

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS  
GEOTÉCNICOS, APLICADOS EN SUELOS  
COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
CIMENTACIONES PROFUNDAS,  
URBANIZACIÓN PALIAN, HUANCAYO, 2023**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI JHOEL MAX**

**Asesor:**

**Ing. CORDOVA ZORRILLA, NATALY LUCIA**

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y Urbanismo

Huancayo – Perú

2023

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Presidente

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada de todo corazón a mis padres, hermanos, quienes me moldearon hasta convertirme en la persona que soy hoy, y muchos de mis logros son gracias a ustedes incluido éste. Me forjaron con reglas y cierta libertad, pero al final del día me incentivaron constantemente para lograr mis objetivos.

Bach. Salvatierra Paquiyari, Jhoel Max

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, mi familia y amistades por brindarme su apoyo incondicional para realizar con éxito esta investigación y a los ingenieros por brindarme sus conocimientos para que nada salga erróneo y todo este correctamente elaborado.

Bach. Salvatierra Paquiyari, Jhoel Max

## CONSTANCIA DE SIMILITUD



Oficina de  
Propiedad Intelectual  
y Publicaciones

NIUEVOS TIEMPOS  
NIUEVOS DESAFIOS  
NIUEVOS COMPROMISOS

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0146- FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACIÓN PALIAN, HUANCAYO, 2023**

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. SALVATIERRA PAQUIYARI JHOEL MAX

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : ING. CORDOVA ZORRILLA NATALY LUCIA

Fue analizado con fecha 18/03/2024; con 210 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 17 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N° 15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 18 de marzo de 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI  
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>v</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>16</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>16</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	16
1.2. Delimitación del problema.....	18
1.3. Formulación del problema .....	20
1.4. Justificación.....	21
1.5. Objetivos .....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	23
2.2. Bases teóricas .....	29
2.3. Marco conceptual .....	44
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>46</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>46</b>
3.1. Hipótesis.....	46
3.2. Variables .....	47
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>50</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>50</b>
4.1. Método de investigación .....	50
4.2. Tipo de investigación .....	50
4.3. Nivel de la investigación .....	51
4.4. Diseño de la investigación .....	51
4.5. Población y muestra .....	51
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	52

4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos .....	57
4.8. Aspectos éticos de la investigación .....	73
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>74</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>74</b>
5.1. Descripción del diseño tecnológico .....	74
5.2. Caracterización del suelo .....	74
5.3. Velocidad de ondas S y P.....	85
5.4. Fricción y ángulo de cohesión.....	79
5.5. Parámetros dinámicos del suelo .....	91
5.6. Límites de contracción .....	79
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>102</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>102</b>
6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	102
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia .....</b>	<b>115</b>
<b>Anexo N°02: Matriz de Operacionalización de variables.....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo N°03: Matriz de Operacionalización de instrumento .....</b>	<b>120</b>
<b>Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación .....</b>	<b>122</b>
<b>Anexo N°05: La data de procesamiento de datos .....</b>	<b>199</b>
<b>Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento.....</b>	<b>203</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Composición del suelo .....	30
Tabla 2. Pautas para el ensayo de materiales .....	32
Tabla 3. Rangos y Magnitudes de validez.....	53
Tabla 4. Rangos y Magnitudes de Confiabilidad .....	53
Tabla 5. Coordenadas de los puntos de refracción sísmica.....	62
Tabla 6. Zonificación del lugar estudiado .....	66
Tabla 7. Parámetros de refracción sísmica.....	68
Tabla 8. Parámetros de Masw .....	68
Tabla 9. Relación entre las velocidades de las ondas P y el tipo de suelo según ASTM 5777 95.....	69
Tabla 10. Correlación velocidad de ondas P y tipo de suelo según Arce Helberg (1990).....	69
Tabla 11 Relación entre velocidad de onda P y tipo de suelo según Arce Helberg (1990) ...	70
Tabla 12. Clasificación de suelos según norma E.030.....	70
Tabla 13. Clasificación de suelos (Vs).....	70
Tabla 14. Clasificación del suelo .....	80
Tabla 15. Limite plástico del suelo .....	80
Tabla 16. Limite liquido del suelo .....	82
Tabla 17. Índice de plasticidad del suelo .....	83
Tabla 18. Densidad seca por método de inmersión.....	84
Tabla 19. Velocidad de ondas en la línea sísmica LTRS-01.....	85
Tabla 20. Velocidad de ondas en la línea sísmica LTRS-02.....	85
Tabla 21. Velocidad de ondas en la línea sísmica LTRS-03.....	86
Tabla 22. Valores de la línea sísmica LTRS-01 .....	87
Tabla 23. Valores de la línea sísmica LTRS-02.....	87
Tabla 24. Valores de la línea sísmica LTRS-03.....	88
Tabla 25. Los ángulos de cohesión y fricción se obtuvieron a 5 m de profundidad mediante la refracción sísmica.....	88
Tabla 26. Resultados obtenidos con el ensayo triaxial Vs. Refracción sísmica.....	89
Tabla 27. Parámetros dinámicos de la Línea sísmica LTRS-01 .....	92
Tabla 28. Parámetros dinámicos de la línea sísmica LTRS-02.....	92
Tabla 29. Parámetros dinámicos de la línea sísmica LTRS-03.....	93
Tabla 30. Datos analizados en la estadística Vs y Vp.....	95



Tabla 31. Los datos mecánicos empleados en el análisis estadístico.....99

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Estudio geotécnico en viviendas .....	16
Figura 2. Estudio geotécnico con fines de cimentación .....	17
Figura 3. Mapa del Perú .....	18
Figura 4. Región Junín .....	19
Figura 5. Provincia de Huancayo .....	19
Figura 6. Ubicación geográfica de la urbanización Palian.....	20
Figura 7. Factores de los suelos .....	31
Figura 8. Perfil de suelos cohesivos .....	35
Figura 9. La inspección del terreno en la geotecnia .....	37
Figura 10. Ensayos de mecánicas de suelos cohesivos .....	38
Figura 11. Acción de la onda Vs .....	40
Figura 12. Registro de límites de Atterberg .....	54
Figura 13. Registro de peso volumétrico .....	55
Figura 14. Registro de ensayo triaxial.....	56
Figura 15. Psje. Cementerio Palian .....	62
Figura 16. Estudio de refracción sísmica .....	63
Figura 17. Zonificación del Perú.....	66
Figura 18. Domocrónicas - LTRS – 01 .....	72
Figura 19. Domocrónicas - LTRS – 02 .....	72
Figura 20. Domocrónicas - LTRS – 03 .....	73
Figura 21. Perfil sísmico – Línea de refracción sísmica 01 .....	75
Figura 22. Perfil sísmico – Línea de refracción sísmica 02 .....	76
Figura 23. Perfil sísmico – Línea de refracción sísmica 03 .....	77
Figura 24. Perfil sísmico – Sondaje MASW 01 .....	78
Figura 25. Perfil sísmico – Sondaje MASW 02 .....	78
Figura 26. Perfil sísmico – Sondaje MASW 03 .....	79
Figura 27. Limite plástico .....	81
Figura 28. Variación del Limite Liquido .....	82
Figura 29. Variación del Índice de plasticidad.....	83
Figura 30. Variación de la densidad seca .....	84
Figura 31. Cohesión obtenida del ensayo triaxial vs. Parámetros geotécnicos.....	90
Figura 32. Refracción sísmica obtenida del ensayo triaxial vs. Parámetros geotécnicos .....	91

Figura 33. Prueba de normalidad .....	94
Figura 34. Resultados de significancia de la prueba de Kruskal- Wallis .....	94
Figura 35. Resultados de la prueba de normalidad .....	96
Figura 36. Resultado de la prueba de Kruskal - Wallis.....	96
Figura 37. Prueba de normalidad de los resultados de desgaste de la mezcla asfáltica caliente con bolsas plástico recicladas.....	97
Figura 38. Análisis de varianza del estadístico de Levene.....	98
Figura 39. Resultados de significancia de la prueba de Anova.....	98
Figura 40. Prueba de normalidad de los resultados de desgaste de la mezcla asfáltica caliente con bolsas plástico recicladas.....	100
Figura 41. Análisis de varianza del estadístico de Levene.....	100
Figura 42. Resultados de significancia de la prueba de Kruskal- Wallis .....	101

## RESUMEN

Hace miles de años se vienen identificando casos críticos en la construcción entre ellos destacan las fallas estructurales que generalmente son causados debido a estudios incorrectos sobre el análisis geotécnico el cual se abordó como problema: ¿Cuáles son los resultados de los parámetros geotécnicos, aplicados en el suelo cohesivo para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización palian, Huancayo, 2023?, planteándose como objetivo: Determinar los resultados de los parámetros geotécnicos, aplicados en el suelo cohesivo para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización palian, Huancayo, 2023, y como hipótesis general: Los parámetros geotécnicos de un suelo cohesivo presentan resultados favorables para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización palian, Huancayo, 2023, empleando como método de investigación científico, de tipo de investigación aplicado y nivel explicativo. Se obtiene como resultado: Que la 03 línea sísmica consiguió una velocidad de ondas S que varía de 287.50 m/s a 408.33 m/s en los tres estratos y una velocidad de ondas P que varía de 600 m/s a 2100 m/s, con lo cual se determina que el suelo está conformado por matriz de grava con finos en estado de cimentación de finos y posee una cohesión de 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> y un ángulo de fricción de 26.2609°, también se obtuvo un módulo de Poisson promedio de 0.423 v, junto con un módulo de Bulk de 46655.34 t/m<sup>2</sup>, 160600.80 t/m<sup>2</sup> y 801020.90 t/m<sup>2</sup> respectivamente a los tres estratos obtenidos. Finalmente se concluye: Que la 03 línea sísmica presenta los resultados más óptimos con los que se puede trabajar una cimentación profunda.

**PALABRAS CLAVE:** Suelos cohesivos, parámetros geotécnicos, cohesión

## ABSTRACT

For thousands of years, critical cases have been identified in construction, including structural failures that are generally caused due to incorrect studies on the geotechnical analysis, which was addressed as a problem: What are the results of the geotechnical parameters, applied in the cohesive soil for the construction of deep foundations, Palian urbanization, Huancayo, 2023?, setting the objective: Determine the results of the geotechnical parameters, applied in the cohesive soil for the construction of deep foundations, Palian urbanization, Huancayo, 2023, and how General hypothesis: The geotechnical parameters of a cohesive soil present favorable results for the construction of deep foundations, Palian urbanization, Huancayo, 2023, using the applied research type and explanatory level as a scientific research method. The result is obtained: That the 03 seismic line achieved a speed of S waves that varies from 287.50 m/s to 408.33 m/s in the three strata and a speed of P waves that varies from 600 m/s to 2100 m/s, with which is determined that the soil is made up of a gravel matrix with fines in a state of fine foundation and has an adhesion of 0.0452 Kg/cm<sup>2</sup> and a friction angle of 26.7903°, an average Poisson's modulus of 0.423  $\nu$  was also obtained. , along with a Bulk module of 46655.34 t/m<sup>2</sup>, 160600.80 t/m<sup>2</sup> and 801020.90 t/m<sup>2</sup> respectively to the three strata obtained. Finally it is concluded: That the 03 seismic line presents the most optimal results with which a deep foundation can be worked.

**KEYWORDS:** Cohesive soils, geotechnical parameters, cohesion

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación realizada en la provincia de Huancayo distrito de Huancayo, departamento de Junín se tiene como propósito evaluar los parámetros geotécnicos de terrenos cohesivos en el cual se plantea construir una cimentación profunda, ya que hoy en día las construcciones de obras civiles buscan que estos se desarrollen con un control de calidad, así como en su diseño y su proceso constructivo, aplicando conocimientos en cuanto a su comportamiento y propiedades de cada elemento que será involucrado, así como por ejemplo el suelo, siendo un elemento importante dentro de las construcciones más antiguas como actuales, que poseen de características mecánicas que son afectados de forma directa por diferentes factores externos que se encuentran dentro del lugar localizado. Indudablemente los proyectos en su gran mayoría requieren de estudios rigurosos sobre la calidad del terreno.

Para determinar parámetros geotécnicos resistentes al suelo como el ángulo de fricción ( $\phi$ ) y la cohesión de las partículas de suelo existen diferentes métodos para conseguir dichos valores entre ellos se encuentran los ensayos de laboratorio, por ello será de suma importancia tener conocimientos sobre la geotecnia siendo así la parte fundamental de esta investigación.

La presente tesis tiene como finalidad establecer criterios de influencia entre parámetros geotécnicos y los suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, mediante la aplicación de ensayos con los que se podrá hallar la rapidez de ondas de corte, ángulo de fricción interna y límites de Contracción. Esta investigación tiene como objetivo general determinar los resultados de los parámetros geotécnicos, aplicados en el suelo cohesivo para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023, mediante un método de investigación: Cuantitativa, con nivel explicativo, tipo aplicada en un diseño de investigación con esquema experimental.

Para alcanzar su finalidad de comprensión se divide en seis capítulos, la cual se realiza un análisis detallado por capítulos.

**Capítulo I.-** En esta sección se muestra el planteamiento del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

**Capítulo II.-** Se presenta los antecedentes nacionales e internacionales relacionados a la investigación, el marco teórico, bases teóricas, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y las hipótesis específicas.

**Capítulo III.** Se detalla la metodología empleada de la investigación, las variables independiente y dependiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

**Capítulo IV.-** Presenta el desarrollo de la metodología de investigación, población muestra y técnicas e instrumentos, aspectos éticos de la investigación

**Capítulo V.-** Presenta el desarrollo de los resultados donde se realiza los resultados obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo

**Capítulo VI. -** Se realizó una discusión de los resultados con anteriores investigaciones y los resultados que se obtuvieron dando contraste y sustento a la investigación, además se muestran las conclusiones, recomendaciones y anexos pertenecientes a la investigación.

Bach. Salvatierra Paquiyari, Jhoel Max

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, se identificaron diferentes casos de obras que muestran fallas estructurales críticas debido a un mal estudio de análisis geotécnico o en otros casos por una cimentación defectuosa, esto se debe por diferentes factores como fallas metodológicas que se desarrollan durante la investigación en campo o por descuido de los profesionales encargados para reconocer sistemas más convenientes en cuanto al diseño y construcción de la cimentación que se debería utilizar sobre su función de las propiedades geo mecánicas del terreno. Para ello es recomendable llevar a cabo estudios geotécnicos más detallados porque son importantes durante el diseño y la construcción al ejecutar obras civiles, sobre todo porque de esto depende su función correcta. “Gil Ariza” (2018 pág. 11)



Figura 1. Estudio geotécnico en viviendas

*Fuente:* Tomada de reformacoruna.com por Reforma Curuña (2023).



A nivel nacional en estos tiempos la industria de la construcción tiene una extensión superior a otras a industrias posiblemente al gran crecimiento que tienen las obras civiles como categorías públicas y privadas. Teniendo en cuenta lo mencionado es de suma importancia desarrollar un buen proceso constructivo empezando de un correcto estudio geotécnico y las cimentaciones que se aplicaran. Para que una obra civil sea excelente mostrándose estable es fundamental que se desarrolle una idónea cimentación en ese caso es de urgencia hacer el reconocimiento del suelo en el que se desea construir la edificación. Los materiales del subsuelo deben de estar agrupados ya que es uno de los procesos más importantes para todo estudio, a través de ellos permiten adelantar experiencias durante o al culminar el proceso constructivo. Es por ello que nos permite deducir que el estudio geotécnico tiene una finalidad de analizar y cuantificar las características físicas y mecánicas del terreno sabiendo que su comportamiento es notable cuando se está usando como elemento de soporte en una estructura definida. “Chalco Chávez y otros” (2019 pág. 1).



Figura 2. Estudio geotécnico con fines de cimentación

*Fuente:* Tomada de estudiodesuelos.pe, por “Estudio de suelos” (2018).

A nivel local, en Huancayo urbanización Palian, se encuentran suelos cohesivos con baja capacidad de soporte en el desarrollo de expansión esto debido a la absorción del líquido que produce un crecimiento del volumen y aflojamiento de los esfuerzos a consecuencia de ello más adelante podría ocasionar un derrumbe estructural. Si se desea saber si el suelo es expansivo estos tienen que reflejar en los ensayos de laboratorio, haciendo una inspección del terreno, de manera que es imprescindible hacer un estudio geotécnico que será parte importante para la formulación del proyecto en edificaciones, para ello se examina y desarrolla los parámetros geotécnicos que permitirá realizar un

buen diseño de cimentaciones, ya que son componentes responsables de transmitir cargas de la estructura al suelo.

## 1.2. Delimitación del problema

### 1.2.1. Espacial

El desarrollo de esta investigación se realizó en la urbanización Palian, provincia de Huancayo del departamento de Junín.



Figura 3. Mapa del Perú

*Fuente:* Ventura, Edman (2022)



Figura 4. Región Junín

Fuente: Ventura, Edman (2022)



Figura 5. Provincia de Huancayo

Fuente: Ventura, Edman (2022)

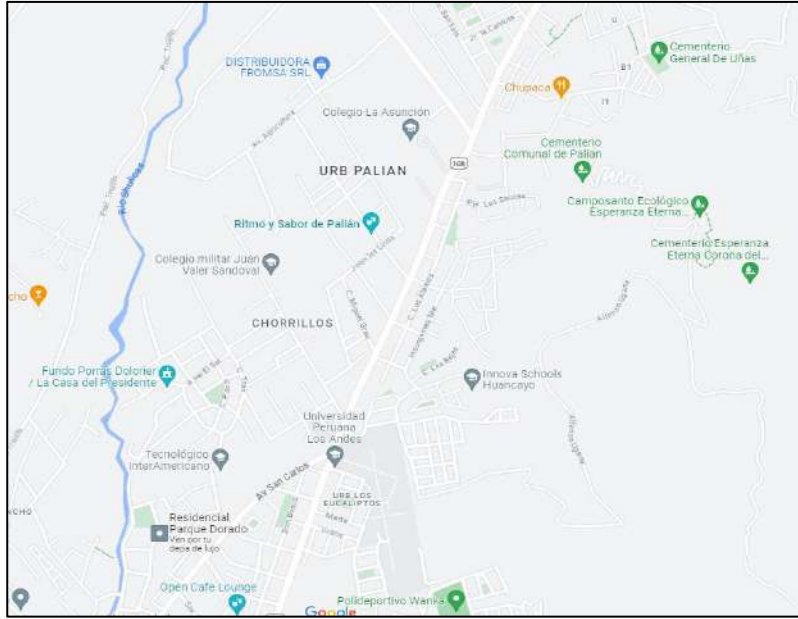


Figura 6. Ubicación geográfica de la urbanización Palian

Fuente: Tomado de “Maps,” por Google

### 1.2.2. Temporal

El presente estudio se desarrolló durante el mes de agosto del 2023 a noviembre del 2023.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los resultados de los parámetros geotécnicos, aplicados en el suelo cohesivo para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?

### 1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Qué relación existe entre la caracterización de los suelos y los parámetros geotécnicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?
- b) ¿Cuánto varia la velocidad de ondas S y P, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?
- c) ¿Cuánto cambia la cohesión y el ángulo de fricción interna, aplicado en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?

d) ¿Cuál es la variación de parámetros dinámicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación práctica o social**

De acuerdo a “Metodología de la investigación, Bernardo Zárate y otros, (2019), Indica que la justificación práctica es considerada el proceso que coopera para resolver los problemas, también plantea métodos que al adaptar ayudaran a resolverlo, consiste en dar respuesta a los problemas concretos, situaciones que deben resolverse para contribuir al mejor-estar de un grupo humano. (pág. 66)

Con la presente investigación se podrá hacer uso de los parámetros geotécnicos en los suelos cohesivos para el uso en cimentaciones profundas de edificaciones, con el fin de poder mejorar las demandas sociales de los distintos vecinos de dicha urbanización, esto servirá también para proyectos futuros haciendo uso de estos para investigaciones que tienen el fin de poder aplicar dicho método que se está estudiando.

### **1.4.2. Justificación científica o teórica**

De acuerdo a Colomé (2018), nos dice que si la intención de la investigación es producir reflexión y una discusión académica sobre conocimientos que ya existen compara teorías, contrasta resultados o realiza teorías del conocimiento ya existentes, procurando allegar un vacío determinando a un campo del conocimiento científico, para abordar una perspectiva. (pág. 30)

Este estudio tiene como objetivo obtener nuevos conocimientos mediante la apreciación de los parámetros geotécnicos en terrenos cohesivos, para contribuir con un enfoque científico ante las diferentes problemáticas de terrenos cohesivos en la urbanización Palian-Huancayo.

### **1.4.3. Justificación metodológica**

Según Gallardo (2018), una justificación metodológica es la investigación que se desarrolla cuando el proyecto plantea llevar a cabo una nueva metodología que puedan causar conocimientos firmes y verídicos. (pág. 33).

Este estudio tiene el objetivo de hallar la metodología más eficaz para poder así llegar a tomar una mejor experimentación de nuestra investigación, llegando a tomar un método eficaz para poder evaluar el comportamiento de los parámetros geotécnicos del suelo cohesivo para cimentaciones, tratando que este método sea seguro y tenga sustentó científico en las diferentes áreas que abarcara, por si en algún futuro quieran hacer uso de este o sirva para otras investigaciones.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar los resultados de los parámetros geotécnicos, aplicados en el suelo cohesivo para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Demostrar la relación de la caracterización de los suelos y los parámetros geotécnicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.
- b) Evaluar la variación de la velocidad de ondas S y P, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.
- c) Determinar el cambio de cohesión y ángulo de fricción interna, aplicado en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023
- d) Analizar la variación de los parámetros mecánicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Zevallos (2018), presenta un estudio de pregrado **titulado**: “Métodos de refracción sísmica MASW - MAM y parámetros elásticos del puente vehicular interregional pampas. Ayacucho – Apurímac. 2016”, fijando como **objetivo**: Resolver parámetros geométricos empleando ensayos como penetración estándar y el corte directo llevándose a cabo en la Habilitación Urbana Fundo La Peña, aplicando la **metodología**: De tipo cuantitativa con un diseño de investigación cuasiexperimental, adquiriendo el siguiente **resultado**: se logra obtener la velocidad de ondas incluyendo ondas de compresión y densidad de los elementos por donde se transmiten aquellas ondas gracias a la refracción sísmica de MASW, donde el módulo de Poisson de obtiene en el primer estrato es de 0.42 v, el segundo, tercer, cuarto y quinto estrato presentan un módulo de Poisson de 0.42; 0.38, 0.36 y 0.34 respectivamente, los mismos estratos estudiados también presentan un módulo elástico de 46839.03 t/m<sup>2</sup>, 79182.07 t/m<sup>2</sup>, 127995.88 t/m<sup>2</sup>, 198642.22 t/m<sup>2</sup> y 284062.02 t/m<sup>2</sup> correspondientemente a cada uno de los 05 estratos, por último, **concluyó**: Se tiene en consideración que la ciudad de Lambayeque es una zona sísmica que se encuentra sobre arenas que posiblemente presenta licuefacciones en sus suelos ya que su geomorfología estructural muestra que es una zona poco estable.

Juarez (2022), presentó la investigación de pregrado **titulado**: “Análisis y evaluación de los parámetros geotécnicos del suelo arcilloso para una propuesta

de un tipo de cimentación de las edificaciones, en el sector de Amancaes, Abancay, Apurímac, 2022”, aplicando como **objetivo** general: Solucionar parámetros más valiosos de terrenos arcillosos geotécnicos que intervienen en un diseño de cimentaciones en construcciones de edificios del sector de Amancaes, Abancay, Apurímac, 2022, empleando la **metodología**: de enfoque cuantitativo con un tipo de investigación exploratoria y un nivel descriptivo - correlacional, obteniendo como **resultado**: Para un ancho de cimentación de  $B=2,5$  m y  $d_f=2,00$  mm, el método Meyerhof y el método Terzaghi muestran capacidades para ambas condiciones, los parámetros de resistencia mecánica, así como el ángulo de fricción interna ( $=29,2$ ) y la cohesión  $C=0,00$  (Kg/cm<sup>2</sup>), se utilizan para determinar la capacidad admisible en condiciones de completa saturación de la muestra inalterada y para la fosa C2. Con respecto a los parámetros de resistencia mecánica, como cohesión ( $C=0,29$  (kg/cm<sup>2</sup>) y ángulo de fricción interna (11,1%), para una cimentación con ancho  $B = 2,5$  m y profundidad  $D_f$  igual a 2, el método de Terzaghi establece que la capacidad es aceptable según el método Meyerhof y finalmente **concluyó**: Utilizando los métodos de Terzaghi y Meyerhof, podemos establecer que la capacidad final promedio admisible determina la viabilidad de construir una cimentación que sea más adecuada para las condiciones de suelo arcilloso (CH) de alta plasticidad, tanto técnica como económicamente. Esta investigación apoya la idea de zapatas rectangulares combinadas y zapatas centrales aisladas.

Lujan y Siccha (2022) Publicaron la tesis de pregrado **título**: “Evaluación de parámetros geotécnicos por métodos estadísticos y SIG en los suelos de la zona sur del distrito de Trujillo – provincia de Trujillo – departamento la libertad”, el cual fija como **objetivo general**: Mediante los métodos Estadísticos y el método SIG decretan cual es el dominio de los parámetros geotécnicos sobre los terrenos de Zona Sur del Distrito de Trujillo – Provincia de Trujillo – Departamento La Libertad, consiguiendo como **metodología**: de tipo descriptivo con un nivel descriptivo, recopilando información de los 54 ensayos de laboratorio, agrupo los datos geotécnicas (clasificación SUCS) y geológicas (astigrafía) obteniendo como **resultado**: La arcilla obtenida en el estudio tuvo parámetros dentro del rango de  $=030$ . para la unidad geotécnica, y el contenido de humedad varió



levemente debido a un Coeficiente de Variación mayor a 0.30 generando un problema de confiabilidad. Sin embargo, el valor medio de este parámetro fue sólo de 0.3181, y finalmente **concluyo:** Se obtuvieron capacidades inferiores a ( $CV < 0,3$ ) para la totalidad de parámetros examinados, lo que representa la homogeneidad de los datos promedio. En cambio, para dos parámetros geotécnicos arrojan valores superiores a  $CV > 0.3$  lo que representa heterogeneidad de los datos. Estos parámetros están detallados según la Granulometría Tamiz N°10 en SP con un Contenido de Humedad en CL el cual su Coeficiente de Variación es de 0.3317 y 0.3181 correspondientemente.

Chalco y Olivos (2019), publicaron la tesis de pregrado **titulado:** “Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio oasis, distrito de paracas -Pisco-Ica-Perú”, el cual consolidan como **objetivo:** Efectuar una investigación geotécnica y mostrar proposiciones de cimientos superficiales en terrenos arenosos para obras civiles del condominio Oasis, en la zona de Paracas, empleando como **metodología:** Se basaron en un diseño experimental, por medio de ensayos: analizando la granulometría así como el contenido de humedad, los límites de atterberg, su corte directo, los ensayos químicos y densidad in situ que fueron desarrollando mediante tablas, obteniendo como **resultado:** el estudio geotécnico que se obtuvo durante la investigación predomina con tamaños de partículas uniforme que presentan  $1.68 \text{ g/cm}^3$  de densidad, durante el ensayo de corte directo se obtienen un  $33.5^\circ$  de ángulo de fricción con una cohesión nula, detectando napa freática a partir de los 1.30m de profundidad y finalmente **concluyeron:** Todas las alternativas mencionadas anteriormente sobre diseño de cimentaciones poco profundas tienen en cuenta tanto como la capacidad de corte como la de asentamiento, lo que hace que la losa de cimentaciones sea más segura.

Atencio (2020), argumentaron la tesis de pregrado **titulado:** “Determinación de la capacidad de carga admisible para las cimentaciones superficiales del sector 12 San Antonio, distrito G. Albarracín, provincia Tacna - 2020”, determinaron como **objetivo principal:** Determinar la capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales del sector 12 - Asociación San Antonio, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia Tacna-2020, destinando como

**metodología:** Aplicaron el tipo de investigación aplicada, con un nivel evaluativo, la investigación comprende una planificación y ejecución de resultados, adjuntaron el uso de técnicas de recopilación de datos aplicados en estadística, obtuvieron como **resultado:** determinaron que el sector 12 San Antonio dando como resultado a una capacidad de carga admisible promedio de  $3.16\text{kg/cm}^2$  para una profundidad Df: 1.00m,  $4.23\text{kg/cm}^2$  para una profundidad de Df:1.50m y  $5.29\text{kg/cm}^2$  para una profundidad de Df:2.00m, posee en propiedades físicas un suelo grava mal gradada, no presenta nivel freático, porcentaje de bolonería de 76.66%, no plástico, con un contenido de humedad menor a 5%, densidad in-situ promedio de  $1.90\text{gr/cm}^3$  y las propiedad mecánicas, conteniendo un ángulo de fricción promedio de  $37.62^\circ$ , por ultimo **concluyeron:** El método más confiable es la teoría de Terzaghi, utilizando zapatas cuadradas de dimensiones menores o iguales a 2.00m con una profundidad de desplante que varía entre 1.00m, 1.50m y 2.00m, dando como resultado una capacidad de carga admisible se encuentra en un promedio de  $4.25\text{kg/cm}^2$  para una profundidad de 1.50m.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Tejada (2020), exhibió la tesis de postgrado **título:** “Análisis de la influencia de factores geotécnicos de suelos en la susceptibilidad a deslizamientos”, el cual fija como **objetivo general:** Implantar la conexión entre la firmeza de laderas y las causas geotécnicas de los suelos, empleando la **metodología:** De investigación experimental, dividiendo en 3 fases ( búsqueda de historia de casos de deslizamiento, mediante el desarrollo de modelación numérica, formulando categorías de parámetros geotécnicos, obteniendo un **resultado:** La presencia de inestabilidad detectó tanques que cubren fondos de valles suspendidos con un 20% y 38%, con un ángulo de fracción inferior a  $39^\circ$ , y fuerzas de cohesión menores a 31 kpa. Para suelos residuales, el ángulo de fricción varía entre  $19^\circ$  y  $23^\circ$  en suelos que tiene le comportamiento cohesivo y será de  $24^\circ$  y  $34^\circ$  para suelos granulares, las cohesiones serán inferiores 51 kPa con una pendiente de hasta 10% a 67%, y por ultimo **concluyó:** Al comparar las pendientes del terreno y el FS para suelos en general se obtuvo un resultado que las taludes que se encuentran sobre suelos coluviales no tienen relación con la pero se establecieron

limites donde el ocurrió la falla que fue de 20% a 38%. Determinando que para terrenos residuales refleja de forma contraria y el FS crece si la pendiente menora.

Parades (2020) , presento la tesis de pregrado **titulado**: “Evaluación de parámetros geotécnicos de los depósitos de suelo ubicados en la llanura aluvial y en el complejo deltaico estuarino de guayaquil (ecu), y sectores adyacentes de daule, samborondón y duran, mediante ensayos in situ cptu”, el cual fija como **objetivo general**: Calcular la varianza en cuanto a los parámetros geotécnicos del complejo de llanura aluvial y delta estuarino Guayaquil y de algunas zonas adyacentes de Daule, Samborondón y Durán, con base en la realización de ensayos SCPtu in situ y la caracterización del comportamiento del suelo por el método de Robertson para completar el análisis de propiedades geotécnicas presentando en la microzonificación de Guayaquil, también para colocar el comportamiento del suelo y las propiedades de resistencia entre ambos macro dominios geológicos, y mediante la investigación microestructural de Guayaquil, se pretende destinar a áreas fuera de la región características y parámetros de resistencia que presentan un comportamiento casi igual a los estudios, empleando la **metodología**: La tesis aplica un método de investigación descriptivo y explicativo, el cual desarrolla ensayos donde clasifican los geo materiales como granulometría , límites de Atterberg y clasificación de los geo materiales; tales como: granulometría, límites de Atterberg, determinando el peso volumétricos después de algunas muestras inalteradas, obteniendo como **resultado**: Existieron solo dos tipos de sondeos con una hondura superior a 75m, señalando un gráfico de barras variando la hondura que indicaba a 75 m, para alcanzar una buena vista y poder entender la división de las honduras. De esa forma se visualiza que en total con 812 sondeos se tiene una hondura superior a 24.1 m, y los 1068 anotaciones tienen hondura de 16.8 m, según el método de Robertson los coeficientes medidos tienen una variancia de 0.75 y 0.80 con una desviación estándar de 0.11 y 0.17 , por ello el que investiga hace un cotejo sobre mediciones Vs y las estimaciones del CPT, por último **concluyó**: La peculiaridad de sondeos, con la naturaleza de cada perfil , clasifica según la norma NEC 15 la hondura promedio de un grupo de datos radica en 1289

sondeos es un promedio de 28m, considerado con una desviación estándar de 12. Considerando que un 63 y 83 % de sondeos tienen una hondura superior, sabiendo que 314 sondeos presentan una profundidad inferior dentro de los a 20 m, en tal caso se han incrementado 2 sondeos que son inferiores a 20 que no llegan a lo estipulado estrato asimilable a rechazo, por ello indica que son CPTu.

Sánchez (2018), publicó la tesis de pregrado **título:** “Caracterización geotécnica del centro norte de Quito relacionada con el uso y ocupación del suelo por obras civiles” ,el cual fija como **objetivo general:** Estimar como varia la capacidad de carga en cuanto a los cimientos superficiales para suelos que son cohesivos en las Sabanas de Bogotá, y estudiar la función de la cal hidratada, luego del análisis experimental, considerando una **metodología:** La tesis es una investigación experimental , dando el siguiente **resultado:** En la zona de investigación indica que le 55% de los terrenos son ML, el 26% de CL, mostrando que el 15% son CL\_ML, con el 3% de MH. El valor de Los NSPT6-12 a 6 y 12 metros esta entre 3y50, la velocidad de la onda sísmica Vs6-12 esa dentro de 155 m/s y 329 m/s, y el valor de la velocidad de las ondas sísmicas Vs12 a una profundidad de 12 metros esta entre 3 y 50.155 m/s y 321 m/s. La zona de investigación cubre un total de 404 hectáreas y 3.366 edificaciones de todos ellos un 69% tienen entre uno y tres pisos de altitud y el 7% son edificaciones entre 10 a 22 pisos de altura y finalmente **concluyó:** El 69% de las obras civiles son de tres niveles por ello, se anticipa que los años posteriores Quito crecerá mucha más de forma vertical ya que los terrenos susceptibles investigados constituyen datos físicos como también mecánicos que pueden ser utilizados para cuantificar y realizar un diseño de estructuras que sean resistentes a los sismos con cimientos e infraestructuras correctas.

Borja (2020) presentó la tesis de pregrado **título:** “Análisis geotécnico y estructural de la solución constructiva presentada ante el deslizamiento de la calle Carapungo que comunica a Llano chico con llano grande”, el cual fija como **objetivo general:** Examinar que soluciones constructivas muestra ante un derrumbe de las calle Carapungo y si estos ejecutan un seguro que necesita el transito natural de dicha calle, empleando la **metodología:** La tesis presenta un método experimental con un nivel explicativo y descriptivo con un enfoque

cuantitativo, alcanzando un **resultado**: A través de los estudios geotécnicos de la zona determinada se observan tierra dura , estos en general tiene una mezcla de 25% de limos y arcillas, 30% de arenas finas, 35% de arena media y un 10% de arena gruesa, el cuales e puede categorizar las tierras duras como un terreno de arena limosa, por último se **concluyó**: Basándose en estudios geotécnicos se desarrolló una investigación de la firmeza de pendientes y calidad inerte, al realizar los estudios se lograron resultados con una condición que aplica una pendiente natural con la activación de 83 soluciones positivas, que serán firmes para realizar obras fundamentales. También, se examinan que las anclas realizadas jamás fueron ejecutadas, ya que la construcción no saca provecho a la estabilidad de la zona.

Figuroa (2021), publicó la tesis de pregrado **titulado**: “Correlaciones de caracterización geotécnica en suelos blandos con ensayos cptu y spt: caso de suelos arcillosos del occidente de Bogotá”, fija como **objetivo general**: Correlacionar la resistencia al corte no drenado in situ de los suelos arcillosos de la ciudad de Bogotá con la resistencia a la penetración estándar, aplicando la **metodología**: Es un tipo de estudio experimental y observacional y aplicando un **resultado**: El índice de plasticidad de la zona está entre un rango de 5 a 117 (%) y el límite plástico entre 21 a 190 (%). Los valores de la resistencia al corte no drenado tienden a incrementarse con el aumento del número de golpes, sin embargo, la relación representada por un 40.93% entre los parámetros no es considerablemente alta, por ende, se estimó el 10% de error de los datos que se encontraban por encima y bajo la línea de tendencia, al **concluir** con su investigación: Que la carencia del N45 impidió correlacionar las 4 zonas de estudio por separado con un mayor número de datos representativos, especialmente la zona lacustre, a pesar de ello, la unificación de toda la información derivó en una correlación general del 83.66% para el suelo de Bogotá, en donde se aprecia mayor influencia de los datos de la zona aluvial.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Suelo

El suelo es la capa más superficial de la corteza con la que tenemos contacto diariamente, es una capa de materia orgánica y mineral sobre el espacio

de la región que ayuda en el ámbito natural para el desarrollo de la vegetación. La edafología estudia propiedades del suelo siendo la pedología una de las ramas que investiga su estructura, creación y organización de los suelos. Zita (2019)

### 2.2.1.1. Características del suelo

#### a) Composición del suelo

Compuesto por los siguientes elementos más importantes.

Tabla 1. Composición del suelo

Componentes del suelo	Porcentaje
Material inorgánico: rocas	40 – 50%
Material orgánico: humus	5%
Agua	25%
Aire	25%

*Fuente:* “Composición del suelo”, Sacado de Zita (2019)

#### b) Usos del suelo

Según Zita (2019), Siempre se acostumbra a utilizar el ISO con el que asociamos el suelo, también pueden ser utilizados como:

- Campo para el desarrollo de la vegetación.
- Apoyo automático para las raíces de la vegetación
- Apoyo de las estructuras de viviendas, edificaciones, autopistas y veredas.
- Instrumentos para construir.
- Efecto purificante: Contaminación en el agua que son devorados por la tierra, ayudando en cierta medida a purificar aguas profundas.
- Almacenamiento del aire.
- Complemento mineral para los seres vivos

#### c) Formación del suelo

De acuerdo a Zita (2019) , Es uno de los productos que se tiene hace décadas con diversas transformaciones. La conclusión para especificar como están formados y de que formas se

desarrollan los perfiles de los suelos es según “pedagenesis”.  
Múltiples causas que predominan la creación del suelo, estos son:

- La materia prima.
- El clima.
- Los seres vivos.
- La topografía.
- El tiempo

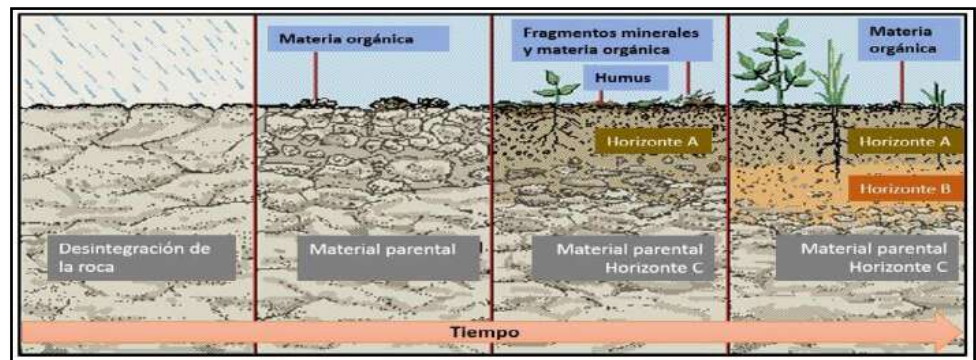


Figura 7. Factores de los suelos

Fuente: “evaluación del suelo”, por Zita (2019)

### 2.2.1.2. Tipos de suelos

Se presenta las siguientes definiciones de los principales tipos de suelos existentes:

#### a) Limos

Exhiben una escasa o nula plasticidad. Las partículas que poseen cambian entre 0.05mm y 0.005mm de diámetro. En este caso se indican los limos orgánicos generalmente que son desarrollados en las canteras y otros que se caracterizan por ser plásticas que se encuentran en ríos.

#### b) Acillas

Sus partículas son menores a 0.005mm, mostrando una cohesión, se caracterizan por ser plásticas, al estar expuestos a una carga estos suelen comprimirse. Al contener el 15% de arcilla en el suelo le dará propiedades de arcilla.

### 2.2.1.3. Norma Técnica Peruana

Los lineamientos están determinados por las particularidades de los servicios, métodos de producción y procedimientos que son aprobados por el comité de normalización del INDECOPI. La investigación será voluntaria y seguirá los estándares de las especificaciones técnicas actuales para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos. Además, se fomenta esta investigación.

