

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**EFFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL  
CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA  
ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL  
SUELO PARA SUBRASANTE**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. GUTIERREZ BALBIN, KENYO.**

**Línea de Investigación Institucional:**

**Nuevas tecnologías y procesos.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**EFFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL  
CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA  
ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL  
SUELO PARA SUBRASANTE**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. GUTIERREZ BALBIN, KENYO.**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas tecnologías y procesos.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

Ing. Nataly Lucia Cordova Zorrilla.

**Asesora**

### **Dedicatoria**

- A Dios por darme la gracia de vivir.
- A mi familia por su apoyo incondicional.

Kenyo Gutierrez Balbin.



## **Agradecimientos**

- A la Ing. Nataly Lucia Cordova Zorrilla, por la contribución en el desarrollo de esta investigación.

Kenyo Gutierrez Balbin.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Casio Aurelio Torres López.  
Presidente

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.  
Secretario docente

## ÍNDICE

<b>Dedicatoria</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Formulación y sistematización del problema</b>	<b>17</b>
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
<b>1.3. Justificación</b>	<b>17</b>
1.3.1. Práctica	17
1.3.2. Metodológica	18
<b>1.4. Delimitaciones</b>	<b>18</b>
1.4.1. Espacial	18
1.4.2. Temporal	19
1.4.3. Económica	19
<b>1.5. Limitaciones</b>	<b>19</b>
<b>1.6. Objetivos</b>	<b>19</b>
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivos específicos	20
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Antecedentes</b>	<b>21</b>
2.1.1. Nacionales	21
2.1.2. Internacionales	24
<b>2.2. Marco conceptual</b>	<b>26</b>
2.2.1. Cemento Portland	26
2.2.2. Suelo de subrasante	28
<b>2.3. Definición de términos</b>	<b>36</b>

<b>2.4. Hipótesis</b>	<b>37</b>
2.4.1. Hipótesis general	37
2.4.2. Hipótesis específicas	37
<b>2.5. Variables</b>	<b>37</b>
2.5.1. Definición conceptual de las variables	37
2.5.2. Definición operacional de las variables	37
2.5.3. Operacionalización de las variables	38
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	<b>39</b>
<b>3.1. Método de investigación</b>	<b>39</b>
<b>3.2. Tipo de investigación</b>	<b>39</b>
<b>3.3. Nivel de investigación</b>	<b>39</b>
<b>3.4. Diseño de investigación</b>	<b>40</b>
<b>3.5. Población y muestra</b>	<b>40</b>
3.5.1. Población	40
3.5.2. Muestra	40
<b>3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>41</b>
3.6.1. Técnicas	41
3.6.2. Instrumentos	41
<b>3.7. Procesamiento de la información</b>	<b>41</b>
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	<b>47</b>
<b>4.1. Descripción de resultados</b>	<b>47</b>
4.1.1. El tiempo de almacenamiento del cemento y la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante	47
4.1.2. El tiempo de almacenamiento del cemento y la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante	54
<b>4.2. Contrastación de hipótesis</b>	<b>59</b>
4.2.1. Contrastación de hipótesis “a”	59
4.2.2. Contrastación de hipótesis “b”	64
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>69</b>
<b>5.1. Objetivo general: Evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante</b>	<b>69</b>
<b>5.2. Objetivo específico 1: Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante.</b>	<b>69</b>

<b>5.3. Objetivo específico 2: Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>75</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>
<b>Anexo 1: matriz de consistencia</b>	<b>80</b>
<b>Anexo 2: certificados de ensayos</b>	<b>82</b>
Anexo 2.1: suelo existente	83
Anexo 2.2: suelo con 7 % de cemento almacenado menos de 4 semanas	99
Anexo 2.3: suelo con 9 % de cemento almacenado menos de 4 semanas	115
Anexo 2.4: suelo con 11 % de cemento almacenado menos de 4 semanas	131
Anexo 2.5: suelo con 7 % de cemento almacenados menos de 6 semanas	147
Anexo 2.6: suelo con 7 % de cemento almacenados menos de 8 semanas	163
Anexo 2.7: suelo con 7 % de cemento almacenados menos de 12 semanas	179
<b>Anexo 3: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio</b>	<b>195</b>
<b>Anexo 4: panel fotográfico</b>	<b>209</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del cemento Portland	27
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del cemento Andino Premium.	28
Tabla 3. Clasificación de las partículas según su tamaño.	30
Tabla 4. Clasificación del suelo según si índice de plasticidad.	32
Tabla 5. Clasificación del suelo según el equivalente de arena.	32
Tabla 6. Clasificación de la subrasante según el índice de grupo.	33
Tabla 7. Categoría Subrasante.	34
Tabla 8. Porcentajes de cemento de acuerdo al tipo de suelo.	36
Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente y dependiente.	38
Tabla 10. Muestra de la investigación, acorde a los ensayos requeridos.	40
Tabla 11. Datos obtenidos de laboratorio.	43
Tabla 12. Prueba de normalidad de los datos de las propiedades físicas del suelo.	45
Tabla 13. Prueba de normalidad de los datos de las propiedades mecánicas del suelo.	45
Tabla 14. Límite líquido del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	48
Tabla 15. Límite plástico del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	49
Tabla 16. Índice de plasticidad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	51
Tabla 17. Equivalente de arena del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	53
Tabla 18. Máxima densidad seca del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	54
Tabla 19. Óptimo contenido de humedad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	56
Tabla 20. CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	57
Tabla 21. Variación del CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	57
Tabla 22. ANOVA de las propiedades físicas del suelo.	60
Tabla 23. Comparación de grupos de acuerdo a las propiedades físicas del suelo.	62
Tabla 24. Grupos homogéneos de acuerdo al límite líquido.	63

