14 DE JUNIO DEL 2024



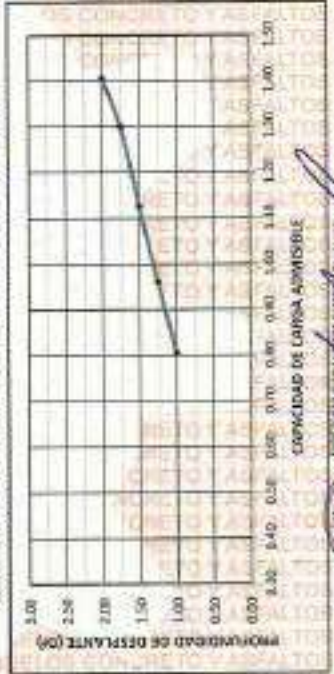
## CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA - ECUACIÓN DE MEYERHOF

ECUACIÓN GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{qd} F_{cl} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qt} + 0.5BN_y F_{ys} F_{yd} F_{yt}$$

MUESTRA	CALCATA	DIMENSIONES DE LA ZAPATA				PROPIEDADES DEL SUELO				FACTORES DE CAPACIDAD CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA			F.S.	q <sub>adm</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )		
		B (m)	L (m)	Df (m)	γ	c	φ	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	F <sub>cs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>ys</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>qt</sub>	F <sub>cd</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>yd</sub>	F <sub>cd</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>yd</sub>					
E-02	C-08	1.90	2.00	1.00	1.65	0.170	19.30	0	0.165	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.213	1.265	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.413	0.804
		1.90	2.00	1.25	1.65	0.170	19.30	0	0.206	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.263	1.207	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.882	0.961
		1.50	2.00	1.50	1.65	0.170	19.30	0	0.248	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.316	1.248	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.177	1.126
		1.90	2.00	1.75	1.65	0.170	19.30	0	0.289	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.368	1.289	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.899	1.300
		1.90	2.00	2.00	1.65	0.170	19.30	0	0.330	14.196	5.971	4.883	1.400	1.333	0.620	1.324	1.255	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.217	1.406

## COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



Df (m)	FACTORES DE FORMA I > B	FACTORES DE PROFUNDIDAD		ECUACIONES
		CONDICIÓN "A"	CONDICIÓN "B"	
1.00	OK	Df/B ≤ 1	Df/B > 1	Condición A
1.25	OK	0.53		Condición A
1.50	OK	0.66		Condición A
1.75	OK	0.79		Condición A
2.00	OK	0.92		Condición A
	OK	1.05		Condición B

DONDE:

- B : Lado menor de la zapata
- L : Lado mayor de la zapata
- c<sub>s</sub> : Profundidad de las raíces
- q<sub>s</sub> : Peso específico del suelo
- N<sub>c</sub> : Cohesión
- N<sub>q</sub> : Ángulo de fricción interna
- N<sub>y</sub> : Inclinación de la carga sobre la orientación
- N<sub>ys</sub> : Efectuosa al nivel del fondo de cimentación
- N<sub>qd</sub> : Capacidad de Carga Última
- N<sub>qt</sub> : Factor de seguridad
- N<sub>qs</sub> : Capacidad de Carga Admisible

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VARGAS"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUERBAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Prof. CARLOS HUAYNA MAMANI

14 JUNIO 2024



### ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 16-12-2024

#### 1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: OSCAR CARLOS HUAYNA MAMANI

Dirección: Jr. MEDIO ORIENTE 117 3

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 42208776

Teléfono: 961 963 906 email: chuaynam@gmail.com

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

Dirección: \_\_\_\_\_

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

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: ESCUELA DE POSGRADO

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SU RELACIÓN CON EL COEFICIENTE DE BALASTO EN LA LOCALIDAD DE PLATERIA

Palabras claves, (3 a 5 términos): ZONIFICACIÓN, CAPACIDAD PORTANTE, COEFICIENTE DE BALASTO

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

1

<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, entré 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 - P50

Firma de Autor



huella digital

16-12-2024

Fecha