Tabla 2. Pautas para el ensayo de materiales

Ensayo De Materiales	
Tipos De MTC E	Descripción
107	Técnicas de tamizado para granulometría de suelos
108	Medición de la humedad del suelo
110	Medición de la humedad del suelo
111	Medición de límites de plasticidad del suelo e indicio de plasticidad
115	Compresión de suelos en laboratorio utilizado con energía mejorada
132	CBR en suelos

*Fuente:* Estabilización de suelos cohesivos con cloruro de sodio para fines de pavimentación de la Av. agricultura en la ciudad de Chota-Región Cajamarca por Villa y Oblistas (2021)

### 2.2.1.4. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Norma E 0.50: Suelos y Cimentaciones

Si se desea desarrollar en el ámbito urbano o edificaciones dentro del país como personas jurídicas o naturales, así como también las instituciones públicas será necesario cumplir con normas.

El objetivo de esta norma es establecer los requisitos, desde el punto de vista ejecución de la mecánica suelos e ingeniería de cimentaciones para la investigación en cuanto a la mecánica de suelos con fines de cimentación, con la finalidad de consolidar firmeza en las obras civiles, e incentivar la aplicación racional de los recursos. “Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2021)



Según el capítulo uno se emplea temas de forma general, con objetivos según la norma técnica y como serán aplicados, de esa forma menciona las limitaciones que exige la norma de forma mínima, en otros casos se tiene una obligación de hacer investigaciones mecánicas de suelos.

En el capítulo dos nos muestra toda indagación precisa para realizar el proceso de la investigación, así como investigaciones anteriores aplicando técnicas. En los siguientes capítulos se dan las consideraciones a tener en cuenta para el diseño de las cimentaciones, desde el punto de vista geotécnico. El ultimo capitulo trata sobre los problemas que se pueden presentar en la cimentación debido a algún fenómeno que se puede presentar en el suelo. Villa y Oblistas (2021)

#### **2.2.1.5. Límites de Atterberg**

Mediante las normas de AASHTO T 90-00 y ASTM, que en común se les llama límites de consistencia, los cuales aprueban las respuestas de las muestras de referencia según su contenido de agua, estableciendo valores de límite para cada una de las tres formas de consistencia y cuantificar las fuerzas de adhesión del suelo (líquido, plástico e índice de plasticidad) que son determinados de como cálculos. Villa y Oblistas (2021)

##### **a) Límite líquido**

Se expresa como la proporción en la que el suelo es intermedio entre las fases plástica y líquida y se utiliza como proporción similar en varios métodos de clasificación para representar la proporción de agregado fino. A menudo se aplica individualmente, agrupado y junto con otras propiedades relacionadas con su comportamiento y su expansión (contracción, permeabilidad, compresibilidad, compresibilidad, resistencia al corte). Su aplicación es a través de un separador formado por mitades de la mezcla, y el separador se aplica al caer. Un espacio de 13 mm permite que el dispositivo Casagrande actúe 25 veces por segundo a una altura de 1,00 cm con dos gotas por segundo. Villa y Oblistas (2021).

$$L.L = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{Ó} \quad L.L = k.W^n$$

*Ecuación 1. Limite líquido*

*Fuente:* Estabilización de suelos cohesivos con cloruro de sodio para fines de pavimentación de la Av. agricultura en la ciudad de Chota-Región Cajamarca por Villa y Oblistas (2021)

### **b) Limite plástico**

Generalmente se conoce como la humedad más baja a la que la muestra puede formar una varilla con un diámetro de 3 mm, Se utiliza la planta de la mano girando la muestra sobre una base de vidrio, tomando en consideración que estas varillas no colapsen teniendo, Se utiliza como parte similar de varios métodos de clasificación para describir la proporción en cuanto a los agregados finos y otras propiedades que se relacionan con su comportamiento y expansión, contracción, compresibilidad, resistencia y moléculas plásticas de la muestra que se utilizaran por corte natural, la humedad interpreta la resistencia relativa. Villa y Oblistas (2021)

$$LP = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

*Ecuación 2. Limite plástico*

*Fuente:* Consolidación de suelos cohesivos aplicando cloruro de sodio para ser utilizados en pavimentos dentro de la Av. agricultura en la ciudad de Chota-Región Cajamarca por “Villa y Oblistas” (2021)

### **2.2.2. Suelo Cohesivo**

Están compuestas por diminutas partículas con demasiada arcilla para que los terrenos se adhieran por si solos. Estos suelos pueden de volumen en relaciona a la humedad determinándose, así como suelos expansivos. Se determinó que la causa del daño a las estructuras fue el asentamiento de la estructura debido a las deformaciones de cargas que soporta el soporta el suelo de la estructura. Estos pueden representar no solo daños por hundimiento, sino también daños por expansión. Hanco (2019)

### a. Importancia de conocer el tipo de suelo

Al realizar la construcción de los edificios y carreteras analizamos el tipo de suelo que se procesara. Dependiendo de la naturaleza del terreno, esto es esencial ya que proporciona la base física que los edificios y carreteras necesitan para permanecer en pie durante muchos. Esta investigación de la apariencia de sus componentes del suelo que exige estudiar cuan diferente es su textura, resistencia y consistencias de los suelos para determinar si son ambientes de suelos arcillosos. Si el suelo tiene baja cohesión, se deben tomar medidas para evitar el colapso, utilizando un sistema de medición llamado “fuerza de compresión” para clasificar los tipos de suelos, de esa forma se puede medir la presión que se requiere para que el suelo colapse, estos resultados suelen expresarse en toneladas pie cuadrado. Hanco (2019).

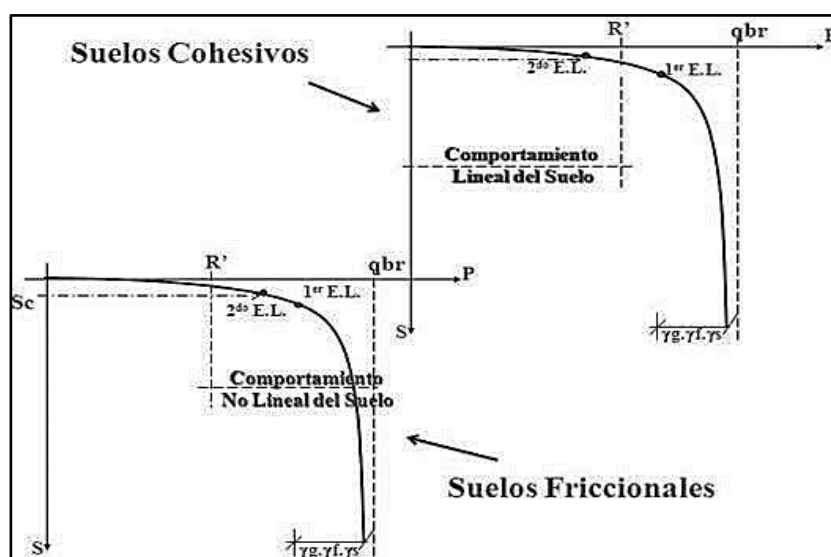


Figura 8. Perfil de suelos cohesivos

*Fuente:* “Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio oasis, distrito de Paracas-Pisco-Ica – Perú”, por Hanco (2019).

### b. Tipos de suelos

Según Hanco (2019) Indica que la mecánica de suelos se ordenan en suelos cohesivos, no cohesivos y orgánicos.

- **No cohesivos.** Cuando las partículas no se acumulan ni se pegan y son referentemente amplias. También llamados lecho granular o lecho de fricción que son mezclas de arena grava y limo.
- **Orgánicos.** En suelos plásticos como este están formados por elementos muy diminutos que suelen unirse mediante el agua y las interacciones de las juntas como por ejemplo las arcillas. Son un tipo de suelo que dominan los efectos electroquímicos superficiales.
- **Cohesivos.** Tipo de suelo esponjoso con grumos y son comprensibles.

### 2.2.3. Estimación de parámetros geotécnicos

Se entiende por valores característicos los cálculos conservados de parámetros que influyen en las condiciones de contorno consideradas y deben empelarse en diferentes tipos de verificación geotécnica. El trabajo deberá verificarse en estado limites últimos que puedan ocasionar problemas para diversas actuaciones, en cuanto a los estados de limite operacionales que son definidos en correlación con la productividad esperada. Geo-constru (2023)

#### 2.2.3.1. Estimación de parámetros geotécnicos

##### a) Reconocimiento del terreno

Esta es la actividad que ocurre antes del detalle del proyecto y la ejecución del trabajo, como en ingeniería civil, construcción de edificios, industria y minería. Trabajamos con suelos y rocas que son partículas cuya propiedad son más complicadas y dificultosos de definir su cualidad a diferencia de otros materiales artificiales. Por lo tanto, la investigación de campo y pruebas de laboratorio pueden considerarse como los dos pilares principales a la hora de determinar las propiedades técnicas de suelos y rocas en la investigación de campo geotécnico. Se considera que la mejor solución a las causas de la caracterización del subsuelo es una combinación cuidados de ambos métodos con criterios adecuados y consideraciones del entorno geológico. Agreda y Llajaruna (2022)



Figura 9. La inspección del terreno en la geotecnia

*Fuente:* “Inspección geotécnica”, por Geosphera.es por “Jiménez Claudio” (2018).

## **b) Ensayos de la mecánica de suelos**

Los avances significativos en la mecánica de suelos durante la primera mitad del siglo XX permitieron el desarrollo de modelos computacionales para reemplazar los métodos empíricos. Desde mediados del siglo xx, el estudio del comportamiento del terreno cargado y los cambios en sus condiciones de contorno ha adquirido una dimensión científica más profunda de los mecanismos de falla de los suelos y parámetros geotécnico. Agreda y Llajaruna (2022)

Los ensayos “in situ”, una continuación de técnicas pasadas de detención, contribuyen la vivencia. Por esta razón se siguen utilizando método como el ensayo de penetración estándar y el ensayo de resistencia al corte no drenado y el ensayo de penetración dinámica (DPL), Pero la Mecánica de Suelos necesita más información para sus modelos computacionales, incluidas pruebas de laboratorio con muestras de suelo no modificadas y nuevas pruebas "in situ" que, si se interpretan adecuadamente, pueden estimar con mayor precisión los parámetros geotécnicos. Promovimos la estandarización.



Figura 10. Ensayos de mecánicas de suelos cohesivos

*Fuente:* “Geotecnia y mecánica de suelos”. (2018)

Al aplicar la mecánica de suelos para pronosticar cómo se comporta el suelo, este requiere de un modelado previo que consiste en designar parámetros geotécnicos que representan la diferencia del valor de los suelos. Para caracterizar el modelado de Agrada no es fácil ya que la respuesta de un suelo ante los esfuerzos no es homogénea en todos sus detalles.

Se aprecian los parámetros geotécnicos mediante pruebas estandarizadas realizadas en campo o en laboratorio sobre muestras representativas de la “unidades geotécnicas”, Se realizan encima de materiales los que se supone una litología suficientemente homogénea y que su comportamiento mecánico sea homogéneo.

En lo general los ensayos se clasifican en seis grupos según el tipo de estudio que proporcionan. Aunque son bien conocidos es importante describirlos para pronosticar los tipos de resultados que se procederá en el sistema de gestión planteados en este estudio, para la caracterización geotécnica del sitio. Agreda y Llajaruna (2022).

### c) **Identificación**

De la misma forma las propiedades sensoriales de un material (color, olor, textura, etc.), es interesante saber sobre la

granulometría de tamaños de sus partículas sólidas, o su “fracción fina” (fracción de masa con un tamaño de partícula inferior a 0.074 mm). Por lo tanto, las pruebas clásicas para la identificación y clasificación de materiales son.

- Granulometría: La masa seca de material que pasa a través de un tamiz particular (expresada en %).
- Límite de Atterberg: Humedad equivalente al límite líquido (LL) y límite plástico (LP) de fracciones de suelo con tamaño de grano inferior a 0,40 mm. Agreda y Llajaruna (2022).

#### **d) Estado**

La condición del suelo es importante para respuesta mecánica (resistencia y compresibilidad). Entre ellos influyen la masa de los espacios entre partículas sólidas y su cantidad de líquido proporcionada que resbala los puntos de contacto.

Las pruebas comunes para determinar las propiedades estatales son:

- Humedad natural ( $w = W_w/W_s$ ): La relación entre la masa de agua y la masa de partículas sólidas.
- Índice de poros ( $e = V_h/V_s$ ): La relación entre los huecos y el volumen ocupado por las partículas sólidas.
- Gravedad específica seca ( $\rho_d = W_s/V$ ): Masa de partículas sólidas en relación con el volumen aparente del suelo. Agreda y Llajaruna (2022).

#### **e) Resistencia**

Para la resistencia de suelos a carga externas, como cargas transmitidas por los cimientos o drenaje causado por la excavación, en general se determina mediante ensayos a compresión y corte. Por más que se maneje de puras pruebas de resistencia:

- Resistencia a la compresión simple ( $q_u$ ).
- Resistencia a la compresión triaxial: se pueden determinar la fuerza cohesiva  $c$ , el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) y la resistencia al corte no drenado ( $c_u$ ).

#### 2.2.4. Ondas de corte (onda S)

También llamadas ondas secundarias, ondas de corte u ondas transversales, provocan deformaciones a corte a medida que se propagan a través de los materiales. Para que estas partículas tengan un movimiento del medio se produce perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Las ondas S llegan a segundo lugar, después de las ondas P. De ahí el dato de onda secundaria. A su vez las ondas S no se extienden en forma líquida. En la *Figura* Muestra el efecto de una  $V_s$  a través de un medio perturbado. Rebata (2021)

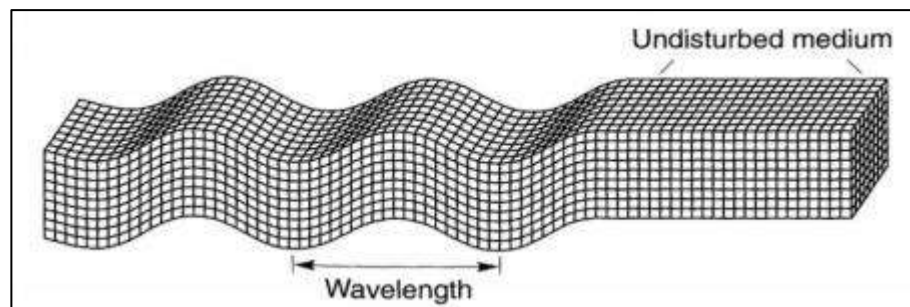


Figura 11. Acción de la onda  $V_s$

*Fuente:* “Comportamiento de las ondas  $V_s$  en la litología del suelo”, por Geotechnical Earthquake Engineering (1996)

#### 2.2.5. Velocidad de ondas de corte ( $V_s$ )

Es una variable de gran valor para la caracterización geotécnica de suelos. En particular, en las normas de diseño sísmico de edificios existen artículos específicos donde la importancia del valor de  $V_s$  o derivados de este es esencial para la aplicación de la norma. La velocidad de la onda de corte es importante para evaluar el potencial de licuefacción, el refuerzo del suelo y la clasificación del sitio sísmico. Rebata (2021)

Las ondas se desplazan perpendicularmente con dirección de largar y su velocidad es inferior a las primeras ondas. Es de gran utilidad para la geotécnica,



determinar la velocidad de propagación de ondas de corte, ya que se puede emplear este valor:

- 1) Ver Coeficiente de rigidez al corte (G)
- 2) Extraer la densidad en campo
- 3) Evaluar la cementación natural y el estado de esfuerzo o,
- 4) Evaluar la alteración de una muestra “Gonzáles, (2015 pág. 5)

#### **2.2.6. Angulo de fricción interna**

Esta es una propiedad del suelo que determina el ángulo máximo con el que se puede colocar sobre el suelo cuando está en reposo.

El ángulo de fricción depende de muchas propiedades físicas del suelo, especialmente de la densidad, forma, rugosidad y tamaño de grano de las partículas. Armesto (2018 pág. 30)

#### **2.2.7. Ensayo triaxial**

Esta prueba se determina mediante una muestra cilíndrica de suelo que se prueba con un recubrimiento de caucho o látex. Luego se aplica con presión de confinamiento desde todos los lados en una cámara de confinamiento especial. Luego, la tensión axial aumenta hasta que la muestra falla. Como no hay fuerzas tangenciales sobre la superficie, las fuerzas axiales y las presiones de confinamiento son las fuerzas más importantes. El aumento resultante en la tensión axial se llama tensión desviadora. Cometa y Mendez (2016)

Esto es caro y complicado porque la presión se aplica lentamente. Los datos obtenidos de esta prueba son más informativos con respecto al esfuerzo cortante experimentado por la masa de suelo durante la carga.

Recomendamos tres pruebas con diferentes presiones laterales. Grafique los datos resultantes para crear tres círculos de Mohs que representen la tensión de falla para cada muestra. A continuación, se diseña una línea bisectriz que interpreta la envolvente de falla que resuelve los parámetros del suelo. Dependiendo del tipo de suelo y las condiciones bajo las cuales opera, existen

opciones para realizar la prueba: consolidado no drenado (CU), no consolidado no drenado (UU) o consolidado drenado (CD). Cometa y Mendez (2016)

#### **2.2.7.1. Variables del ensayo triaxial**

“Cometa Trujillo”, y otros, (2016), Se afirma que los datos obtenidos del ensayo triaxial dependen del método de realización del ensayo y del equipo en el que se realiza, por lo que se obtienen estos datos:

- Ángulo de fricción y fuerza cohesiva máxima en la envolvente de falla.
- Presión de corte del agua de poro en prueba sin drenaje
- Cambio de volumen durante el corte en la prueba de drenaje
- • Cálculo de tensión total y tensión efectiva.
- Medición de carga axial y deformación axial
- Características de consolidación, las diversas presiones de confinamiento a las que existe la permeabilidad.

Esta prueba resuelve la conexión entre la resistencia a la tracción y la tensión de una muestra, ya sea que esté intacta o deformada en un suelo arcilloso saturado.

Las muestras se solidifican isotrópicamente y se seccionan bajo compresión no drenada con una tasa de deformación axial constante y controlada (pág. 22)

#### **2.2.7.2. Tipos de Ensayos Triaxial**

- **Ensayo no consolidado-No drenado (UU)**

Durante esta prueba, estas muestras de material no deben solidificarse, debe estar en un estado inicial de tensión y no debe tener fugas a lo largo del corte. La calidad UU se utiliza para calcular la resistencia al corte de un suelo cuando la carga es adecuada para tener en cuenta cambios significativos en el drenaje y el contenido de agua que ocurren antes de la falla del suelo. Cometa y Mendez (2016)

- **Ensayo Consolidado-Drenado (CD)**

En este ensayo se consolida inicialmente En esta prueba, la muestra primero se solidifica bajo pretensión. Luego, la tensión axial comienza a aplicarse muy lentamente, de modo que la presión dentro de los poros de forja tarda en dispersarse. La carga axial se aplica en pequeños incrementos y se mantiene hasta que se alivia la presión de poro antes de aplicar el siguiente aumento. Este método de prueba se lleva a cabo cuando los suelos drenan en el campo relativamente pronto mientras se va aplicando las cargas de construcción, o cuando el terreno dispone de tiempo suficiente para drenar bajo la carga aplicada, y los espacios en el campo determinan la resistencia al corte cuando se reduce la presión y se drena es decir que están completos. Cometa y Mendez (2016)

Debido a la naturaleza del proceso, se suelen optar por pruebas de tipo deshidratación en lugar de las pruebas tradicionales. La velocidad de estas pruebas debe ser tal que se eviten o sean insignificantes las fluctuaciones en la presión del agua de poro. Cometa y Mendez (2016)

- **Ensayo consolidado-no drenado (CU)**

Esta prueba se realiza después de que la muestra se haya solidificado abriendo la válvula de drenaje y manteniendo constante la presión de la cámara. Esto requiere un dispositivo que no indique cuándo el volumen de la muestra ha dejado de cambiar y los poros han desaparecido, indicando que la solidificación ha terminado. Se puede observar que el volumen de la muestra cambia y los poros desaparecen, indicando que la solidificación es completa.

Una vez completada la etapa de solidificación, se cierra la válvula y se carga la muestra hasta su destrucción. Cometa y Mendez (2016)

## 2.3. Marco conceptual

### a) **Angulo de Fricción**

Este ángulo es un símbolo matemático que representa el coeficiente de fricción. Esto debido a diferentes causas lo más valioso en este tema son el tamaño de partículas, la forma y su división del tamaño de las partículas. Castrejón (2018)

### b) **Cimentación**

La cimentación de una estructura es el soporte sobre el terreno. Suele estar enterrada, transmite al terreno su propio peso y cargas recibidas. Yepes (2019).

### c) **Ensayo de Corte Directo**

Esta prueba es conveniente para la determinación preferentemente veloz para de las propiedades de resistencia a la consolidación debido a vías de drenaje que permiten que la presión de los poros se libere más rápidamente que otras pruebas de resistencia al drenaje. Leon, Villalaz y Castillo (2019)

### d) **Ensayo triaxial**

Es una de las pruebas más competente para decidir los parámetros de resistencia al corte de suelos finos como limos y arcillas y se utiliza tanto para investigaciones como para estudios convencionales. Castrejón (2018)

### e) **Exploración del suelo**

La detección en la construcción de cimientos implica la realización de excavaciones abiertas, pozos y estudios destinados a tomar muestras de suelo de capas resistentes. Wordpress, (2018)

### f) **Granulometría**

El campo de la petrología que se ocupa de la medición del tamaño de partículas, granos y rocas en el suelo. Castrejón (2018)

### g) **Límite de contracción**

Este es lo que puede contener como máximo de líquido por lo inferior por el cual un mayor secado no reducirá la masa de la muestra del terreno, pero por la parte superior del cual un mayor contenido de agua aumentará el volumen. Peña y Rey (2020)

### h) **Plasticidad**

Se trata de un comportamiento mecánico que se caracteriza por determinados materiales analíticos, consistente en su capacidad de deformarse de

forma permanente e irreversible cuando se exponen a cargas que superan el rango elástico, es decir, superan el límite elástico. Torres (2019)

**i) Suelo**

Los suelos son formaciones superficiales delgadas en comparación con el espesor de la corteza terrestre y representan verdaderos biorreactores que intercambian entre la litosfera, la biosfera y la atmósfera. Navas (2021)

**j) Suelo Cohesivo**

Están compuestas por diminutos elementos con demasiada arcilla para que la tierra se adhiera a sí misma. Estos terrenos pueden cambiar de volumen en función de la humedad y se denominan suelos expansivos. Hanco (2019).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

Los parámetros geotécnicos de un suelo cohesivo presentan resultados favorables para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.

##### **3.1.2. Hipótesis específica**

- a) La caracterización de los suelos se relaciona directamente con los parámetros geotécnicos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.
- b) La velocidad de ondas S y P de un suelo cohesivo varía notablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.
- c) La cohesión y el ángulo de fricción de un suelo cohesivo cambia considerablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

- d) Los parámetros mecánicos de un suelo cohesivo varían significativamente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.

## **3.2. Variables**

### **3.2.1. Definición conceptual de las variables**

#### **a) Variable independiente (X)**

##### **Suelos cohesivos**

Estos suelos están compuestos por diminutas partículas y demasiada arcilla para que los suelos cumplan la función de adherirse solos. Los suelos cohesivos son capaces de lograr cambios en su volumen ya que están en función de la humedad también llamados suelos cohesivos. Así como las partículas de suelo tienden a adherirse a sí mismo “Castro Inga” (2018).

#### **b) Variable dependiente (Y)**

##### **Parámetros geotécnicos**

Son aquellos que se determinan por ensayos de mecánicas de suelos o se estiman por un valor característico, Estos describen detalles del subsuelo o el valor medio más significativo. Los parámetros geotécnicos se refieren a grupos de distintas características geológicas y diversos suelos, ya que son capaces de saber sus propiedades mecánicas de esa forma resolver el peso que puede soportar un suelo a su vez observar el asentamiento que puede sufrir dicha estructura. Leon, Villalaz y Castillo (2019)

### **3.2.2. Definición operacional de la variable**

Es el grupo de procesos que detallan cada tarea que el investigador debe realizar recibir las impresiones sensoriales, estos describen la efectividad de un concepto teórico de un nivel mayor o menor.

#### **a) Variable independiente (X)**

##### **Suelos cohesivos**

Tener que determinar las variables suelos cohesivos de esta forma desarrollar en función a las dimensiones:

- D1: Granulometría
- D2: RNE
- D3: Tipos

Estos se distribuyen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.

#### **b) Variable Dependiente (Y)**

##### **Parámetros geotécnicos**

Tener que determinar la variable Parámetros geotécnico de esta forma desarrollar en función a sus dimensiones:

- D1: Caracterización del suelo
- D2: Velocidad de Ondas S y P
- D3: Cohesión y ángulo de fricción
- D4: Parámetros dinámicos

Estos están divididos en indicadores que apoyaran a identificar de forma clara las dimensiones.



### 3.2.1. Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>1: Variable Independiente</b>  Suelos cohesivos	Estos suelos están compuestos por diminutas partículas y demasiada arcilla para que los suelos cumplan la función de adherirse solos. Los suelos cohesivos son capaces de lograr cambios en su volumen ya que están en función de la humedad también llamados suelos cohesivos. Así como las partículas de suelo tienden a adherirse a sí mismo Castro (2018).	Tener que determinar las variables suelos cohesivos de esta forma desarrollar en función a las dimensiones: D1: Granulometría D2: RNE D3: Tipos Estos se distribuyen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.	Granulometría	Tamaño de articulas	Tamices	Razón
			RNE	E 0.50 (Suelos y cimentaciones)	Bibliografía	Razón
			Tipos	Arcillas  Limos	Ficha de laboratorio	Razón
<b>2: Variable Dependiente</b>  Parámetros geotécnicos	Son aquellos que se determinan por ensayos de mecánicas de suelos o se estiman por un valor característico, Estos describen detalles del subsuelo o el valor medio más significativo. Los parámetros geotécnicos se refieren a grupos de distintas características geológicas y diversos suelos, ya que son capaces de saber sus propiedades mecánicas de esa forma resolver el peso que puede soportar un suelo a su vez observar el asentamiento que puede sufrir dicha estructura. Escobar (2019)	Tener que determinar la variable Parámetros geotécnico de esta forma desarrollar en función a sus dimensiones: D1: Caracterización del suelo D2: Velocidad de Ondas S y P D3: Cohesión y ángulo de fricción D4: Parámetros dinámicos  Estos están divididos en indicadores que apoyaran a identificar de forma clara las dimensiones.	Caracterización de los suelos	Prospección geofísica	Ficha de laboratorio	Intervalo
			Velocidad de Ondas S y P	Refracción símica Masw	Ficha de laboratorio	Intervalo
			Cohesión y ángulo de fricción	Prospección geofísica Ensayo Triaxial	Ficha de laboratorio	Intervalo
			Parámetros dinámicos	Refracción símica Masw	Ficha de laboratorio	Intervalo

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

De acuerdo a Gallardo (2018), la investigación cuantitativa se radica en situar a prueba cuan veras es la hipótesis que se somete a una experimentación. Ya que es la más utilizada en las ciencias exactas, pero también se tiene en cuenta que fueron utilizadas con un buen logro en la psicología y la educación. (pág. 86)

En esta investigación, se requiere analizar los parámetros geotécnicos de un suelo cohesivo para cimentaciones profundas, ubicado en la urbanización Palian, distrito de Huancayo.

Según estas consideraciones en la investigación se aplicará el método general **Cuantitativa.**

#### **4.2. Tipo de investigación**

De acuerdo a, Risso (2018) la investigación científica abarca un conjunto de modelos y métodos mecánicos que integran el apoyo científico para tomar decisiones, durante estos procesos estudian los modelos de un sistema probabilístico y determinístico. (pág. 9)

En este estudio, tras las investigaciones realizadas se pretende comprender el comportamiento geotécnico de los suelos cohesivos, analizando la velocidad de ondas de corte, ángulo de fricción interna y límites de Contracción con óptimos resultados que nos pueda ofrecer y beneficiar en fin de aplicarlo en obras próxima, futuras y actuales.

De acuerdo a estas consideraciones, esta investigación se basa en un **tipo aplicada**.

#### **4.3. Nivel de la investigación**

De acuerdo a Sánchez (2018), Indica que una investigación explicativa define de forma centrada las ocurrencias de un posible fenómeno y las condiciones en que se encuentran, porque estos tienen una conexión entre dos o más variables, ya que están dispuestos a buscar el porqué del problema a través de la relación causa-problema. (pág. 80)

El objetivo de la investigación es explicar la conducta del suelo cohesivo mediante el comportamiento geotécnico de la urbanización de Palian, provincia Huancayo, región Junín comprobando la existencia de la relación causal entre variables dependiente e independiente.

De acuerdo al análisis, se utilizará un nivel de investigación es **explicativo**.

#### **4.4. Diseño de la investigación**

De acuerdo a Toscano (2018) Están establecidas en un conjunto de pruebas en las que se determinan valores que son verdaderas con factores de suma importancia según un diseño determinado, el experimento diseñado es un argumento en el cual se incluyen variaciones en las variables de entrada de un procesos o sistema. (pág. 52)

Esta investigación tiene el propósito de estudiar de una forma experimental las variables, mediante los ensayos establecidos con el fin de poder conseguir los objetivos estableciendo los parámetros geotécnicos de un suelo cohesivo.

De acuerdo a un estudio, el diseño que se desarrolló en la tesis es un **diseño experimental**.

#### **4.5. Población y muestra**

##### **4.5.1. Población**

De acuerdo a Castillo (2021), Establece en general los valores de las variables que pueda medir el que investiga en todas las unidades del estudio. Al ser observados estadísticamente por una población se puede contar o dicha población se le denomina finita. (pág. 58)

Esta será extraída de un suelo natural que será extraído en la urbanización Palian, distrito de Huancayo, región Junín.

#### **4.5.2. Muestra**

De acuerdo a Castillo (2021), Se determina como parte de la población que tiene características justas para el estudio, es totalmente precisa para no generar confusiones.

Esta muestra está establecida de acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico, estos suelos se encuentran dentro de los suelos en la urbanización Palian, distrito de Huancayo, región de Junín.

### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

De acuerdo a Castillo (2021), define de una forma de adquirir, recolectar información de reglas que permitirán al investigador poder correlacionar el objetivo con el planteamiento del problema, con el fin de poder encontrar una técnica que satisfaga la discusión de la problemática, así llegando a una conclusión. (pág. 52)

Para obtener los instrumentos utilizados en el proceso de obtener información se desarrollará un procedimiento para su respectiva utilización dentro de esta investigación con el objetivo de poder recolectar y registrar toda la información.

#### **4.6.1. Técnicas**

Vásquez (2011), Argumenta que estas técnicas son nombradas como un conjunto de mecanismos como recursos, procedimientos, que en general sirven para organizar y desarrollar el estudio.

Si se desea recolectar información para el estudio, en el cual se examina recapitulaciones con el objetivo de estructurar el marco teórico y conceptualizar el estudio.

##### **a) Análisis de documento**

Los escritos que se usan, los cuales logran un sustento al iniciar una investigación de acuerdo a conceptos como los siguientes:

- Revisión de bibliografía

Gracias a ello se obtiene indagar, relacionado a conocimientos conseguidos como examinador, De tal forma en cuanto al problema de investigación y de la misma forma conseguir el sustento del estudio.

## 4.6.2. Instrumentos

### 4.6.2.1. Validez del instrumento

La propiedad que tienen los argumentos según Manzi y Rosa (2019), La validez de los instrumentos son logrados a través de desarrollo de validación de contenido que reside en evaluar un formato de validación considerando 3 especialistas que son parte de la facultad donde se presenta el documento, que son examinados de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 3. Rangos y Magnitudes de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

*Fuente:* Relloso (2021)

### 4.6.2.2. Confiabilidad


Según Mariona (2019), Indica que el nivel de aplicar de forma repetida el mismo sujeto u objeto genera resultados idénticos, tales como consistentes y coherentes.

Tabla 4. Rangos y Magnitudes de Confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

*Fuente:* Relloso (2021)

a) Instrumento de recolección de datos



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

---

Proyecto

Peticionario

Ubicación

Expediente

Cantera / Calicata

N° de muestra

Fecha de Emision

---

1.- INSUMOS

PUREZA DEL AGUA:	AGUA DESTILADA	
DENSIDAD DEL AGUA:	1	g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD DE MASA DE MERCURIO :	13.55	g/cm <sup>3</sup>

2.- ENSAYO

MASA DE PLATO:
Masa de Plato + Muestra Humeda, g
Masa de Plato + Muestra Seco, g
Contenido de Agua
Volumen de Capsula
Volumen de Muestra Seca
Limite de Contraccion, SL
Relacion de Contraccion, R

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente:
Humedad Relativa:

OBSERVACIONES

\* El presente documento no debera reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproduccion en su totalidad

\* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecanica de suelos, concreto, asfalto

---

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com

Figura 12. Registro de Límites de Atterberg

Fuente: Propia



**SERVICIOS DE**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- FORTIFICACION DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCION Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto

Peticionario

Ubicación

Expediente

Cantera / Calicata

N° de muestra

Fecha de Emision

**NTP 339.139 - SUELOS. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO**

Condiciones Ambientales

Humedad Relativa:

Temperatura Ambiente:

**DENSIDAD PARAFINA**  g/cm<sup>3</sup>

ESPECÍMENES	MUESTRA		
	E-1	E-2	E-3
MASA DE MUESTRA			
MASA + PARAFINA			
MASA SUMERGIDO			

VOLUMEN			
---------	--	--	--

DENSIDAD HUMEDO			
-----------------	--	--	--

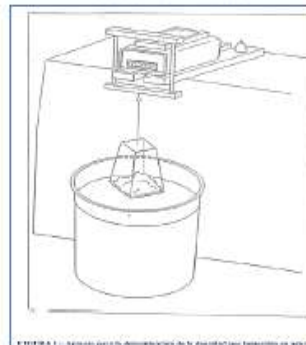
Densidad Humeda  g/cm<sup>3</sup>

**Contenido de Agua**

Masa de Muestra Humeda			
Masa de Muestra Seca			
Masa de Tara			
% de Agua			

DENSIDAD SECA, g/cm <sup>3</sup>			
----------------------------------	--	--	--

**METODO POR INMERSION**



**DENSIDAD SECA PROMEDIO, g/cm<sup>3</sup>**

\* ESTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION DEL PETICIONARIO Y LABORATORIO.



Figura 13. Registro de peso volumétrico

Fuente: Propia



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

SOLICITANTE

PROYECTO :

UBICACIÓN :

FECHA :

CALICATA:

MUESTRA:

PROFUNDIDAD:

ESTADO:

AASTHO

SUCS

Velocidad : 0.5 mm/min

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850

PRESION DE CELDA : \_\_\_\_\_ kg/cm<sup>2</sup>

Datos Iniciales del especimen

Diametro : 5.00 cm

Altura : 10.00 cm

Humedad

Densidad Seca

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos			p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
		$\sigma'_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1 / \sigma'_3$			
0.00							
0.50							
0.75							
1.75							
2.00							
2.50							
3.00							
3.50							
4.50							
6.00							
8.00							

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

Figura 14. Registro de ensayo triaxial

Fuente: propia



## **4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos**

### **4.7.1. Procesamiento de la información**

La información esta procesada con la finalidad de producir datos que estén en conjunto y que estos ayuden en el desarrollo al investigador analizando objetos, hipótesis e incógnitas del estudio. Después de optar toda la información, se examinará los parámetros geotécnicos en suelos cohesivos. (Giraldo, 2016)

Luego del proceso de información es el análisis, Un periodo en el que se adopta un método donde se analizan datos, para ello se utilizaran los siguientes ensayos:

#### **4.7.1.1. Granulometría (NTP 400.012)**

##### **a. Herramientas, materiales y/o equipo**

- Tamizadores
- Balanzas
- Agitador mecánico de tamices
- Horno
- Vaso de aluminio

##### **b. Procedimiento**

- 1) Para poner a secar las muestras estas deben de ser sometidos a un secado natural, dispersos y cuarteados, sacando un ejemplar para anotar su respectivo peso.
- 2) Cada muestra que se elige por cada serie de mallas, estos tienen que ser ordenandos según los diámetros que los caracteriza, cada material que se va atorado en la malla se prosigue al pesado y apuntar entre la columna de peso retenido. Se desarrollará hasta la malla N°4 y con los ejemplares que pasan sobre ella; se procede a adquirir un fragmento de suelo que sea repetitiva, Sera necesario que estos pasen las veces requeridas por el partido de muestras, hasta lograr un objetivo de muestras entre 500 y 1000grs.
- 3) Al ser secado esta muestra se deja enfriar y se recoge la muestra de 200 grs., el cual es puesto en un vaso preferentemente de aluminio, el cual debe contener agua después de este proceso se desarrolla el lavado de suelo, si

estos suelos aun presentan grumos se dejarán saturar por 24 horas.

- 4) Para lavar el suelo este reside en sacudir el suelo que se utiliza el alambón con punta redondeada, haciendo figuras que formen un “ocho” durante 15 segundos.
- 5) Se pasa el agua a la malla N° 200, con la finalidad de suprimir los finos (material que pasa dicha malla), para luego vertir más agua en el vaso y se sacude como ya se explicó anteriormente.
- 6) Si esta malla se acumular de material excedente, se devuelve el vaso derramando sobre la parte reversa de la malla, teniendo en cuenta que no se debe desperdiciar el material, este proceso se repetirá 5 veces que se vierta el agua con finos a la malla N° 200, este proceso se desarrollará de forma seguida para que el líquido se muestre puro.
- 7) La muestra será secada del horno para dejar enfriar y así pasar por la malla N°8 a la N°200.
- 8) Después se pasa a medir el material que fue retenido en cada malla, realizando los cálculos de porcentaje retenido parcial, porcentaje retenido acumulado, porcentaje que pasa, luego de ello se procede a dibujar la curva granulométrica.
- 9) Se calcularon los porcentajes de grava, de arena y de finos, así como los coeficientes de uniformidad (Cu) y de curvatura (Cc).

#### **4.7.1.1. Límites de Atterberg**

Ensayos de laboratorio que son utilizados para adquirir los límites de rango de humedad.

- **Límites líquidos (LL.)**

De acuerdo a la norma ASTM D-4318.fue diseñada para definir contenido de agua del suelo mediante la copa de Casagrande,

- a. Herramienta, materiales y/o equipos**

- Espátula
    - Copa de Casagrande
    - Horno

- b. Procedimiento**

- 1) Tomar unos 100g de suelo húmedo e incorporar ayudándonos con una espátula, aplicando agua, hasta lograr consistencia suave y uniforme.
- 2) Poner una proporción de la pasta en la copa de Casagrande, el espesor será 1cm como máximo y desarrolla, con el ranurador apropiado, la ranura correspondiente; el ranurador deberá mantenerse en todo el recorrido normal a la superficie interior de la copa.
- 3) Será necesario poner en acción la copa a razón de dos golpes por segundo, se procede a contar cada golpe para que la parte inferior del talud de la ranura se cierre 1.27 cm. La ranura deberá cerrarse por flujo del suelo y no por deslizamiento del mismo respecto a la copa.
- 4) Se volverá a mezclar el suelo en la copa, con la espátula, reiterando el desarrollo anterior de una a más veces, el número de golpes será necesario para la ranura si es consistentemente. Al no ser iguales cualquiera de estos números se pasará a realizar nuevamente. Así se tiene un número de golpes correspondientes a un cierto contenido de agua del suelo. Si se tiene dos determinaciones no debe concluir los golpes en más de un golpe.
- 5) Se logrará el contenido de humedad de forma inmediata al obtener un valor consistente en cuanto al número de golpes que comprende entre 6 y 35 golpes, tómese 10g de suelo, con una proximidad de la zona a la ranura.
- 6) Se volverá a realizar entre (2) y (5) contando el suelo con contenido de líquido que ayudará a humedecer el suelo, usar un gotero, remodelando la pasta hasta que el agua añadida quede uniformemente incorporada. Se utilizará la espátula para el secado del suelo, mezclando y generando y una evaporación, de ninguna manera se pasará a secar la muestra en un horno o someténdola a procesos de evaporación violenta. De tal forma se obtendrán valores de cada número de golpes.

- 7) Como se explicó en el periodo el contenido de agua deberá comprender de 6 a 35 golpes, por lo menos, tres determinaciones sucesivas.
- 8) Como parte final del proceso en este caso se pasa a diseñar la gráfica la gráfica con los contenidos de agua y los números de golpes correspondientes, para los primeros como ordenadas en escala natural y los segundos como abscisas, en escala logarítmica. Esta curva debe considerarse como una recta entre los 6 y los 35 golpes. La ordenada correspondiente a los 25 golpes será el límite líquido del suelo.

- **Límite plástico (LP.)**

Reside en formar cilindros con un aproximado 3.2mm de diámetro; el cual está definido como el contenido de humedad del suelo que a su vez estos pueden sufrir de grietas o ser quebrados.

Según la norma ASTM D4318. El límite plástico se limita a la parte inferior de una etapa plástica del suelo.

- a. **Herramientas, materiales y/o equipos**

- Placa de vidrio o metal
    - Recipientes
    - Horno

- b. **Procedimiento**

- 1) Mezclar de forma correcta al borde de 15g de suelo húmedo.
- 2) Reposar el suelo sobre una superficie de vidrio metal utilizando únicamente la mano, hasta lograr el diámetro de 3mm.
- 3) Repetir la fase (2) hasta que las muestras de cilindro se vean agrietadas al lograr los 3mm de diámetro.
- 4) Si se llegó al límite indicado de la fase 3 se pasará a determinar el contenido de líquido de una sección del cilindro.
- 5) Se pasará a realizar las fases 2 y 4 en dos ocasiones más para lograr tres valores. El límite plástico se determina

colocando los pedazos de cilindros en un contenedor, para secar en el horno a 105 °C, durante 24 horas, y determinando la humedad de los mismos.