Tabla 25. Grupos homogéneos de acuerdo al límite plástico.	63
Tabla 26. Grupos homogéneos de acuerdo al índice de plasticidad.	63
Tabla 27. Grupos homogéneos de acuerdo al equivalente de arena.	64
Tabla 28. ANOVA de las propiedades mecánicas del suelo.	65
Tabla 29. Comparación de grupos de acuerdo a las propiedades mecánicas del suelo.	66
Tabla 30. Grupos homogéneos de acuerdo a la máxima densidad seca.	67
Tabla 31. Grupos homogéneos de acuerdo al óptimo contenido de humedad.	67
Tabla 32. Grupos homogéneos de acuerdo al CBR al 95 %.	67
Tabla 33. Grupos homogéneos de acuerdo al CBR al 100 %.	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 y Figura 2. Ubicación de Jr. Sarmiento donde se extrajeron las muestras de suelo para la investigación.	19
Figura 3. Signos convencionales para la clasificación AASHTO.	30
Figura 4. Signos convencionales para la clasificación SUCS.	31
Figura 5. Límite líquido del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	48
Figura 6. Variación porcentual del límite líquido del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	49
Figura 7. Límite plástico del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	50
Figura 8. Variación porcentual del límite plástico del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	51
Figura 9. Índice de plasticidad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	52
Figura 10. Variación porcentual del índice de plasticidad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	52
Figura 11. Equivalente de arena del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	53
Figura 12. Variación porcentual del equivalente de arena del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	54
Figura 13. Máxima densidad seca del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	55
Figura 14. Variación porcentual de la máxima densidad seca del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	55
Figura 15. Óptimo contenido de humedad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	56
Figura 16. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	57
Figura 17. CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	58
Figura 18. Variación porcentual del CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.	59



## RESUMEN

La presente tesis tuvo como problema general: ¿Cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante?, como objetivo general: Evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante y la hipótesis general fue: El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante.

El método general fue el científico, el tipo de investigación fue explicativo con un diseño experimental. La población correspondió al suelo de subrasante del Jr. Sarmiento del distrito de Pucará, provincia de Huancayo en el departamento de Junín; y de acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra fue 525 kg del suelo de la mencionada vía obtenida a través de una calicata.

La conclusión es que, el tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades del suelo, modificando las propiedades físicas a excepción del equivalente de arena; del mismo modo, reduce el CBR, más cumple con lo mínimo de 6 % para actuar como subrasante.

Palabras clave: cemento, tiempo de almacenamiento, subrasante, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## **ABSTRACT**

The general problem of this thesis was: What is the effect of storage time of Portland cement type I on the stabilization of soil properties for subgrade, and the general objective was: To evaluate the effect of storage time of Portland cement type I on the stabilization of soil properties for subgrade: To evaluate the effect of storage time of Portland cement type I on the stabilization of soil properties for subgrade and the general hypothesis was: The storage time of Portland cement type I intervenes in the stabilization of soil properties for subgrade.

The general method was scientific, the type of research was explanatory with an experimental design. The population corresponded to the subgrade soil of Sarmiento Jr. in the district of Pucará, province of Huancayo in the department of Junín; and according to the type of non-probabilistic intentional sampling, the sample was 525 kg of the soil of the mentioned road obtained through a test pit.

The conclusion is that the storage time of Portland cement type I intervenes in the stabilization of the soil properties, modifying the physical properties with the exception of the sand equivalent; in the same way, it reduces the CBR, but meets the minimum of 6% to act as a subgrade.

Key words: cement, storage time, subgrade, physical properties, mechanical properties.

## INTRODUCCIÓN

La investigación denominada “Efecto del tiempo de almacenamiento del cemento portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante”, nace de la problemática de mejorar las propiedades de los suelos con el fin de ser utilizados como subrasante. Para ello, se evaluó si el uso de cemento pasado puede mejorar las principales características del suelo como el CBR, contenido de humedad, límites de consistencia, entre otros; pues en muchas obras, especialmente en las que no han tenido una adecuada planificación, se presentan residuos de elementos de construcción como el cemento, el cual al sobrepasar la fecha de vencimiento, se convierte en un material no apto para la construcción de elementos estructurales; por lo que son desechados sin un acondicionamiento convirtiéndose de esta manera en un elemento contaminante.

En tal sentido, con el desarrollo de esta tesis se buscó establecer la viabilidad de utilizar el cemento pasado para estabilizar el suelo de la subrasante del Jr. Sarmiento entre la Av. Alejandro Odeusta y la Av. María Parado de Bellido del distrito de Pucará, provincia de Huancayo en el departamento de Junín, pues es una vía que hasta la actualidad no posee un tratamiento por lo que, en épocas de lluvia, generan problemas de transitabilidad que afecta a los pobladores de la zona.

En tal contexto, esta tesis logra establecer que el cemento pasado puede ser una gran alternativa para estabilizar suelos; dando así un uso alternativo al cemento pasado con hasta 12 semanas. En tal sentido, para un mejor entendimiento, la presente tesis se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación; en este capítulo se plantea el problema de investigación, se formula y sistematiza el problema, se presenta las justificaciones como práctica y metodológica, la delimitación tanto espacial, temporal y económica, las limitaciones y los objetivos de la investigación.

El Capítulo II: Marco teórico; presenta los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual relacionado a importancia del cemento, las

propiedades del suelo, tanto físicas como mecánicas, además de la necesidad de la estabilización de suelos para la construcción de vías y la importancia del uso del cemento como estabilizador del suelo; asimismo, en este capítulo se cuenta con la definición de términos, las hipótesis, la definición conceptual, operacional, además de la operacionalización de las variables.

El Capítulo III: Metodología; aquí se señala el método de investigación, el tipo de investigación, el nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procedimiento de la recolección de datos, las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados; en este capítulo se detalla los resultados referidos a las propiedades físicas de los suelos (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y equivalente de arena) y propiedades mecánicas (máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad e índice de CBR); además, de la contrastación de las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión de resultados; partiendo de los antecedentes, en este capítulo se discute cada uno de los resultados obtenidos en la investigación.

Finalmente, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos como la matriz de consistencia, certificados de los ensayos realizados (suelo existente, suelo con 7 %, 9 % y 11 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas y suelo con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 6, 8 y 12 semanas), certificados de calibración de instrumentos y el panel fotográfico.

Bach. Gutierrez Balbin, Kenyo

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

A nivel internacional, destacando las experiencias obtenidas en Europa y América, la utilización del cemento surgió como alternativa de estabilización de suelos para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, por resultar de menor costo y mayor duración, pues la aplicación de materiales granulares y el posterior compactado son de limitada duración lo cual se ve representado posteriormente en el deterioro acelerado en las vías, afectando el tránsito y servicio de los usuarios (Becerra y Herrera, 2019).

En el Perú, a pesar que las carreteras constituyen el principal medio de comunicación, estas no presentan una buena durabilidad, pues su deterioro se da por la mala calidad del suelo de ser arcillas o arenas, deficiencias de diseño, incremento del tráfico vehicular o un mal proceso constructivo, lo cual genera altos costos de mantenimiento, además de incomodidad en los transportistas, requiriendo estabilizarlos, resultando un agente importante y muy conocido la utilización de cemento Portland (Castro y Navarro, 2020).

En diversos distritos de Huancayo, como Pucará, las malas condiciones del suelo de subrasante son visible y se da con la presencia de fallas superficiales y estructurales de la vía, esto porque se encuentra en mayor cantidad los suelos arcillosos o arenosos requiriendo su estabilización con un agente de bajo costo que asegure su duración, pudiendo ser el cemento.

A esta problemática nacional, departamento y distrital se suma que, durante la ejecución de diversas obras de ingeniería, por falta de una debida planificación y otros factores externos, se presente cemento que es desechado al no encontrar ningún uso alternativo; por ello, en esta investigación se buscó ampliar el estudio del cemento como estabilizador de suelo considerando su factibilidad si este presenta un tiempo de almacenamiento prolongado. Por lo tanto, se consideró como muestra al suelo del Jr. Sarmiento entre la Av. Alejandro O. Deusta y la Av. María Parado de Bellido, del distrito de Pucará, provincia Huancayo para estabilizarlo con cemento almacenado en un máximo de 4 semanas y otros con almacenamiento de 6, 8 y 12 semanas, para determinar si este factor afecta las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante?
- b) ¿Cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Práctica**

La justificación práctica de la investigación recae en que se consideró solucionar dos problemas, el primero debido a la baja calidad de los suelos de subrasante en el Jr. Sarmiento entre la Av.

Alejandro O. Deusta y la Av. María Parado de Bellido y el segundo problema que se da por el almacenamiento prolongado del cemento, que después no es utilizado por temor a no cumplir con lo técnicamente requerido.

### 1.3.2. Metodológica

En el desarrollo de esta investigación se especificó una serie de dosificaciones de cemento de acuerdo a su tiempo de almacenamiento, además de ensayos necesarios para estabilizar el suelo para subrasante; con ello otros investigadores podrán corroborar los resultados, ampliar esta investigación o utilizarla como base para otros estudios relacionados.

## 1.4. Delimitaciones

### 1.4.1. Espacial

El problema de investigación fue observado en Jr. Sarmiento entre la Av. Alejandro O. Deusta y la Av. María Parado de Bellido del distrito de Pucará, provincia Huancayo y departamento Junín, tal como se muestra en las siguientes figuras, para lo cual se llevó a cabo ensayos de laboratorio para determinar las propiedades de los suelos estabilizados con cemento de diferente tiempo de almacenamiento (4, 6, 8 y 12 semanas).





Figura 1 y Figura 2. Ubicación de Jr. Sarmiento donde se extrajo las muestras de suelo para la investigación.

Fuente: Google Maps (2021).

#### **1.4.2. Temporal**

La presente investigación fue ejecutada durante el mes de mayo hasta agosto del año 2021.

#### **1.4.3. Económica**

Los gastos que se dieron por la extracción de muestras, traslado de muestras, viáticos, compra de materiales, ensayos de laboratorio y demás fueron asumidos en su totalidad por el tesista.

#### **1.5. Limitaciones**

La limitación correspondió a la económica, porque se pudo haber experimentados con cementos de mayor tiempo de almacenamiento; sin embargo, eso involucraría mayor inversión en los ensayos.

#### **1.6. Objetivos**

##### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante.



### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante.
- b) Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Nacionales**

Cotrina (2021) desarrolló la investigación “Mejoramiento de la capacidad portante en términos de CBR para suelos estabilizados con cemento en una dosificación de 2 % en la Av. Oquendo, Callao, 2019”, donde su objetivo fue mejorar el CBR del suelo con cemento en 2 % de la mencionada calle. Para ello, en primera instancia clasificó al suelo para continuar con su estabilización con 2 % de cemento, procediendo a la medición de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, así obtener consecuentemente el CBR y corroborar lo obtenido con lo establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Como resultados encontró que el suelo existente no era apto para soportar al pavimento de diseño por contar con un CBR inadecuado, que al adicionar cemento en 2 % el CBR del suelo se incrementó en 295.90 %. Concluye por lo tanto, que resulta factible la estabilización del suelo con cemento.

Castro y Navarro (2020) realizaron la investigación “Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre Salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco”, considerando como objetivos la

caracterización del suelo en estudio a nivel de subrasante, evaluar su comportamiento volumétrico tanto de suelo natural y estabilizados, para finalmente compararlos con la normativa del MTC. Por lo tanto, extrajeron 3 muestras de suelo, para continuar con la realización de ensayos de límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, contenido de humedad, Proctor modificado y CBR; no obstante, para los suelos estabilizados con cemento con 10 %, 15 % y 20 % sólo considerando ensayos de Proctor modificado y CBR. Como resultados obtuvieron que, con la adición de cemento, el óptimo contenido de humedad se incrementa al igual que el CBR al 95 % en hasta 53.36 % y la expansión se reduce. Con ello concluyen que, con 10 % de cemento se logra obtener un suelo que cumple con lo establecido por el MTC.

Alata y Vásquez (2019) en la investigación “Estudio exploratorio de estabilización con cemento Portland de subrasante de suelo arenarcilloso en carreteras no pavimentadas "El Paujil", Loreto. Iquitos, 2019” el objetivo que establecieron fue evaluar las propiedades mecánicas del suelo arenarcilloso con la adición de cemento. Es así que optaron por emplear 4 %, 6 % y 8 % de cemento en relación del peso del suelo, para continuar con el análisis granulométrico, límites de consistencia, determinación de la humedad óptima, peso específico máximo y CBR. Como resultados obtuvieron que, inicialmente el suelo contaba con un CBR de 22.60 % que al adicionar 4 %, 6 % y 8 % de cemento pasó a 138 %, 148 % y 258 %. Por consiguiente concluyen que los resultados obtenidos con la estabilización del suelo fueron satisfactorios, pudiéndose emplear el suelo de subrasante como base.