#### **4.7.1.2. Ensayo triaxial**

Estas pruebas tienen el objetivo de resolver de esfuerzo-deformación y resistencia de los suelos sujetos a esfuerzos cortantes, que son producidos cuando hay una varianza en los esfuerzos principales que se comportan sobre modelos cilíndricos.

##### **Herramientas, materiales y/o equipos**

- Alambre
- Recipientes herméticos

##### **a. Procedimiento**

- 1) Se divide pedazo de prisma de suelo, utilizando una sierra pequeña con especificaciones correctas. Los extremos del pedazo se deben de dividir al eje del prisma.
- 2) El pedazo se perfecciona utilizando una cortadora hasta obtener un modelo cilíndrico con un 3.6 cm con una altura de 10 cm.
- 3) El material que sobra contribuirá para determinaciones del contenido de agua.
- 4) Se perfecciona la medida de la altura de un modelo hasta una estimación definitiva de 9cm (la cual da al espécimen una relación de esbeltez de 2.5) Con delicadeza se pasará a poner los modelos en un contenedor luego se pesará con la finalidad de lograr su peso húmedo inicial.
- 5) Colocar la membrana correspondiente en un cilindro metálico de 4,5 cm de diámetro y 9 cm de altura, doblar su punta hacia afuera y expandirla para crear un vacío entre la membrana y el cilindro. Luego se coloca el dispositivo sobre la muestra, se cubre, se rompe el vacío, asegurando así la membrana alrededor de la muestra, y se retira el cilindro.

### 4.7.1.3. Ensayo de refracción sísmica y MASW

#### a) Ubicación

La zona de estudio se encuentra en el departamento de Junín, provincia de Huancayo, distrito de Huancayo. (Psje. Cementerio Palian, Huancayo)



Figura 15. Psje. Cementerio Palian

Fuente: Elaboración propia

#### b) Coordenadas estudiadas

Se visualiza las coordenadas con las que se trabajó la refracción sísmica y en ensayo de MASW.

Tabla 5. Coordenadas de los puntos de refracción sísmica

LINEA SISMICA	PUNTO	GEOFONO	COORDENADAS UTM (WGS84)		ELEVACION
			ESTE	NORTE	
LTRS- LMASW- 01	INICIO	0	479813	8670034	3408
	FIN	24	479852	8670102	3418
LTRS- LMASW- 02	INICIO	0	479811	8670027	3408
	FIN	24	479858	8670105	3418
LTRS- LMASW- 03	INICIO	0	479801	8670039	3407
	FIN	24	479843	8670107	3417

#### c) Métodos de la investigación

- **Principio de refracción sísmica**

La refracción sísmica es un método muy común empleados en la ingeniería geotécnica y otros campos afines. El reflejo sísmico se

sustenta en el contagio de ondas sísmicas, principalmente en las ondas primarias (P), que son causadas por medio de esfuerzos que producen deformaciones del terreno a partir de una fuente en superficie, este evento de desfiguramiento de la corteza crea frentes de ondas que se desplazan por subsuelos.

- **Principio de Masw (Multichannel Analysis Surface Waves)**

Se centra en el objetivo de un perfil de velocidad de ondas (S) de corte utilizado para ello un registro sísmico de ondas de superficie formadas a partir de un golpe shot (disparo). Los registros son analizados según la función de la distribución de frecuencias y velocidades para después de ser obtenidos se trabaje con métodos de inversión para lograr conseguir un modelo de variación de la rapidez de onda de corte.

**d) Descripción de los métodos geofísicos**

- **Principio de refracción sísmica**

Al determina el lugar de levantamiento, se fijan los intervalos de espaciamentos Fuentes- geófonos y geófono – geófono en cada línea sísmica, todo esto con el fin de lograr una superior precisión en los tiempos de arribo en cada geófono a partir de la señal sísmica y de esta manera obtener la profundidad requerida.

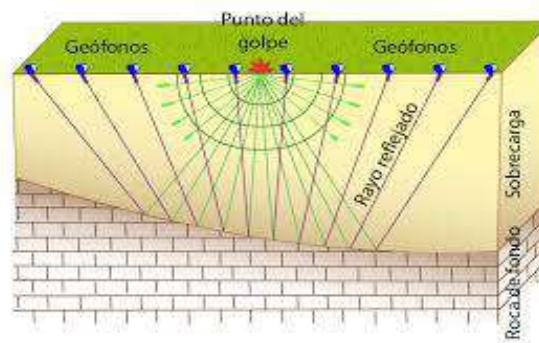


Figura 16. Estudio de refracción sísmica

*Fuente:* Elaboración propia

La apariencia de ondas crea vibraciones que son registradas por cada geófono, amplificadas por el sismómetro, y finalmente mostradas en la pantalla de una computadora. Dentro del levantamiento en campo se aplicó 5 shorts para la línea sísmica de refracción; 1 shot fuera del tendido a dos metros del primer y último geófono en ambos extremos, y los tres shot restantes entre los geófonos 6 -7 ,12-13 y

16-17. Se observo los registros de la señal o vibraciones de los suelos de forma artificial que arreglara los 24 geófonos, a una distancia de -2.00, 46.00 y 94.00m respectivamente.

- **Principio de Masw (Multichannel Analysis Surface Waves)**

Se realiza en tendido de cable con un espaciamiento de geófonos de 4 m. posteriormente se aplica shots o golpes con un a comba sísmicas, para generar las vibraciones. El tendido del cable podría ser realizado perpendicular a la Líneas Sísmica a la cual se quiere asociar el perfil de onda de corte, aunque muchas veces los inconvenientes de campo hacen que este tendido no sea siempre perpendicular. Se aplica por lo general 3 shot fuera del tendido de cable alineado a la misma. Estos son a distancia equivalente al 5%,10% y 20% de la longitud del tendido, tanto a un lado del tendido como al otro, nombrándolos a estos shots en modo Normal y en modo Reverso. La ubicación del Punto MASW debe estar siempre en la mitad del dispositivo.

e) **Parámetros dinámicos del suelo**

- **Coefficiente de Poisson**

Se interpreta como la deformación compresiva o transversal de una materia en particular. Cuando el material es tensado a una sola dirección, el mismo tiene a expandirse en las otras direcciones y viceversa. En relación a las funciones sísmicas el módulo de poisson se calcula de la siguiente manera.

$$\nu = \frac{\left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 2}{2 \times \left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 2}$$

- **Módulo de rigidez**

Es considerado como el esfuerzo cortante para un material en particular. Es decir, describe el comportamiento bajo tensión cortante.

$$G = \rho \times V_s^2$$

- **Módulo de Young**



Estos nos dan medidas de rigidez de un material isotrópico. Se considera la relación entre la tensión uniaxial y la deformación uniaxial a la que se somete un material, dentro del rango de tensiones para el que se considera válida la ley de Hooke.

$$E = 2xG(1 + \nu)$$

- **Módulo de bulk**

Mide su resistencia al entendimiento unificado. Pensando el aumento de presión que requiere para provocar una determinada disminución relativa de volumen. El inverso del módulo de volumen representa la compresibilidad del material. Teniendo en cuenta la velocidad y ondas sísmicas, el módulo de volumen se puede expresar mediante la formula.

$$k = \frac{E}{3 \times (1 - 2\nu)}$$

- **Velocidad**

Se estima que la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se logran determinar de acuerdo a la siguiente formula.

$$v_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{v_{yi}} \right)}$$

- **Periodo fundamental del suelo**

El periodo de vibración correspondiente a la frecuencia fundamental se denomina periodo característico y/o periodo fundamental del sitio, se puede determinar mediante la siguiente formula.

$$T_s = \frac{4H}{v_5}$$

- **Zonificación**



Figura 17. Zonificación del Perú

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Zonificación del lugar estudiado

Factores de la zona							
Zona	Z	Zona	Z	Zona	Z	Zona	Z
4	0.45	3	0.35	2	0.25	1	0.1

Fuente: Elaboración propia

**f) Equipos para el ensayo de refracción sísmica y Masw**

Se desarrollará el levantamiento con ayuda de los siguientes equipos.

- Sismógrafo marca SARA, modelo DO-RE-MI. accesorios incluidos
- La PC se combina con el software de adquisición GEOEXPLORER
- Cable sísmico de 24 canales.
- 24 geófonos de 10 Hz.

- 24 geófonos de 4.5 Hz.
- Cable trigger y geófono trigger.
- Una comba de 20 Lb.
- Platillo de contacto de comba
- 2 baterías de 12 V

La unidad de registro es controlada a través de una computadora portátil usando el software Geoplotter, el cual incluye rutinas de lecturas interactivas de los primeros arribos de las ondas refractadas, que sirven para optimizar la toma de datos. Esta opción de lectura permite sumar datos de múltiples impactos, permitiendo mejorar la señal sísmica/ruido

**g) Procedimientos de campo para el ensayo de masw y refracción sísmica**

- Se desarrollo un estudio observacional de las propiedades del suelo, calculando el acceso de peligros y riesgos que puedan empelarse.
- Después de haber desarrollado la evaluación de la Zona, se pasó a definir la ubicación de líneas, viendo como esta extendido y direccionado para su desarrollo del tendido de los cables y la instalación de los geófonos a cada 4.00 metros.
- Al filmar con una cuerda, el operador mira el módulo del portátil para confirmar la colocación del geófono y confirma la toma por radio. El operador evalúa la información grabada y decide si repetirla o realizar otra grabación en un lugar diferente.

**h) Parámetros de adquisición de refracción sísmica y Masw**

Los parámetros que se consideraron en levantamiento de campo son los siguientes:

- **Parámetros de refracción sísmica**

Estos ensayos se deben tener en cuenta los datos como las mediciones, intervalos de geófonos, ganancia del pre e intervalo de muestreo entre otros datos.

Tabla 7. Parámetros de refracción sísmica

Parámetro	Descripción
Mediciones	t, Tiempo de Arribo de P
Arreglo de geófonos	24 unidades
Intervalo entre geófonos	4 m
Ganancia de Pre	36 Db.
Filtros	ninguno
Intervalo de muestreo	0.200 milisegundos
Fuente de Tiro	Golpe de martillo

*Fuente: propia*

- **Parámetros de Masw**

Para el ensayo de Masw se tiene que tener en cuenta los datos como las mediciones, intervalos de geófonos, ganancia del pre e intervalo de muestreo entre otros datos.

Tabla 8. Parámetros de Masw

Parámetro	Descripción
Mediciones	t, Tiempo de Arribo de P
Arreglo de geófonos	24 unidades
Intervalo entre geófonos	4 m
Ganancia de Pre	36 Db.
Filtros	ninguno
Intervalo de muestreo	1 milisegundos
Fuente de Tiro	Golpe de martillo

*Fuente: propia*

i) **Tablas de clasificación de suelos para refracción sísmico**

- **ASTM**

Los resultados de la prueba SRT se analizan e interpretan utilizando los valores de la Tabla, que también se utilizan para correlacionar la velocidad de propagación de las ondas longitudinales ( $V_p$ ) con los

tipos de suelo (CNA, 1993, ASTM D5777). Este método no es único.

Tabla 9. Relación entre las velocidades de las ondas P y el tipo de suelo según ASTM 5777 95.

Tipo de suelos	Vp (m/s)
Suelos Intemperizados	240 - 610
Grava o arena seca	460 - 915
Arena saturada	1220 - 1830
Arcilla saturada	910 - 2750
Agua	1430 - 1665
Agua de mar	1460 - 1525
Arenisca	1830 - 3960
Esquistos, arcillas esquistosas	2750 - 4270
Tiza	1830 - 3960
Caliza	2130 - 6100
Granito	4575 - 5800
Roca metamórfica	3050 - 7000

Fuente: Instituto geofísico del Perú (2020)

- **Arce Helberg**

Si se quiere calificar los materiales en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmica ( $V_p$ ), se creó una tabla que relaciona los valores de la velocidad con los tipos de materiales. Según Alberg Helberg las conexiones importantes son:

Tabla 10. Correlación velocidad de ondas P y tipo de suelo según Arce Helberg (1990)

Tipo de suelos	Vp (m/s)
Suelos de cobertura	<1000
Roca muy alterada o aluvión compacto	1000 - 2000
Roca alterada o aluvión muy compacto	2000 - 4000
Roca poco alterada	4000 - 5000
Roca firme	>5000

Fuente: Instituto geofísico del Perú (2020)

- **Curvich J., Dobrin, Milton, Nb, Savicha y Satonov V.A**

Según todos estos autores la velocidad de onda sísmica se caracteriza concorde la siguiente tabla.

Tabla 11 Relación entre velocidad de onda P y tipo de suelo según Arce Helberg (1990)

TIPO DE SUELOS	Vp (m/s)
Esquisto arcilloso	2700 - 4800
Grava arcillosa seca	300 - 900
Arena - Arena húmeda	200 - 1800
Roca metamórfica	4500 - 6800

Fuente: Instituto geofísico del Perú (2020)

#### j) Procesamiento de Masw

El procesamiento de datos y la interpretación de las secciones para el método de MASW, se ejecutan netamente en gabinete, utilizando para ello software especializado.

Tabla 12. Clasificación de suelos según norma E.030

Clasificación de suelos según norma E.030		
TIPO	Vs	DESCRIPCION
S0	> 1500 m/s	Roca solida
S1	500 m/s a 1500 m/s	Roca o Suelos Muy Rígidos
S2	180 m/s a 500 m/s	Suelos Intermedios
S3	<180 m/s	Suelos Blandos
S4	Condiciones Excepcionales, Distribucion basada en el EMS	

Fuente: Instituto geofísico del Perú (2020)

Tabla 13. Clasificación de suelos (Vs)

Tabla de Clasificación de Suelos					
Perfil del Suelo	Tipo	Tipo de Material	Velocidad de Onda de Corte Vs 30 (m/s)	Resistencia a la Penetración Estándar NSPT	Resistencia a la Compresión Simple S(psf)
S0	A	Roca Dura y Sana	Vs > 1500	N/A	N/A

S1	B	Roca Fracturada y/o Suelo Muy Rigido	$760 < V_s \leq 1500$	N/A	N/A
S2	C	Roca Blanda, Suelo Granular Denso y Arcillas Duras	$360 < V_s \leq 760$	NSPT > 50	$S_u \geq 2000$
S3	D	Suelo Granular Medianamente Denso y Suelo Arcilloso Blando	$180 < V_s \leq 360$	$15 \leq \text{NSPT} \leq 50$	$1000 \leq S_u \leq 2000$
S4	E	Suelo Granular Suelto y Suelo Arcilloso Blando	$V_s < 180$	NSPT < 15	$S_u < 1000$
S5	F	Suelos Inestables, Sujeto a Licuefacción, Colapso, Suelo Orgánico, Muy Suelto y Muy Blando	$V_s < 180$	----	----

1 información obtenida según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 de Diseño Sismorresistente.

2 información obtenida según el "International Boulding Code" (IBC)

Fuente: Instituto geofísico del Perú (2020)

#### 4.7.1.4. Presentación de datos

En caso de la refracción sísmica, los datos y los resultados se presentan de la siguiente manera:

- Domocrónicas: Dondequiera que se observen gráficos espacio-temporales, observamos estos gráficos. A partir de estos gráficos, se genera la velocidad de la onda P.

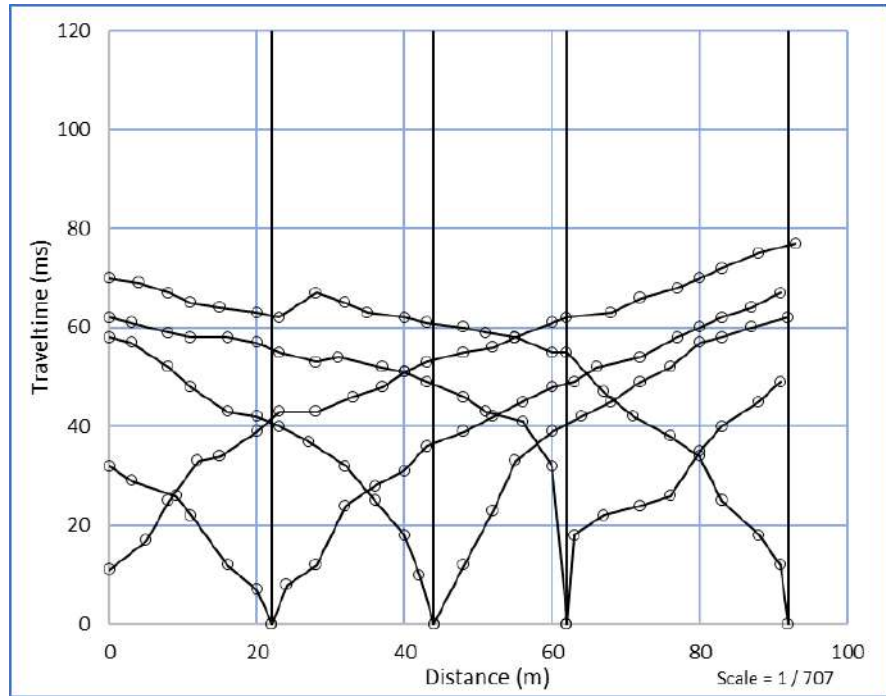


Figura 18. Domocrónicas - LTRS – 01

Fuente: Elaboración propia

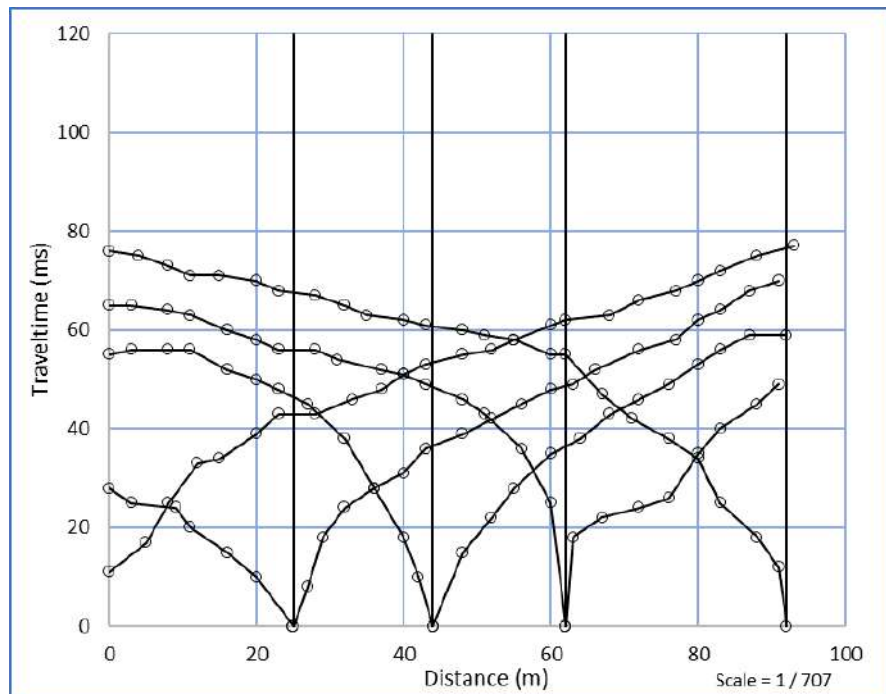


Figura 19. Domocrónicas - LTRS – 02

Fuente: Elaboración propia



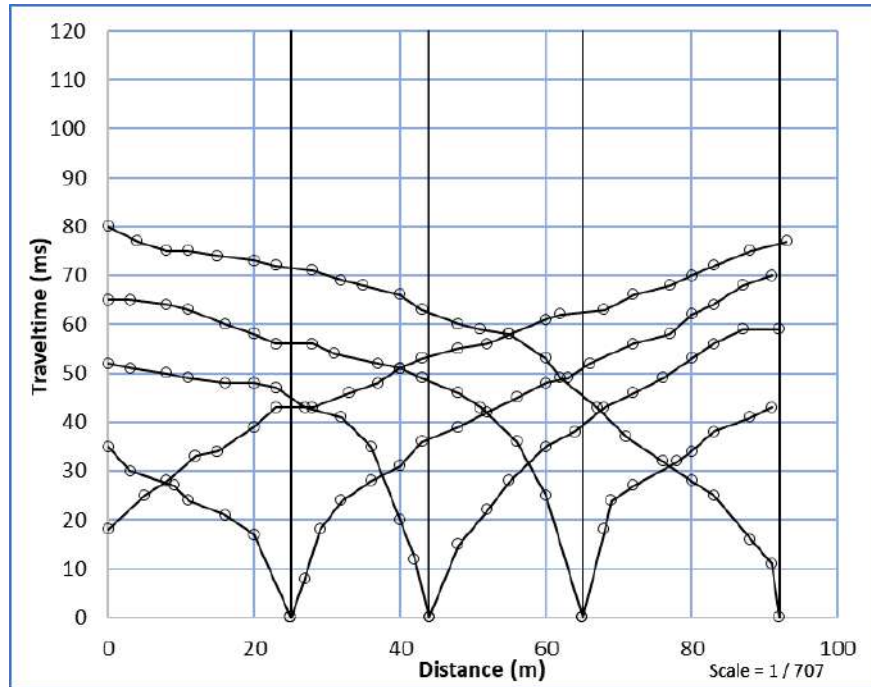


Figura 20. Domocrónicas - LTRS – 03

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8. Aspectos éticos de la investigación

Según Ann Reyes (2017), el sentido ético del investigador es el sentido en que se analizan los aspectos negativos y positivos que debe tener el progreso científico, especialmente al ver la utilidad o el daño que un descubrimiento o desarrollo traería a la empresa. En esta investigación se respaldaron los aspectos éticos de la seguridad del servidor y no se realizaron cambios en ninguna área que afecte el medio ambiente. Asimismo, no se viola la propiedad del autor sobre la obra citada en la investigación, en este contexto.

Acerca de la preservación de información, si se trata de información relacionada con el funcionamiento y difusión de repositorios académicos.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Descripción del diseño tecnológico**

En la investigación se empleó el ingenio del ser humano bajo ciertas actividades para la satisfacción de las necesidades y encontrar soluciones, el cual se logra con el apoyo de nuevas tecnologías o tecnologías existentes como el método de refracción sísmica y Masw.

Se empleo el sismógrafo para un tendido sísmico y evaluación de los espectros de frecuencia LMASW y la obtención de demo crónicas LTRS para identificar las características del suelo de acuerdo a los indicadores y dimensiones.

#### **5.2. Caracterización del suelo**

##### **5.2.1. Refracción sísmica**

Para procesar los ensayos de refracción sísmica genero el perfil sísmico LTRS-01, LTRS-02 y LTRS-03, de 92.00 m de longitud, conforme a los gráficos, dicho perfil señala la disposición de tres estratos.

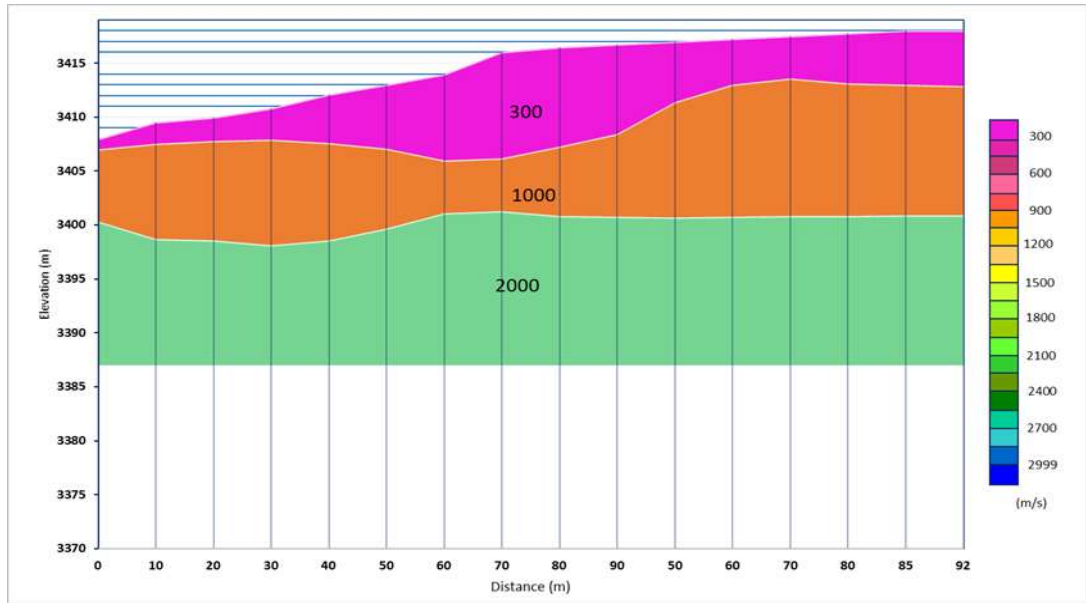


Figura 21. Perfil sísmico – Línea de refracción sísmica 01

*Fuente:* Propia

La primera capa muestra valores de velocidad de la onda P que varían de 150 m/s a 450 m/s, y el espesor de la onda P varía de 1,50 m a 5,00 m. Estratigráficamente, esta capa superficial está formada por suelos meteorizados con relleno de arcilla incontrolado. material de grava seca, mientras que la segunda capa tiene valores de velocidad de onda P que varían entre 450 m/s y 1050 m/s, variando su espesor entre 6,00 m y 9,00 m. Estratigráficamente, este horizonte puede consistir en una matriz de grava fina en estado moderadamente cementado y finalmente el tercer horizonte tiene valores de velocidad de onda P que varían entre 1050 m/s y 2400 m/s, donde el espesor oscila entre 11,00 m y 14,00. metro. Este estrato puede consistir en roca muy erosionada o limo denso.

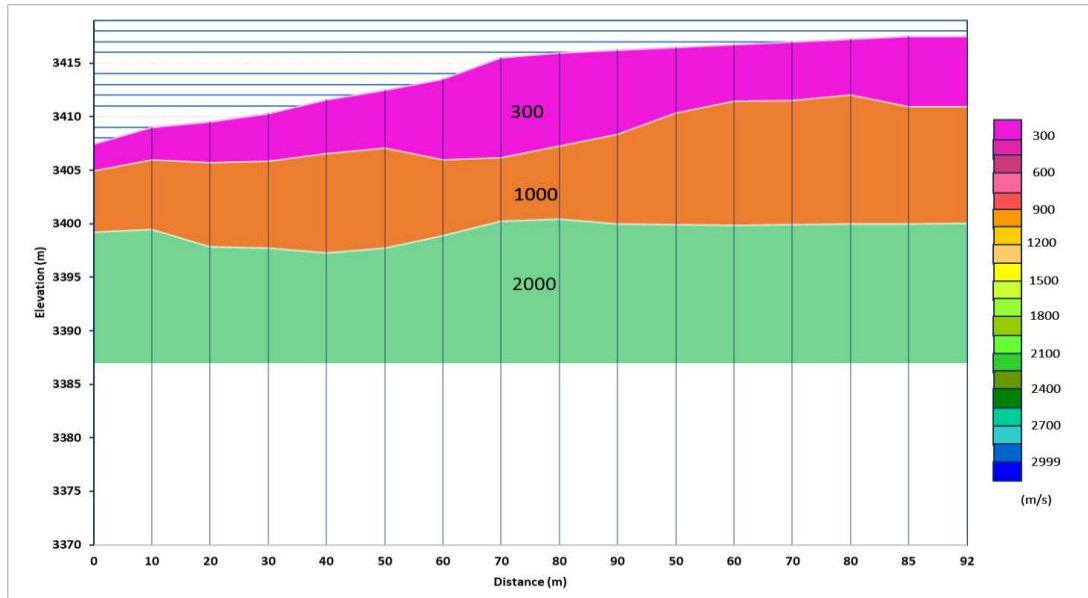


Figura 22. Perfil sísmico – Línea de refracción sísmica 02

Fuente: Propia

La primera capa muestra valores de velocidad de onda P que varían de 150 m/s a 450 m/s, con espesores que varían de aproximadamente 1,00 m a 4,00 m. Estratigráficamente, esta capa superficial está formada por suelos meteorizados con relleno de arcilla incontrolado, material de grava seca, mientras que la segunda capa tiene valores de velocidad de onda P que varían entre 450 m/s y 1050 m/s, con un espesor que varía entre 4,00 m y 8,00 m. Estratigráficamente, este horizonte puede consistir en una matriz de grava fina en estado moderadamente cementado y finalmente un tercer horizonte con valores de velocidad de onda P que varían entre 1050 m/s y 2400 m/s, donde el espesor oscila entre 8,00 m y 14,00 m. Esta capa puede consistir en roca muy erosionada o limo denso.

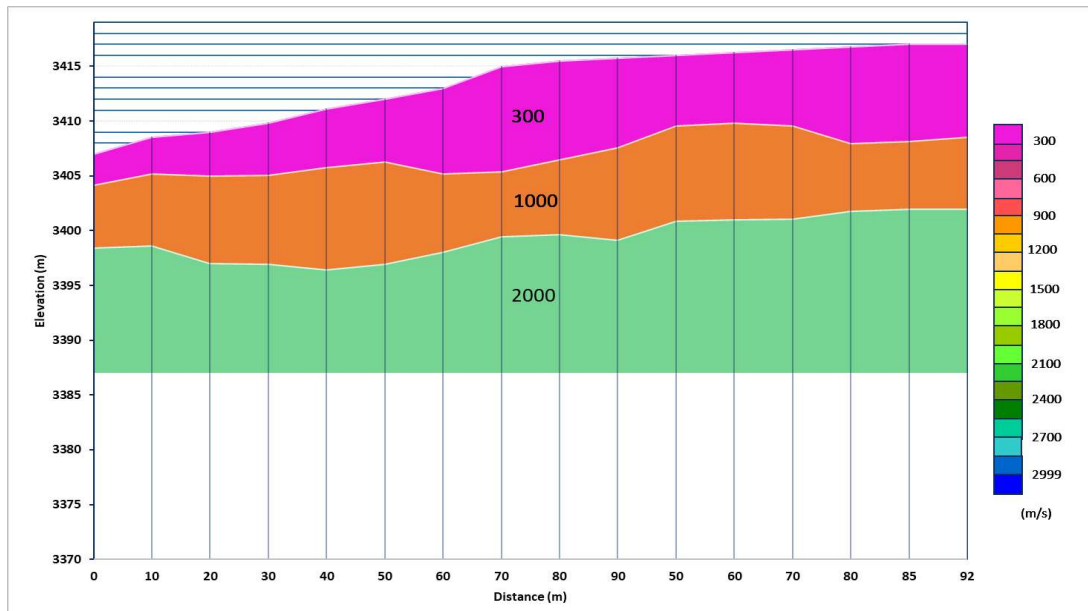


Figura 23. Perfil sísmico – Línea de refracción sísmica 03

Fuente: Propia

La primera capa muestra valores de velocidad de onda P que varían de 150 m/s a 450 m/s, con espesores que varían de aproximadamente 1,00 ma 6,00 m. Estratigráficamente esta capa superficial está constituida por suelos meteorizados con relleno de grava incontrolado. el material es de grano fino, mientras que el segundo horizonte presenta valores de velocidad de onda P que varían entre 450 m/s y 1050 m/s, con un espesor que varía entre 6,00 my 10,00 m/s.m. Estratigráficamente, este horizonte puede consistir en una matriz de grava con granos finos en estado moderadamente cementado, y finalmente un tercer horizonte exhibe valores de velocidad de onda P que varían alrededor de 1050 m/s a 2400 m/s, donde el espesor varía aproximadamente. de 10,00 ma 14,00 m. Esta capa puede consistir en roca muy erosionada o limo denso.

### 5.2.2. Sondajes MASW

Esta configuración está conformada por los pozos MASW-01, MASW-02 y MASW 03, los cuales pueden lograr una profundidad de investigación aceptable de 30.00 m. Según los resultados, los registros presentan la presencia de 3 estratos.

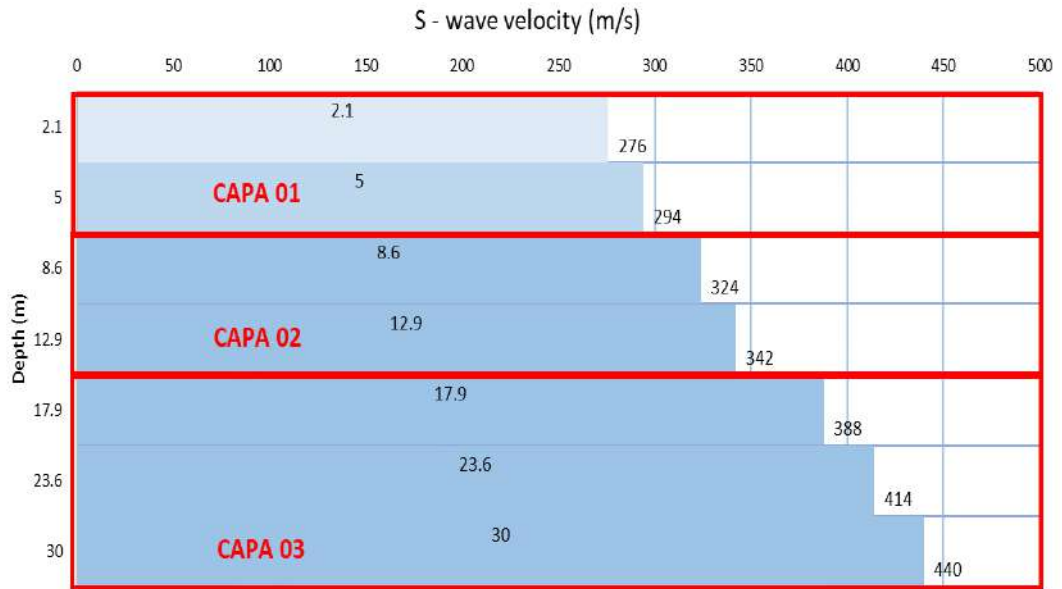


Figura 24. Perfil sísmico – Sondaje MASW 01

Fuente: Propia

La primera línea sísmica realizada por el experimento Masw muestra que la primera capa tiene valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que van desde 276 m/s a 294 m/s, con un espesor de 5,00 m. Estratigráficamente esta capa está constituida por suelos intermedios. La segunda capa presenta valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 324 m/s y 342 m/s, con un espesor de 7,90 m. Estratigráficamente, esta capa puede estar constituida por suelos intermedios y terciarios con valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 388 m/s y 440 m/s, un espesor de 17,10 m. Estratigráficamente, esta capa puede estar constituida por suelos intermedios.

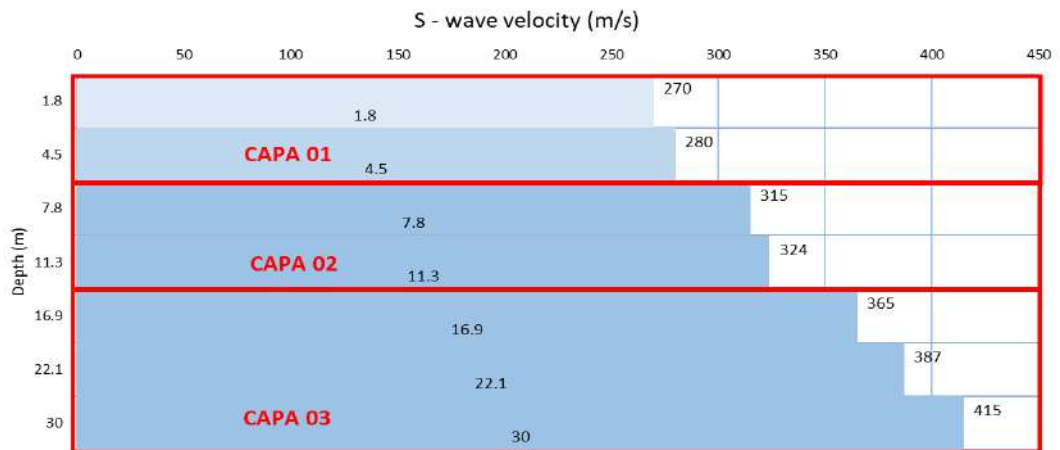


Figura 25. Perfil sísmico – Sondaje MASW 02

Fuente: Propia

La segunda línea sísmica realizada con el ensayo Masw presenta que el primer estrato presenta valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 270 m/s a 280 m/s, cuyo espesor es de 4.50 m. Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios. En cuanto el segundo estrato presenta valores de velocidad de ondas S ( $V_s$ ) que varían entre 315 m/s a 324 m/s, cuyo espesor es de 6.80 m. Estratigráficamente esta capa posiblemente este conformada por suelos intermedios y finalmente el tercer estrato presenta valores de velocidad de ondas S ( $V_s$ ) que varían entre 365 m/s a 415 m/s, cuyo espesor es de 18.70 m. Estratigráficamente esta capa posiblemente este conformada por suelos intermedios.

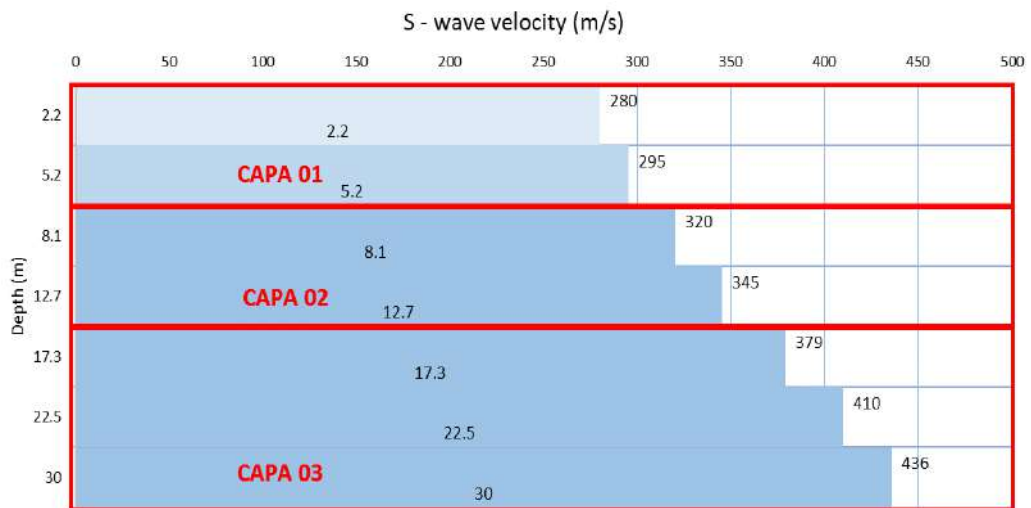


Figura 26. Perfil sísmico – Sondaje MASW 03

Fuente: Propia

La tercera línea sísmica realizada con el ensayo Masw presenta que el primer estrato presenta valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 280 m/s a 295 m/s, cuyo espesor es de 5.20 m. Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios. El segundo estrato presenta valores de velocidad de ondas S ( $V_s$ ) que varían entre 320 m/s a 345 m/s, cuyo espesor es de 7.50 m. Estratigráficamente esta capa posiblemente este conformada por suelos intermedios y finalmente el tercer estrato presenta valores de velocidad de ondas S ( $V_s$ ) que varían entre 379 m/s a 436 m/s, cuyo espesor es de 17.30 m. Estratigráficamente esta capa posiblemente este conformada por suelos intermedios.

### 5.3. Límites de contracción

#### 5.3.1. Caracterización del suelo

Para adquirir conocimiento sobre las propiedades geotécnicas del suelo se realiza la caracterización de los suelos, en nuestro caso se estudió el suelo ubicado en el Psje. Cementerio Palian, distrito de palian Huancayo. A parte de trabajar con los ensayos de retrospección símica se trabajó con ensayo de laboratorio comenzando por el análisis granulométrico, densidad seca, contenido de humedad y límites de Atterberg, para luego poder clasificar el suelo según Aashto y Sucs, De acuerdo a la tabla.

Tabla 14. Clasificación del suelo

Ítem	N° calicata	Profundidad	% grava	% arena	% finos	Clasificación Sucs	Clasificación Aashto
1	C-1	3.0	40.93	14.11	44.96	GC	A-6 (3)
2	C-2	3.0	28.99	22.19	48.82	GC	A-6 (4)
3	C-3	3.0	26.04	25.43	48.53	GC	A-6 (4)

Fuente: Propia

En la tabla 14 se puede observar los resultados de las calicatas extraídas. La calicata 01 muestra un porcentaje de grava de 40.93%, 14.11% de arena y 44.96% de finos, por lo cual según Sucs se considera una grava arcillosa, la calicata 02 por lo contrario presenta un mayor porcentaje de finos de 48.92% ,28.99% de grava y 22.19% de arena, considerándolo de esta manera una también una grava arcillosa y finalmente la calicata 03 presenta una clasificación similar a la calicata 02 dándonos como resultado 48.53% de finos, grava al 26.04% y 25.43% de finos, por lo cual se califica como una grava arcillosa.

### 5.3.2. Límites de Atterberg

#### 5.3.2.1. Limite plástico

En la evaluación del límite plástico de los suelos extraídos en su estado natural se realizó un análisis estadístico para poder ver los resultados.