Becerra y Herrera (2019) desarrollaron la tesis “Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque. 2018”, estableciendo como objetivos analizar las características físicas y mecánicas de arenas, arcillas y afirmados, posteriormente analizar la resistencia a

compresión de cada uno de los suelos estabilizados con tres marcas diferentes de cemento y, por último, determinar el porcentaje óptimo de cemento. Para el cumplimiento de los mismos, estudiaron 432 especímenes de suelo bajo concentraciones de cemento en 4 %, 7 %, 10 %, 16 % y 19 % para cada tipo de cemento los cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a compresión a los 7 días. Como resultados obtuvieron que, la adición de cemento incrementa la resistencia a compresión del suelo, donde la utilización de la marca Qhuna otorga mayores valores en comparación al de la marca Mochica y ViaForte. Concluyeron así que, para la estabilización de arena no fue posible determinar el porcentaje óptimo, para las arcillas en cambio el porcentaje óptimo se encuentra entre 7 % y 16 % y para los afirmados el rango está entre 7 % y 13 %.

Velásquez (2018) realizó la investigación “Influencia del cemento Portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina” considerando como objetivos, clasificar, determinar el índice de plasticidad, índice de contracción y CBR del tanto del suelo existente y de los suelos modificados con cemento. Para ello, extrajo suelo de cuatro calicatas para realizar ensayos de contenido de humedad, granulometría, límite líquido y límite plástico para su clasificación y escoger el suelo más desfavorable, luego realizó el ensayo de Proctor modificado y CBR del mismo y de los suelos con adición de cemento en 1 %, 3 % y 5 %, además del límite líquido, plástico y contracción. Como resultados obtuvo que, el límite plástico y índice de contracción se incrementa con la adición de cemento a diferencia del índice de plasticidad y límite líquido que tienden a reducir; en cuanto al contenido óptimo de humedad este se reduce trayendo consigo que la densidad seca máxima y CBR acentúa su valor. Concluye así que, el porcentaje que cumple con lo mínimo establecido por el MTC es el 4 % de cemento en relación al peso seco del suelo.

### 2.1.2. Internacionales

Quevedo-Pesántez, Ávila-Calle y Calle-Castro (2021) desarrollaron el artículo científico “Análisis de costos entre estabilización suelo cemento y el mantenimiento periódico de vías rurales en la provincia del Cañar” con el objetivo de analizar los costos del mantenimiento de suelos con cemento que se desarrollaba en la mencionada provincia. Para ello extrajeron suelo por medio de una calicata para realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR, modelado de probetas de suelo y compresión simple de probetas, tanto del suelo en estado natural y con adición de 4 %, 5 % y 6 % de cemento. Como resultados obtuvieron que el suelo existente correspondía a un limo de baja plasticidad con CBR de 3.6 %, el mismo que pasó a presentar una resistencia de 4.24 MPa con 6 % de cemento, cumpliendo los requerimientos de flexotracción, ahuellamiento y resistencia, lo cual analizado el costo en un periodo de 5 años, resulta viable técnica y económicamente viable específicamente de emplearse en carreteras rurales.

Aguilar (2020) en la tesis “Análisis comparativo del comportamiento mecánico entre una base estabilizada con cemento y una base estabilizada con cemento más adición de fibras vegetales” consideró como objetivo compara el comportamiento de una base estabilizada con cemento y otra con fibra de fibra vegetal. Por consiguiente, consideró 3 %, 4 % y 5 % de cemento, mientras que para la fibra consideró 0.5 % a 1 % de fibras con longitudes de 20 y 25 mm, elaborando así 30 cilindros y 12 vigas, para ejecutar el ensayo de Proctor modificado y CBR, además de la resistencia a compresión y flexión. Como resultados encontró que, las bases estabilizadas con cemento presentaron hasta 42 % más de resistencia, a diferencia de las estabilizadas con fibras donde se redujo tal propiedad. Concluyó entonces que, el porcentaje idóneo para la estabilización del suelo fue de 4 % por presentar resultados similares al 5 %.

Golfín (2019) desarrolló la tesis “Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas”, para lo ello estableció como objetivos caracterizar tres tipos de materiales de subrasante, evaluar la condición y durabilidad de los suelos con cemento hidráulico. Para ello realizó ensayos de compresión inconfiada, Proctor modificado y CBR, considerando la relación a/c de 0.9, 0.3 y 0 con 1 % de cemento, relación a/c de 0.25, 0.5, 0.75 y 1 con 3 % de cemento, relación de a/c de 0.5, 0.25 y 0.75 con 5 % de cemento y relación a/c de 0.25, 0.5, 0.75 y 1 con 7 % de cemento. Como resultados obtuvo que, la relación a/c para el 1 % de cemento es de 0.5, para 3 % y 7 % es de 0.75 y para el 5 % de 9 %, lo cual trae un incremento de hasta 700 % de la resistencia del suelo. Concluyó así que, para alcanzar los requerimientos de resistencia del suelo no es necesario superar más del 15 % de cemento hidráulico.

García y Romero (2019) en la investigación “Verificación de resistencia entre la estabilización de suelo - cemento y la estabilización con suelo - cemento y fibra de fique” establecieron como objetivos determinar el tipo de suelo a partir de ensayos de granulometría, límites de Atterberg y compactación, diseñar mezclas de fibra de fique, suelo y cemento para evaluar su comportamiento mecánico en comparación de la norma INVIAS y, por último, establecer si es posible utilizar el fique en campo. Para ello en primer lugar extrajeron una muestra de suelo de aproximadamente 200 kg, para caracterizarlo en campo de acuerdo a su humedad, densidad de campo y CBR; a partir de ello, determinaron en laboratorio el análisis granulométrico, el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad; consecuentemente, realizaron el diseño de mezcla de suelo y cemento bajo variaciones de 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de agua para la obtención del óptimo contenido de humedad y con ello realizar variaciones de contenido de cemento en 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de cemento, del mismo modo realizaron el diseño de mezcla de suelo,

cemento y fibra de fique con variaciones de 0.25 %, 0.5 % y 1 % de fibra. Como resultados obtuvieron que, el uso de suelo y cemento incrementa la densidad máxima seca y reduce la humedad, en cuanto al uso de suelo y fibra de fique, reduce la DMS conservando la humedad y la adición de fibra de fique y cemento incrementa la DMS manteniendo la humedad; respecto al CBR los mayores valores fueron obtenidos con la adición de cemento, seguido con fique y cemento. Llegaron a concluir que la utilización de cemento con estabilizador presentó mejores resultados en relación al fique, cuyo porcentaje óptimo no debe ser mayor a 11.5 %.