Tabla 15. Limite plástico del suelo

Ítem	Tipo de muestra	Limite plástico (%)	% de variación
M-1	Calicata 01	14.00	0.0%
M-1	Calicata 02	17.00	21.4%
M-1	Calicata 03	18.00	28.6%

Fuente: Propia



En la tabla 15, se observa el valor del límite plástico de la primera calicata el cual fue de 14.00%, la segunda calicata mostró un incremento en el valor del límite líquido de hasta 21.4% y finalmente en la tercera calicata también se observó un incremento de 28.6%.



Figura 27. Límite plástico

Fuente: Propia

En la figura 27, se muestra un cambio en límite plástico de las muestras estudiadas, dado que en la calicata 01 se obtuvo un límite plástico de 14.00%, en la calicata 02 se tuvo un incremento de hasta 21.4% dándonos un límite plástico de 17.00% y en la calicata 03 también se presentó un incremento de hasta 28.6% mostrándonos de esta manera un resultado de 18.00% en el límite plástico.

### 5.3.2.2. Límite Líquido

En la evaluación del límite líquido de los suelos extraídos en su estado natural se efectuó un análisis estadístico para poder ver los resultados.

Tabla 16. Limite liquido del suelo

Ítem	Tipo de muestra	Limite Liquido (%)	% de variación
M1	Calicata 01	32.00	0.00%
M2	Calicata 02	32.00	0.00%
M3	Calicata 03	33.00	3.13%

Fuente: Propia

Según la tabla 16, se estima el valor del límite líquido de la primera calicata el cual fue de 32.00%, la segunda calicata no mostró un incremento ni disminución en el valor del límite líquido y finalmente en la tercera calicata se observó un incremento de 3.13%.

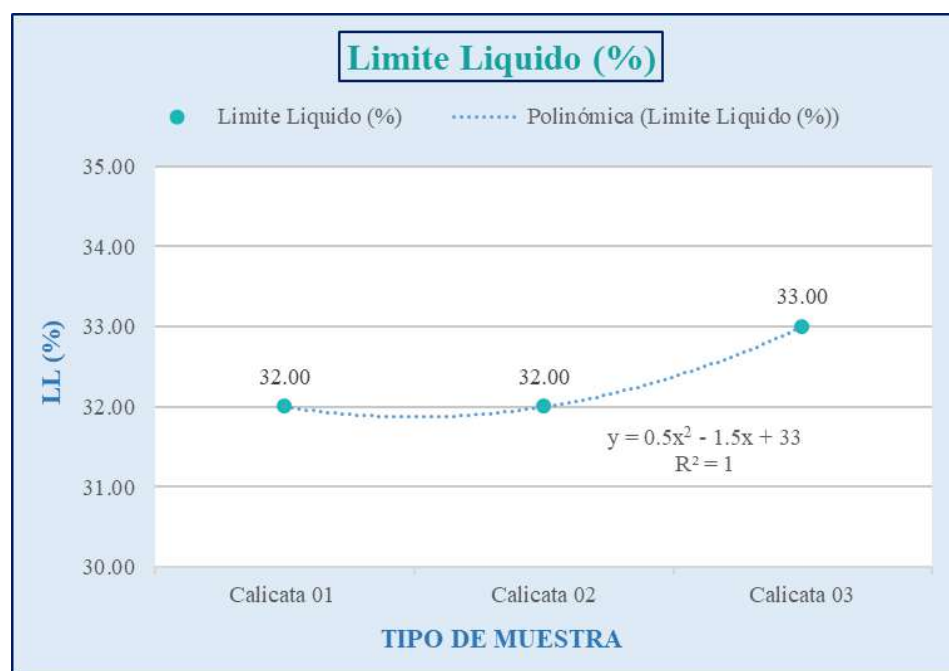


Figura 28. Variación del Limite Liquido

Fuente: Propia

En la figura 28, se muestra un cambio en limite Liquido de las muestras estudiadas, dado que en la calicata 01 se obtuvo un límite plástico de 32.00%, en la calicata 02 también se obtuvo un límite líquido de 32.00% y en la calicata 03 se presenció un incremento de hasta 3.13% apreciando de esta manera un resultado de 33.00% en el límite líquido.

### 5.3.2.3. Índice de plasticidad

En la evaluación del índice de plasticidad de los suelos extraídos en su estado natural se efectuó un análisis estadístico para poder ver los resultados.

Tabla 17. Índice de plasticidad del suelo

Ítem	Tipo de muestra	Índice de Plasticidad (%)	% de variación
M1	Calicata 01	14.00	0.00%
M2	Calicata 02	15.00	7.14%
M3	Calicata 03	15.00	7.14%

Fuente: Propia

En la tabla 17, se muestra el valor del índice de plasticidad de la primera calicata el cual fue de 14.00%, la segunda calicata mostró un incremento en el valor del índice de plasticidad de hasta 7.14% y finalmente en la tercera calicata se observó un índice de plasticidad similar a la segunda calicata.

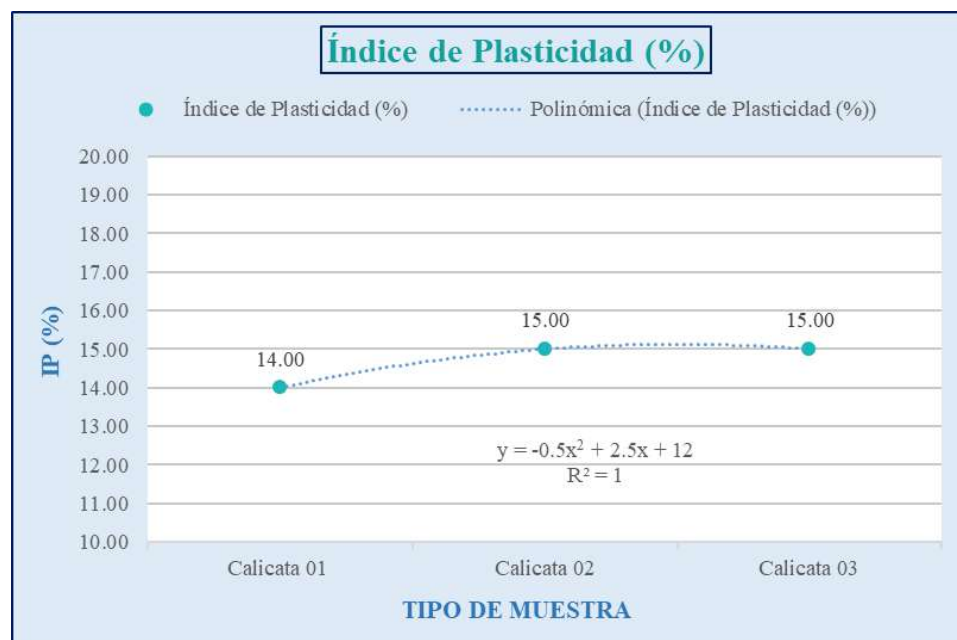


Figura 29. Variación del Índice de plasticidad

Fuente: Propia

En la figura 29, se muestra una pequeña variación en el índice de plasticidad de las muestras estudiadas, dado que en la calicata 01 se obtuvo

un límite plástico de 14.00%, en la calicata 02 se tuvo un incremento de hasta 07.14% dándonos un límite plástico de 15.00%, en la calicata 03 no se presencié ningún cambio con respecto a la calicata 02 dado que se obtuvo un índice de plasticidad similar el cual fue de 15.00%.

### 5.3.3. Densidad Seca

Para la evaluación de la densidad seca de los suelos cohesivos se utilizó el método de inmersión con las muestras obtenidas de las tres calicatas realizadas.

Tabla 18. Densidad seca por método de inmersión

Calicatas	Muestras			Promedio	% de variación
	E1	E2	E3		
C-1	1.651	1.631	1.609	1.630	0.00%
C-2	1.736	1.744	1.739	1.740	6.71%
C-3	1.738	1.749	1.751	1.746	7.09%

Fuente: Propia

Según la tabla 18, se estima el valor promedio del peso específico seco de las muestras obtenidas de la primera calicata el cual fue de 1.623g/cm<sup>3</sup>, de la segunda calicata se extrajeron muestras que muestran un incremento en el valor de la densidad seca de hasta 6.71% y finalmente en la tercera calicata se obtuvieron muestras de las cuales se observó un incremento de 7.09%.

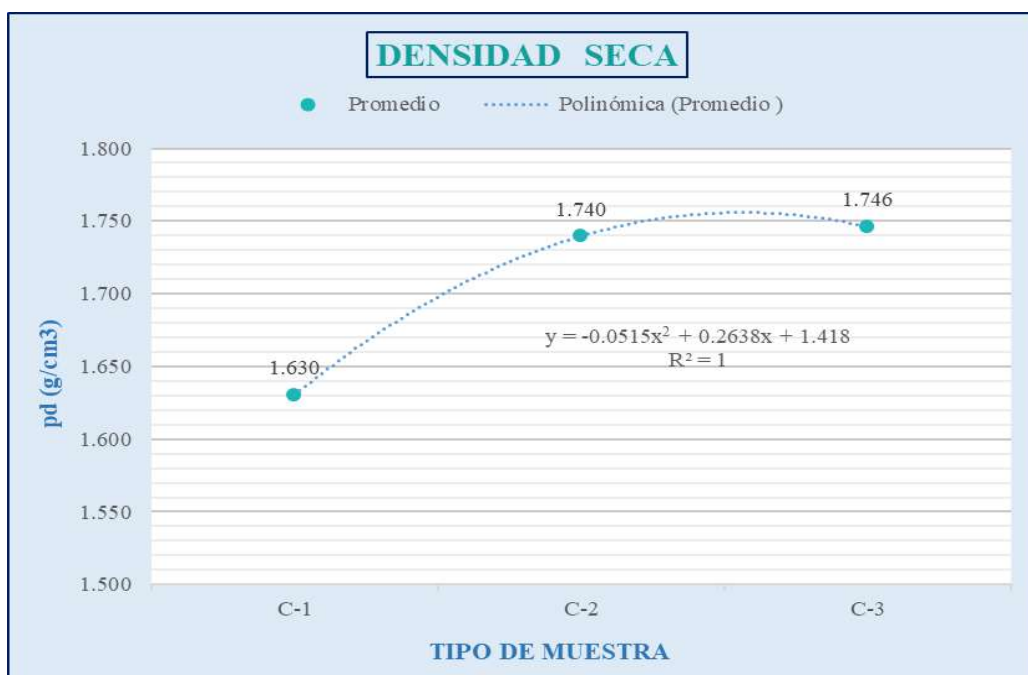


Figura 30. Variación de la densidad seca

Fuente: Propia

Según la figura 30, presentan un cambio de la densidad seca las tres muestras estudiadas de la calicata 01 puesto que se obtuvo una densidad seca de 1.623g/cm<sup>3</sup>, en las muestras extraídas de la calicata 02 se tuvo un incremento de hasta 6.71% dándonos un peso específico seco de 1.740g/cm<sup>3</sup> y finalmente de los ejemplares extraídas de la calicata 03 se presencié un incremento de hasta 7.09% dándonos de esta manera un resultado de 1.749 g/cm<sup>3</sup>18.00% en la densidad seca.

#### 5.4. Velocidad de ondas S y P

Las ondas que trasladan partículas en la misma dirección que las ondas se denominan ondas P (u ondas primarias, longitudinales o de compresión). Las ondas que provocan el deslizamiento horizontal se denominan ondas S (u ondas secundarias, ondas transversales u ondas de corte). Las ondas P se propagan más rápido que las ondas S, normalmente 1,6 veces más rápido para los profesionales; el número real depende de la relación de Poisson del material.

Tabla 19. Velocidad de ondas en la línea sísmica LTRS-01

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	0.0 a 5.00	5	286.16	600
2	5.00 a 12.90	7.9	333.56	1000
3	12.90 a 30.00	17.1	311.09	2100

Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla 19, La primera línea sísmica que se realizó el ensayo de refracción sísmica y Masw presentan que el estrato 01 presenta una profundidad de 00.0 m a 5.00 m con un espesor de 5.00 metros, una Velocidad de ondas S (Vs) de 286.16 y una velocidad de onda P (Vp) de 600, en el estrato 02 se observa una profundidad de 5.00 m a 12.90 m con un espesor de 7.9 m, una Velocidad de ondas S (Vs) de 333.56 y una velocidad de onda P (Vp) de 1000, por último en el estrato 03 se cuenta con una profundidad de 12.90 a 30.00, un espesor de 17.1 m y una Velocidad de ondas S (Vs) de 311.09 y una velocidad de onda P (Vp) de 2100.

Tabla 20. Velocidad de ondas en la línea sísmica LTRS-02

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	0.0 a 4.50	4.5	275	600

2	4.50 a 11.30	6.8	319.5	1000
3	11.30 a 30.00	18.7	389	2100

*Fuente:* Propia

De acuerdo a la tabla 20, La segunda línea sísmica en la que se realizó el ensayo de refracción sísmica y Masw presentan que el estrato 01 presenta una profundidad de 00.0 m a 4.50 m con un espesor de 4.50 metros, una Velocidad de ondas S (Vs) de 275.00 y una velocidad de onda P (Vp) de 600, en el estrato 02 se observa una profundidad de 4.50 m a 11.30 m con un espesor de 6.80 m, una Velocidad de ondas S (Vs) de 319.50 y una velocidad de onda P (Vp) de 1000, por último en el estrato 03 se cuenta con una profundidad de 11.30 a 30.00, un espesor de 18.1 m, una Velocidad de ondas S (Vs) de 389.00 y una velocidad de onda P (Vp) de 2100.

Tabla 21. Velocidad de ondas en la línea sísmica LTRS-03

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S Vs	Velocidad onda P Vp
1	0.0 a 5.20	5.2	287.5	600
2	5.20 a 12.70	7.5	332.5	1000
3	12.70 a 30.00	17.3	408.333	2100

*Fuente:* Propia

De acuerdo a al tabla 21, La tercera línea sísmica en la que se realizó el ensayo de refracción sísmica y Masw presentan que el estrato 01 presenta una profundidad de 00.0 m a 5.20 m con un espesor de 5.20 metros, una Velocidad de ondas S (Vs) de 287.50 y una velocidad de onda P (Vp) de 600, en el estrato 02 se observa una profundidad de 5.20 m a 12.70 m con un espesor de 7.5 m, una Velocidad de ondas S (Vs) de 333.56 y una velocidad de onda P (Vp) de 1000, por último en el estrato 03 se cuenta con una profundidad de 12.70 a 30.00, un espesor de 17.3 m, una Velocidad de ondas S (Vs) de 408.33 y una velocidad de onda P (Vp) de 2100.

## 5.5. Fricción y ángulo de cohesión

Con la sísmica de refracción se han generado correlaciones empíricas obtenidas a partir de las velocidades de ondas primaria y secundarias, de donde se pueden determinar

parámetros mecánicos tales como el ángulo de fricción interna del suelo ( $\phi$ ) y la cohesión ( $c$ ). Su cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$C = 0.908 - 0.168 \frac{V_p}{V_s} \quad \phi = 46.4 - 9.65 \frac{V_p}{V_s}$$

### 5.5.1. Línea Sísmica LTRS-01

Tabla 22. Valores de la línea sísmica LTRS-01

No. Estrato	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	286.16	600

Fuente: Elaboración propia

#### a) Primer estrato

- Cohesión

$$C = 0.908 - 0.168 \frac{V_p}{V_s}$$

$$C = 0.908 - 0.168 \frac{600}{286.16}$$

$$C = 0.5557 \text{ kg/cm}^2$$

- Angulo de fricción

$$\phi = 46.4 - 9.65 \frac{V_p}{V_s}$$

$$\phi = 46.4 - 9.65 \frac{600}{286.16}$$

$$\phi = 26.1666^\circ$$

### 5.5.2. Línea Sísmica LTRS-02

Tabla 23. Valores de la línea sísmica LTRS-02

No. Estrato	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	275	600

Fuente: Propia

#### a) Primer estrato

- Cohesión

$$C = 0.908 - 0.168 \frac{V_p}{V_s}$$

$$C = 0.908 - 0.168 \frac{600}{275}$$

$$C = 0.5415 \text{ kg/cm}^2$$

- Angulo de fricción

$$\varphi = 46.4 - 9.65 \frac{V_p}{V_s}$$

$$\varphi = 46.4 - 9.65 \frac{600}{275}$$

$$\varphi = 25.3455^\circ$$

### 5.5.3. Línea Sísmica LTRS-03

Tabla 24. Valores de la línea sísmica LTRS-03

No. Estrato	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	287.5	600

Fuente: Propia

#### a) Primer estrato

- Cohesión

$$C = 0.908 - 0.168 \frac{V_p}{V_s}$$

$$C = 0.908 - 0.168 \frac{600}{287.5}$$

$$C = 0.5574 \text{ kg/cm}^2$$

- Angulo de fricción

$$\varphi = 46.4 - 9.65 \frac{V_p}{V_s}$$

$$\varphi = 46.4 - 9.65 \frac{600}{287.5}$$

$$\varphi = 26.2609^\circ$$

### 5.5.4. Cohesión y ángulo de fricción obtenidos con los parámetros geotécnicos

En la tabla se visualiza la obtención de la adherencia y ángulo de fricción obtenidos con la velocidad de ondas S y P, las cuales fueron trabajaron con fórmulas como se mostró anteriormente.

Tabla 25. Los ángulos de cohesión y fricción se obtuvieron a 5 m de profundidad mediante la refracción sísmica.

Calicata	Estrato	Cohesión	Angulo de fricción
1	1	0.5557	26.1666
2	1	0.5415	25.3455
3	1	0.5574	26.2609

Fuente: Propia



Según la Tabla 25 se indican el valor obtenido en el primer orificio, la cohesión es de 0.5454 Kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción es de 26.1666°, en el segundo orificio la cohesión es de 0.5415 Kg/cm<sup>2</sup>, así como el ángulo de fricción es de 25.3455° y finalmente en el tercer agujero, la cohesión es de 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo fraccionario es de 26.2609°.

#### 5.5.5. Resultados del ensayo de triaxial y de refracción sísmica

La obtención del ángulo de fricción y la cohesión se realizó con el ensayo triaxial y el ensayo de refracción sísmica la cual trabajo con fórmulas y la velocidad de ondas S y P.

Tabla 26. Resultados obtenidos con el ensayo triaxial Vs. Refracción sísmica

Calicatas	Triaxial		Parámetros geotécnicos	
	Cohesión del ensayo triaxial	Angulo de fricción	Cohesión de los parámetros geotécnicos	Angulo de fricción
Calicata 1	0.49	17.30	0.5557	26.1666
Calicata 2	0.50	17.80	0.5415	25.3455
Calicata 3	0.51	18.00	0.5574	26.2609

*Fuente:* Propia

La tabla 26 muestra los resultados obtenidos del ensayo triaxial, el cual está conformada por la calicata 01,02 y 03 que poseen una cohesión de 0.49 Kg/cm<sup>2</sup>, 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> y 0.51 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, también posee un ángulo de fricción de 17. 30°, 17. 80° y 18.00°, además nos indican los resultados obtenidos con los parámetros geotécnicos, en la cohesión se obtiene 0.5557 Kg/cm<sup>2</sup> en la calicata 01, 0.5415 Kg/cm<sup>2</sup> en la calicata 02 y 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> en la calicata 03, en caso del ángulo de fricción se obtuvo 26. 1666°, 25. 3455° y 26. 2609° respectivamente.

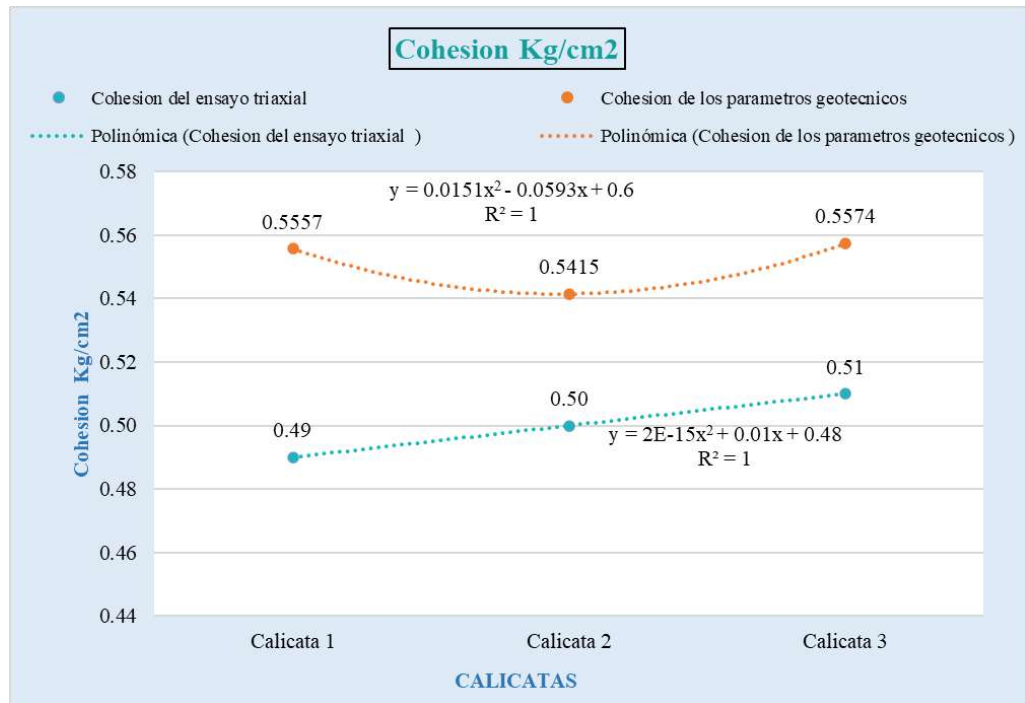


Figura 31. Cohesión obtenida del ensayo triaxial vs. Parámetros geotécnicos

Fuente: Propia

La figura 31, se estima que la cohesión del ensayo triaxial indica resultados mayores que la cohesión obtenida con los parámetros geotécnicos, dado que en la calicata 01 con el ensayo triaxial se obtuvo una cohesión de 0.49 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con los parámetros geofísicos se consiguió una cohesión de 0.5557 Kg/cm<sup>2</sup>, en la calicata 02 se puede observar que se logró una cohesión de 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> con el ensayo triaxial y 0.5415 Kg/cm<sup>2</sup> con los parámetros geotécnicos, finalmente en la calicata 03 se tiene una cohesión de 0.51 Kg/cm<sup>2</sup> con el ensayo triaxial y 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> con los parámetros geofísicos.

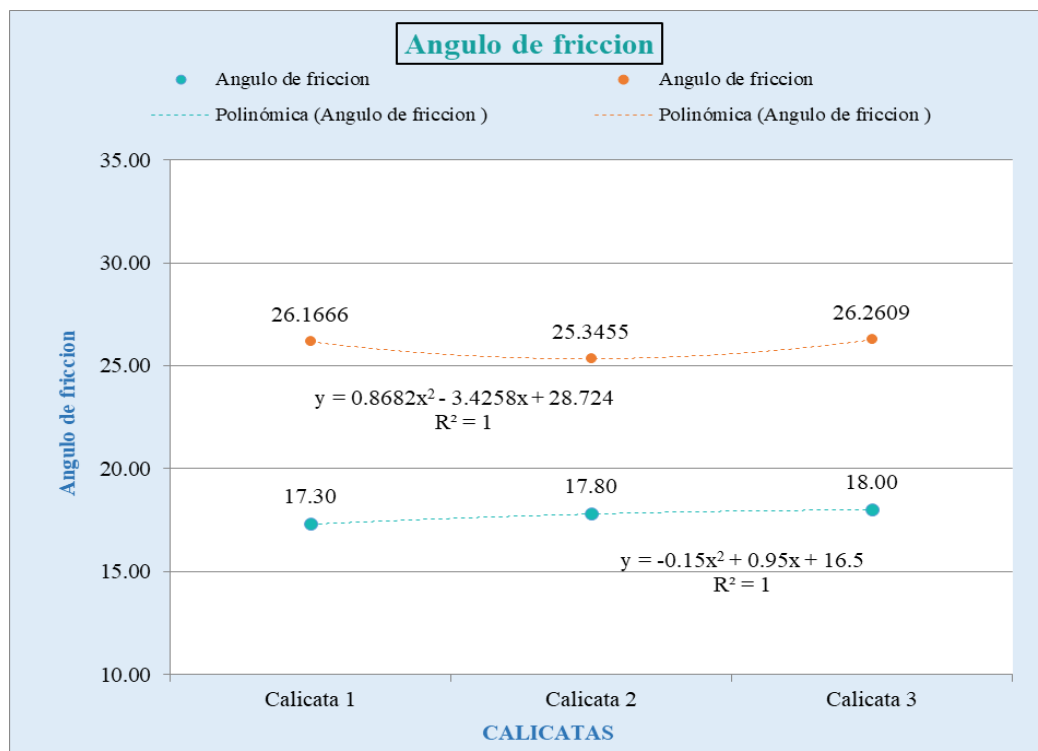


Figura 32. Refracción sísmica obtenida del ensayo triaxial vs. Parámetros geotécnicos

Fuente: Propia

Según la figura 32, indican que los ángulos de fricción obtenidos con los parámetros geofísicos son mayores que los obtenidos con el ensayo triaxial, se visualiza que en la calicata 01 se consiguió un ángulo de fricción de 26.1666° con los parámetros geofísicos y 17.30° con el ensayo triaxial, en la calicata 02 se adquirió un ángulo de fricción de 25.3455° con los parámetros geofísicos y 17.80° con el ensayo triaxial, por último en la calicata 03 se obtuvo un ángulo de fricción 26.2619° con los parámetros geofísicos y 18.00° con el ensayo triaxial.

## 5.6. Parámetros dinámicos del suelo

Los parámetros dinámicos conciernen a un conjunto de valores que representan de forma aproximada el comportamiento elástico del suelo, entendiendo que este último debido a su naturaleza isotrópica, no posee el mismo comportamiento de materiales rígidos, continuos y homogéneos por lo cual, los valores que corresponden a estos parámetros se establecen a partir de un conjunto de condiciones iniciales, incluyendo el estado de esfuerzos al cual se encuentra sometido.

Tabla 27. Parámetros dinámicos de la Línea sísmica LTRS-01

No. Estrato	Densidad calculada ( $\rho$ ) g/cm <sup>3</sup>	Módulo de Poisson ( $\nu$ )	Módulo de corte (G) t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young (E), t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk (K), t/m <sup>2</sup>
1	1.828	0.353	15262.81	41294.45	46749.08
2	1.843	0.437	20914.43	60124.99	160088.25
3	1.872	0.489	18472.83	55004.00	817151.98

Fuente: Propia

Según la tabla 27, La primera línea sísmica presenta que el estrato 01 una densidad calculada de 1.828 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.353, el módulo de corte de 15262.81 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 41294.45 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 46749.08 t/m<sup>2</sup>; en el estrato 02 se observa una densidad calculada de 1.843 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.437, el módulo de corte de 20914.43 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 60124.99 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 160088.25 t/m<sup>2</sup> y finalmente en el estrato 03 se indican un peso específico de 1.872 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.489, el módulo de corte de 18472.83 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 55004.00 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 817151.98 t/m<sup>2</sup>.

Tabla 28. Parámetros dinámicos de la línea sísmica LTRS-02

No. Estrato	Densidad calculada $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Poisson $\nu$	Módulo de corte G, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young E, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk K, t/m <sup>2</sup>
1	1.875	0.367	14462.01	39540.09	49561.27
2	1.891	0.443	19687.37	56823.94	166611.86
3	1.921	0.482	29635.21	87852.62	824155.53

Fuente: Propia

Según la tabla 28, la segunda línea sísmica presenta que el estrato 01 posee una densidad calculada de 1.875 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.367, el módulo de corte de 14462.01 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 39540.09 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 49561.27 t/m<sup>2</sup>; en el estrato 02 se observa una densidad calculada de 1.891 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.443, el módulo de corte de 19689.37 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 56823.94 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 166611.86 t/m<sup>2</sup> y finalmente en el estrato 03 se tienen un peso específico calculada de 1.921 g/cm<sup>3</sup>, así como también

el módulo de Poisson de 0.482, el módulo de corte de 29635.21 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 87852.62 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 824155.53 t/m<sup>2</sup>.

Tabla 29. Parámetros dinámicos de la línea sísmica LTRS-03

No. Estrato	Densidad calculada $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Poisson $\nu$	Módulo de corte G, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young E, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk K, t/m <sup>2</sup>
1	1.832	0.351	15438.29	41713.82	46655.34
2	1.847	0.438	20825.24	59887.17	160600.80
3	1.876	0.480	31893.25	94426.52	801020.90

Fuente: Propia

Según la tabla 29, la tercera línea sísmica presenta que el estrato 01 tiene una densidad calculada de 1.832 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.351, el módulo de corte de 15438.29 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 41713.82 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 46655.34 t/m<sup>2</sup>; en el estrato 02 se observa una densidad calculada de 1.847 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.438, el módulo de corte de 20825.24 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 59887.17 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 160600.80 t/m<sup>2</sup> y finalmente en el estrato 03 se presenta un peso específico calculada de 1.876 g/cm<sup>3</sup>, así como también el módulo de Poisson de 0.480, el módulo de corte de 31893.25 t/m<sup>2</sup>, módulo de Young de 94426.52 t/m<sup>2</sup> y el módulo de Bulk de 801020.90 t/m<sup>2</sup>.

### 3.3. Contrastación de hipótesis

#### 3.3.1. Análisis estadístico (Caracterización de suelos)

- H0: La caracterización de los suelos no se relaciona directamente con los parámetros geotécnicos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.
- H1: La caracterización de los suelos se relaciona directamente con los parámetros geotécnicos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.

#### Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 33 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia de 0.042 siendo menores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos no muestran una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula H1.

**Pruebas de normalidad**

	LTRS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LL	LTRS-01	,253	3	.	,964	3	,637
	LTRS-02	,253	3	.	,964	3	,637
	LTRS-03	,353	3	.	,824	3	,174
LP	LTRS-01	,314	3	.	,893	3	,363
	LTRS-02	,375	3	.	,774	3	,054
	LTRS-03	,373	3	.	,779	3	,065
IP	LTRS-01	,304	3	.	,907	3	,407
	LTRS-02	,377	3	.	,769	3	,042
	LTRS-03	,375	3	.	,775	3	,057

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 33. Prueba de normalidad

Fuente: Propia

De esta forma se pasa a realizar la prueba paramétrica de Kruskal- Wallis de un factor para dar aceptación o rechazar la hipótesis.

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de LL es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,027	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de LP es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,061	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de IP es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,027	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 34. Resultados de significancia de la prueba de Kruskal- Wallis

Fuente: Propia

En figura 34 de acuerdo a los resultados de la prueba de Kruskal- Wallis dando resultados de significancia de 0.027 y 0.027, de esta forma se rechaza

la hipótesis nula y se concluye que: La caracterización de los suelos se relaciona directamente con los parámetros geotécnicos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

### 3.3.2. Hipótesis (Velocidad de Ondas S y P)

- H0: La velocidad de ondas S y P de un suelo cohesivo varía notablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.
- H1: La velocidad de ondas S y P de un suelo cohesivo varía notablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

Tabla 30. Datos analizados en la estadística Vs y Vp

No. Estrato	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	286.16	600
	275	600
	287.5	600
2	333.56	1000
	319.5	1000
	332.5	1000
3	311.09	2100
	389	2100
	408.333	2100

Fuente: Propia

### Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 35 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia donde algunas son menores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos no muestran una distribución normal, por lo que se rechaza la hipótesis nula H0.

Pruebas de normalidad							
	LTRS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Velocidad onda P	LTRS-01	.	3	.	.	3	.
	LTRS-02	.	3	.	.	3	.
	LTRS-03	.	3	.	.	3	.
Velocidad onda S	LTRS-01	,350	3	.	,829	3	,187
	LTRS-02	,361	3	.	,806	3	,129
	LTRS-03	,314	3	.	,892	3	,361

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 35. Resultados de la prueba de normalidad

Fuente: Propia

De esta forma se plantea realizar la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis para muestras independientes.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Velocidad onda S es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,061	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Velocidad onda P es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,018	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 36. Resultado de la prueba de Kruskal - Wallis

Fuente: Propia

De acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis se identificó valores de significancia de 0.018 menor al valor de significancia de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula. De esta forma se concluye que: La velocidad de ondas S y P de un suelo cohesivo varía notablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.



### 3.3.3. Análisis estadístico (Cohesión y ángulo de fricción)

- H0: La cohesión y el ángulo de fricción de un suelo cohesivo cambia considerablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.
- H1: La cohesión y el ángulo de fricción de un suelo cohesivo cambia considerablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

#### Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 37 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia de 0.860, 0.952, 0.859 y 0.966 siendo mayores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos muestran una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula H0.

Pruebas de normalidad							
	LTRS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cohesión	LTRS-01	,200	3	.	,995	3	,860
	LTRS-02	,178	3	.	,999	3	,952
	LTRS-03	,175	3	.	1,000	3	1,000
Angulo de fricción	LTRS-01	,200	3	.	,995	3	,859
	LTRS-02	,176	3	.	1,000	3	,982
	LTRS-03	,177	3	.	1,000	3	,966

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 37. Prueba de normalidad de los resultados de desgaste de la mezcla asfáltica caliente con bolsas plástico recicladas

Fuente: Propia

#### Estadísticos de homogeneidad y varianza

En la figura 38 Se identificaron resultados de homogeneidad y varianza con el estadístico de Levene dando resultados de significancia mayores al 0.05 aceptando la hipótesis nula identificando que no hay una diferencia significativa entre las varianzas.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Cohesión	Se basa en la media	,059	2	6	,943
	Se basa en la mediana	,035	2	6	,966
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,035	2	5,812	,966
	Se basa en la media recortada	,058	2	6	,945
Angulo de fricción	Se basa en la media	,065	2	6	,938
	Se basa en la mediana	,038	2	6	,962
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,038	2	5,794	,963
	Se basa en la media recortada	,063	2	6	,939

*Figura 38. Análisis de varianza del estadístico de Levene*

Fuente: Propia

De esta forma se pasa a realizar la prueba paramétrica de Anova de un factor para dar aceptación o rechazar la hipótesis.

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Cohesión	Entre grupos	,000	2	,000	,009	,991
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,000	8			
Angulo de fricción	Entre grupos	,000	2	,000	,010	,990
	Dentro de grupos	,080	6	,013		
	Total	,080	8			

*Figura 39. Resultados de significancia de la prueba de Anova*

Fuente: Propia

En figura 39 de acuerdo a los resultados de la prueba de Anova dando resultados de significancia de 0.991 y 0.990, de esta forma se acepta la hipótesis nula y se concluye que: La cohesión y el ángulo de fricción de un suelo cohesivo cambia considerablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

### 3.3.4. Análisis estadístico (Parámetros dinámicos)

- H0: Los parámetros mecánicos de un suelo cohesivo no varían significativamente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

- H1: Los parámetros mecánicos de un suelo cohesivo varían significativamente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.

Tabla 31. Los datos mecánicos empleados en el análisis estadístico

No. Estrato	Módulo de Poisson ( $\nu$ )	Módulo de corte (G) t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young (E), t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk (K), t/m <sup>2</sup>
1	0.353	15262.81	41294.45	46749.08
	0.367	14462.01	39540.09	49561.27
	0.351	15438.29	41713.82	46655.34
2	0.437	20914.43	60124.99	160088.25
	0.443	19687.37	56823.94	166611.86
	0.438	20825.24	59887.17	160600.80
3	0.489	18472.83	55004.00	817151.98
	0.482	29635.21	87852.62	824155.53
	0.480	31893.25	94426.52	801020.90

### Análisis de normalidad con el test de Shapiro -Wilk

En la figura 40 se muestra los resultados de la prueba de normalidad se identificó los resultados de significancia de 0.220, 0.298, 0.125 y 0.301 siendo mayores al 0.05 de significancia de análisis es así que los datos muestran una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis nula H0.

	LTRS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo de Poisson	LTRS-01	,343	3	.	,842	3	,220
	LTRS-02	,328	3	.	,871	3	,298
	LTRS-03	,304	3	.	,907	3	,407
Módulo de corte	LTRS-01	,322	3	.	,880	3	,324
	LTRS-02	,362	3	.	,804	3	,125
	LTRS-03	,327	3	.	,872	3	,301
Módulo de Young	LTRS-01	,317	3	.	,888	3	,349
	LTRS-02	,362	3	.	,804	3	,123
	LTRS-03	,327	3	.	,871	3	,298
Módulo de Bulk	LTRS-01	,375	3	.	,774	3	,054
	LTRS-02	,360	3	.	,809	3	,135
	LTRS-03	,268	3	.	,951	3	,572

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Figura 40. Prueba de normalidad de los resultados de desgaste de la mezcla asfáltica caliente con bolsas plástico recicladas*

Fuente: Propia

### **Estadísticos de homogeneidad y varianza**

En la figura 41 Se identificaron resultados de homogeneidad y varianza con el estadístico de Levene dando resultados de significancia mayores al 0.05 aceptando la hipótesis nula identificando que no hay una diferencia significativa entre las varianzas.

		<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Módulo de Poisson	Se basa en la media	3,063	2	6	,121
	Se basa en la mediana	,341	2	6	,724
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,341	2	3,412	,733
	Se basa en la media recortada	2,605	2	6	,153
Módulo de corte	Se basa en la media	10,791	2	6	,010
	Se basa en la mediana	1,429	2	6	,311
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,429	2	2,067	,408
	Se basa en la media recortada	9,304	2	6	,014
Módulo de Bulk	Se basa en la media	4,927	2	6	,054
	Se basa en la mediana	1,471	2	6	,302
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,471	2	2,836	,364
	Se basa en la media recortada	4,576	2	6	,062
Módulo de Young	Se basa en la media	11,184	2	6	,009
	Se basa en la mediana	1,468	2	6	,303
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,468	2	2,050	,402
	Se basa en la media recortada	9,634	2	6	,013

*Figura 41. Análisis de varianza del estadístico de Levene*

Fuente: Propia

De esta forma se pasa a realizar la prueba paramétrica de Kruskal- Wallis de un factor para dar aceptación o rechazar la hipótesis.

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Módulo de Poisson es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,027	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Módulo de corte es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,061	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Módulo de Young es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,061	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de Módulo de Bulk es la misma entre las categorías de LTRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,027	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

*Figura 42. Resultados de significancia de la prueba de Kruskal- Wallis*

Fuente: Propia

En figura 42 de acuerdo a los resultados de la prueba de Kruskal- Wallis dando resultados de significancia de 0.027 y 0.027, de esta forma se rechaza la hipótesis nula y se concluye que: Los parámetros mecánicos de un suelo cohesivo varían significativamente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.

## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. Discusión de resultados con antecedentes

**OG:** En relación al objetivo general los resultados que se han obtenido en la 03 línea sísmica de los parámetros geotécnicos aplicados en los suelos para la construcción de cimentaciones profundas fueron de una velocidad de ondas S que varía de 287.50 m/s a 408.33 m/s en los tres estratos y una velocidad de ondas P que varía de 600 m/s a 2100 m/s en los tres estratos, con lo cual se determina que el suelo está conformado por matriz de grava con finos en estado de cimentación de finos y posee una cohesión de 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> y un ángulo de fricción de 26.2609°, también se obtuvo por cada uno de los tres estratos un módulo de Poisson de 0.351  $\nu$ , 0.438  $\nu$  y 0.480  $\nu$ , junto con un módulo de Bulk de 46655.34 t/m<sup>2</sup>, 160600.80 t/m<sup>2</sup> y 801020.90 t/m<sup>2</sup> respectivamente.

Según Juárez Gutierrez,(2022) citado en los antecedentes nacionales presenta la tesis “Análisis y evaluación de los parámetros geotécnicos del suelo arcilloso para una propuesta de un tipo de cimentación de las edificaciones, en el sector de Amancaes, Abancay, Apurímac, 2022” al cual nos brinda como resultado que los parámetros de resistencia debido a mecanismos como la fuerza cohesiva  $C=0,00$  (Kg/cm<sup>2</sup>) y el ángulo de fricción interna ( $\phi=29,2$ ), la capacidad permitida  $Q_{adm} = 1,10$  (kg) para el ancho de cimentación  $B=2,5$  m y la profundidad de remoción  $D_f=2,00$  m.  $Q_{adm} = 1,75$  (Kg/cm<sup>2</sup>) según el método

Terzaghi,  $Q_{adm} = 1,75$  (Kg/cm<sup>2</sup>) según el método Meyerhoff, en condiciones de total saturación para muestras sin cambios y para el pozo C2. Los parámetros de resistencia mecánica como la fuerza de cohesión ( $C = 0,29$  (kg/cm<sup>2</sup>)) y el ángulo de fricción interna ( $\phi = 12,1$ ) indican valores permitidos cuando el ancho de cimentación  $B = 2,5$  m y la profundidad de remoción  $D_f = 2,00$  m. Capacidad de carga  $Q_{adm} = 1,25$  (kg/cm<sup>2</sup>).

**O1:** En relación en a el primer objetivo el tipo de suelo que se obtuvo para las 03 líneas sísmicas este conformado por suelo intemperizado con relleno no controlado con material de grava arcillosa seca que forma parte del primer estrato, el segundo estrato está conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación moderada y el tercer estrato está conformado por un aluvión compacto o rocas alteradas, mientras que con el sondaje de Masw que se encuentran tipos de suelos en los tres estratos fue de suelos intermedios.

Según Borja Menéndez (2020) citado en los antecedentes internacionales presenta la tesis titula “Análisis geotécnico y estructural de la solución constructiva presentada ante el deslizamiento de la calle Carapungo que comunica a Llano chico con llano grande”, muestra como resultado En el área de estudio, loas tierras generalmente consisten en 25% de limo y arcilla, 30% de arena, 35% de arena media y 10% de arena gruesa, que pueden clasificarse como suelos arcillo-arena (SM).

**O2:** En correlación del objetivo concreto la velocidad de ondas P obtenidas en la 01 línea sísmica para los estratos 01,02 y 03 fue de 286.16 m/s, 333.56 m/s y 311.09 m/s respectivamente, en la 02 línea sísmica seo obtuvieron 275 m/s, 319.5 m/s, 389 m/s y finalmente en la 03 línea sísmica se obtuvieron datos de 287.5 m/s en el primer estrato, 332.5 m/s en el segundo estrato y 408.33 m/s en el tercer estrato. Por otro lado, la velocidad de ondas S obtenidas para la 01 línea sísmica fue 600 m/s en el estrato 01, 1000 m/s en el segundo estrato y 2100 m/s en el tercer estrato, la 02 línea sísmica indica la velocidad de ondas de 600 m/s en el primer estrato, 1000 m/s en el segundo estrato y 2100 m/s en el tercer estrato, los mismos resultados presenta la línea sísmica 03 para los estratos 01,02 y 03 se tiene una velocidad de onda S de 600 m/s, 1000 m/s y 2100 m/s respectivamente.

Según Sánchez Sanchez (2018) citado en los antecedentes nacionales presenta la tesis titulada “Caracterización geotécnica del centro norte de Quito relacionada con el uso y

ocupación del suelo por obras civiles”, brinda como resultado Ésta es un área de estudio. 55% del suelo es ML, 26% CL, 15% CL\_ML, 3% MH. Entre la profundidad del agua de 6 y 12 metros, el valor NSPT6-12 es de 3 a 50, la velocidad de la onda sísmica  $V_{s6-12}$  es de 155 m/s a 329 m/s y la velocidad de la onda sísmica  $V_{s12}$  es de 12 metros. La profundidad del agua varía de 155 m/s a 321 m/s.

**O3:** Correlacionando el tercer objetivo concreto se logró que la cohesión de la calicata 01, 02 y 03 con el ensayo triaxial presentaron resultados de 0.49 Kg/cm<sup>2</sup>, 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> y 0.51 Kg/cm<sup>2</sup>, en caso de los parámetros geotécnicos se obtuvo cohesiones para cada una de las tres líneas sísmicas de 0.5557 Kg/cm<sup>2</sup>, 0.5415 Kg/cm<sup>2</sup> y 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; el ángulo de fricción que se obtuvo para la calicata 01, 02 y 03 con el ensayo triaxial fue de 17. 30°, 17. 80° y 18.00°, en caso de los parámetros geotécnicos se obtuvo ángulos de fricción de 26. 1666°, 25. 3455° y 26. 2609° respectivamente a las 03 líneas sísmicas.

Según Chalco Chávez y otros (2019) citado en los antecedentes nacionales presentan la tesis titulada “Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio oasis, distrito de paracas -Pisco-Ica-Perú”, la cual presenta como resultados que en el estudio geotécnico se obtuvo una arena pobremente graduada, Parámetros de resistencia obtenidos del suelo tipo A2-4(0), densidad 1,68 g/cm<sup>3</sup>, ángulo de fricción en ensayo de corte directo 33,5° y cohesión 0,00.

**O4:** Correlacionando al cuarto objetivo concreto se logró los parámetros dinámicos del suelo que se obtuvieron en las líneas sísmicas fueron: Para la 01 línea sísmica, el primer estrato presenta un módulo de Poisson de 0.353  $\nu$  y un módulo de Bulk 46749.08 t/m<sup>2</sup>, el segunda y tercer estrato presenta un módulo de Poisson de 0.437  $\nu$ , 0.489  $\nu$ , junto con un módulo de Bulk 160088.25 t/m<sup>2</sup> y 817151.98 t/m<sup>2</sup> respectivamente; en la 02 línea sísmica se tiene tres estratos que presenta un módulo de Poisson de 0.367  $\nu$ , 0.443  $\nu$  y 0.482  $\nu$  respectivamente junto con un modulo de Bulk de 49561.27 t/m<sup>2</sup>, 166611.86 t/m<sup>2</sup> y 824155.53 t/m<sup>2</sup> y finalmente en la 03 línea sísmica se obtiene por cada uno de los tres estratos un módulo de Poisson de 0.351  $\nu$ , 0.438  $\nu$  y 0.480  $\nu$ , junto con un módulo de Bulk de 46655.34 t/m<sup>2</sup>, 160600.80 t/m<sup>2</sup> y 801020.90 t/m<sup>2</sup> respectivamente a los estratos.

Según Zevallos Flores (2018) citado en los antecedentes nacionales presenta la tesis “Métodos de refracción sísmica MASW - MAM y parámetros elásticos del puente vehicular



interregional pampas. Ayacucho – Apurímac. 2016” MASW presenta resultados obtenidos utilizando métodos de refracción sísmica para obtener velocidades de ondas de corte, ondas de compresión y densidades de materiales que se propagan. Con ayuda de esta información se calculan y evalúan los parámetros de elasticidad. El módulo de Poisson de obtiene en el primer estrato es de 0.42 v, el segundo, tercer, cuarto y quinto estrato presentan un módulo de Poisson de 0.42; 0.38, 0.36 y 0.34 respectivamente, los mismos estratos estudiados también presentan un módulo elástico de 46839.03 t/m<sup>2</sup>, 79182.07 t/m<sup>2</sup>, 127995.88 t/m<sup>2</sup>, 198642.22 t/m<sup>2</sup> y 284062.02 t/m<sup>2</sup> correspondientemente a cada uno de los 05 estratos.

## CONCLUSIONES

**OG:** Se concluyo que el mejor resultados que se han obtenido fue en la 03 línea símica realizado con los parámetros geotécnicos aplicados en terrenos donde se construirán cimientos profundos, puesto que se consiguió una velocidad de ondas S que varía de 287.50 m/s a 408.33 m/s en los tres estratos y una velocidad de ondas P que varía de 600 m/s a 2100 m/s en los tres estratos, con lo cual se determina que el suelo está conformado por matriz de grava con finos en estado de cimentación de finos y posee una cohesión de 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> y un ángulo de fricción de 26.2609°, también se obtuvo por cada uno de los tres estratos un módulo de Poisson de 0.351  $\nu$ , 0.438  $\nu$  y 0.480  $\nu$ , junto con un módulo de Bulk de 46655.34 t/m<sup>2</sup>, 160600.80 t/m<sup>2</sup> y 801020.90 t/m<sup>2</sup> respectivamente.

**O1:** La caracterización del suelo guarda una relación con los parámetros geotécnicos puesto que obtuvimos resultados en donde las 03 líneas símicas están conformados por suelo intemperizado con relleno no controlado con material de grava arcillosa seca que forma parte del primer estrato, el segundo estrato está conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación moderada y el tercer estrato está conformado por un aluviones o rocas que se encuentran alteradas, mientras que con el sondaje de Masw el tipo de suelo encontrado en los tres estratos fue de suelos intermedios.

**O2:** La velocidad de ondas P y S varían notablemente, dado que la velocidad de ondas P obtenidas en la 01 línea símica para los estratos 01,02 y 03 fue de 286.16 m/s, 333.56 m/s y 311.09 m/s respectivamente, en la 02 línea símica se obtuvieron 275 m/s, 319.5 m/s, 389 m/s y finalmente en la 03 línea símica se obtuvieron datos de 287.5 m/s en el primer estrato, 332.5 m/s en el segundo estrato y 408.33 m/s en el tercer estrato. Por otro lado, la velocidad de ondas S obtenidas para la 01 línea símica fue 600 m/s en el estrato 01, 1000 m/s en el segundo estrato y 2100 m/s en el tercer estrato, la 02 línea símica indican una velocidad de ondas de 600 m/s en el primer estrato, 1000 m/s en el segundo estrato y 2100 m/s en el tercer estrato, los mismos resultados presenta la línea símica 03 para los estratos 01,02 y 03 se tiene una velocidad de onda S de 600 m/s, 1000 m/s y 2100 m/s respectivamente.

**O3:** La cohesión y ángulo de fricción muestran cambios considerables dependiendo del ensayo con el que se realice la obtención de datos, en caso de la cohesión de la calicata 01, calicata 02 y calicata 03 con el ensayo triaxial presentaron resultados de 0.49 Kg/cm<sup>2</sup>, 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> y 0.51

Kg/cm<sup>2</sup>, en caso de los parámetros geotécnicos se obtuvo cohesiones para cada una de las tres líneas sísmicas de 0.5557 Kg/cm<sup>2</sup>, 0.5415 Kg/cm<sup>2</sup> y 0.5574 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; el ángulo de fricción que se obtuvo para la calicata 01, 02 y 03 con el ensayo triaxial fue de 17.30°, 17.80° y 18.00°, en caso de los parámetros geotécnicos se obtuvo ángulos de fricción de 26.1666°, 25.3455° y 26.2609° respectivamente a las 03 líneas sísmicas.

**O4:** Los parámetros dinámicos del suelo varían significativamente dado que los resultados que se obtuvieron en las líneas sísmicas fueron: Para la 01 línea sísmica, el primer estrato presenta un módulo de Poisson de 0.353*v* y un módulo de Bulk 46749.08 t/m<sup>2</sup>, el segunda y tercer estrato presenta un módulo de Poisson de 0.437 *v*, 0.489 *v*, junto con un módulo de Bulk 160088.25 t/m<sup>2</sup> y 817151.98 t/m<sup>2</sup> respectivamente; en la 02 línea sísmica se tiene tres estratos que presenta un módulo de Poisson de 0.367 *v*, 0.443 *v* y 0.482 *v* respectivamente junto con un modulo de Bulk de 49561.27 t/m<sup>2</sup>, 166611.86 t/m<sup>2</sup> y 824155.53 t/m<sup>2</sup> y finalmente en la 03 línea sísmica se obtiene por cada uno de los tres estratos un módulo de Poisson de 0.351 *v*, 0.438 *v* y 0.480 *v*, junto con un módulo de Bulk de 46655.34 t/m<sup>2</sup>, 160600.80 t/m<sup>2</sup> y 801020.90 t/m<sup>2</sup> respectivamente a los estratos.

## **RECOMENDACIONES**

1. Las pruebas de refracción sísmica no son muy precisas en los cálculos de profundidad, por lo que se recomienda extrema precaución. Por lo tanto, los datos deben extraerse con cuidado.
2. Se recomienda seguir con mayor atención el procedimiento y parámetros estipulados en la normativa al realizar el ensayo de refracción sísmica, así como también realizar un adecuado procedimiento en el ensayo triaxial.
3. Es recomendable trabajar con el ensayo triaxial puesto que este nos proporciona datos más confiables en comparación al ensayo de refracción sísmicas el cual presenta cierto pequeños errores de precisión.
4. Se recomienda prestar atención a los distintos tipos de suelos y rocas que pueden poseer una velocidad de propagación semejantes, por esto es necesario contar con información geológica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agreda, E y Llajaruna, D. 2022.** *“Aplicación de métodos estadísticos para la estimación de parámetros geotécnicos en los suelos del distrito de Víctor Larco Herrera – provincia Trujillo – departamento La Libertad.* Facultad de ingeniería , Universidad Privada Antenor Orrego . Trujillo : s.n., 2022. pág. 207, Pre grado .
- Armesto, D. 2018.** *Determinación del ángulo de fricción suelo-muro para el dimensionamiento de muros de contención sobre suelos arenosos de la quebrada Palmichal.* Facultad Ingeniería civil, Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga : Universidad Pontificia Bolivariana, 2018. pág. 114, Tesis de grado.
- Atencio, V y Angulo, R. 2020.** *Determinación de la capacidad de carga admisible para las cimentaciones superficiales del sector 12 San Antonio, distrito G. Albarracín, provincia Tacna-2020.* Escuela profesional de Ingeniería civil, Universidad Privada de Tacna. Tacna-Perú : Universidad Privada de Tacna, 2020. pág. 150, Tesis pregrado.
- Bernardo, C, Carbajal, Y y Contreras, V. 2019.** *Metodología de la investigación, manual del estudiante.* Coordinación Académica de la UAEG, Universidad de San Marcos. Lima : Universidad de San Martín de Porres, 2019. Manual.
- Borja, G. 2020.** *Análisis geotécnico y estructural de la solución constructiva presentada ante el deslizamiento de la calle Carapungo que comunica a llano chico con llano grande.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito . Quito : s.n., 2020. pág. 106, Tesis pregrado.
- Chalco, P y Olivos, C. 2019.** *Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio oasis, distrito de Paracas-Pisco-Ica - Perú.* Facultad de Ingeniería y arquitectura, Universidad San Martín de Porres. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2019. pág. 151, Tesis Pregrado.
- Colomé, D. 2018.** *Metodología para el estudiante de posgrado en ingeniería.* [aut. libro] Instituto de Energía Eléctrica. Primera. Buenos Aires : Plaza, 2018.
- Cometa, S y Mendez, N. 2016.** *Correlación entre los resultados obtenidos en el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial en un suelo arcilloso típico de la zona occidental de Bogotá.* Facultad Tecnológica-Ingeniería Civil, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016. pág. 75, Tesis de grado.
- Coruña, R. 2023.** *Estudio Geotécnico de una vivienda unifamiliar. Reforma Coruña.* [En línea] 2023.

- Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información.* **Risso, V. 2018.** [ed.] Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar de Plata : Universidad Nacional de Mar del Plata, 02 de 04 de 2018, Revista Española de Documentación Científica, pág. 13.
- Estudio de suelos. 2018.** EGEO con fines de Diseño de Cimentación. *estudiosesuelos.pe.* [En línea] 2018.
- Figuroa, L. 2021.** *Correlaciones de características geotécnica en suelos blandos con ensayos CPTU y SPT: caso de suelos del occidente de Bogotá.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2021. pág. 94, Tesis pregrado.
- Gallardo, E. 2018.** *Metodología de la investigación.* Universidad Continental. Huancayo : Universidad Continental, 2018. pág. 98, Manual.
- Geo-constru. 2023.** *geostru.eu. Parámetros geotécnicos características.* [En línea] 24 de 06 de 2023. <https://www.geostru.eu/shop/software-es/geotecnia-y-geologia/parametro-geotecnicos-caracteristicas/?lang=es#:~:text=Los%20par%C3%A1metros%20geot%C3%A9cnicos%20se%20tratan,puede%20verse%20en%20Google%20Maps..>
- Geotecnia y mecánica de suelos. 2018.** Laboratorio de Mecánica de Suelos en Perú- Trujillo. *geotecniaymecanicasuelosabc.com.* [En línea] 2018.
- Gil, J. 2018.** *Conceptualización de la metodología de un estudio geotécnico definitivo en base en la literatura científica y la normativa legal vigente.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2018. pág. 161, Tesis Pregrado.
- Giraldo, J. 2016.** *Manual para los seminarios de investigación en Psicología.* s.l. : Universidad Cooperativa de Colombia, 2016.
- González, F. 2015.** *Estimación de velocidad de onda de corte: registro de ondas superficiales love V/S refracciones de ondas internas SH.* de Geofísica, Universidad de Chile. Santiago : Universidad de Chile, 2015. Tesis post grado.
- Hernando, I. 2020.** Estudio geofísico de los acantilados de la Costa Verde en el Distrito de Magdalena del Mar. *Instituto geofísico del Perú.* [En línea] 2020.
- Jimenez, C. 2018.** *geosphera.es. geosphera.es.* [En línea] 03 de 06 de 2018.
- Jorge, M y Rosa, M. 2019.** Validez de evaluaciones educacionales en Chile y Latinoamérica. Chile : Universidad Católica de Chile, 2019.
- Juárez, G. 2022.** *Análisis y evaluación de los parámetros geotécnicos del suelo arcilloso para una propuesta de un tipo de cimentación de las edificaciones, en el sector de*

- Amancaes, Abancay-Apurimac*. Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de los Andes. Apurimac : Universidad Tecnológica de los Andes, 2022. pág. 120, Tesis pregrado.
- Kramer, S. 1996.** *Geotechnical earthquake engineering*. [ed.] Bill Stenquist. Nueva Jersey : Prentice Hall, 1996. pág. 673.
- Leon, J, Villalaz, M y Castillo, J. 2019.** *Ensayos de Laboratorio Básicos para Evaluar los Parámetros de Resistencia en los Suelos: Corte Directo, Triaxial y Compresión No Confinada*. Facultad de Ingeniería y tecnología, Universidad Católica Santa María la Antigua. Chicayo : s.n., 2019. pág. 43, Informe.
- Lujan, Js y Siccha, M. 2022.** *Evaluación de parámetros geotécnicos por métodos estadísticos y SIG en los suelos de la zona sur del distrito de Trujillo – provincia de Trujillo – departamento La Libertad*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2022. pág. 2022, Pre grado.
- Mariona, J. 2019.** Investigación en Psicología a los diseños experimentaciones, cuasi-experimentales y ex post facto. Barcelona : s.n., 2019, pág. 169.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2021.** Gob.pe. *Estado peruano*. [En línea] 04 de Noviembre de 2021. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- Navas, A. 2021.** El papel primordial del suelo. [En línea] 2021.
- Paredes, J. 2020.** *Evaluación de parámetros geotécnicos de los depósitos de suelo ubicados en la llanura aluvial y en el complejo deltaico estuarino de Guayaquil (ECU), y sectores adyacentes de daule, samborondón y durán, mediante ensayos insitu cptu*. Facultad de ingeniería en ciencias de la tierra, Escuela superior politecnica del litoral. Guayaquil, Ecuador : s.n., 2020. Tesis de Post grado.
- Peña, A y Rey, D. 2020.** *Comportamiento del Limite de contraccion obtenido mediante el uso de fluidos diferentes al mercurio para Limos Inorganicos de baja compresibilidad de la UPB seccional Bucaramanga*. Escuela De Ingeniería , Universidad Pontificia Bolívar Seccional Bucaramanga . Bucaramanga : s.n., 2020. pág. 134, Pre grado.
- Rebata, C. 2021.** *Aplicación del ensayo Masw para la determinación de la velocidad de ondas de corte y correlaciones con el ensayo CPT*. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021. Tesis pregrado.
- Relloso, R. 2021.** Metodología de la Investigación. [aut. libro] Rafael Relloso Chacin. *Metodología de la Investigación*. Estados Unidos : s.n., 2021, pág. 13.

- Sánchez, E. 2018.** *Caracterización geotécnica del centro norte de Quito relacionada con el uso y ocupación del suelo por obras civiles.* Ciencias geográficas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito : Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018. pág. 60, Tesis de postgrado.
- Sánchez, H, Reyes, C y Mejía, K. 2018.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* [ed.] Vicerrectorado de Investigación. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018.
- Suelo.* **Zita, A. 2019.** Venezuela : s.n., 2019, Toda Materia.
- Teajada, F. 2020.** *Análisis de la influencia de factores geotécnicos de suelos en la susceptibilidad a deslizamientos.* Escuela Comlobiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá : s.n., 2020. Tesis de Magíster.
- Técnicas e instrumentos para recoger datos del hecho social educativo.* **Catillo, M. 2021.** Guayaquil : s.n., 01 de enero de 2021, Retos de la ciencia, Vol. 5, pág. 12.
- Torres, L. 2019.** *Correlación del límite de contracción y la actividad coloidal en suelos arcillosos, la Victoria-Lambayeque 2019.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán. Pimentel : s.n., 2019. Tesis Pregrado.
- Toscano, F. 2018.** *Metodología de la investigación.* [ed.] Universidad Externado de Colombia. 1. s.l. : Externado, 2018. pág. 118.
- Vásquez, L. 2011.** *Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca.* Facultad de ciencias humanas , Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2011. Tesis de pregrado.
- Ventura, E. 2022.** Mapas de los 124 distritos y 09 provincias del departamento de Junín. [En línea] 18 de 04 de 2022. <https://edmanventura.wordpress.com/2021/04/18/mapas-de-los-124-distritos-y-09-provincias-del-departamento-de-junin/>.
- Villa, E y Oblistas, J. 2021.** *Estabilización de suelos cohesivos con cloruro de sodio para fines de pavimentación de la Av. agricultura en la ciudad de Chota-Región Cajamarca.* Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad San Martín de Porres . Lima : s.n., 2021. pág. 279, Pre grado .
- Wordpress. 2018.** Métodos de exploración. *Wordpress.com.* [En línea] 09 de 2018.
- Yepes, V. 2019.** Concepto y clasificación de las cimentaciones. *victoryepes.blogs.upv.es.* [En línea] Universidad Politécnica de Valencia, 09 de 01 de 2019.



<https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/01/09/concepto-y-clasificacion-de-las-cimentaciones/>.

**Zevallos, A. 2018.** *Métodos de refracción sísmica MASW - MAM y parámetros elásticos del puente vehicular interregional pampas. Ayacucho – Apurímac. 2016.* Escuela de ingeniería, Universidad peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2018. pág. 214, Tesis de pregrado.

## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACIÓN PALIAN, HUANCAYO, 2023”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
<b>Problema general:</b> ¿Cuáles son los resultados de los parámetros geotécnicos, aplicados en el suelo cohesivo para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización palian, Huancayo, 2023?	<b>Objetivo general:</b> Determinar los resultados de los parámetros geotécnicos, aplicados en el suelo cohesivo para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización palian, Huancayo, 2023.	<b>Hipótesis general:</b> Los parámetros geotécnicos de un suelo cohesivo presentan resultados favorables para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización palian, Huancayo, 2023.	<b>Variable Independiente:</b>  Suelos cohesivos.	Granulometría	Tamaño de articulas	Tamices	<b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuantitativo <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada. <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Descriptivo <b>CUANDO:</b> 2023 <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> El diseño de investigación utilizará un esquema Experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso, provincia de Huancayo. <b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> <b>POBLACIÓN.</b> La población será el suelo en estado natural extraído de la urbanización Palian, distrito de Huancayo, región Junín. <b>MUESTRA:</b> La muestra será determinada según el tipo de muestreo no probabilístico conformado por los suelos de un terreno ubicado en la urbanización Palian, distrito de Huancayo, región de Junín. <b>TÉCNICAS</b> <b>E</b> <b>INSTRUMENTOS:</b> - Recolección de datos <b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> - Estadístico y probabilístico.
				RNE	E 0.50 (Suelos y cimentaciones)	Bibliografía	
				Tipos	Arcillas Limos	Ficha de laboratorio	
				Caracterización de suelos	Prospección geofísica	Ficha de laboratorio	
<b>Problemas específicos:</b> a) ¿Qué relación existe entre la caracterización de los suelos y los parámetros geotécnicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?  b) ¿Cuánto varía la velocidad de ondas S y P, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?  c) ¿Cuánto cambia la cohesión y el ángulo de fricción interna, aplicado en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?  d) ¿Cuál es la variación de parámetros dinámicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023?	<b>Objetivos específicos:</b> a) Demostrar la relación de la caracterización de los suelos y los parámetros geotécnicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.  b) Evaluar la variación de la velocidad de ondas S y P, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.  c) Determinar el cambio de cohesión y ángulo de fricción interna, aplicado en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023  d) Analizar la variación de los parámetros mecánicos, aplicados en suelos cohesivos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.	<b>Hipótesis específicas</b> a) La caracterización de los suelos se relaciona directamente con los parámetros geotécnicos para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.  b) La velocidad de ondas S y P de un suelo cohesivo varía notablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.  c) La cohesión y el ángulo de fricción de un suelo cohesivo cambia considerablemente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.  d) Los parámetros mecánicos de un suelo cohesivo varían significativamente para la construcción de cimentaciones profundas, urbanización Palian, Huancayo, 2023.	<b>Variable dependiente:</b>  Parámetros geotécnicos	Velocidad de Ondas S y P	Refracción símica Masw	Ficha de laboratorio	
				Cohesión y ángulo de fricción	Prospección geofísica Ensayo Triaxial	Ficha de laboratorio	
				Parámetros dinámicos	Refracción símica Masw	Ficha de laboratorio	

Anexo 1 – Matriz de consistencia

---

urbanización Huancayo,2023?	Palian,	profundas, urbanización Palian, Huancayo,2023.
--------------------------------	---------	---

---

**Anexo N°02: Matriz de Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>1: Variable Independiente</b>  <b>Suelos cohesivos</b>	Estos suelos están compuestos por diminutas partículas y demasiada arcilla para que los suelos cumplan la función de adherirse solos. Los suelos cohesivos son capaces de lograr cambios en su volumen ya que están en función de la humedad también llamados suelos cohesivos. Así como las partículas de suelo tienden a adherirse a sí mismo “Castro Inga” (2018).	Tener que determinar las variables suelos cohesivos de esta forma desarrollar en función a las dimensiones: D1: Granulometría D2: RNE D3: Tipos Estos se distribuyen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.	Granulometría	Tamaño de partículas
			RNE	E 0.50 (Suelos y cimentaciones)
			Tipos	Arcillas  Limos
<b>2: Variable Dependiente</b>  <b>Parámetros geotécnicos</b>	Son aquellos que se determinan por ensayos de mecánicas de suelos o se estiman por un valor característico, Estos describen detalles del subsuelo o el valor medio más significativo. Los parámetros geotécnicos se refieren a grupos de distintas características geológicas y diversos suelos, ya que son capaces de saber sus propiedades mecánicas de esa forma resolver el peso que puede soportar un suelo a su vez observar el asentamiento que puede sufrir dicha estructura. “Escobar Mendoza y otros” (2019)	Tener que determinar la variable Parámetros geotécnico de esta forma desarrollar en función a sus dimensiones: D1: Velocidad de ondas de corte D2: Ángulo de fricción interna D3: Límites de Contracción  Estos están divididos en indicadores que apoyaran a identificar de forma clara las dimensiones.	Caracterización de los suelos	Prospección geofísica
			Velocidad de Ondas S y P	Refracción símica Masw
			Cohesión y ángulo de fricción	Prospección geofísica Ensayo Triaxial
			Parámetros dinámicos	Refracción símica Masw

**Anexo N°03: Matriz de Operacionalización de instrumento**



VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>1: Variable Independiente</b>	Granulometría	Tamaño de partículas	Tamices	Razón
	RNE	E 0.50 (Suelos y cimentaciones)	Bibliografía	Razón
	<b>Suelos cohesivos</b>	Tipos	Arcillas	Ficha de laboratorio
Limos				
<b>2: Variable Dependiente</b>	Caracterización de los suelos	Prospección geofísica	Ficha de laboratorio	Intervalo
	Velocidad de Ondas S y P	Refracción sísmica Masw	Ficha de laboratorio	Intervalo
		Parámetros geotécnicos		
	Cohesión y ángulo de fricción	Prospección geofísica Ensayo Triaxial	Ficha de laboratorio	Intervalo
Parámetros dinámicos	Refracción sísmica Masw	Ficha de laboratorio	Intervalo	

**Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**PETICIONARIO:**

**BACH. SALVATIERRA PAQUIYARI JHOEL MAX**

**TESIS:**

**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS,  
APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS,  
URBANIZACIÓN PALIAN, HUANCAYO, 2023”**



**2023**



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# INFORME GEOFÍSICO MEDIANTE EL MÉTODO DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y MASW

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

**RUC: 20610623612**

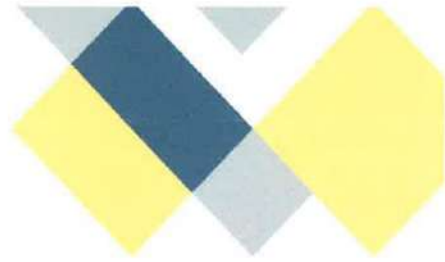
Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



Tabla de contenido

1	INTRODUCCION	5
1.1	Objetivos de Estudio	5
1.2	Ubicación de la Zona de Estudio	5
1.3	Personal Responsable	7
2	MÉTODOS	8
2.1	Principio de Refracción Sísmica	8
2.2	Principio del MASW (Multichannel Analysis Surface Waves)	8
2.3	Descripción del Método de Refracción Sísmicas	8
2.4	Descripción del Método del MASW	11
2.5	Parámetros dinámicos del suelo	14
3	EQUIPOS Y PARÁMETROS DE LEVANTAMIENTO PARA LA REFRACCION SISMICA Y MASW	19
3.1	Equipo de Refracción Sísmica Y MASW	19
3.2	Parámetros de Adquisición De Refracción Sísmica y MASW	20
4	PROCEDIMIENTOS DE CAMPO PARA EL ENSAYO DE MASW	21
4.1	Consideraciones del Levantamiento de Campo	23
5	PROCESAMIENTO E INTERPRETACION DE LA REFRACCION SISMICA Y MASW	23
5.1	Análisis de Registros	25
5.2	Procesamiento de Datos	25
5.3	Presentación de datos	25
5.3.1	Interpretación de Refracción sísmica	27
5.4	Interpretación de los sondajes MASW	29
5.5	Densidades	33
5.6	Parámetros Pseudodinámicos	34
5.7	Periodo Fundamental del Suelo	34
6	CONCLUSIONES	35
7	Recomendaciones	37
8	BIBLIOGRAFIA	38

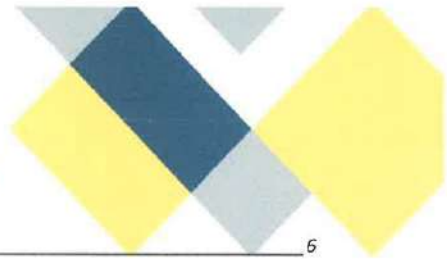




## INDICE DETABLAS

Tabla 1 Coordenadas de las Líneas Sísmicas en las zonas evaluadas	7
Tabla 2 Coordenadas del punto MASW	7
Tabla 3 Factores de Zona "Z"	18
Tabla 4 Parámetros de adquisición de la Refracción Sísmica	20
Tabla 5 Parámetros de adquisición del MASW	20
Tabla 6 Correlación velocidades de ondas P y tipo de suelo según ASTM 5777-95	22
Tabla 7 Correlación velocidad de ondas P y tipo de suelo según Arce Helberg (1990)	22
Tabla 8 Correlación velocidad de onda P y tipo de suelo según Curvich j. (1975), Dobrin, Milton (1961), Nb (1976), Savicha y Satonov V.A (1979)	22
Tabla 9 Distribución de líneas sísmicas	23
Tabla 10 Distribución de puntos MASW	23
Tabla 11 Clasificación de suelos según norma E.030	24
Tabla 12 Clasificación de suelos (Vs)	24
Tabla 13 Velocidad V30	33
Tabla 14 Densidades de LMASW-01	33
Tabla 15 Densidades de LMASW-02	33
Tabla 16 Densidades LMASW-03	33
Tabla 17 Resultados Línea Sísmica LTRS -01	34
Tabla 18 Resultados Línea Sísmica LTRS -02	34
Tabla 19 Resultados Línea Sísmica LTRS -03	34
Tabla 20 Período fundamental del suelo	34
Tabla 21 Resumen de la Línea LTRS-01	35
Tabla 22 Resumen de la Línea LTRS-02	35
Tabla 23 Resumen de la Línea LTRS-03	36
Tabla 24 Resumen de la línea LMASW-01	36
Tabla 25 Resumen de la línea LMASW-02	36
Tabla 26 Resumen de la línea LMASW-03	37





## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura No. 1 Ubicación de Zona de Trabajo</i>	6
<i>Figura No. 2 Esquema de la propagación de la Onda Refractada.</i>	9
<i>Figura No. 3 Ensayo de Refracción Sísmica.</i>	9
<i>Figura No. 4 Sismograma de un tendido Sísmico de 24 Geófonos, X=-2.00 m - LTRS-01</i>	10
<i>Figura No. 5 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos, x= 46.00 m - LTRS-02</i>	10
<i>Figura No. 6 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos, x=94.00 m - LTRS-03</i>	11
<i>Figura No. 7 Esquema de toma de datos de MASW</i>	12
<i>Figura No. 8 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos - LMASW-01</i>	12
<i>Figura No. 9 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos - LMASW-02</i>	13
<i>Figura No. 10 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos - LMASW-03</i>	13
<i>Figura No. 11 Zonas Sísmicas</i>	18
<i>Figura No. 12 Recolección de datos del ensayo</i>	19
<i>Figura No. 13 Representación de la adquisición de datos en campo</i>	21
<i>Figura No. 14 Domocrónicas - LTRS - 01</i>	26
<i>Figura No. 15 Domocrónicas - LTRS - 02</i>	26
<i>Figura No. 16 Domocrónicas - LTRS - 03</i>	27
<i>Figura No. 17 Perfil Sísmico - LTRS-01</i>	28
<i>Figura No. 18 Perfil Sísmico - LTRS-02</i>	28
<i>Figura No. 19 Perfil Sísmico - LTRS-03</i>	29
<i>Figura No. 20 Espectro de frecuencias LMASW - 01</i>	30
<i>Figura No. 21 Espectro de frecuencias LMASW - 02</i>	30
<i>Figura No. 22 Espectro de frecuencias LMASW - 03</i>	31
<i>Figura No. 23 Perfil Sísmico, Sondaje LMASW-01</i>	31
<i>Figura No. 24 Perfil Sísmico, Sondaje LMASW-02</i>	32
<i>Figura No. 25 Perfil Sísmico, Sondaje LMASW-03</i>	32





## 1 INTRODUCCION

Ha solicitado la evaluación geofísica el Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX mediante el método de Refracción Sísmica (Sísmica de refracción) y el método de Sondaje Multicanal de Ondas Superficiales (MAS-W) a la empresa INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS SAC, para el proyecto: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

La evaluación Geofísica consistió en la exploración de 3 líneas de ensayo de Refracción Sísmica y 3 Análisis Multicanal de ondas superficiales (MAS-W), mediante los cuales se determino la potencia de los estratos, con la interpretación de las velocidades de ondas "P" y ondas "S" de los materiales que conforman el terreno.

El levantamiento geofísico consistió en la realización de 3 líneas de refracción sísmica y 3 líneas de MAS W; con la finalidad de determinar las condiciones del terreno, profundidad, perfil estratigráfico y parámetros geofísicos.

### 1.1 Objetivos de Estudio

El objetivo del estudio es determinar la velocidad de propagación de ondas P ( $V_p$ ) y ondas S ( $V_s$ ) del subsuelo de cimentación para el Proyecto: "EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS , URBANIZACIÓN PALIAN , HUANCAYO, 2023" , mediante ensayos de refracción sísmica y análisis multicanal de ondas superficial, los cuales permitirían determinar perfiles sísmicos de ondas P ( $V_p$ ), así mismo mediante el ensayos MASW de obtendrán perfiles unidimensionales de ondas S ( $V_s$ ), la información obtenida es de gran utilidad para determinar de forma indirecta los espesores, parámetros geotécnicos y las características estratigráficas de los suelos que se encuentran a diferentes profundidades en el área de estudio.

### 1.2 Ubicación de la Zona de Estudio

- DEPARTAMENTO: Junín
- PROVINCIA: Huancayo
- DISTRITO: Huancayo
- UBICACIÓN: Psje. Cementerio, Palian, Huancayo





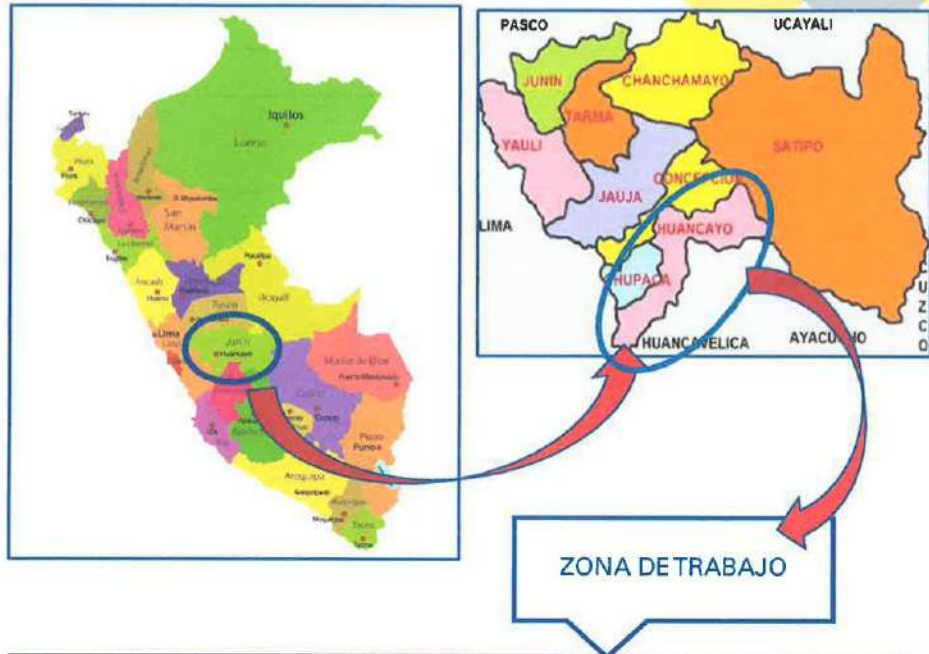


Figura No. 1 Ubicación de Zona de Trabajo



Tabla 1 Coordenadas de las Líneas Sísmicas en las zonas evaluadas

LINEA SISMICA	PUNTO	GEOFONO	COORDENADAS UTM (WGS84)		ELEVACION
			ESTE	NORTE	
LTRS-01	INICIO	0	479813	8670034	3408
	FIN	24	479852	8670102	3418
LTRS-02	INICIO	0	479811	8670027	3408
	FIN	24	479858	8670105	3418
LTRS-03	INICIO	0	479801	8670039	3407
	FIN	24	479843	8670107	3417

Tabla 2 Coordenadas del punto MASW

LINEA SISMICA	PUNTO	GEOFONO	COORDENADAS UTM (WGS84)		ELEVACION
			ESTE	NORTE	
LTRS-01	INICIO	0	479813	8670034	3408
	FIN	24	479852	8670102	3418
LTRS-02	INICIO	0	479811	8670027	3408
	FIN	24	479858	8670105	3418
LTRS-03	INICIO	0	479801	8670039	3407
	FIN	24	479843	8670107	3417

### 1.3 Personal Responsable

En campo los trabajos se realizaron en coordinación con el cliente y el personal de INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS SAC.



Luis Camarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161





## 2 METÓDOS

### 2.1 Principio de Refracción Sísmica

La refracción sísmica es un método muy empleado en los trabajos de ingeniería Geotécnica y otros campos afines, el principio de Refracción sísmicas se basa en la propagación de ondas sísmicas, básicamente las Ondas Primarias (P), originadas mediante esfuerzos que generan deformaciones del terreno a partir de una fuente en superficie (disparos de escopetas y/o iterativos golpes de una comba sobre un placa metálica), dicho fenómeno de deformación de la corteza genera frentes de ondas que viajan por subsuelos (Figura No 2), estos frentes de onda simplemente ondas sísmicas, al encontrar interfaces entre dos medios con propiedades elásticas diferentes, provocan que parte de su energía continúe penetrando a mayor profundidad y otra parte viaje por la interfaz y regresa a la superficie donde es registrada por los geófonos (Figura No 3).

La onda de fase sísmica P llega a los geófonos pasado un tiempo "ti" denomina tiempo de arribo, el cual va a depender principalmente de la distancia "di", comprendida entre punto de disparo y su recorrido por el subsuelo hasta llegar al geófono, sin embargo, este tiempo se ve afectado por las propiedades elasticidad y densidad del medio por el cual viaja, cabe señalar que el método de refracciones sísmicas está limitado a determinar capas de velocidades crecientes con las profundidades de investigación.

### 2.2 Principio del MASW (Multichannel Analysis Surface Waves)

El principio del método de MASW se basa la obtención de un perfil de velocidad de onda de corte empleado para ello registrado sísmicos de ondas superficie generadas a partir de un golpe o "shot" en superficie, estos registros son analizados en función a la distribución de velocidades y frecuencias, para finalmente obtener la Curva de Dispersión de Velocidades, para luego por métodos de inversión obtener el modelo de variación de la velocidad de onda de corte (figura No 7).

### 2.3 Descripción del Método de Refracción Sísmicas

Una vez establecidos los objetivos de la exploración sísmicas y determinado el lugar del levantamiento, en cada línea sísmicas se fijan los intervalos de espaciamientos Fuente- Geófonos (según arreglo de campo) y Geófono-Geófono (4.00m), con la finalidad de obtener la mayor precisión en los tiempos de arribo en cada geófono a partir de la señal sísmicas y lograr la profundidad requerida en los objetivos.

El arribo de los frentes de onda produce vibraciones que son registrados en cada uno de los geófonos y estos son amplificados por el sismógrafo, para



finalmente ser visualizados en la pantalla de una computadora personal. Durante el levantamiento en campo se aplicó 5 shorts para la línea sísmica de refracción; 1 shot fuera del tendido a dos metros del primer y último geófono en ambos extremos, y los tres shot restantes entre los geófonos 6-7 ,12-13 y 16-17. En la figura No 4, figura No 5Y figura No 6 observamos los registros de la señal o vibraciones del terreno mediante la excitación artificial para un arreglo de 24 geófonos, a una distancia de -2.00, 46.00 y 94.00m respectivamente.