Hidalgo (2016) realizó la tesis “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante”, consideró como objetivos analizar el comportamiento de las enzimas orgánicas y del cemento aplicados en el suelo arcilloso, para así compararlos. Por ello realizó, ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado tipo B y capacidad de soporte del suelo CBR en muestras de suelo con enzima orgánica y cemento en 5 % y 10 %. Como resultados obtuvo que, con el uso de enzima orgánica incrementa en mayor cuantía la densidad máxima seca, la humedad óptima y CBR a comparación del suelo con 5 % y 10 % de cemento. Por lo tanto, llega a concluir que, el uso del suelo con enzima orgánica presenta mayor capacidad de soporte a comparación del suelo con 5 % y 10 % de cemento.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Cemento Portland**

Velásquez (2018), define al cemento Portland como un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de tal manera que se obtenga un polvo muy fino que en presencia de agua endurece, adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

Complementariamente, Velásquez (2018) señala que el cemento hidráulico es un producto obtenido por la pulverización del clinker Portland con adición eventual de yeso natural. El clinker Portland se forma tras la calcinación de la caliza y arcilla a temperaturas que fluctúan entre 1350 y 1450 °C.

### Composición química del cemento

Según Velásquez (2018) cuatro componentes son considerados como los principales constituyentes del cemento tal como se muestra en la Tabla 1. Generalmente se utiliza la notación abreviada para describir cada óxido: CaO = C (cal); SiO<sub>2</sub> = S (sílice); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = A (alúmina) y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = F (óxido férrico). Igualmente, H<sub>2</sub>O en el cemento hidratado es denotado por H (agua).

Tabla 1. Componentes del cemento Portland

Nombre del compuesto	Composición del óxido	Abreviación	Nombre común
Silicato tricálcico	3Ca.SiO <sub>2</sub>	C3S	Alita
silicato dicálcico	2Ca.SiO <sub>2</sub>	C2S	Belita
Aluminato tricálcico	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3A	Celita
Aluminoferrito tetracálcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C4AF	Felita

Fuente: Velásquez (2018).

De acuerdo con Velásquez (2018) los silicatos, C<sub>3</sub>S y C<sub>2</sub>S son los componentes más importantes, los cuales son responsables para la resistencia de la pasta de cemento hidratada. En realidad, los silicatos en el cemento no son compuestos puros, pero contienen menos óxidos en solución sólida.

También destacan que la presencia del C<sub>3</sub>A en el cemento es indeseable debido a que contribuye poco o nada a la resistencia del cemento excepto a temprana edad, y luego la pasta endurecida de cemento es atacada por sulfatos, la formación de sulfoaluminato de calcio (etringita) puede causar disrupción. Sin embargo, el C<sub>3</sub>A es beneficioso en la fabricación del cemento ya que facilita la combinación de la cal y la sílice (Velásquez, 2018).



El C<sub>4</sub>AF, está presente en el cemento en pequeñas cantidades, y, comparado con los otros tres componentes, no afecta el comportamiento significativamente; sin embargo, reacciona con el yeso para formar sulfoferrito de calcio y su presencia puede acelerar la hidratación de los silicatos (Velásquez, 2018).

Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del cemento Andino Premium.

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP 344.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	-0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	373	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
Resistencia a la compresión			
Resistencia a compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285
Tiempo de fraguado Vicat inicial	min	105	Mínimo 45
Tiempo de fraguado Vicat final	min	282	Máximo 375
Composición química			
MgO	%	1.8	Máximo 6
SO <sub>3</sub>	%	2.67	Máximo 3
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3
Residuo insoluble	%	0.72	Máximo 1.5
Fases mineralógicas			
C <sub>2</sub> S	%	17.86	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.88	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.01	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.37	No específica
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Máximo 0.60
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

Fuente: Ficha técnica de cemento Andino Premium (UNACEM, 2020).

### 2.2.2. Suelo de subrasante

La subrasante corresponde a la superficie que se genera por las explanaciones y en la cual se soportará directamente al pavimento, en consecuencia deberá contar con una regularidad geométrica adecuada y una resistencia idónea (Gonzales, 2018).

Además a lo mencionado, el suelo que se encuentra a 0.60 m por debajo del nivel de la subrasante, debe cumplir con un CBR  $\geq 6\%$ ; por lo que si esto no se cumple, estos suelos deben ser reemplazados o mejorados, en función al análisis técnico del ingeniero responsable (MTC, 2014).

### **Caracterización de las subrasantes**

De acuerdo al MTC (2014) las caracterizaciones de las propiedades físico-mecánicas para la subrasante deben realizarse a una profundidad de 1.50 m como mínimo. Si la vía es de bajo volumen de tránsito ( $IMDA \leq 200$  veh/día) solo será necesario la construcción de una calicata por kilómetro. También es necesario considerar que, si la topografía en la zona de estudio es variable, tanto que generen cambios en el perfil del terraplén, o si la naturaleza del suelo varía considerablemente, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro.

La caracterización de la subrasante es muy importante ya que, mediante ella, se podrá determinar la presencia de suelos, arcillosos, orgánicos, napas de agua, rellenos, etc., además que con esta información se logra identificar tramos para un mejoramiento o estabilización de suelos. Si en el estudio se encuentra zonas rocosas, se deberá considerar lo que establece la norma MTC E101 (Becerra y Herrera, 2019).

### **Granulometría**

La granulometría representa la distribución de los componentes de un material que se obtiene mediante un proceso de tamizaje (este ensayo debe realizarse en base al ensayo MTC EM 107). Con la determinación de esta propiedad se puede obtener un estimado con cierta aproximación de las otras propiedades (Golfín, 2019).

Para el MTC (2014) la finalidad de la granulometría es obtener la proporción de todos sus componentes en función de su tamaño. En este sentido, se puede clasificar de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 3. Clasificación de las partículas según su tamaño.

Tipo de material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm - 4.75 mm
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
	Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo 0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC (2014).

Otra interpretación de esta propiedad según Becerra y Herrera (2019) en la masa de suelos varían siempre los tamaños, gracias a esto, para su clasificación se necesita distribuirlos, esta distribución se hará mediante análisis granulométrico con el uso de mallas o con el hidrómetro en el caso de partículas muy finas, la primera opción siempre es la que se utiliza. La granulometría por mallas se ejecuta tomando cantidad medida de suelo seco, pulverizado y pasándola a través de una serie de mallas cada vez más pequeña y una charola en el fondo. La muestra de suelo retenido en cada malla se mide el porcentaje acumulado que pasa a través de cada malla.

Por lo general, según Becerra y Herrera (2019) la granulometría es utilizada para la clasificación de suelos; por lo que, aquellos que se encuentren durante la exploración, solo pueden ser clasificados de acuerdo al AASHTO y SUCS, para ello se consideran los siguientes símbolos:

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Simbología AASHTO

Figura 3. Signos convencionales para la clasificación AASHTO.  
Fuente: MTC (2014).




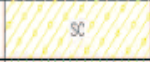
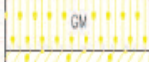






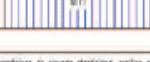
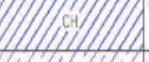


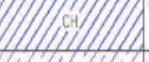


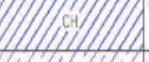


	Grava con mezcla arena, grava con poca o nada de material fino, ubicada en franjas horizontales.		Materiales finos en plasticidad o con plasticidad muy baja.						
	Grava muy pedregosa, mezcla de arena-grava con poca nada de material fino.		arenas arcillosas, mezclas de arena-arcillas.						
	Gravas finas mezclas de grava arena finas.		Arcillas orgánicas y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limas arcillosas con ligera plasticidad.						
	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla gruesas con material fino cantidad apreciable de material fino.		Arcillas margénicas de plasticidad baja o mediana, arcillas gruesas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas negras.						
	Arena bien graduada, arenas con grava, poca o nada de material fino, arenas limosas poca o nada, amplia variación en tamaño granulométrico y contenido de partículas en tamaño intermedios.		Limas orgánicas y arcillas limosas orgánicas, bajo plasticidad.						
	Arena mal graduada con grava poca o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.		Limas margénicas muy finas gruesas a limosas, micáceas o duras/tapecas, limas arcillosas.						
<table border="1" data-bbox="619 584 1002 763"> <tbody> <tr> <td></td> <td>Arcillas margénicas de estados plásticos, arcillas gruesas.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limas orgánicas.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Yarba, suelos considerablemente orgánicos.</td> </tr> </tbody> </table>					Arcillas margénicas de estados plásticos, arcillas gruesas.		Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limas orgánicas.		Yarba, suelos considerablemente orgánicos.
	Arcillas margénicas de estados plásticos, arcillas gruesas.								
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limas orgánicas.								
	Yarba, suelos considerablemente orgánicos.								

Figura 4. Signos convencionales para la clasificación SUCS.  
Fuente: MTC (2014).

### Plasticidad

La plasticidad del suelo es una propiedad que indica su estabilidad con cierta cantidad de contenido de agua sin disgregarse; es por tal razón que esta propiedad depende de la cantidad de finos que posee este material. Debido a que es difícil obtenerlo mediante la granulometría, se debe considerar el ensayo establecido por Atterberg (Juárez y Rico, 2005).

Según el MTC (2014) los límites de Atterberg dan a conocer la sensibilidad del suelo ante su contenido de humedad. Esta propiedad se clasifica en tres fases: líquido, plástico y sólido; por lo que los límites que los cuantifican son:

- Límite líquido (LL). - se obtiene mediante el ensayo MTC EM 110, e indica cuando el suelo pasa del estado semilíquido al plástico, por lo que es moldeable (MTC, 2014).
- Límite plástico (LP). - Se obtiene mediante el ensayo MTC EM 111, e indica cuando el suelo pasa de un estado plástico a uno semisólido, por lo que tiende a romperse (MTC, 2014).
- Límite de contracción o retracción. - se puede determinar mediante la realización del ensayo MTC EM 112, e indica cuando el suelo

pasa de un estado semisólido a uno sólido, por lo que deja de contraerse al no perder humedad (MTC, 2014).

Para Suárez y Rico (2005) un aspecto importante en esta propiedad es el índice de plasticidad (IP), el cual indica un intervalo de contenido de agua con el cual el suelo tiene una consistencia plástica. Su valor se puede determinar mediante la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Según el MTC (2014) un valor de un IP grande representa a un suelo muy arcilloso; mientras que uno pequeño es típico en suelos poco arcillosos, en tal sentido esta propiedad se puede clasificarse en función a la siguiente tabla:

Tabla 4. Clasificación del suelo según si índice de plasticidad.

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$7 < IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No plástica (NP)	Suelos exentos de arcillas

Fuente: MTC (2014).

Cabe mencionar que las presencias de arcilla en los suelos resultan ser riesgosos debido a su gran sensibilidad al agua.

### **Equivalente de arena**

Para el MTC (2014), es la cantidad relativa de contenido de polvo o material arcilloso en suelos o agregados finos. Este se puede determinar mediante el ensayo MTC EM 114.

El valor de equivalente de arena (EA), indica la plasticidad del suelo, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación del suelo según el equivalente de arena.

Equivalente de arena	Características
$EA > 40$	Suelo no plástico, es arena
$20 < EA < 40$	Suelo poco plástico y no heladizo
$EA < 20$	Suelo plástico y arcilloso

Fuente: MTC (2014).

## Índice de grupo

Para Juárez y Rico (2005) es un valor normalizado por la AASHTO, el cual es utilizado para la clasificación de suelos. Este índice se basa gran parte en los límites de Atterberg, y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde: a, F-35 (F, fracción del porcentaje que pasa el tamiz N°200) expresado en un número de 1 a 40; b, F-15 (F, fracción del porcentaje que pasa el tamiz N°200) expresado en un número de 1 a 40; c, LL – 40 y d, IP -10.