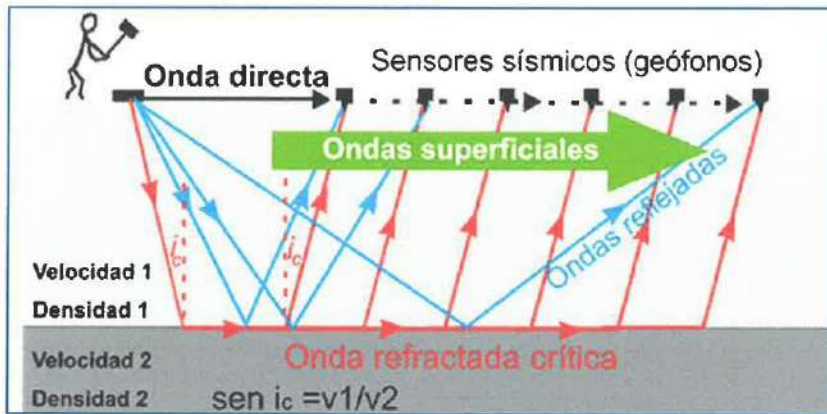


Figura No. 2 Esquema de la propagación de la Onda Refractada.

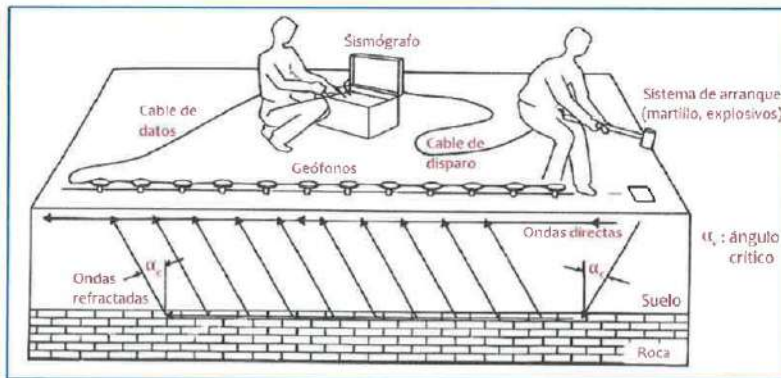
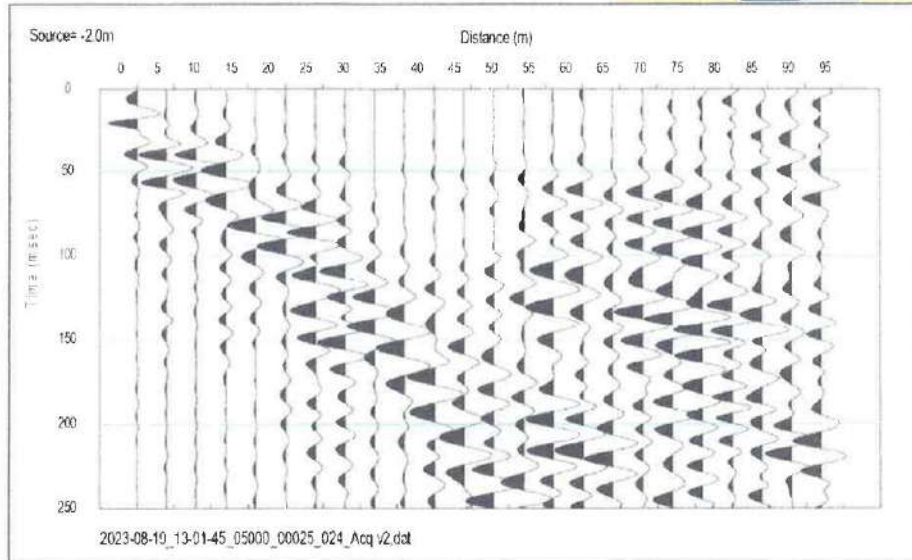
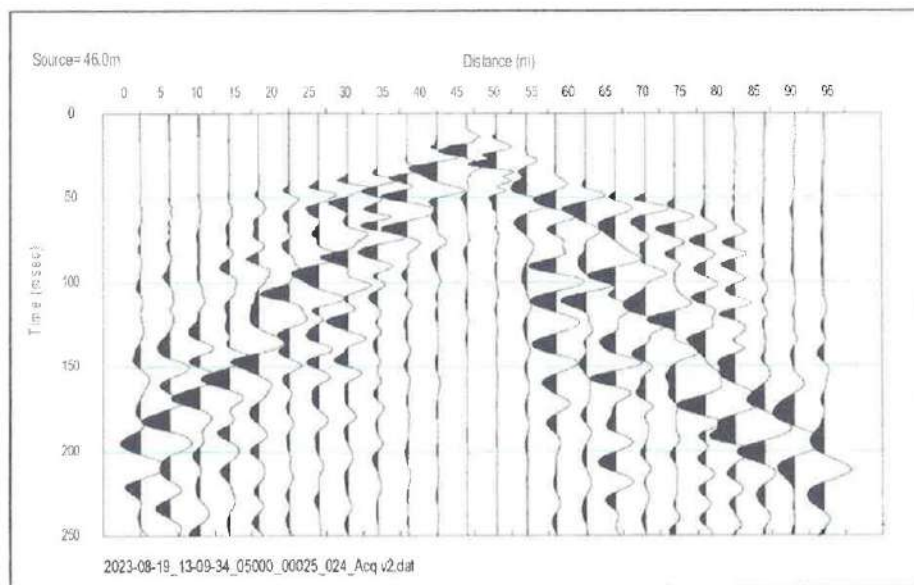


Figura No. 3 Ensayo de Refracción Sísmica.



**Figura No. 4 Sismograma de un tendido Sismico de 24 Geófonos, X=-2.00 m - LTRS-01**



**Figura No. 5 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos, x= 46.00 m- LTRS-02**

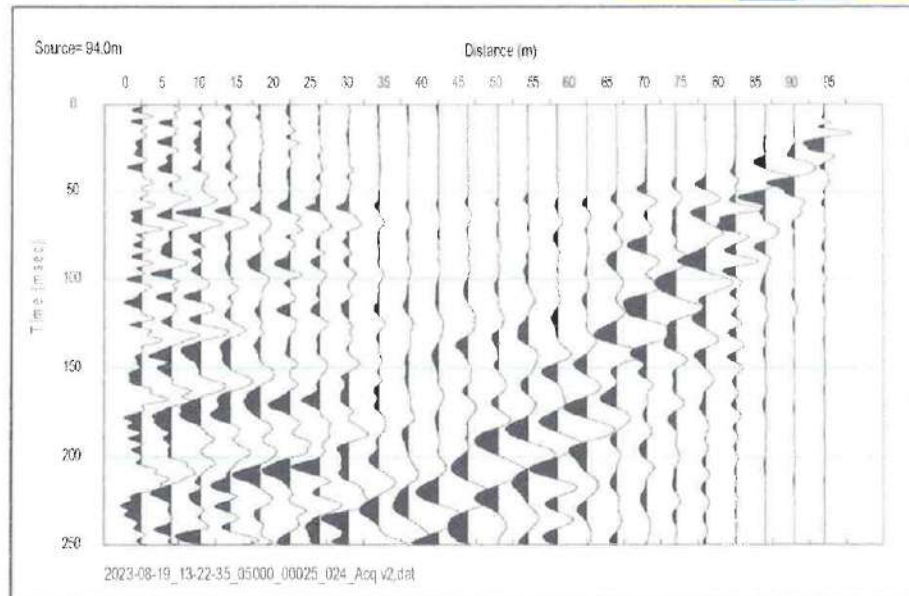


Figura No. 6 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos, x=94.00 m-LTRS-03

#### 2.4 Descripción del Método del MASW

El método MASW (Multichannel Analysis Surface Waves), es muy similar levantamiento de refracción sísmica, pues al igual que él se realiza en tendido de cable con un espaciamiento de geófonos de 4 m. posteriormente se aplica shots o golpes con un a comba sísmicas (hammer), para generar las vibraciones. El tendido del cable podría ser realizado perpendicular a la Líneas Sísmica a la cual se quiere asociar el perfil de onda de corte, aunque muchas veces los inconvenientes de campo hacen que este tendido no sea siempre perpendicular. Se aplica por lo general 3 shot fuera del tendido de cable alineado a la misma. Estos son a distancia equivalente al 5%,10% y 20% de la longitud del tendido, tanto a un lado del tendido como al otro, nombrándolos a estos shots en modo Normal y en modo Reverso. La ubicación del Punto MASW debe estar siempre en la mitad del dispositivo. En la figura N°8 se visualiza el registro a la señal o vibración del terreno mediante la excitación artificial para un arreglo de 24 geófonos, a una distancia de 96.60m.

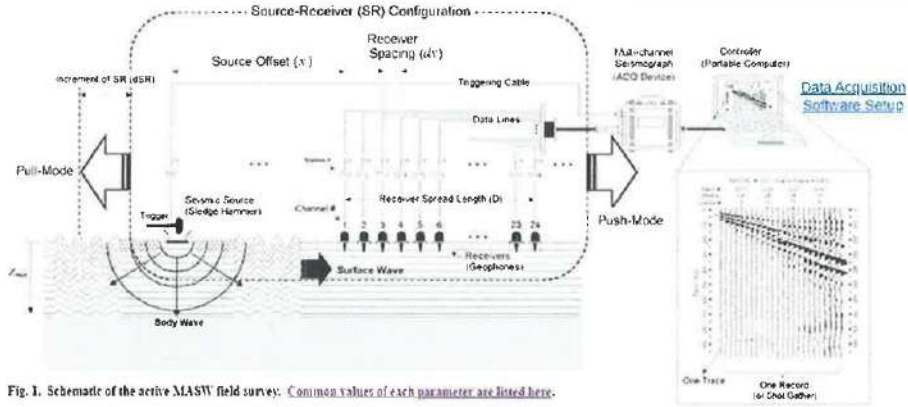


Fig. 1. Schematic of the active MASW field survey. Common values of each parameter are listed here.

Figura No. 7 Esquema de toma de datos de MASW

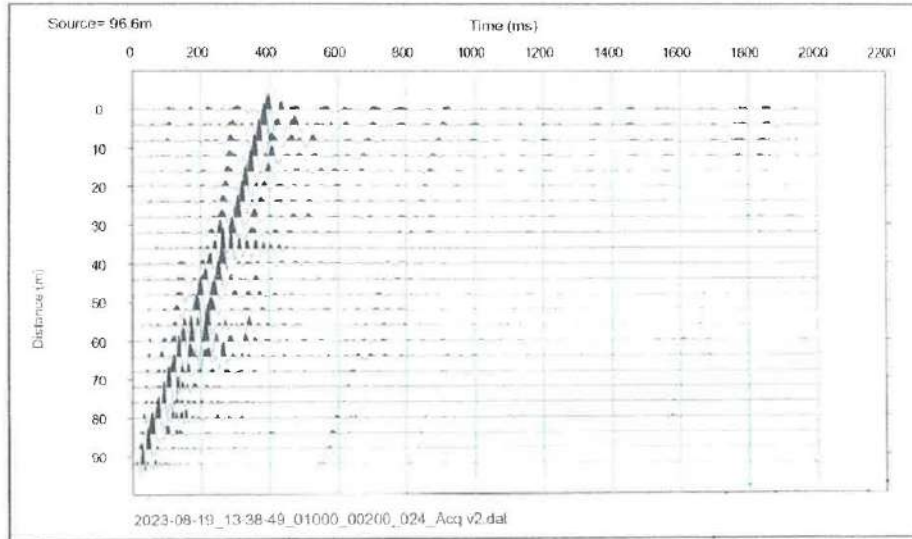
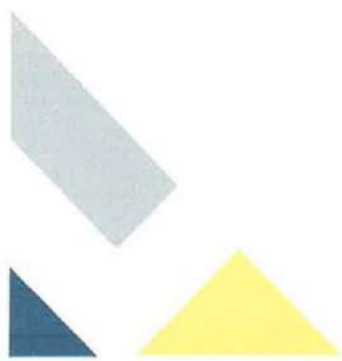


Figura No. 8 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos- LMASW-01



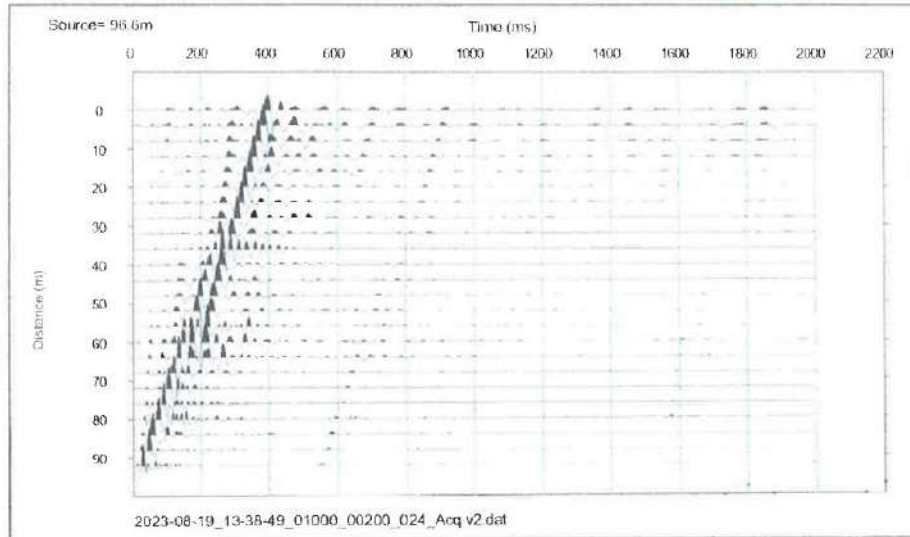
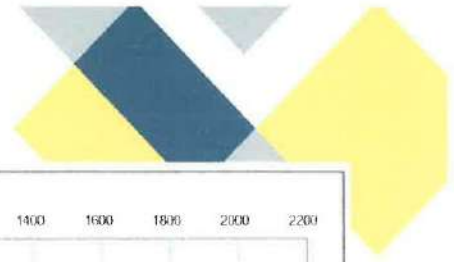


Figura No. 9 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos- LMASW-02

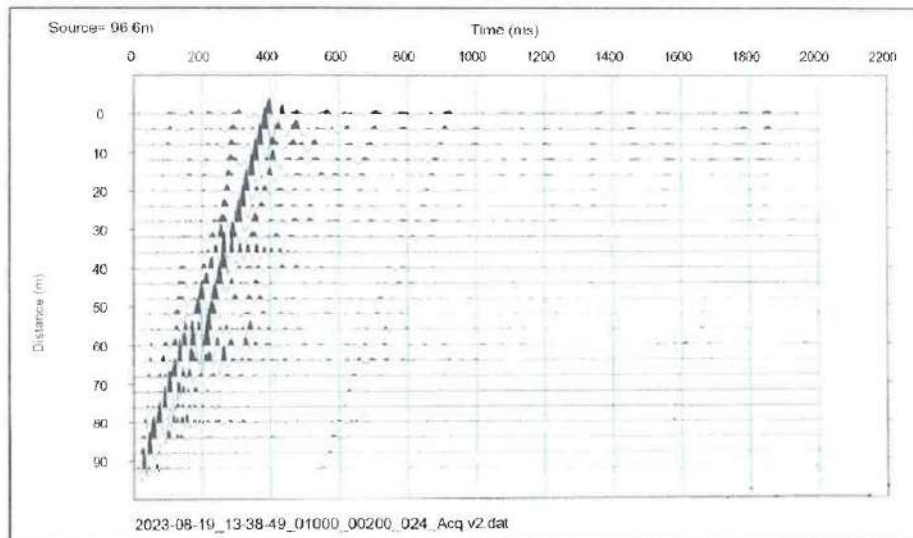


Figura No. 10 Sismograma de un tendido sísmico de 24 geófonos- LMASW-03







## 2.5 Parámetros dinámicos del suelo

Las constantes elásticas, también conocidas como un módulo dinámico y/o módulos elásticos, son un conjunto de parámetros que define las propiedades y comportamiento de un material que se someten a esfuerzo, este sufre deformaciones y luego recupera su forma original después de que los esfuerzos cesan, estas constantes son importantes debido a que permiten la caracterización de sitios (tipo de suelos).

Los ensayos geofísicos del tipo sísmico permiten obtener la velocidad de propagación de las ondas sísmicas P (primaria) y de las ondas secundarias S (secundarias). Con estos valores de velocidad de propagación de las ondas P y S ( $V_p$  y  $V_s$ ) a través del terreno, es posible calcular el coeficiente de Poisson ( $\nu$ ). Módulo Young (E), Módulo de rigidez ( $G_{max}$ ) y el Módulo de bulk (k) de los suelos.

### Coefficiente de Poisson

Es la casa de deformación comprensiva o transversal (normal a la carga aplicada) a la deformación extensiva o axial (paralela a la carga aplicada) para un material en particular. Cuando un material es estirado en una dirección, el mismo tiende a expandirse (o en casos raros, a contraerse) en las otras dos direcciones y viceversa (efecto de Poisson). En función de las velocidades sísmicas se determinaría al módulo de Poisson de la siguiente manera.

$$\nu = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2 * \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}$$

Donde:

$V_p$ : Velocidad de a onda P (m/s)

$V_s$ : Velocidad de la onda S (m/s)

El coeficiente de Poisson de un material estable no puede ser menor a -1.0 ni mayor de 0.5 debido al requerimiento de que los módulos de cizalla y de volumen tengan positivos, un material perfectamente incomprensible deformado elásticamente a deformaciones pequeñas tendría un coeficiente de Poisson de exactamente 0.5.





### Módulo de rigidez (Max)

Se define como la tasa de esfuerzo cortante (de cizalla) a deformación cortante para un material dado. Es decir, describe el comportamiento de este ante un esfuerzo de cizalla. En sólidos homogéneos e isótropos, la velocidad de las ondas de corte ( $V_s$ ) está controlada por el módulo de cizalla.

$$G = \rho * V_s^2$$

G: Modulo de rigidez (Pa)

$\rho$ : Densidad (kg/cm<sup>3</sup>)

$V_s$ : Velocidad de la onda S (m/s)

### Módulo de Young (e)

Proporciona una medida de la rigidez de un material elástico isótropo. Se define como el cociente entre el esfuerzo uniaxial sobre la deformación uniaxial (en un mismo eje) sufrida por el material, en el rango de esfuerzos en los que la Ley de Hooke es válida.

Puede determinar experimentalmente a partir de la pendiente de una curva esfuerzo- deformación obtenida a partir pruebas tensionales llevadas a cabo de una muestra del material. El módulo de Young permite, por ejemplo, cuantificar la deformación de una barra hecha de un material elástico isótropo sometida a regimenes compresionales o extensionales.

El módulo de Young en función a la velocidad de las ondas sísmicas puede ser expresado como:

$$E = 2 * G(1 + \nu)$$

Donde:

E: Módulo de Young (Pa)

G: Módulo de rigidez (Pa)

$\nu$  : Coeficiente de Poisson





### Módulo de bulk (k)

El módulo volumétrico de un material o sustancia mide la resistencia del mismo a una compresión uniforme. Se define como el incremento de presión necesario para causar una cierta disminución relativa de volumen. El inverso del módulo volumétrico indica la compresibilidad del material. En función de las velocidades de las ondas sísmicas, el módulo de volumen se puede expresar como:

$$k = \frac{E}{3 * (1 - 2\nu)}$$

Donde:

K: Modulo de bulk (Pa)

E: Modulo de Young (Pa)

$\nu$  : Coeficiente de Poisson

### Velocidad V30

El código Internacional de Construcción IBC (International Building Code - 2021), Norma técnica E.030 DISEÑO SISMO RESISTENTE (RM. No 355-2028-VIVIENDA) modificada CON R.M No 043-2019-VIVIENDA y la BUILDING SEISMIC SAFETY COUNCIL of National Institute of Bulding Sciences-Program on Improved Seismic Safety Provisions- National Earthquake Hazard Reduction Program (NEHRP) RECOMMENDED PROVISIONS FOR SEISMIC REGULATIONS FOR NEW BULDINGS AND OTHER STRUCTURES ( FEMA 450) edición 2003, estiman que la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se determina en función a la siguiente formula:

$$v_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}}\right)}$$

Donde:

D<sub>i</sub>: Espesor de cada uno de los n estratos (m)

V<sub>si</sub>: Velocidad de las ondas de corte de cada uno de los n estratos (m/s)





### Periodo fundamental del suelo

El periodo de vibración correspondiente a la frecuencia fundamental se denomina periodo característico y/o periodo fundamental del sitio (Kramer 1996), se puede determinar.

$$T_s = \frac{4H}{V_s}$$

Donde:

TS: Periodo característico y/fundamental del suelo (s)

H: Espesor del estrato (m)

VS: velocidad de las ondas de corte del estrato (m/s)

El periodo característico y/o periodo fundamental del sitio, depende solo del espesor y la velocidad de onda de corte del suelo, proporciona una indicación muy útil del periodo de vibración en el que se puede esperar una amplificación significativa. En cada frecuencia natural, se desarrolla una onda estacionaria en el suelo.

### Zonificación

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura No 9. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. En el Anexo II de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.

A cada zona se asigna a un factor z según se indica en la tabla No 4. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelos rígidos con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El Factor Z se expresa como una fracción de aceleración de gravedad.





Figura No. 11 Zonas Sismicas

Tabla 3 Factores de Zona "Z"

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1




  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

### 3 EQUIPOS Y PARAMETROS DE LEVANTAMIENTO PARA LA REFRACCION SISMICA Y MASW

El equipo utilizado para el levantamiento sísmico es un sismógrafo que registra las señales de las ondas P y S en 24 canales de registro, antes de ser llevado a campo se realizaron controles de operatividad realizando pruebas de registro verificando un correcto funcionamiento de los 24 canales y verificando las baterías de los cables inteligentes y de la memoria central mediante una carga completa nocturna y un funcionamiento de corrido al día siguiente.

#### 3.1 Equipo de Refracción Sísmica Y MASW

El levantamiento se realizó empleando el siguiente equipo:

- Sismógrafo de marca SARA, modelo DO-RE-MI Incluye accesorios
- Computadora personal con software de adquisición GEOEXPLORER
- Cables sísmicos de 24 canales
- 24 geófonos de 10 Hz.
- 24 geófonos de 4.5 Hz.
- Cable trigger y geófono trigger.
- Una comba de 20 Lb.
- Platillo de contacto de comba
- 2 baterías de 12 V

La unidad de registro es controlada a través de una computadora portátil usando el software Geoexplorer, el cual incluye rutinas de lecturas interactivas de los primeros arribos de las ondas refractadas, que sirven para optimizar la toma de datos. Esta opción de lectura permite sumar datos de múltiples impactos, permitiendo mejorar la señal sísmica/ruido. Con ello se pondrá definir mejor los cambios de velocidad y así poder determinar el número de capas para cada estudio.



Figura No. 12 Recoleccion de datos del ensayo

### 3.2 Parámetros de Adquisición De Refracción Sísmica y MASW

Los parámetros de levantamiento de campo son los siguientes:

Tabla 4 Parámetros de adquisición de la Refracción Sísmica

<b>PARAMETRO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Mediciones	<i>t, Tiempo de Arribo de P</i>
Arreglo de geófonos	<i>24 unidades</i>
Intervalo entre geófonos	<i>4 m</i>
Ganancia de Pre	<i>36 Db.</i>
Filtros	<i>ninguno</i>
Intervalo de muestreo	<i>0.200 milisegundos</i>
Fuente de Tiro	<i>Golpe de martillo</i>

Tabla 5 Parámetros de adquisición del MASW

<b>PARAMETRO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Mediciones	<i>t, Tiempo de Arribo de P</i>
Arreglo de geófonos	<i>24 unidades</i>
Intervalo entre geófonos	<i>4 m</i>
Ganancia de Pre	<i>36 Db.</i>
Filtros	<i>ninguno</i>
Intervalo de muestreo	<i>1 milisegundos</i>
Fuente de Tiro	<i>Golpe de martillo</i>

#### 4 PROCEDIMIENTOS DE CAMPO PARA EL ENSAYO DE MASW

Los trabajos de campo comprenden tres etapas principales para realizar los registros sísmicos, a continuación, se detalla los procedimientos efectuados en campo dado por una secuencia:

- **Reconocimiento de la zona de estudio.** Se realizó un análisis visual de las características del terreno, evaluado la accesibilidad, peligro y riesgos que puedan suscitarse.
- **Instalación de equipos y cables.** Una vez realizada la inspección de la zona, se procedió a determinar la ubicación de las líneas, observando la extensión y dirección de estas para proceder a realizar el tendido de los cables y la instalación de los geófonos a cada 4.00 metros.
- **Toma de datos.** Al momento de realizar los shots con la comba el operador verifica la instalación de los geófonos observando en el módulo de la laptop y confirma el disparo mediante una radio. El operador evalúa la información registrada y designa si se repite o se realiza otro shot en otra posición, se muestra una representación en la Figura No 13.



Figura No. 13 Representación de la adquisición de datos en campo





TABLAS DE CLASIFICACION DE SUELOS ( $V_p$ )

Tabla 6 Correlacion velocidades de ondas P y tipo de suelo segun ASTM 5777-95

TIPO DE SUELOS	$V_p$ (m/s)
Suelos Intemperizados	240- 610
Grava o arena seca	460- 915
Arena saturada	1220- 1830
Arcilla saturada	910- 2750
Agua	1430- 1665
Agua de mar	1460- 1525
Arenisca	1830- 3960
Esquistos, arcillas esquistosas	2750- 4270
Tiza	1830- 3960
Caliza	2130- 6100
Granito	4575- 5800
Roca metamórfica	3050- 7000

Tabla 7 Correlación velocidad de ondas P y tipo de suelo según Arce Helberg (1990)

TIPO DE SUELOS	$V_p$ (m/s)
Suelos de cobertura	<1000
Roca muy alterada o aluvión compacto	1000- 2000
Roca alterada o aluvión muy compacto	2000- 4000
Roca poco alterada	4000- 5000
Roca firme	>5000

Tabla 8 Correlación velocidad de onda P y tipo de suelo según Curvich j. (1975), Dobrin, Milton (1961), Nb (1976), Savicha y Satonov V.A (1979)

TIPO DE SUELOS	$V_p$ (m/s)
Esquisto arcilloso	2700- 4800
Grava arcillosa seca	300- 900
Arena - Arena húmeda	200- 1800
Roca metamórfica	4500- 6800





#### 4.1 Consideraciones del Levantamiento de Campo

- Se realizó una línea sísmica de 4.00 m de separación entre geófonos, distribuidas en tramos denominadas LTRS-01 con una extensión de 92.00 m longitud.

Tabla 9 Distribución de líneas sísmicas

LINEA	ZONA	DESCRIPCION
LTRS-01	18L	El terreno está ubicado en el Pje. Cementerio, Palian, Huancayo (Paralelos)
LTRS-02	18L	
LTRS-03	18L	

- Para lograr alcanzar profundidad se hicieron golpes o shots fuera de línea con la intención de aumentar el offset del dispositivo y así mismo su extensión.
- Se realizó una línea de MAW-01 Con un espaciamiento entre geófonos de 4.00m, con una extensión de 92.00 m.

Tabla 10 Distribución de puntos MASW

LINEA	ZONA	DESCRIPCION
LMASW-01	18L	El terreno está ubicado en el Pje. Cementerio, Palian, Huancayo (Paralelos)
LMASW-02	18L	
LMASW-03	18L	

- Para ambos estudios se empleó una coma de 20 libras con la finalidad de mejorar la relación de señal/ruido. Así también se empleó la técnica de acumulación de shot para una misma lectura, considerando que la zona se encuentra en zona de tránsito vehicular genera movimiento y estas son registradas por el equipo (Ruido ambiental).

#### 5 PROCESAMIENTO E INTERPRETACION DE LA REFRACCION SISMICA Y MASW

El procesamiento de datos y la interpretación de las secciones para el método de MASW, se realizan netamente en gabinete, empleando para ello software especializado Seislmager 5.2.1.3.

La clasificación en interpretación de Ondas P fue realizada según la ASTM D 5777.95 y Arce Helberg (1990).





Tabla 11 Clasificación de suelos según norma E.030

**CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN NORMA E.030**

TIPO	Vs	DESCRIPCION
S0	> 1500 m/s	Roca Dura
S1	500 m/s a 1500 m/s	Roca o Suelos Muy Rígidos
S2	180 m/s a 500 m/s	Suelos Intermedios
S3	<180 m/s	Suelos Blandos
S4	Condiciones Excepcionales, Clasificación basada en el EMS	

Tabla 12 Clasificación de suelos (Vs)

**Tabla de Clasificación de Suelos**

Perfil del Suelo	Tipo	Tipo de Material	Velocidad de Onda de Corte Vs 30 (m/s)	Resistencia a la Penetración Estándar N <sub>SPT</sub>	Resistencia a la Compresión Simple S(psfl)
S0	A	Roca Dura y Sana	Vs > 1500	N/A	N/A
S1	B	Roca Fracturada y/o Suelo Muy Rígido	760 < Vs ≤ 1500	N/A	N/A
S2	C	Roca Blanda, Suelo Granular Denso y Arcillas Duras	360 < Vs ≤ 760	N <sub>SPT</sub> > 50	Su ≥ 2000
S3	D	Suelo Granular Medianamente Denso y Suelo Arcilloso Blando	180 < Vs ≤ 360	15 ≤ N <sub>SPT</sub> ≤ 50	1000 ≤ Su ≤ 2000
S4	E	Suelo Granular Suelto y Suelo Arcilloso Blando	Vs < 180	N <sub>SPT</sub> < 15	Su < 1000
S5	F	Suelos Inestables, Sujeto a Licuefacción, Colapso, Suelo Orgánico, Muy Suelto y Muy Blando	Vs < 180	---	---

1 información obtenida según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 de Diseño Sismorresistente.

2 información obtenida según el "International Boulding Code" (IBC)



### 5.1 Análisis de Registros

En este proceso se verifica y analiza cada una de las señales obtenidas en campo calificando cada uno de los registros y sus repeticiones a fin de obtener el registro de mejor calidad para el procesamiento final de datos los de refracción sísmica y MASW.

### 5.2 Procesamiento de Datos

Para el caso de la refracción sísmica, en este proceso se determina el tiempo de arribo de cada señal en cada registro, para ello se hace uso del software llamado Pickwin versión 5.2.1.3, una vez obtenidos los tiempos de arribo para cada geófono, a partir de ellos se obtienen las gráficas tiempo-distancia llamadas también curvas Dromocronicas.

En dicha grafica se determinan los cambios de pendientes de los tiempos obtenidos para cada geófono, en forma de rectas, de lo cual se deduce por teoría que el inverso de la pendiente "mi" de cada una de las rectas, representa la velocidad aparentemente  $V_i$ , para un estrato  $i$ . La obtención de las velocidades y espesores de los estratos del modelo obtenido son realizados en software de procedimiento denominado Plotrefra versión 3.1.0.5. dicho procedimiento incluye la corrección por topografía de cada geófono y punto de disparo.

Para el MASW se emplea el módulo Surface Wave Analysis Wizard Versión 5.2.1.3, el cual primero importa el registro obtenido para cada shot realizado, previamente seleccionado y calificado, para después obtener la curva de dispersión de las velocidades de las ondas de superficie, posteriormente se obtiene por inversión el perfil de velocidad de onda de corte.

### 5.3 Presentación de datos

Para la refracción sísmica, la presentación de los datos y los resultados se hacen a través de:

- Domocrónas: Donde se observa las graficas espacio tiempo estos gráficos los observamos a partir de estos gráficos se genera la velocidad de Onda P y las aproximaciones de las diferentes capas presentadas en los perfiles.



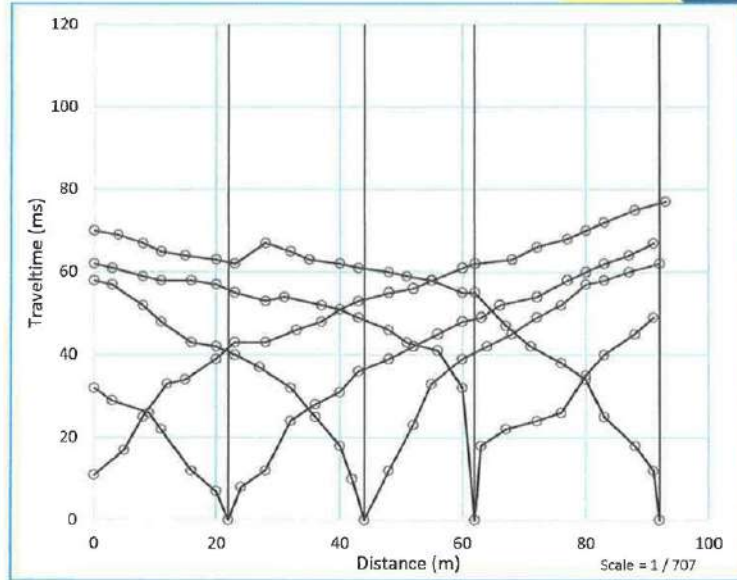


Figura No. 14 Domocrónicas - LTRS - 01

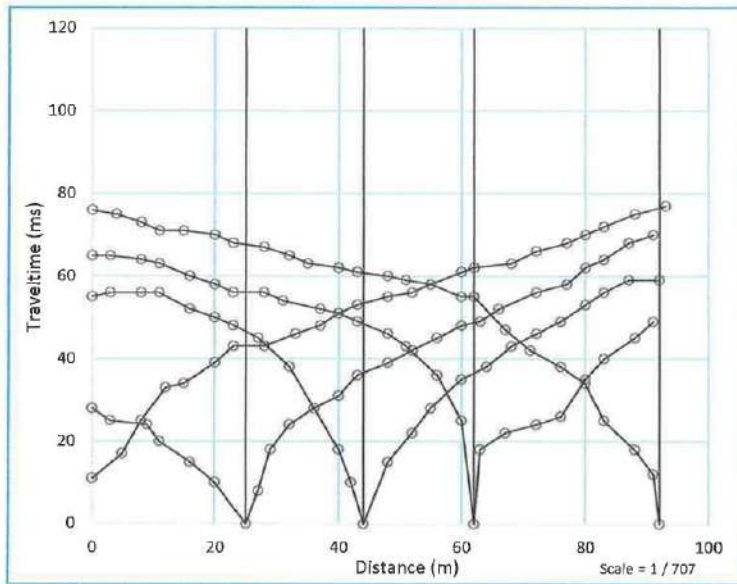


Figura No. 15 Domocrónicas - LTRS - 02

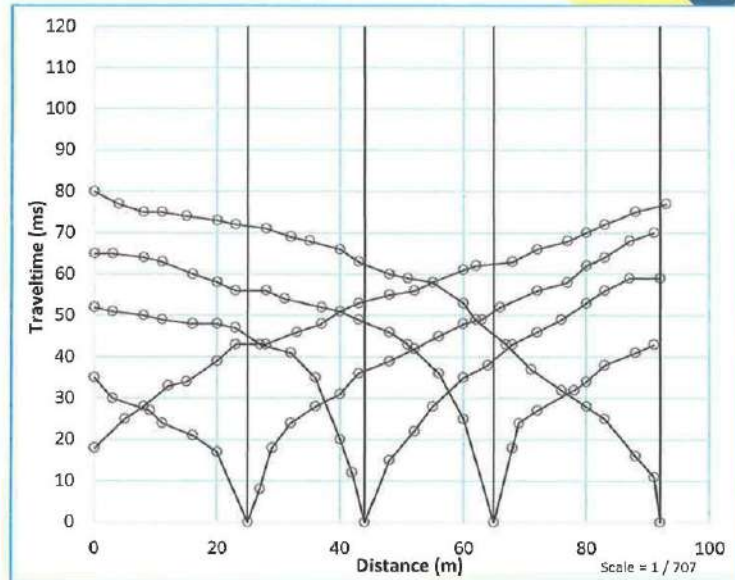


Figura No. 16 Domocrónicas - LTRS - 03

- Perfiles Sísmicos; donde se muestra el modelo de velocidades obtenidos a través de modelos inversos de velocidades y los cuales se grafican mediante capas de velocidades según la profundidad.

### 5.3.1 Interpretación de Refracción sísmica

- Perfil Sísmico Línea LTRS-01, 02 y 03

El procesamiento de estos ensayos genero el perfil sísmico LTRS-01, LTRS-02 y LTRS-03, de 92.00 m de longitud, de acuerdo con los resultados, el perfil muestra la presencia de tres estratos.

**Unidad Geo-sísmica No. 1:** Presenta valores de velocidad de ondas P ( $V_p$ ) que varían entre 150 m/s a 450 m/s, cuyo espesor vario aproximadamente desde 1.50 m a 5.00 m, estratigráficamente este estrato superficial esta conformado por suelo intemperizado a una distancia horizontal de 50.00 m y por relleno no controlado con material de grava con finos entre los 50.00 y 92.00 m de la línea sísmica.

**Unidad Geo-sísmica No. 2:** Presenta valores de velocidad de ondas P ( $V_p$ ) que varían entre 450 m/s a 1050 m/s, cuyo espesor vario aproximadamente desde 6.00 m a 9.00 m, estratigráficamente este estrato estaría posiblemente

conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación moderada.

**Unidad Geo-sísmica No. 3:** Presenta valores de velocidad de ondas P ( $V_p$ ) que varían entre 1050 m/s a 2400 m/s, cuyo espesor vario aproximadamente desde 11.00 m a 14.00 m, estratigráficamente este estrato estaría posiblemente conformado por roca muy alterada o aluvión compacto.

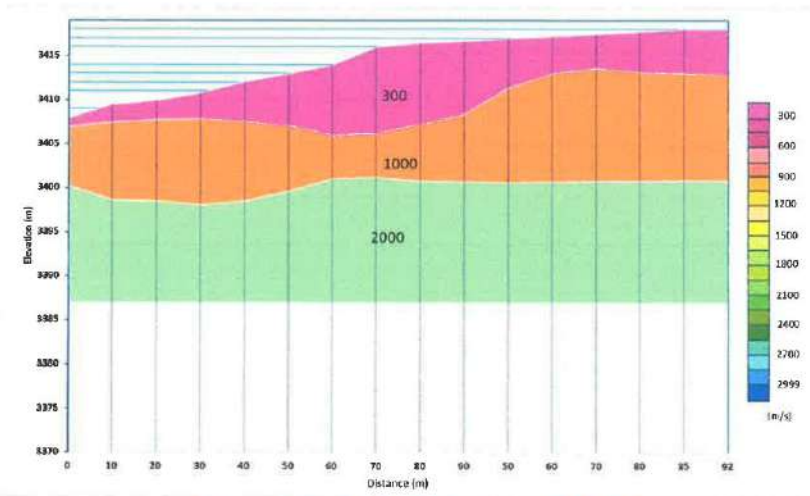


Figura No. 17 Perfil Sísmico - LTRS-01

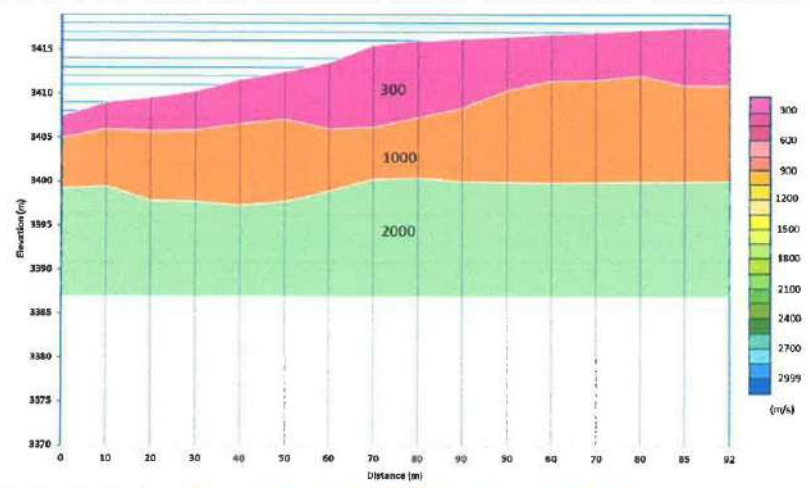


Figura No. 18 Perfil Sísmico - LTRS-02

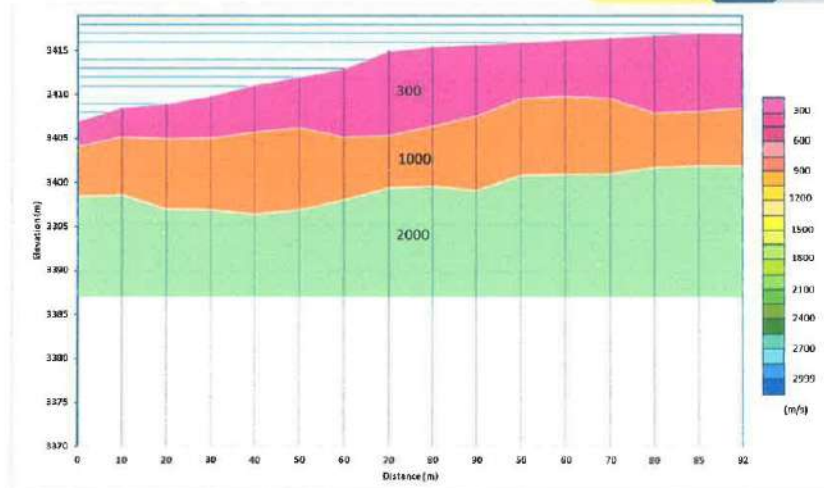


Figura No. 19 Perfil Sísmico - LTRS-03

#### 5.4 Interpretación de los sondajes MASW

Esta información se utilizó para la interpretación de los modelos unidimensionales, cuya descripción presenta a continuación.

- **SONDAJE LMASW-01, 02 y 03**

Este perfil está conformado por el sondeo MASW-01, MASW-02 y MASW-03 (Punto 3), con los cuales se logró alcanzar una profundidad aceptable de investigación de 30.00 m. De acuerdo con los resultados, el perfil muestra la presencia de 3 estratos.

**Unidad Geo-sísmica No 01:** El primer estrato (capa) presenta valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 276 m/s a 294 m/s, cuyo espesor es de 5.00 m. Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios.

**Unidad Geo-sísmica No 02:** El segundo estrato (capa) presenta valores de velocidad de ondas S ( $V_s$ ) que varían entre 324 m/s a 342 m/s, cuyo espesor es de 7.90 m. Estratigráficamente esta capa posiblemente está conformada por suelos intermedios.

**Unidad Geo-sísmica No 03:** El tercer estrato (capa) presenta valores de velocidad de ondas S ( $V_s$ ) que varían entre 388 m/s a 440 m/s, cuyo espesor es de 17.10 m. Estratigráficamente esta capa posiblemente está conformada por suelos intermedios.



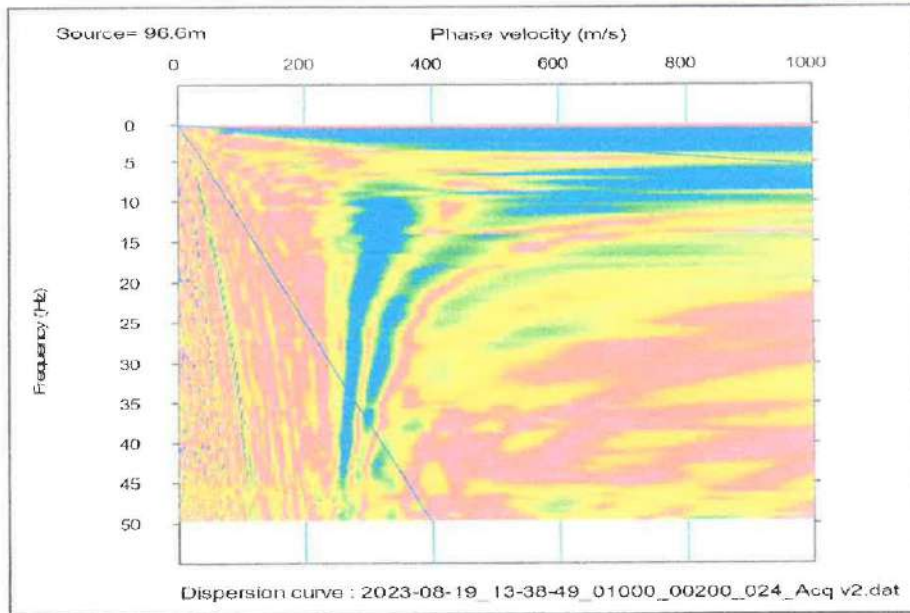


Figura No. 20 Espectro de frecuencias LMASW- 01

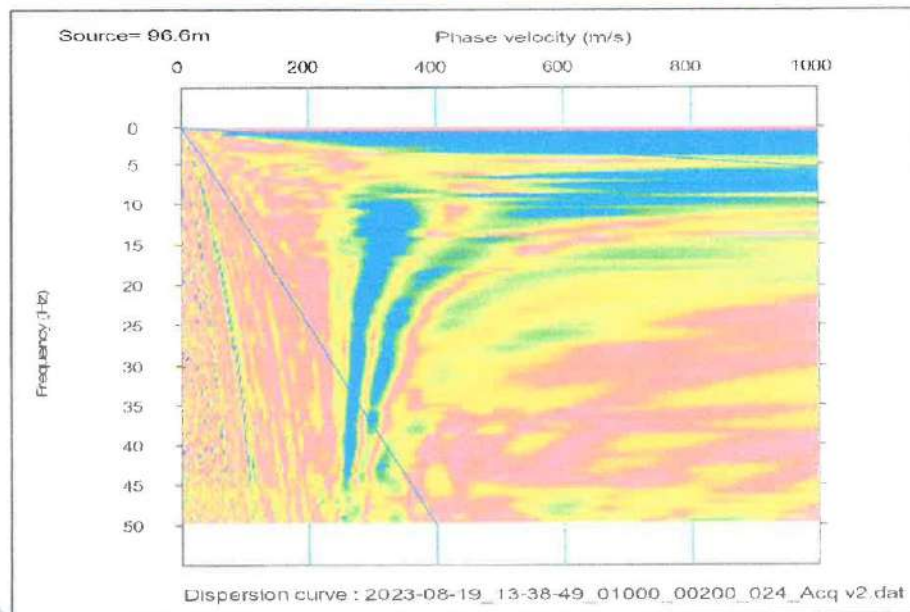


Figura No. 21 Espectro de frecuencias LMASW- 02

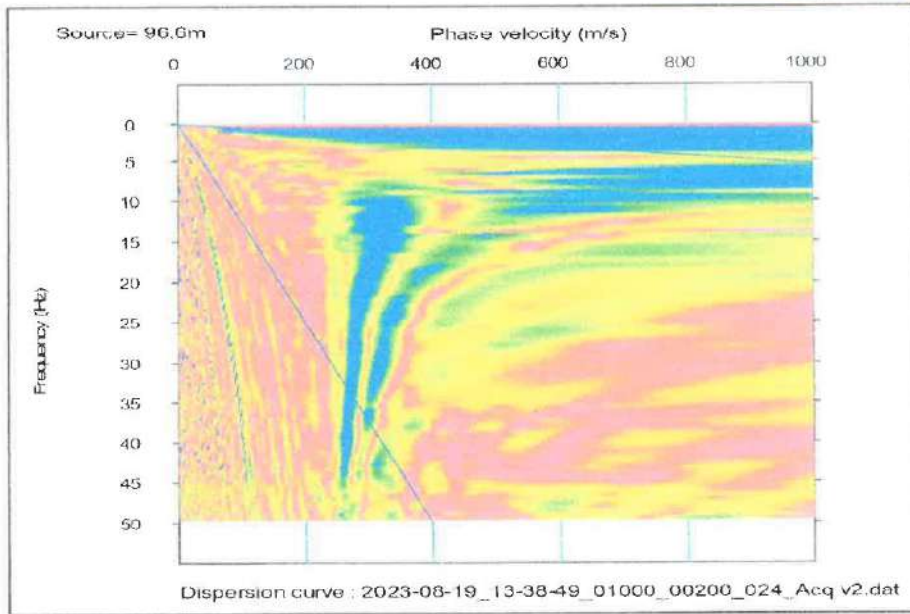
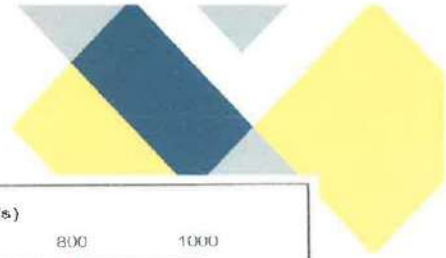


Figura No. 22 Espectro de frecuencias LMASW – 03

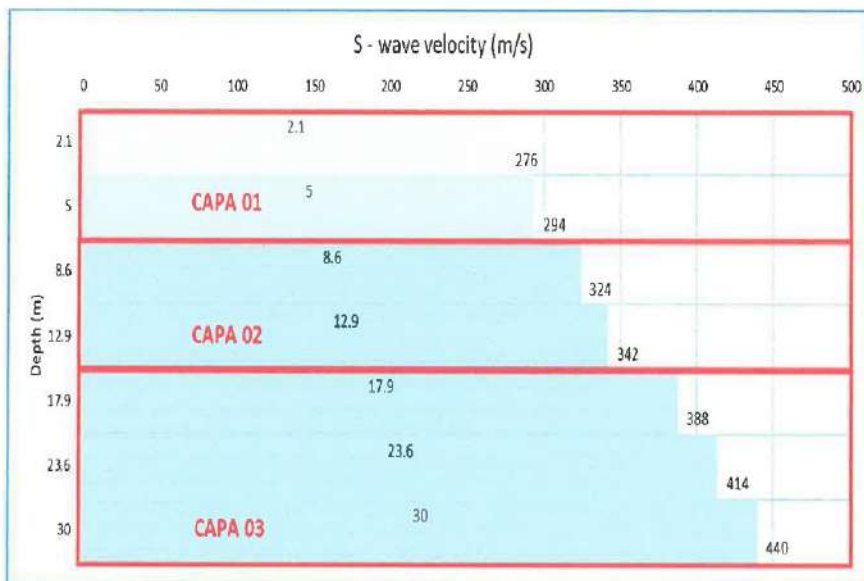


Figura No. 23 Perfil Sísmico, Sondaje LMASW-01

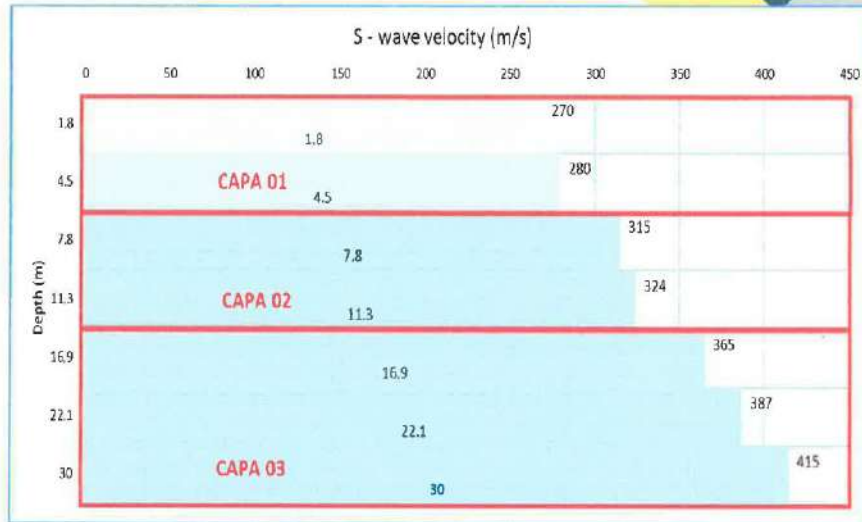


Figura No. 24 Perfil Sísmico, Sondaje LMASW-02

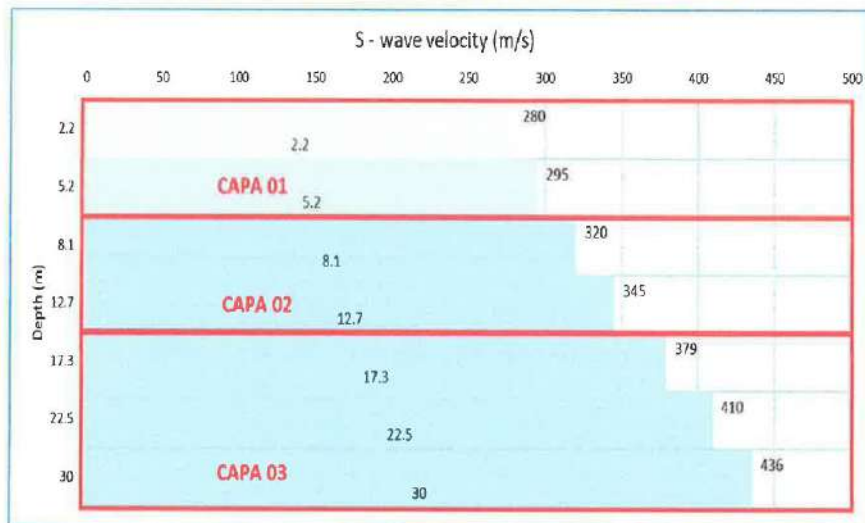


Figura No. 25 Perfil Sísmico, Sondaje LMASW-03

El suelo investigado corresponde a los suelos intermedios, con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyendo los casos que se cimienta sobre un suelo grava arenosa, en la Línea MASW - 01, 02 y 03, corresponde al perfil de suelo según Norma E.030 de Diseño Sismorresistente  $V_s$  30 es a 366.00 m/s corresponde a un tipo de suelo S2 y según el Internacional Building Code (IBC) es un tipo de suelo C (Suelo blanda y/o suelo muy denso).

Tabla 13 Velocidad V30

<b>LMASW</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Vs 30 m</i>	366	337	352
<i>Tipo de Suelo (Norma E.030)</i>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>
<i>Tipo de Suelo IBC</i>	C	C	C

### 5.5 Densidades

Asimismo, se presenta la tabla de densidades de LMASW-01, LMASW-02 y LMASW-03 a lo largo de las capas.

Tabla 14 Densidades de LMASW-01

<b>Profundidad (m)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
2.1	2.1	1.82577
5	2.9	1.82988
8.6	3.6	1.83965
12.9	4.3	1.84713
17.9	5	1.86348
23.6	5.7	1.87456
30	6.4	1.87764

Tabla 15 Densidades de LMASW-02

<b>Profundidad (m)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
1.8	1.8	1.87324
4.5	2.7	1.87746
7.8	3.3	1.88748
11.3	3.5	1.89516
16.9	5.6	1.91193
22.1	5.2	1.92330
30	7.9	1.92646

Tabla 16 Densidades LMASW-03

<b>Profundidad (m)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
2.2	2.2	1.82959
5.2	3	1.83371
8.1	2.9	1.84350
12.7	4.6	1.85100
17.3	4.6	1.86738
22.5	5.2	1.87849
30	7.5	1.88157



## 5.6 Parámetros Pseudodinamicos

Se presenta la tabla de los parámetros geotécnicos obtenidos a partir de los valores de las ondas sísmicas P (primarias) y las ondas sísmicas S (secundarias) a través del terreno es posible calcular la densidad, modulo de corte, modulo de Young, modulo de Bulk y modulo de Poisson, obtenidas del presente ensayo de refracción sísmica y los puntos de MASW.

Tabla 17 Resultados Línea Sísmica LTRS-01

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S Vs	Velocidad onda P Vp	Densidad calculada $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Poisson $\nu$	Módulo de corte G, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young E, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk K, t/m <sup>2</sup>
1	0.0 a 5.00	5	286.16	600	1.828	0.353	15262.81	41294.45	46749.08
2	5.00 a 12.90	7.9	333.56	1000	1.843	0.437	20914.43	60124.99	160088.25
3	12.90 a 30.00	17.1	311.09	2100	1.872	0.489	18472.83	55004.00	817151.98

Tabla 18 Resultados Línea Sísmica LTRS-02

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S Vs	Velocidad onda P Vp	Densidad calculada $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Poisson $\nu$	Módulo de corte G, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young E, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk K, t/m <sup>2</sup>
1	0.0 a 4.50	4.5	275	600	1.875	0.367	14462.01	39540.09	49561.27
2	4.50 a 11.30	6.8	319.5	1000	1.891	0.443	19687.37	56823.94	166611.86
3	11.30 a 30.00	18.7	389	2100	1.921	0.482	29635.21	87852.62	824155.53

Tabla 19 Resultados Línea Sísmica LTRS-03

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S Vs	Velocidad onda P Vp	Densidad calculada $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Poisson $\nu$	Módulo de corte G, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young E, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk K, t/m <sup>2</sup>
1	0.0 a 5.20	5.2	287.5	600	1.832	0.351	15438.29	41713.82	46655.34
2	5.20 a 12.70	7.5	332.5	1000	1.847	0.438	20825.24	59887.17	160600.80
3	12.70 a 30.00	17.3	408.333	2100	1.876	0.480	31893.25	94426.52	801020.90

## 5.7 Periodo Fundamental del Suelo

Tabla 20 Periodo fundamental del suelo

LMAW-01	0.33
LMAW-02	0.36
LMAW-03	0.34



## 6 CONCLUSIONES

- Los trabajos en campo fueron desarrollados en coordinación con el cliente y cumpliendo el programa establecido para los días de campo, además de llevar un adecuado control de calidad en los datos para la revisión y procesamiento en gabinete.
- En las secciones de refracción sísmica, se ha determinado de forma consistente la presencia de 03 estratos geofísicos en las tres líneas inspeccionados.

Tabla 21 Resumen de la Línea LTRS-01

Refracción Sísmica	Estrato	Velocidades de Ondas (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LTRS-01	1	150 - 450	1.50 - 5.00	Está conformado por suelo Intemperizado con relleno no controlado con material de grava con finos.
	2	450 - 1050	6.00 - 9.00	Estaría posiblemente conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación moderada.
	3	1050 - 2400	11.00 - 14.00	Estaría posiblemente conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación fuerte.

Tabla 22 Resumen de la Línea LTRS-02

Refracción Sísmica	Estrato	Velocidades de Ondas (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LTRS-02	1	150 - 450	1.00 - 4.00	Está conformado por suelo Intemperizado con relleno no controlado con material de grava con finos.
	2	450 - 1050	4.00 - 8.00	Estaría posiblemente conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación moderada.
	3	1050 - 2400	8.00 - 14.00	Estaría posiblemente conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación fuerte.

Tabla 23 Resumen de la Línea LTRS-03

Refracción Sísmica	Estrato	Velocidades de Ondas (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LTRS-03	1	150 - 450	1.00 - 6.00	Está conformado por suelo Intemperizado con relleno no controlado con material de grava con finos.
	2	450 - 1050	6.00 - 10.00	Estaría posiblemente conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación moderada.
	3	1050 - 2400	10.00 - 14.00	Estaría posiblemente conformado por matriz de grava con finos en estado de cementación fuerte.

- En las secciones de MASW, se ha determinado de forma consistente la presencia de 03 estratos geosísmicos.

Tabla 24 Resumen de la línea LMASW-01

Sondaje MASW	Estrato	Velocidades de Ondas (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LMASW-01	1	276-294	5	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios
	2	324-342	7.9	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios
	3	388-440	17.1	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios

Tabla 25 Resumen de la línea LMASW-02

Sondaje MASW	Estrato	Velocidades de Ondas (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LMASW-02	1	270-280	4.5	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios
	2	315-324	6.8	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios
	3	365-415	18.7	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios

Tabla 26 Resumen de la línea LMASW-03

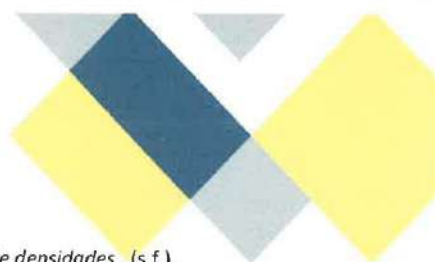
Sondaje MASW	Estrato	Velocidades de Ondas (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LMASW-02	1	280-295	5.2	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios
	2	320-345	7.5	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios
	3	379-436	17.3	Estratigráficamente esta capa está conformada por suelos intermedios

- Los parámetros geotécnicos obtenidos a partir de los valores de las ondas sísmicas P (primarias) y de las ondas sísmicas S (Secundarias) se indica en las Tablas No 17,18 y 19.

## 7 Recomendaciones

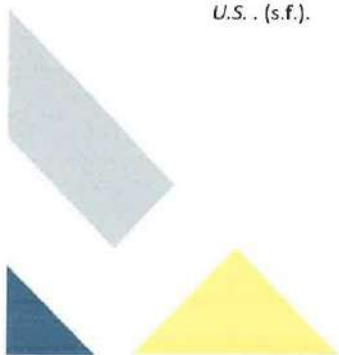
- El periodo fundamental promedio del suelo es de 0.34 s, ya que es un cálculo indirecto por lo que se recomienda con fines de diseño, considerar el valor mínimo recomendado en la Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente y/o realizar ensayos geofísicos de HSRV (método de Nakamura) el cual permite determinar el periodo fundamental del suelo en función a la vibración ambiental.
- El suelo investigado corresponde a los suelos intermedios, con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyendo los casos que se cimienta sobre un suelo de grava con finos. En la línea MASW-01,02 y 03, la  $V_{s30}$  es 351.6.0 m/s y según la norma E.030 de Diseño Sismorresistente corresponde a un tipo de suelo S2, así mismo, según el International Building Code (IBC) es un tipo de suelo C (Suelo blanda y/o suelo muy denso)
- En general los métodos geofísicos son ensayos indirectos y tienen un grado de aproximación aceptable.





## 8 BIBLIOGRAFIA

- A. García Valcárcel, *Tabla de densidades – Terzaghi y Peck, Tabla de densidades* . (s.f.).
- Astier, J., L. (1975), "Geofísica Aplicada la Hidrogeología" PARANINFO, Madrid, España. (s.f.).
- Ayashi, K (2003), "Data acquisition and Analysis of Active and Passive Surface Wave Methods". Short Course-SAGEEP 2003. (s.f.).
- CISMID (1991), "Memorias del seminario Taller de Dinámica de Suelos". Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. . (s.f.).
- Clasificación de Sísmica ASCE-2010. (s.f.).
- Figuerola, J., C.(1974), "Tratado de Geofísica Aplicada", LITOPRINT, Madrid. (s.f.).
- Guía Estándar Para Uso del Método de Refracción Sísmica Para Investigación Subsuerficial (ASTM D577, pág. 5, referencia Tabla 1 Rango de Velocidades por Compresión de Onda en suelo y Roca). (s.f.).
- International Building Code, (2012). (s.f.).
- Kramer, S.L, (1996), "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, New Jersey, USA. . (s.f.).
- Norma Técnica E.030 Diseño sísmico Resistente (Pág. 576296, referencia Tabla 2- Clasificación de Perfiles de Suelos) . (s.f.).
- Norma, T. P. (2016), "Diseño Sismorresistente", Condiciones Geot. (s.f.).
- Park, C., Miller, R., Xia, J. (1999), "Multichannel analysis of surface waves". *Geophysic. Vol.64. N° 3. P: 800-808.* (s.f.).
- Park, C., Miller, R., Xia, J., & Ivanov, J. 2011°, "Seismic characterization of geotechnical sites by Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) method". Tenth International Conference on soil Dynamics and Earthquake Engineering (SDEE), Philadelphia. . (s.f.).
- Park, C.B., R.D. Miller, and J. Xia, Julian M.(1999), *Multichannel Analysis of Surface Waves to Map Bedrock*, Kansas Geological Survey, Lawrence, Kansas, U.S. . (s.f.).
- Redpath, B., B.(1973), "Seismic Refraction Exploration for Engineering Site Investigations", Explosive Excavation Research Laboratory Livermore, California, U.S.A. . (s.f.).
- U.S. Army Corps of Engineers, (1995), "Geophysical Exploration for Engineering and environmental Investigations", *Engineer Manual 1110-1-1802*, Washington, U.S.A. (s.f.).
- Underwood, D.; Hayashi, k. (2006), *Surface Wave data Acquisition and Field Methods*, Geometrics Inc, U.S. . (s.f.).



# ENSAYOS DE LABORATORIO

- Granulometría
- Limite Liquido
- Límite Plástico
- Contenido de Humedad
- Clasificación SUCS
- Gravedad Especifica
- Triaxial
- Límites de Contracción



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y OCEDESA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# CALICATA N°1

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



**SERVICIOS DE**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

Peticionario : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

Ubicación : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

Estructura : ---

Expediente N° : EXP-070-IDC-2023

Codigo de formato : FP-CP-01 / REV.01/2023-05-30

Clase de material : CALCATA 01

N° de muestra : PROFUNDIDAD DE 2.30 m

Fecha de emisión : Agosto-2023

**MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADUACIÓN) DE SUELOS MEDIANTE ANÁLISIS DE TAMIZ - ASTM D-9913** Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3 in.	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.00	126.50	16.93	16.93	83.07
3/8 in.	9.50	82.63	11.06	28.00	72.00
No. 4	4.75	96.60	12.93	40.93	59.07
No. 10	2.00	22.90	3.07	43.99	56.01
No. 20	0.850	24.70	3.31	47.30	52.70
No. 40	0.425	21.10	2.82	50.12	49.88
No. 60	0.250	15.40	2.06	52.19	47.81
No. 100	0.150	12.90	1.71	53.90	46.10
No. 140	0.106	4.80	0.64	54.54	45.46
No. 200	0.075	3.70	0.50	55.04	44.96
FONDO		335.9	44.96	100.00	0.00
TOTAL		747.00	100.00 %		

GRUPOS SEGUN EL SISTEMA UNIFICADO  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

GRAVA	40.93 %
ARENA	14.11 %
FINO	44.96 %
TOTAL	100.00 %

Clasificación SUCS ASTM D-2487 :
<b>GC</b>
Nombre del grupo (SUCS) :
GRAVA ARCILLOSA
Clasificación AASTHO, ASTM D-3282 :
<b>A-6 (3)</b>
Tipo usual de materiales :
SUELOS ARCILLOSOS
Clasificación General Subrasante :
REGULAR A DEFICIENTE



Nota:

- 1) Los Ensayos se realizaron en las Condiciones Ambientales.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio así como que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

**Proyecto :** TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**Peticionario :** Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

**Ubicación :** Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**Estructura :** ---

**Expediente N° :** EXP-070-IDC-2023

**Código de formato :** FP-CP-01 / REV.01/2023-05-30

**Clase de material :** CALICATA 01

**N° de muestra :** PROFUNDIDAD DE 2.30 m

**Fecha de emisión :** Agosto-2023

Hoja: 02 de 02

**MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS, ASTM D4318-17e1**

Metodo de preparación: Via Humeda      Porcentaje retenido en el Tamiz No. 40: **50.12 %**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nro. De colpueta	-	-	-	-	-	-
Masa capsula + Suelo húmedo (g)	<b>35.21</b>	<b>35.91</b>	<b>33.48</b>	<b>35.65</b>	<b>34.55</b>	
Masa capsula + Suelo seco (g)	<b>29.67</b>	<b>29.54</b>	<b>27.98</b>	<b>33.61</b>	<b>33.62</b>	
Masa capsula (g)	<b>11.45</b>	<b>10.36</b>	<b>12.55</b>	<b>22.32</b>	<b>28.57</b>	
Masa de agua (g)	5.54	6.37	5.50	2.04	0.93	
Masa del suelo seco (g)	18.22	19.18	15.43	11.29	5.05	
Contenido de humedad %	<b>30.41 %</b>	<b>33.21 %</b>	<b>35.64 %</b>	<b>18.07 %</b>	<b>18.42 %</b>	
Nro. De golpes	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>
LL : <b>22</b>
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
LP : <b>18</b>
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>
IP : <b>14</b>



CONTENIDO DE AGUA, ASTM D-2216, %	
Código de recipiente	S-2
Masa de recipiente (g)	72.60 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	512.50 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	457.39 g
Masa de agua (g)	55.11 g
Masa de suelo seco (g)	384.79 g
Contenido de Agua %	14.32 %

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-96-INDECOPI-ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

*Luis Camarero Espinoza*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALLAN, HUANCAYO, 2023"  
**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX  
**Ubicación** : Psj. Cementerio, Pallan, Huancayo **Cantera / Calicata** : CALICATA N°1  
**Expediente** : EXP-070-IDC-2023 **N° de muestra** : M-1  
**Fecha de Emision** : Agosto-2023

NTP 339.139 - SUELOS. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO

Condiciones Ambientales

Humedad Relativa: 50%  
 Temperatura Ambiente: 18.8 °C

**DENSIDAD PARAFINA** 0.87 g/cm<sup>3</sup>

ESPECÍMENES	MUESTRA		
	E-1	E-2	E-3
MASA DE MUESTRA	245.67	171.74	177.58
MASA + PARAFINA	248.99	174.12	180.49
MASA SUMERGIDO	107.9	74.21	75.8

VOLUMEN	141.071	99.896	104.673
---------	---------	--------	---------

DENSIDAD HUMEDO	1.741	1.719	1.697
-----------------	-------	-------	-------

Densidad Humeda 1.719 g/cm<sup>3</sup>

Contenido de Agua			
Masa de Muestra Humeda	245.56	192.43	208.81
Masa de Muestra Seca	235.35	185.06	200.63
Masa de Tara	48.56	48.22	50.52
% de Agua	5.47	5.39	5.45

DENSIDAD SECA, g/cm <sup>3</sup>	1.651	1.631	1.609
----------------------------------	-------	-------	-------

METODO POR INMERSION

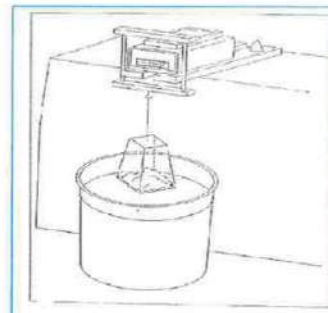


FIG 139A.1 - Aparato para la Determinación de la densidad por Inmersión en agua.

**DENSIDAD SECA PROMEDIO, g/cm<sup>3</sup>**  
1.630

\* ESTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION DEL PETICIONARIO Y LABORATORIO GEOTES Y

*Julio Gamarra Espinoza*  
 JULIO GAMARRA ESPINOZA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161







# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA** : AGOSTO DEL 2023

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : M-1

**AASTHO** A-6(3)

**PROFUNDIDAD** : 3.00 mts

**SUCS** GC

**ESTADO** : Parcialmente Saturado - Remoldeado

**Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 0.5 kg/cm<sup>2</sup>

Datos Iniciales del espécimen

Diametro : 5.00 cm


Altura : 10.00 cm

Humedad : 5.43 %

Densidad Seca : 1.630 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos					
		$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_1 / \sigma_3$	p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.00
0.50	1.31	0.50	1.57	3.66	1.25	1.24	0.74
0.75	1.57	0.50	2.00	4.05	1.36	1.39	0.89
1.75	2.06	0.50	2.40	4.86	1.55	1.56	1.06
2.00	2.14	0.50	2.46	4.98	1.58	1.59	1.09
2.50	2.24	0.50	2.55	5.14	1.62	1.61	1.11
3.00	2.32	0.50	2.61	5.26	1.65	1.64	1.14
3.50	2.43	0.50	2.71	5.44	1.70	1.71	1.21
4.50	2.59	0.50	2.70	5.70	1.75	1.72	1.22
6.00	2.63	0.50	2.66	5.78	1.78	1.80	1.30
8.00	2.54	0.50	2.64	5.62	1.74	1.75	1.25

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

 Pje. Grau Nº 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com





# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**FECHA** : AGOSTO DEL 2023

**CALICATA** : C-1  
**MUESTRA** : M-1 **AASTHO** A-6(3)  
**PROFUNDIDAD** : 3.00 mts **SUCS** GC  
**ESTADO** : Parcialmente Saturado - Remoldeado **Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

**Datos Iniciales del especimen**

**Diametro** : 5.00 cm  
**Altura** : 10.00 cm  
**Humedad** : 5.43 %  
**Densidad Seca** : 1.630 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos		$\sigma^1 / \sigma^3$	p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
		$\sigma^3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (kg/cm <sup>2</sup> )				
0.00	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
0.50	1.20	1.00	2.62	2.62	2.01	2.02	1.02
0.75	1.38	1.00	3.65	2.81	2.12	2.10	1.10
1.75	1.62	1.00	3.92	3.05	2.22	2.21	1.21
2.00	1.75	1.00	4.12	3.18	2.27	2.28	1.28
2.50	2.10	1.00	4.14	3.52	2.42	2.45	1.45
3.00	2.19	1.00	4.12	3.62	2.48	2.49	1.49
3.50	2.31	1.00	4.03	3.73	2.58	2.57	1.57
4.50	2.47	1.00	3.99	3.89	2.65	2.64	1.64
6.00	2.58	1.00	3.96	4.01	2.68	2.69	1.69
8.00	2.64	1.00	3.94	4.06	2.74	2.72	1.72

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS C.A.S.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**FECHA** : AGOSTO DEL 2023

**CALICATA** : C-1  
**MUESTRA** : M-1  
**PROFUNDIDAD** : 3.00 mts  
**ESTADO** : Parcialmente Saturado - Remoldeado

**AASTHO** A-6(3)  
**SUCS** GC  
**Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 2.0 kg/cm<sup>2</sup>

**Datos Iniciales del espécimen**

**Diametro** : 5.00 cm  
**Altura** : 10.00 cm  
**Humedad** : 5.43 %  
**Densidad Seca** : 1.630 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos			p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
		σ <sup>'</sup> <sub>3</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	σ <sup>'</sup> <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	σ <sup>'</sup> <sub>1</sub> /σ <sup>'</sup> <sub>3</sub>			
0.00	0	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.00
0.50	2.00	2.00	5.37	2.66	4.40	4.42	2.42
0.75	2.24	2.00	5.62	2.78	4.52	4.54	2.54
2.00	3.21	2.00	6.24	3.10	4.83	4.82	2.82
2.50	3.44	2.00	6.45	3.20	4.94	4.92	2.92
3.00	3.63	2.00	6.63	3.29	5.03	4.99	2.99
3.50	3.91	2.00	6.97	3.41	5.15	5.11	3.11
4.50	4.14	2.00	6.96	3.51	5.25	5.22	3.22
6.00	4.37	2.00	6.91	3.62	5.36	5.34	3.34
8.00	4.30	2.00	6.86	3.58	5.32	5.29	3.29

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPUEBAS

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA** : AGOSTO DEL 2023

---

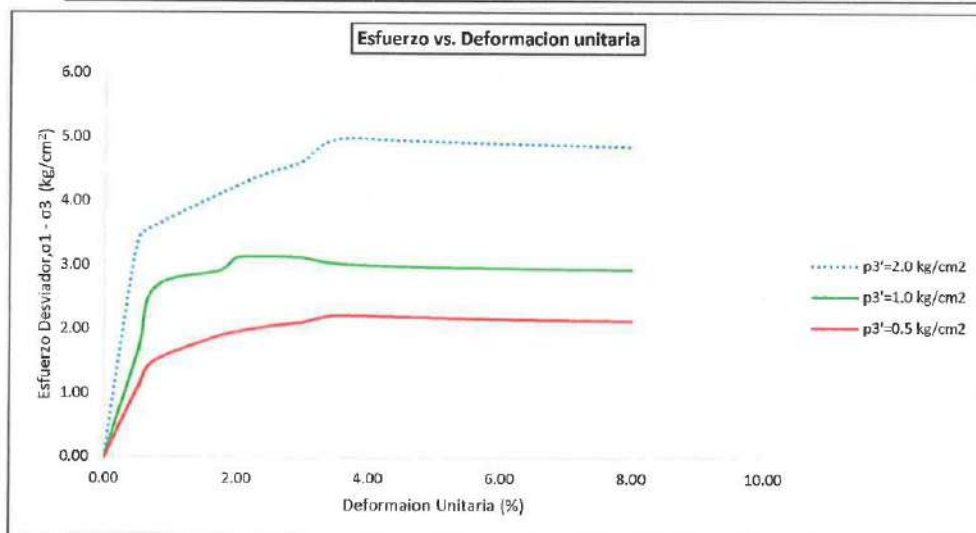
**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : M-1 **AASTHO** A-6(3)

**PROFUNDIDAD** : 3.00 mts **SUCS** GC

**ESTADO** : Parcialmente Saturado - Remoldeado **Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**



  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapuebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a [idecontrapuebas@gmail.com](mailto:idecontrapuebas@gmail.com)



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE :** Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**PROYECTO :** TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN :** Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA :** AGOSTO DEL 2023

---

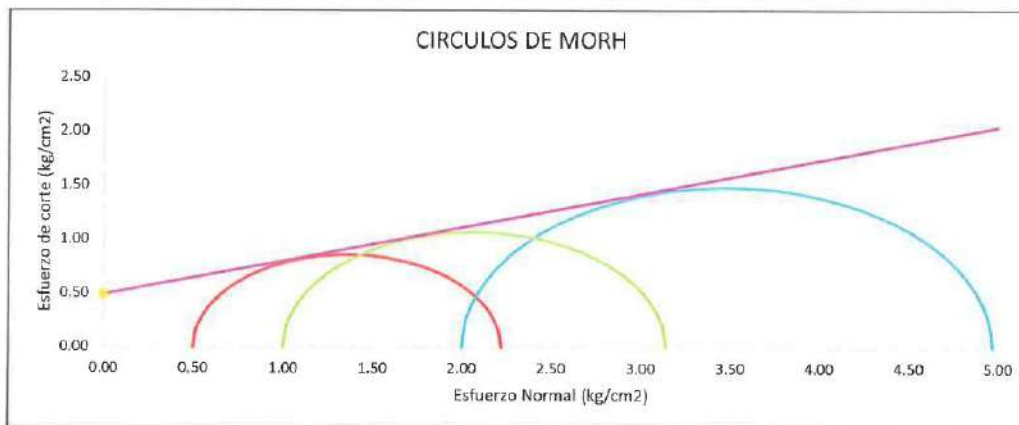
**CALICATA:** : C-1

**MUESTRA:** : M-1 **AASTHO** A-6(3)

**PROFUNDIDAD:** : 3.00 mts **SUCS** GC

**ESTADO:** Parcialmente Saturado - Remoldeado **Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**



$$c = 0.49 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 17.3$$

### OBSERVACIONES:

\*Muestra Remoldeada a la densidad seca de  $1.630 \text{ g/cm}^3$  y contenido de humedad de 5.43%

 *Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede  
 comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALLAN, HUANCAYO, 2023"

**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**Ubicación** : Psj. Cementerio, Pallan, Huancayo **Cantera / Calicata** : CALICATA N°1

**Estructura** : ----- **N° de muestra** : ---

**Expediente** : EXP-070-IDC-2023 **Profundidad** : 3.00 m

**Fecha de Emision** : Agosto-2023

**COORDENADA**  
 E: 18 L 479817 **PROF. TOTAL EXCAVADA:** 3.00 m  
 N: 8670033 **METODO DE EXCAVACION:** MANUAL  
 Z: 3383 **PROF. DE NIVEL FREATICO:** NO PRESENTA  
**FECHA:** Ago-23 **CONDICION METEOROLOGICO:** NUBLADO

NTP 339.150:2015 DESCRIPCION IDENTIFICACION DE SUELOS PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL

REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	CLASIFICACION		CLASIFICACION Y DESCRIPCION DEL LOS ESTRATOS: ANGULOSIDAD; FORMA; COLOR; OLOR; HUMEDAD; CONSISTENCIA; CEMENTACIÓN; ESTRUCTURA; RANGO DE PARTÍCULAS; TAMAÑO MÁXIMO PARTICULA; TAMAÑO DE BLOQUES O BOLONES; DUREZA; PLASTICIDAD; COHESIÓN.
			SUCS	GRAFICO	
	0.60	0.60	Relleno		Relleno, Grava limosa, de color marron oscuro, no presenta plasticidad de baja cohesion, con presencia de raices y vegetacion, forma de particulas redondeadas de tamaño maximo de 2 pulg.
	3.00		GC		Grava Arcillosa, de color marron oscuro, con presencia de Grava en un 40.93 % y Arena en un 14.11 % y Suelo Fino de 44.96%, con presencia de Limite Liquido de 32 e indice plastico de 18, con un indice de plasticidad de 14, suelo cohesivo, de estado de humedo con un contenido de Agua de 14.32%, las formas de las particulas sub redondeadas de tamaño maximo de 1 pulg. Con presencia muy baja de raices.
		2.40			



Observaciones:

\* Este formato se describe de acuerdo a lo exigido del numeral 16.2.5 del RNE E.050; 2020, de acuerdo con las NTP 339.134 y NTP 339.150 CIP 198161

Luis Gamarra E.  
 INGENIERO  
 CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- + LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- + TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- + EJECUCIÓN DE OBRAS
- + CONSULTORIA DE PROYECTOS
- + COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- + VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- + CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA  
**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX  
**Ubicación** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo **Cantera / Calicata** : CALICATA N°1  
**Expediente** : EXP-070-IDC-2023 **N° de muestra** : M-1  
**Fecha de Emisión** : Agosto-2023

**NTP 339.140 - SUELOS. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE SUELOS MEDIANTE EL MÉTODO DEL MERCURIO**

**1.- INSUMOS**

PUREZA DEL AGUA:	AGUA DESTILADA
DENSIDAD DEL AGUA:	1 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD DE MASA DE MERCURIO:	13.55 g/cm <sup>3</sup>

**2.- ENSAYO**

MASA DE PLATO:	22.00
Masa de Plato + Muestra Humeda, g	53.27
Masa de Plato + Muestra Seco, g	44.57
Contenido de Agua	39
Volumen de Capsula	19.00
Volumen de Muestra Seca	13.07
Limite de Contraccion, SL	12
Relacion de Contraccion, R	2

**Condiciones Ambientales**

Temperatura Ambiente:	19.1 °C
Humedad Relativa:	50%

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no debera reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproduccion en su totalidad
- \* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecanica de suelos, concreto, asfalto