Generalmente, según el MTC (2014), este índice tiene un valor de 0 a 20. Si el valor es negativo se reporta como cero. Un valor de cero da indicios de un suelo excelente, mientras si da mayor a 20, es indicador que el suelo no es apto para caminos; tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Clasificación de la subrasante según el índice de grupo.

Índice de grupo	Suelo subrasante
$IG > 9$	Muy pobre
$4 < IG \leq 9$	Pobre
$2 < IG \leq 4$	Regular
$1 < IG \leq 2$	Bueno
$0 < IG \leq 1$	Muy bueno

Fuente: MTC (2014).

## Compactación

La compactación es una propiedad del suelo, con la cual se puede obtener suelos más resistentes. Esta propiedad puede estimarse mediante la prueba Proctor (Juárez y Rico, 2005).

Según a lo mencionado por Juárez y Rico (2005) la prueba Proctor estándar es usado para materiales arcillosos y limosos, mientras que el modificado, es para materiales granulares.

De acuerdo al MTC (2014), el ensayo Proctor, mide la relación entre la humedad y el peso unitario, el cual es compactado mediante una carga determinada; este valor se puede determinar mediante el ensayo MTC E – 116.

### **Ensayo CBR**

Es el valor de resistencia o soporte del suelo, que se refiere al 95 % de la máxima densidad seca y con una penetración de carga de 2.54 mm (MTC, 2014). Además, se define el porcentaje de CBR como la cantidad de fuerza que necesita un pistón normalizado para penetrar una profundidad determinada en una muestra de suelo compactada con un contenido de humedad y densidad dado, esto se compara con la fuerza que necesita el mismo pistón para penetrar la misma profundidad y con la misma velocidad a una probeta con muestra de suelo compactado (Juárez y Rico, 2005).

Según el MTC (2014), esta propiedad del suelo se estima mediante lo recomendado en la norma MTC EM 132; y se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Clasificar el suelo por los sistemas AASHTO y SUCS.
- Elaborar un perfil estratigráfico en cada sector homogéneo o tramo de estudio.
- Con el perfil se deben programar los ensayos de CBR (resistencia del suelo)
- El CBR debe ser al 95 % de la MDS (máxima densidad seca) y a una penetración de 2.54 mm.

Una vez que se define el valor de CBR para cada sector con sus características homogéneas, se clasifica a qué categoría de subrasante pertenece, según la siguiente tabla:

Tabla 7. Categoría Subrasante.

Categorías de subrasantes	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	3 % ≥ CBR < 6 %

S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	6 % ≥ CBR < 10 %
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	10 % ≥ CBR < 20 %
S <sub>4</sub> : Subrasante muy Buena	20 % ≥ CBR < 30 %
S <sub>5</sub> : Subrasante muy buena	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC (2014).

### **Estabilización de suelos**

La estabilización consiste en mejorar las propiedades de los suelos y que se mantengan en el tiempo. Para esto se puede usar múltiples técnicas como la adición de suelos, incorporación de otros agentes, etc. sin embargo, cualquiera que sea el mecanismo empleado, esta debe consolidarse mediante mecanismos de compactación (Golfín, 2019).

De acuerdo a Golfín (2019) los métodos más comunes para la estabilización se muestran a continuación:

- Mecánica. - Este método consiste en la compactación del suelo, con la finalidad de mejorar sus propiedades (Golfín, 2019).
- Por combinación de suelos. - Consiste en la mezcla de diferentes tipos de materiales diferenciados en capas de 15 cm (Golfín, 2019).
- Por sustitución de suelos. - Consisten en el reemplazo total o parcial del suelo existente por un material que cumplan las especificaciones (Golfín, 2019).
- Con adición de cemento. - También conocido como suelo – cemento, esto se logra al mezclar cemento, agua y suelo mediante una compactación y un adecuado curado (Golfín, 2019).

### **Estabilización de suelos con cemento**

El cemento Portland se puede utilizar para modificar y mejorar la calidad del suelo o para transformar el suelo en una masa cementada, lo que aumenta significativamente su resistencia y durabilidad (Golfín, 2019).



Golfín (2019) indica que el cemento, además, puede ser empleado para estabilizar suelos arenosos y arcillosos. Igual que en el caso de la cal, el cemento ayuda a disminuir el índice de plasticidad y aumenta la manejabilidad de los suelos arcillosos. Los suelos granulares y los suelos arcillosos con baja plasticidad son, obviamente, los más adecuados para la estabilización.

De acuerdo al MTC (2014), la estabilización con cemento presenta las siguientes consideraciones:

Tabla 8. Porcentajes de cemento de acuerdo al tipo de suelo.

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido (%)
A - 1 - a	3 - 5
A - 1 - b	5 - 8
A - 2	5 - 9
A - 3	7 - 11
A - 4	7 - 12
A - 5	8 - 13
A - 6	9 - 15
A - 7	10 - 16

Fuente: MTC (2014).

### 2.3. Definición de términos

**Arcillas.** – Son partículas sólidas con diámetro inferior a 0.005 mm que posee la propiedad de volverse plástica al tener contacto con el agua (Crespo, 2004).

**Carretera, calle o camino.** – Calificativo que designa a una vía pública cuyo fin es el tránsito de vehículos, su extensión incluye también el derecho de vía (Coronado, 2002).

**Consistencia.** – Facilidad con la cual el suelo tiende a fluir y a deformarse (MTC, 2016).

**Control de calidad.** – Conjunto de pruebas técnicas con las que se comprueba la debida ejecución de diversos trabajos en relación a ciertos requisitos establecido o especificaciones técnicas (MTC, 2008).

**Pavimento.** – Estructura de varias capas que se construye sobre la subrasante del camino para soportar y distribuir cada uno de los esfuerzos generados por los vehículos (MTC, 2014).

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante en 10 %.
- b) El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante en 50 %.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

**Variable independiente (X): tiempo de almacenamiento del cemento.** - El cemento Portland es aquel que se obtiene de mezclar diversos materiales como arcillas, sílice, entre otros, que además son quemados a cierta temperatura para dar como producto al clínker; por ende este es almacenado para su empleo (Gonzales, 2018).