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# CALICATA N°2

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



955287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAMBIOLOGONES

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

Peticionario : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

Ubicación : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

Estructura : ---

Expediente N° : EXP-070-IDC-2023

Código de formato : FP-CP-01 / REV.01/2023-05-30

Clase de material : CALCATA 02

N° de muestra : PROFUNDIDAD DE 3.00 m

Fecha de emisión : Agosto-2023

### MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADUACIÓN) DE SUELOS MEDIANTE ANÁLISIS DE TAMIZ - ASTM D-6913 Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3 in.	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.00	357.00	11.91	11.91	88.09
3/8 in.	9.50	247.60	8.26	20.17	79.83
No. 4	4.75	264.50	8.62	28.59	71.01
No. 10	2.00	186.50	5.22	35.21	64.79
No. 20	0.850	126.58	4.22	39.44	60.56
No. 40	0.425	126.84	4.23	43.67	56.33
No. 60	0.250	89.65	2.99	46.66	53.34
No. 100	0.150	74.23	2.48	49.14	50.86
No. 140	0.106	25.65	0.86	49.99	50.01
No. 200	0.075	35.58	1.19	51.18	48.82
FONDO		1463.5	48.82	100.00	0.00
TOTAL		2997.61	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

GRAVA	26.99 %
ARENA	22.19 %
FINO	48.82 %
TOTAL	100.00 %

Clasificación SUCS ASTM D-2487 :
GC
Nombre del grupo (SUCS) :
GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
Clasificación AASTHO, ASTM D-3282 :
A-6 (4)
Tipo usual de materiales :
SUELOS ARCILLOSOS
Clasificación General Subrasante :
REGULAR A DEFICIENTE



Nota

- 1) Los Ensayos se realizaron en las Condiciones Ambientales.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART.8.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

*Luis Gamarra Espinoza*  
  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965267894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad gúste comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com





# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONFABRICA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANGAYO, 2023"

**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

**Ubicación** : Psj. Cementerio, Palian, Huangayo

**Estructura** : ---

**Expediente N°** : EXP-070-IDC-2023

**Código de formato** : FP-CP-01 / REV.01/2023-05-30

**Clase de material** : CALIGATA 02

**N° de muestra** : PROFUNDIDAD DE 3.00 m

**Fecha de emisión** : Agosto-2023

Hoja: 02 de 02

### MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS, ASTM D4318-17e1

Método de preparación: Vía Humeda

Porcentaje retenido en el Tamiz No. 40: 43.67 %

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	32.84	34.17	34.28	19.84	23.78
Masa cápsula + Suelo seco (g)	28.10	29.05	29.38	18.92	22.86
Masa cápsula (g)	12.56	13.25	15.28	13.56	17.58
Masa del agua (g)	4.74	5.12	4.90	0.92	0.92
Masa del suelo seco (g)	15.54	15.80	14.10	5.36	5.28
Contenido de humedad %	30.50 %	32.41 %	34.75 %	17.16 %	17.42 %
Nro. De golpes	29	23	16	I	II



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>
LL : 32
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
LP : 17
<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
IP : 15



CONTENIDO DE AGUA, ASTM D-2216, %	
Código de recipiente	D-25
Masa de recipiente (g)	85.82 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	846.23 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	748.56 g
Masa de agua (g)	97.67 g
Masa de suelo seco (g)	662.94 g
Contenido de Agua %	14.73 %

#### NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART. 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huangayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Huayra  
Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"  
**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX  
**Ubicación** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo **Cantera / Calicata** : CALICATA N°2  
**N° de muestra** : M-1  
**Expediente** : EXP-070-IDC-2023 **Fecha de Emision** : Agosto-2023

NTP 339.139 - SUELOS. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO

Condiciones Ambientales

Humedad Relativa: 48%  
 Temperatura Ambiente: 19.1 °C

**DENSIDAD PARAFINA** 0.87 g/cm<sup>3</sup>

ESPECÍMENES	MUESTRA		
	E-1	E-2	E-3
MASA DE MUESTRA	356.52	256.84	189.65
MASA + PARAFINA	360.25	259.74	192.45
MASA SUMERGIDO	166.36	120.64	89.56

VOLUMEN	193.876	139.089	102.879
---------	---------	---------	---------

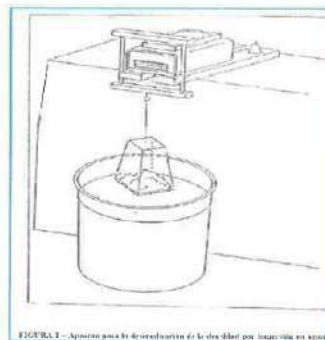
DENSIDAD HUMEDO	1.839	1.847	1.843
-----------------	-------	-------	-------

Densidad Humeda 1.843 g/cm<sup>3</sup>

Contenido de Agua			
Masa de Muestra Humeda	306.95	240.54	261.01
Masa de Muestra Seca	293.12	230.51	249.81
Masa de Tara	60.70	60.28	63.15
% de Agua	5.95	5.89	6.00

DENSIDAD SECA, g/cm <sup>3</sup>	1.736	1.744	1.739
----------------------------------	-------	-------	-------

METODO POR INMERSION



**DENSIDAD SECA PROMEDIO, g/cm<sup>3</sup>**  
1.740

\* ESTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION DEL PETICIONARIO Y LABORATORIO GEOTES Y

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161







SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**FECHA** : Agosto-2023

<b>CALICATA:</b>	C-2		
<b>MUESTRA:</b>	M-1	<b>AASTHO</b>	A-6(4)
<b>PROFUNDIDAD:</b>	3.00 mts	<b>SUCS</b>	GC
<b>ESTADO:</b>	Parcialmente Saturado - Remoldeado	<b>Velocidad</b>	: 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 0.5 kg/cm<sup>2</sup>

Datos Iniciales del especimen

Diametro : 5.00 cm  
Altura : 10.00 cm  
Humedad : 5.95 %  
Densidad Seca : 1.740 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos					
		$\sigma'_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1 / \sigma'_3$	p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.00
0.50	1.36	0.50	1.63	3.79	1.30	1.28	0.78
0.75	1.63	0.50	2.08	4.20	1.40	1.44	0.94
1.75	2.14	0.50	2.49	5.04	1.60	1.62	1.12
2.00	2.21	0.50	2.55	5.16	1.63	1.65	1.15
2.50	2.33	0.50	2.73	5.33	1.68	1.66	1.16
3.00	2.40	0.50	2.75	5.45	1.71	1.69	1.19
3.50	2.51	0.50	2.71	5.63	1.76	1.77	1.27
4.50	2.68	0.50	2.54	5.91	1.82	1.79	1.29
6.00	2.72	0.50	2.69	5.99	1.85	1.86	1.36
8.00	2.63	0.50	2.67	5.82	1.80	1.82	1.32

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA** : Agosto-2023

---

**CALICATA**: C-2

**MUESTRA**: : M-1 **AASTHO** A-6(4)

**PROFUNDIDAD**: 3.00 mts **SUCS** GC

**ESTADO**: Parcialmente Saturado - Remoldeado **Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

Datos Iniciales del especimen

Diametro : 5.00 cm  
 Altura : 10.00 cm  
 Humedad : 5.95 %  
 Densidad Seca : 1.740 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos					
		$\sigma^3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma^1 / \sigma^3$	p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
0.50	1.26	1.00	3.29	2.77	2.12	2.13	1.13
0.75	1.46	1.00	3.85	2.96	2.24	2.21	1.21
1.75	1.71	1.00	4.03	3.22	2.34	2.33	1.33
2.00	1.85	1.00	4.21	3.35	2.39	2.40	1.40
2.50	2.21	1.00	4.18	3.71	2.56	2.59	1.59
3.00	2.31	1.00	4.17	3.82	2.62	2.63	1.63
3.50	2.43	1.00	4.17	3.94	2.72	2.71	1.71
4.50	2.60	1.00	4.12	4.10	2.80	2.78	1.78
6.00	2.72	1.00	4.01	4.22	2.83	2.84	1.84
8.00	2.78	1.00	4.13	4.28	2.89	2.87	1.87

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

 965287894 / 964743431

 idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFIA Y GEODESIA
- EJECUCION DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCION Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**FECHA** : Agosto-2023

**CALICATA**: C-2  
**MUESTRA**: M-1  
**PROFUNDIDAD**: 3.00 mts  
**ESTADO**: Parcialmente Saturado - Remoldeado

**AASTHO** A-6(4)  
**SUCS** GC  
**Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 2.0 kg/cm<sup>2</sup>

**Datos Iniciales del especimen**

**Diametro** : 5.00 cm  
**Altura** : 10.00 cm  
**Humedad** : 5.95 %  
**Densidad Seca** : 1.740 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos		$\sigma'1 / \sigma'3$	p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
		$\sigma'3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (kg/cm <sup>2</sup> )				
0.00	0	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.00
0.50	2.03	2.00	5.39	2.67	4.41	4.43	2.43
0.75	2.26	2.00	5.79	2.79	4.53	4.55	2.55
2.00	3.25	2.00	6.26	3.10	4.85	4.83	2.83
2.50	3.49	2.00	6.58	3.21	4.95	4.94	2.94
3.00	3.68	2.00	7.08	3.30	5.04	5.01	3.01
3.50	3.96	2.00	7.08	3.42	5.16	5.13	3.13
4.50	4.19	2.00	7.11	3.52	5.27	5.23	3.23
6.00	4.43	2.00	7.05	3.63	5.37	5.35	3.35
8.00	4.35	2.00	7.03	3.59	5.34	5.30	3.30

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFIA Y GEODESIA
- EJECUCION DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCION Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACION** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA** : Agosto-2023

---

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 3.00 mts

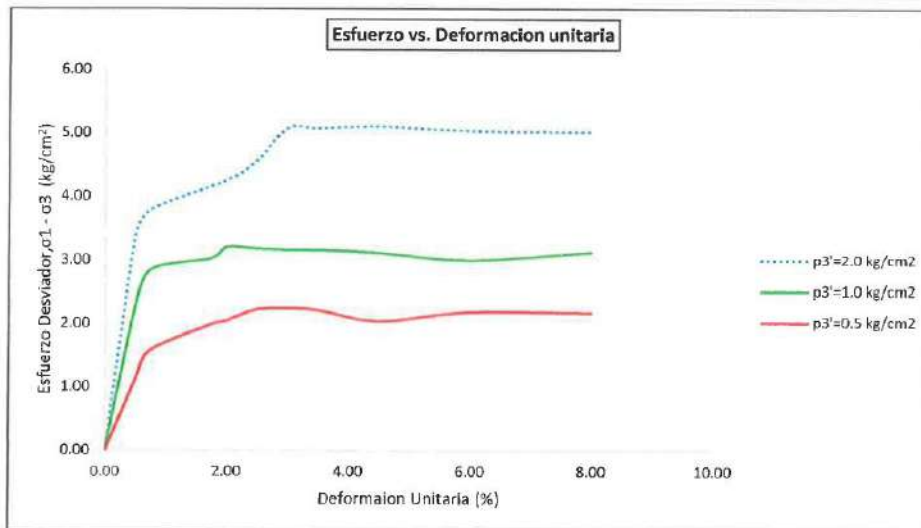
**ESTADO** : Parcialmente Saturado - Remoldeado

**AASTHO** : A-6(4)

**SUCS** : GC

**Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADA NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**



*Joel Max*  
Joel Max Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA** : Agosto-2023

---

**CALICATA**: C-2

**MUESTRA**: : M-1

**PROFUNDIDAD**: 3.00 mts

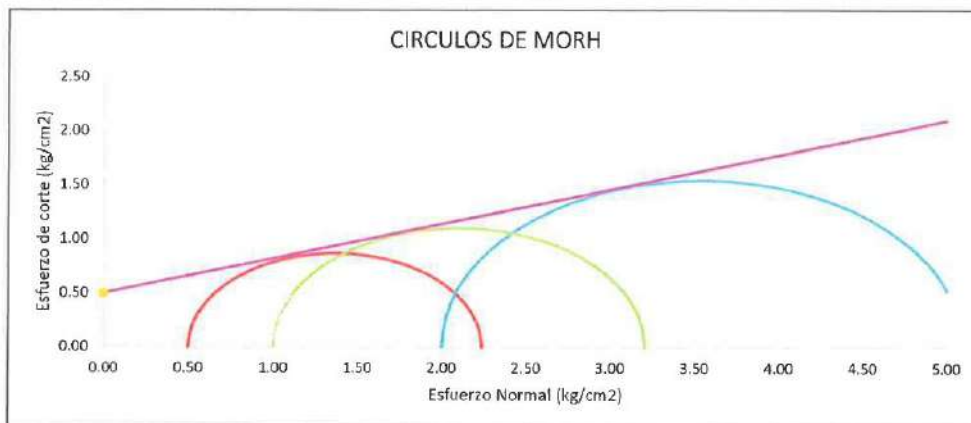
**ESTADO**: Parcialmente Saturado - Remoldeado

**AASTHO** A-6(4)

**SUCS** GC

**Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**



### OBSERVACIONES:

\*Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.740 g/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 5.95 %

  
*Miris Gamarra Espinoza*  
Miris Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

 Pje. Grau Nº 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com





# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX

**Ubicación** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**Cantera / Calicata** : CALICATA N°2

**N° de muestra** : ---

**Estructura** : ---

**Profundidad** : 3.00 m

**Expediente** : EXP-070-IDC-2023

**Fecha de Emision** : Agosto-2023

**COORDENADA E:** 18 L 479829

**PROF. TOTAL EXCAVADA:** 3.00 m

**N:** 8670056

**METODO DE EXCAVACION:** MANUAL

**Z:** 3385

**PROF. DE NIVEL FREATICO:** NO PRESENTA

**FECHA:** Ago-23

**CONDICION METEOROLOGICO:** NUBLADO

### NTP 339.150:2015 DESCRIPCION IDENTIFICACION DE SUELOS PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL

REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	CLASIFICACION		CLASIFICACION Y DESCRIPCION DEL LOS ESTRATOS: ANGULOSIDAD; FORMA; COLOR; OLOR; HUMEDAD; CONSISTENCIA; CEMENTACIÓN; ESTRUCTURA; RANGO DE PARTÍCULAS; TAMAÑO MÁXIMO PARTICULA; TAMAÑO DE BLOQUES O BOLONES; DUREZA; PLASTICIDAD; COHESIÓN.
			SUCS	GRAFICO	
	0.40	0.40	Relleno		Relleno, Grava limosa, de color marron oscuro, no presenta plasticidad de baja cohesion, con presencia de raices y vegetacion, forma de particulas redondeadas de tamaño maximo de 2 pulg.
	3.00		GC		Grava Arcillosa con Arena, de color marron oscuro, con presencia de Grava en un 28.99 % y Arena en un 22.19 % y Suelo Fino de 48.82% , con presencia de Limite Liquido de 32 e indice plastico de 17, con un indice de plasticidad de 15, suelo cohesivo, de estado de humedo con un contenido de Agua de 14.73%, las formas de las particulas sub redondeadas de tamaño maximo de 1 pulg. Con presencia muy baja de raices.
		2.60			

#### REGISTRO FOTOGRAFICO:

#### VISTA PANORAMICA



#### VISTA DEL PERFIL DEL SUELO



#### Observaciones:

\* Este formato se describe de acuerdo a lo exigido del numeral 16.2.5 del RNE E.050; 2020, de acuerdo con las NTP 339.134 y NTP 339.150.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA  
 Peticionario : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX  
 Ubicación : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
 Expediente : EXP-070-IDC-2023

Cantera / Calicata : **CALICATA N°2**  
 N° de muestra : M-1  
 Fecha de Emision : Agosto-2023

**NTP 339.140 - SUELOS. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE SUELOS MEDIANTE EL MÉTODO DEL MERCURIO**

**1.- INSUMOS**

PUREZA DEL AGUA:	AGUA DESTILADA
DENSIDAD DEL AGUA:	1 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD DE MASA DE MERCURIO :	13.55 g/cm <sup>3</sup>

**2.- ENSAYO**

MASA DE PLATO:	22.00
Masa de Plato + Muestra Humeda, g	54.25
Masa de Plato + Muestra Seco, g	45.06
Contenido de Agua	40
Volumen de Capsula	19.00
Volumen de Muestra Seca	12.47
Limite de Contraccion, SL	12
Relacion de Contraccion, R	2

**Condiciones Ambientales:**

Temperatura Ambiente:	19.1 °C
Humedad Relativa:	50%

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no debera reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproduccion en su totalidad
- \* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecanica de suelos, concreto, asfalto

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# CALICATA N°3

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



**SERVICIOS DE**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CÁMOTACIONES

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

Peticionario : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

Ubicación : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

Estructura : ---

Expediente N° : EXP-070-IDC-2023

Código de formato : FP-CP-01 / REV.01/2023-05-30

Clase de material : CALCATA 03

N° de muestra : PROFUNDIDAD DE 3.00 m

Fecha de emisión : Agosto-2023

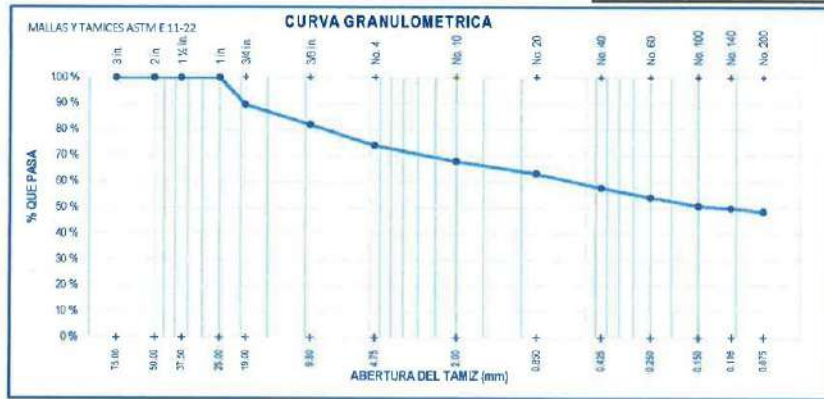
**MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE**  
**PÁRTICULAS (GRADUACIÓN) DE SUELOS MEDIANTE ANÁLISIS DE TAMIZ - ASTM D-6913** Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3 in.	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 in.	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.00	354.78	10.50	10.50	89.50
3/8 in.	9.50	256.89	7.61	18.11	81.89
No. 4	4.75	267.86	7.93	26.04	73.96
No. 10	2.00	208.88	6.18	32.23	67.77
No. 20	0.850	156.89	4.65	36.87	63.13
No. 40	0.425	184.70	5.47	42.34	57.66
No. 60	0.250	124.80	3.70	46.03	53.97
No. 100	0.150	108.96	3.23	49.26	50.74
No. 140	0.106	34.75	1.03	50.29	49.71
No. 200	0.075	39.85	1.18	51.47	48.53
FONDO		1639.1	48.53	100.00	0.00
TOTAL		3377.46	100.00 %		

GRUPOS SEGUN EL SISTEMA UNIFICADO  
CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

GRAVA	26.04 %
ARENA	25.43 %
FINO	48.53 %
TOTAL	100.00 %

Clasificación SUCS ASTM D-2487 :
GC
Nombre del grupo (SUCS) :
GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
Clasificación AASTHO, ASTM D-3282 :
A-6 (4)
Tipo usuales de materiales :
SUELOS ARCILLOSOS
Clasificación General Subrasante :
REGULAR A DEICIENTE



**Nota:**

- 1) Los Ensayos se realizaron en las Condiciones Ambientales.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT/ART.8.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



*Joel Max*  
**Joel Gamarrta Espi**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CALIFICACIONES

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

Peticionario : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

Ubicación : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

Estructura : ---

Expediente N° : EXP-070-IDC-2023

Código de formato : FP-CP-01 / REV.01/2023-05-30

Clase de material : CALCATA 03

N° de muestra : PROFUNDIDAD DE 3.00 m

Fecha de emisión : Agosto-2023

Hoja: 02 de 02

**MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS, ASTM D4318-17e1**

Método de preparación: Via Humeda

Porcentaje retenido en el Tamiz No. 40: 42.34 %

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De cápsulas	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	47.56	46.89	48.95	24.87	26.25
Masa cápsula + S. seco (g)	42.21	41.26	41.40	23.92	25.23
Masa cápsula (g)	25.56	24.75	25.62	18.68	19.56
Masa del agua (g)	5.35	5.63	5.55	0.95	1.02
Masa del suelo seco (g)	16.65	16.51	16.78	5.36	5.67
Contenido de humedad %	32.13 %	34.10 %	35.17 %	17.72 %	17.99 %
Nro. De golpes	28	20	16	I	II



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>
LL : 33
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
LP : 18
<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
IP : 15



CONTENIDO DE AGUA, ASTM D-2216, %	
Código de recipiente	S-25
Masa de recipiente (g)	105.26 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	945.62 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	840.84 g
Masa de agua (g)	104.78 g
Masa de suelo seco (g)	735.58 g
Contenido de Agua %	14.24 %

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el personal.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-58-INDECOPI-CRT-ART 6. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificaciones del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**Andrés Gamara Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"  
**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX  
**Ubicación** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo **Cantera / Calicata** : CALICATA N°3  
**Expediente** : EXP-070-IDC-2023 **N° de muestra** : M-1  
**Fecha de Emisión** : Agosto-2023

**NTP 339.139 - SUELOS. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO**

**Condiciones Ambientales**

**Humedad Relativa:** 50%  
**Temperatura Ambiente:** 19.1 °C

**DENSIDAD PARAFINA** 0.87 g/cm<sup>3</sup>

ESPECÍMENES	MUESTRA		
	E-1	E-2	E-3
MASA DE MUESTRA	445.65	321.05	237.0625
MASA + PARAFINA	450.3125	324.675	240.5625
MASA SUMERGIDO	208.95	151.8	112.95

VOLUMEN	241.348	172.864	127.602
---------	---------	---------	---------

DENSIDAD HUMEDO	1.847	1.857	1.858
-----------------	-------	-------	-------

**Densidad Humeda** 1.854 g/cm<sup>3</sup>

Contenido de Agua			
Masa de Muestra Humeda	324.89	254.52	275.78
Masa de Muestra Seca	309.53	243.42	263.80
Masa de Tara	64.10	63.65	66.69
% de Agua	6.26	6.18	6.08

DENSIDAD SECA, g/cm <sup>3</sup>	1.738	1.749	1.751
----------------------------------	-------	-------	-------

**METODO POR INMERSION**

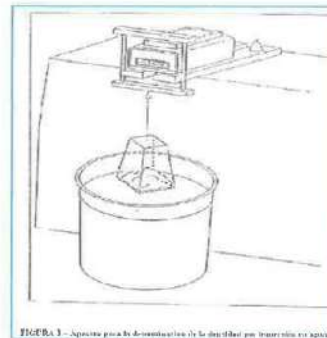


FIGURA 1 – Aparato para la determinación de la densidad por inmersión en agua

**DENSIDAD SECA PROMEDIO, g/cm<sup>3</sup>**  
1.746

\* ESTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION DEL PETICIONARIO Y LABORATORIO GEOTES V

**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

**RUC: 20610623612**

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA.
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"  
**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX  
**Ubicación** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**Expediente** : EXP-070-IDC-2023

**Cantera / Calicata** : CALICATA N°3  
**N° de muestra** : M-1  
**Fecha de Emision** : Agosto-2023

GRAVEDAD ESPECÍFICA  
MTC E 113

K: Coeficiente de temperatura  
Wa: Masa del picnometro y agua a la temperatura del ensayo de la gravedad especifica, g  
Ws: Masa del suelo en seco, g  
Wb: Masa del picnometro + agua + suelo, g

$$G_s 20^\circ C = K \times \frac{W_s}{W_s + W_a - W_b}$$

$G_s 20^\circ C = 2.66$

Condiciones Ambientales

Humedad Relativa: 50%  
Temperatura Ambiente: 18.8 °C

\* ESTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION DEL PETICIONARIO Y LABORATORIO GEOTES Y

  
Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



95287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**FECHA** : AGOSTO DEL 2023

**CALICATA**: C-3  
**MUESTRA**: : M-1 **AASTHO** A-6(4)  
**PROFUNDIDAD**: 3.00 mts **SUCS** GC  
**ESTADO**: Parcialmente Saturado - Remoldeado **Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 0.5 kg/cm<sup>2</sup>

**Datos Iniciales del especimen**

**Diametro** : 5.00 cm  
**Altura** : 10.00 cm  
**Humedad** : 6.17 %  
**Densidad Seca** : 1.746 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos					
		$\sigma'_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1 / \sigma'_3$	p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.00
0.50	1.32	0.50	1.57	3.67	1.26	1.24	0.74
0.75	1.58	0.50	2.01	4.07	1.36	1.39	0.89
1.75	2.07	0.50	2.41	4.88	1.55	1.57	1.07
2.00	2.14	0.50	2.47	5.00	1.58	1.60	1.10
2.50	2.25	0.50	2.64	5.16	1.63	1.61	1.11
3.00	2.33	0.50	2.75	5.28	1.66	1.64	1.14
3.50	2.44	0.50	2.78	5.46	1.70	1.72	1.22
4.50	2.60	0.50	2.71	5.72	1.76	1.73	1.23
6.00	2.64	0.50	2.67	5.80	1.79	1.80	1.30
8.00	2.55	0.50	2.65	5.64	1.75	1.76	1.26

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com





# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA** : AGOSTO DEL 2023

**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : M-1

**AASTHO** : A-6(4)

**PROFUNDIDAD** : 3.00 mts

**SUCS** : GC

**ESTADO** : Parcialmente Saturado - Remoldeado

**Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

**Datos Iniciales del especimen**

**Diametro** : 5.00 cm

**Altura** : 10.00 cm

**Humedad** : 6.17 %

**Densidad Seca** : 1.746 kg/cm<sup>3</sup>

Deformacion Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos					
		$\sigma'_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_1 / \sigma'_3$	$p$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$p'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
0.50	1.23	1.00	3.19	2.69	2.06	2.07	1.07
0.75	1.42	1.00	3.74	2.88	2.18	2.15	1.15
1.75	1.66	1.00	4.15	3.13	2.28	2.26	1.26
2.00	1.80	1.00	4.27	3.25	2.32	2.34	1.34
2.50	2.15	1.00	4.24	3.61	2.48	2.51	1.51
3.00	2.25	1.00	4.22	3.71	2.54	2.56	1.56
3.50	2.37	1.00	4.13	3.83	2.64	2.63	1.63
4.50	2.53	1.00	4.08	3.99	2.72	2.70	1.70
6.00	2.64	1.00	4.06	4.10	2.75	2.76	1.76
8.00	2.70	1.00	4.04	4.16	2.80	2.79	1.79

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@grau.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX

**PROYECTO** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**FECHA** : AGOSTO DEL 2023

**CALICATA**: C-3  
**MUESTRA**: : M-1 **AASTHO** A-6(4)  
**PROFUNDIDAD**: 3.00 mts **SUCS** GC  
**ESTADO**: Parcialmente Saturado - Remoldeado **Velocidad** : 0.5 mm/min

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**

PRESION DE CELDA : 2.0 kg/cm<sup>2</sup>

**Datos Iniciales del espécimen**

**Diametro** : 5.00 cm  
**Altura** : 10.00 cm  
**Humedad** : 6.17 %  
**Densidad Seca** : 1.746 kg/cm<sup>3</sup>

Deformación Unitaria (%)	Esfuerzo desviador (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzos Efectivos		$\sigma'1 / \sigma'3$	p (kg/cm <sup>2</sup> )	p' (kg/cm <sup>2</sup> )	q' (kg/cm <sup>2</sup> )
		$\sigma'3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (kg/cm <sup>2</sup> )				
0.00	0	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.00
0.50	2.05	2.00	5.43	2.69	4.45	4.47	2.47
0.75	2.28	2.00	5.84	2.81	4.57	4.59	2.59
2.00	3.28	2.00	6.31	3.13	4.89	4.87	2.87
2.50	3.51	2.00	6.63	3.24	4.99	4.98	2.98
3.00	3.71	2.00	7.14	3.32	5.08	5.05	3.05
3.50	3.99	2.00	7.14	3.45	5.21	5.17	3.17
4.50	4.23	2.00	7.13	3.55	5.31	5.28	3.28
6.00	4.47	2.00	7.11	3.66	5.42	5.40	3.40
8.00	4.39	2.00	7.09	3.62	5.38	5.35	3.35

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSICA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

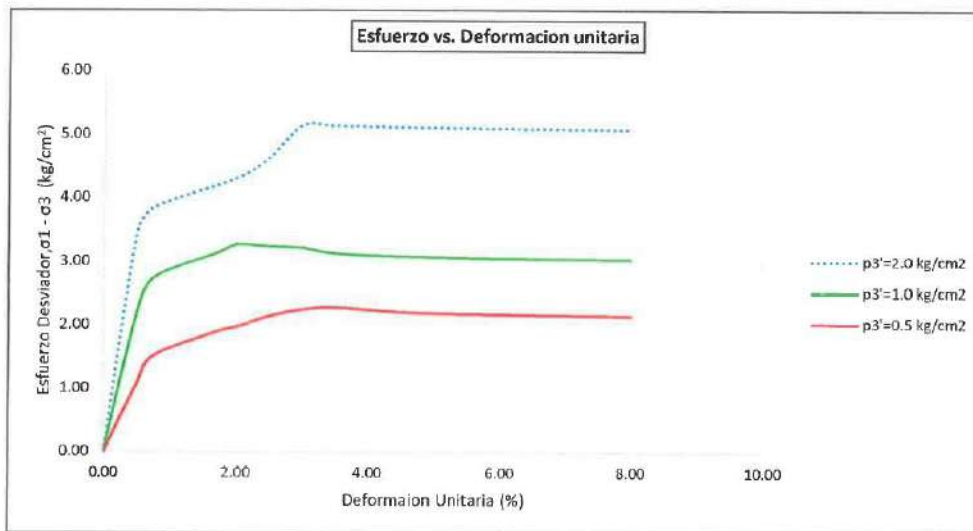
**SOLICITANTE :** Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOEL MAX

**PROYECTO :** TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN :** Psj. Cementerio, Palian, Huancayo  
**FECHA :** AGOSTO DEL 2023

<b>CALICATA:</b>	C-3	<b>AASTHO</b>	A-6(4)
<b>MUESTRA:</b>	: M-1	<b>SUCS</b>	GC
<b>PROFUNDIDAD:</b>	3.00 mts	<b>Velocidad</b>	: 0.5 mm/min
<b>ESTADO:</b>	Parcialmente Saturado - Remoldeado		

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850**



**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau Nº 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**SOLICITANTE :** Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX

**PROYECTO :** TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**UBICACIÓN :** Psj. Cementerio, Palian, Huancayo

**FECHA :** AGOSTO DEL 2023

---

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** : M-1

**PROFUNDIDAD:** 3.00 mts

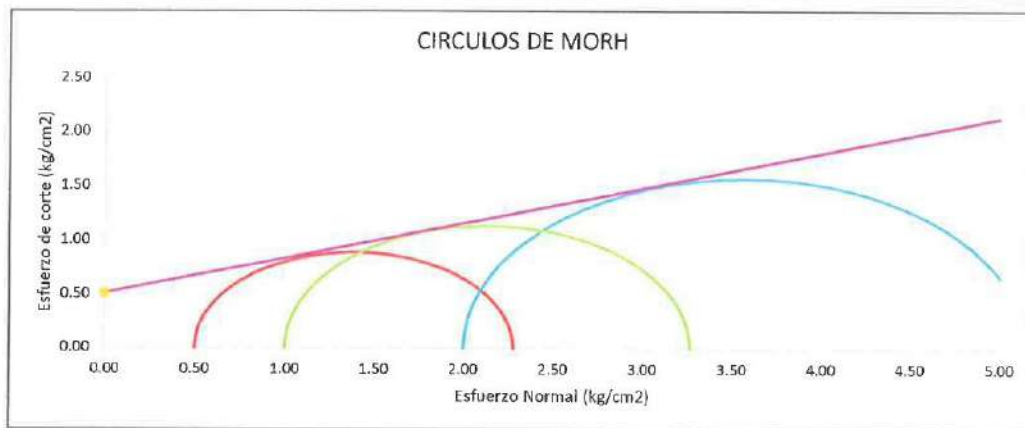
**ESTADO:** Parcialmente Saturado - Remoldeado

**AASTHO** A-6(4)

**SUCS** GC

**Velocidad** : 0.5 mm/min

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL NO CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS (UU) ASTM D2850



### OBSERVACIONES:

\*Muestra Remoldeada a la densidad seca de 1.746 g/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 6.17 %

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198151

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



95287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES PROFUNDAS, URBANIZACION PALIAN, HUANCAYO, 2023"

**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JHOEL MAX

**Ubicación** : Psl. Cementerio, Palian, Huancayo

**Cantera / Calicata** : CALICATA No 3

**N° de muestra** : ---

**Estructura** : ----

**Profundidad** : 3.00 m

**Expediente** : EXP-070-IDC-2023

**Fecha de Emision** : Agosto-2023

**COORDENADA E:** 18 L 479838

**PROF. TOTAL EXCAVADA:** 3.00 m

**N:** 8670060

**METODO DE EXCAVACION :** MANUAL

**Z:** 3387

**PROF. DE NIVEL FREATICO:** NO PRESENTA

**FECHA:** Ago-23

**CONDICION METEOROLOGICO:** NUBLADO

**NTP 339.150:2015 DESCRIPCION IDENTIFICACION DE SUELOS PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL**

REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	CLASIFICACION		CLASIFICACION Y DESCRIPCION DEL LOS ESTRATOS: ANGULOSIDAD; FORMA; COLOR; OLOR; HUMEDAD; CONSISTENCIA; CEMENTACIÓN; ESTRUCTURA; RANGO DE PARTÍCULAS; TAMAÑO MÁXIMO PARTICULA; TAMAÑO DE BLOQUES O BOLONES; DUREZA; PLASTICIDAD; COHESIÓN.
			SUCS	GRAFICO	
[Checkered pattern]	0.70	0.70	Relleno	[Diagram of soil profile with roots]	Relleno, Grava limosa, de color marron oscuro, no presenta plasticidad de baja cohesion, con presencia de raices y vegetacion, forma de particulas redondeadas de tamaño maximo de 2 pulg.
	3.00		GC	[Diagram of soil profile with particles]	Grava Arcillosa, de color marron oscuro, con presencia de Grava en un 28.99 % y Arena en un 22.19 % y Suelo Fino de 48.82%, con presencia de Limite Liquido de 32 e indice plastico de 17, con un indice de plasticidad de 15, suelo cohesivo, de estado de humedo con un contenido de Agua de 14.73%, las formas de las particulas sub redondeadas de tamaño maximo de 1 pulg. Con presencia muy baja de raices.
		2.30			

**REGISTRO FOTOGRAFICO:**

**VISTA PANORAMICA**



**VISTA DEL PERFIL DEL SUELO**



**Observaciones:**

\* Este formato se describe de acuerdo a lo exigido del numeral 16.2.5 del RNE E.050; 2020, de acuerdo con las NTP 339.134 y NTP 339.150.

*Handwritten signature*  
**Julius Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 2061062361

Para verificar la autenticidad g  
 comunicarse a: idecontrapruebas@

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS, APLICADOS EN SUELOS COHESIVOS PARA LA  
**Peticionario** : Bach. SALVATIERRA PAQUIYARI, JOHEL MAX  
**Ubicación** : Psj. Cementerio, Palian, Huancayo **Cantera / Calicata** : CALICATA N°3  
**N° de muestra** : M-1  
**Expediente** : EXP-070-IDC-2023 **Fecha de Emision** : Agosto-2023

**NTP 339.140 - SUELOS. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE SUELOS MEDIANTE EL MÉTODO DEL MERCURIO**

1.- INSUMOS

PUREZA DEL AGUA:	AGUA DESTILADA
DENSIDAD DEL AGUA:	1 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD DE MASA DE MERCURIO :	13.55 g/cm <sup>3</sup>

2.- ENSAYO

MASA DE PLATO:	22.00
Masa de Plato + Muestra Humeda, g	53.50
Masa de Plato + Muestra Seco, g	44.30
Contenido de Agua	41
Volumen de Capsula	19.00
Volumen de Muestra Seca	12.29
Limite de Contraccion, SL	11
Relacion de Contraccion, R	2

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente:	19.1 °C
Humedad Relativa:	50%

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no debera reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproduccion en su totalidad
- \* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecanica de suelos, concreto, asfalto



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161

 Pje. Grau N° 211, Chitca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

**Anexo N°05: La data de procesamiento de datos**

Velocidad de ondas de las líneas sísmicas LTRS-01-02-03

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	0.0 a 5.00	5	286.16	600
2	5.00 a 12.90	7.9	333.56	1000
3	12.90 a 30.00	17.1	311.09	2100

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S (Vs)	Velocidad onda P (Vp)
1	0.0 a 4.50	4.5	275	600
2	4.50 a 11.30	6.8	319.5	1000
3	11.30 a 30.00	18.7	389	2100

No. Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Velocidad onda S Vs	Velocidad onda P Vp
1	0.0 a 5.20	5.2	287.5	600
2	5.20 a 12.70	7.5	332.5	1000
3	12.70 a 30.00	17.3	408.333	2100

*Cohesión y ángulo de fricción obtenidos con refracción sísmica*

Calicata	Estrato	Cohesión	Ángulo de fricción	Promedio de cohesión	Promedio de ángulo de fricción
1	1	0.0428	26.9005	0.0454	26.7779
	2	0.0452	26.7888		
	3	0.0483	26.6444		
2	1	0.0431	26.8860	0.0454	26.7791
	2	0.0455	26.7779		



	3	0.0477	26.6733		
	1	0.0428	26.9023		
3	2	0.0452	26.7880	0.0452	26.7903
	3	0.0476	26.6805		

Parámetros dinámicos de las líneas sísmicas LTRS-01-02-03

No. Estrato	Densidad calculada ( $\rho$ ) g/cm <sup>3</sup>	Módulo de Poisson ( $\nu$ )	Módulo de corte (G) t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young (E), t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk (K), t/m <sup>2</sup>
1	1.828	0.353	15262.81	41294.45	46749.08
2	1.843	0.437	20914.43	60124.99	160088.25
3	1.872	0.489	18472.83	55004.00	817151.98

No. Estrato	Densidad calculada $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Poisson $\nu$	Módulo de corte G, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young E, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk K, t/m <sup>2</sup>
1	1.875	0.367	14462.01	39540.09	49561.27
2	1.891	0.443	19687.37	56823.94	166611.86
3	1.921	0.482	29635.21	87852.62	824155.53

No. Estrato	Densidad calculada $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Poisson $\nu$	Módulo de corte G, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Young E, t/m <sup>2</sup>	Módulo de Bulk K, t/m <sup>2</sup>
1	1.832	0.351	15438.29	41713.82	46655.34
2	1.847	0.438	20825.24	59887.17	160600.80
3	1.876	0.480	31893.25	94426.52	801020.90

**Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento**

## 1) PROSPECCIÓN GEOFÍSICA (Sondaje Mas W)-03 Líneas Sísmicas



Fotografía N° 1: Determinación e identificación de la zona sísmica y lugar de levantamiento

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 2: Identificación de la primera línea sísmica ubicada en las coordenadas UTM que inicia en: Este 479813, Norte 8670034, Elevación 3408m.s.n.m y termina en: Este 479852, Norte 8670102, Elevación 3418m.s.n.m

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 3: Identificación de la segunda línea sísmica que está ubicada en las coordenadas UTM que inicia en: Este 479811, Norte 8670027, Elevación 3408m.s.n.m y termina en: Este 479858, Norte 8670105, Elevación 3418m.s.n.m

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 4: Identificación de la tercera línea sísmica que está ubicada en las coordenadas UTM que inicia en: Este 479801, Norte 8670039, Elevación 3407m.s.n.m y termina en: Este 479843, Norte 867010, Elevación 3417m.s.n.m

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 5: Tendido de cable con un espaciamiento de geófonos de 4 metros, en total se utilizaron 24 geófonos a lo largo de la línea de refracción sísmica.

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 6: Se aplican los shots o golpes con una comba sísmica para generar vibraciones, que son registrados en cada uno de los geófonos y estos son amplificados por el sismógrafo para finalmente ser visualizados en la pantalla de una computadora personal.

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 7: Ubicación de los shots que van fuera del tendido de cable, alineado a la misma y a una distancia equivalente al 5%, 10% y 20 % de la longitud de tendido. (Método del MASW)

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 8: Durante el levantamiento en campo se aplicó 5 shorts para la línea sísmica de refracción; 1 shot fuera del tendido a dos metros del primer y último geófono en ambos extremos, y los tres shot restantes entre los geófonos 6 -7 ,12-13 y 16-17

FUENTE: Elaboración Propia

## 2) ENSAYOS DE LABORATORIO



Fotografía N° 9: Ensayo granulométrica, según referencia de la norma MTC E 107

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 10: Ensayo de gravedad específica, referencia de la norma MTC E 111

FUENTE: Elaboración Propia





Fotografía N° 11: Ensayo de peso volumétrico del suelo arcilloso con una muestra inalterada, la cual se talla, se pesa y se desarrolla por el método de inmersión en agua

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 12: Ensayo de límite líquido, para esto la muestra debe de ser homogénea y debe de ser colocada en la copa de Casagrande de manera uniforme, según referencia de la norma MTC E 110

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 13: Ensayo de límite plástico de la muestra realizando unas barritas o rollitos de suelo de más o menos 3.2mm de diámetro rodando con la palma de la mano, según referencia de la norma MTC E 111

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 14: Ensayo de límite contracción que representa el contenido máximo del agua usando el método del mercurio, según referencia de la norma MTC E 112

FUENTE: Elaboración Propia