**Variable dependiente (Y): propiedades del suelo.** - Son determinadas por la proporción de los componentes que lo conforman, siendo físicas y mecánicas, las cuales son determinadas en laboratorio o in situ; además esto determina su comportamiento (Castro y Navarro, 2020).

### 2.5.2. Definición operacional de las variables

**Variable independiente (X): tiempo de almacenamiento del cemento.** - Fue evaluado considerando un máximo de almacenamiento de 4 semanas para el grupo patrón y luego con 6, 8 y 12 semanas para los grupos de comparación.

**Variable dependiente (Y): propiedades del suelo.** – Las propiedades que se midió fueron las físicas (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, equivalente de área) y mecánicas (máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad e índice de CBR); asimismo, se comparó con las especificaciones mínimas que debe cumplir de acuerdo al MTC (2014) para subrasante.

### 2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente y dependiente.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente (X): Tiempo de almacenamiento del cemento	Tipo de cemento	Cemento Portland	Adimensional
	Edad del cemento	Fecha de fabricación	Semanas
Variable dependiente (Y): propiedades del suelo	Propiedades físicas	Límite líquido	%
		Límite plástico	%
		Índice de plasticidad	%
		Equivalente de arena	%
	Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca	kg/m <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad		%	
Índice de CBR		%	

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de investigación**

El desarrollo de esta investigación recurrió al método científico, por ser el método por excelencia para la generación de conocimiento científico, que se basa en la realidad y en la medición, cuyos resultados podrán ser reproducibles y sometidos a refutación (Bernal, 2010).

### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se empleó en esta investigación fue la aplicada, puesto que se conoce el problema práctico referido a las deficientes características del suelo para subrasante con lo cual se llevará a la práctica teorías relacionadas a la estabilización del suelo pudiendo predecir su comportamiento frente a la adición de cemento de diferente tiempo de almacenamiento (Del Cid, Sandoval y Sandoval, 2007).

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue el nivel explicativo, porque se buscó revelar los efectos que trae consigo la adición de cemento de diferente tiempo de almacenamiento en las propiedades físicas y mecánicas del suelo para subrasante (Palella y Martins, 2012).

### 3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó en la presente investigación fue el experimental, pues se cuenta con la variable independiente (tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I) la cual se manipuló intencionalmente en relación al tiempo de almacenamiento, y la variable dependiente (propiedades del suelo), de la cual se midió sus efectos controladamente por medio de ensayos de laboratorio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

Se consideró como población al suelo de subrasante del Jr. Sarmiento entre la Av. Alejandro O. Deusta y la Av. María Parado de Bellido del distrito de Pucará, provincia de Huancayo en el departamento de Junín.

#### 3.5.2. Muestra

De acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico con la técnica de muestreo intencional o dirigida, fue 525 kg del suelo de subrasante del Jr. Sarmiento entre la Av. Alejandro O. Deusta y la Av. María Parado de Bellido obtenido a través de una calicata, por presentarse en tal sector las mayores deficiencias del suelo, para la ejecución de los siguientes ensayos:

Tabla 10. Muestra de la investigación, acorde a los ensayos requeridos.

Indicador	Suelo existente	Suelo con cemento de edad menor a 4 semanas			Suelo con cemento de 6 semanas de edad	Suelo con cemento de 8 semanas de edad	Suelo con cemento de 12 semanas de edad
		7 % de cemento	9 % de cemento	11 % de cemento			
Límite líquido	3	3	3	3	3	3	3
Límite plástico	3	3	3	3	3	3	3
Índice de plasticidad	3	3	3	3	3	3	3
Equivalente de arena	3	3	3	3	3	3	3
Máxima densidad seca	3	3	3	3	3	3	3

Óptimo contenido de humedad	3	3	3	3	3	3	3
Índice de CBR	3	3	3	3	3	3	3

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnicas

**Análisis documental.** – Se recurrió a los manuales del MTC para la caracterización del suelo, los ensayos y las especificaciones técnicas para construcción de carreteras; además, se utilizó información en formato físico y digital.

**Observación experimental.** – Esta técnica fue utilizada de manera controlada durante la ejecución de los ensayos para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente y del suelo mezclado con cemento Portland tipo I de diferentes edades de almacenamiento.

#### 3.6.2. Instrumentos

Correspondió a instrumentos estandarizados y normalizados por las normas técnicas peruanas (NTP) y el manual de ensayos de materiales del MTC para la medición de límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, equivalente de arena, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR del suelo.

Asimismo, en cada uno de los ensayos se consideró formatos para la recolección de datos concerniente a la granulometría, límites de consistencia, equivalente de arena, Proctor modificado y CBR.

### 3.7. Procesamiento de la información

En primer lugar, se hizo uso de la técnica cuantitativa porque se contó con datos numéricos producto de los ensayos en laboratorio de los suelos sin y con adición de cemento Portland tipo I tal como se muestra en la Tabla 11; asimismo, se recurrió a la estadística descriptiva para la sistematización de la información por medio del promedio aritmético.

Para la contrastación estadística de las hipótesis se utilizó la estadística inferencial, para ello previamente se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Shapiro – Wilk de los resultados de las propiedades físicas (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y equivalente de arena) y mecánicas (máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad e índice de CBR), según se detalla en la Tabla 12 y Tabla 13, optándose así con el estadístico paramétrico ANOVA de un factor, cuyos resultados se especifican en el numeral 4.2.1 y 4.2.1 .

Tabla 11. Datos obtenidos de laboratorio.

Muestra	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Equivalente de arena (%)	Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad (%)	CBR (%)	
							AI 95 %	AI 100 %
Suelo existente	23.30	17.20	6.10	10.5	1.846	10.43	2.44	4.41
Suelo existente	23.50	16.80	6.70	10.3	1.834	10.63	2.63	4.54
Suelo existente	22.30	17.20	5.10	10.9	1.844	10.75	2.81	4.75
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	24.80	18.30	6.50	14.6	1.887	11.76	8.79	18.51
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	23.90	17.30	6.60	14.8	1.885	11.47	7.63	17.74
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	24.80	18.10	6.70	15.5	1.874	11.22	6.48	16.53
Suelo + 9 % de cemento menor a 4 semanas	24.90	18.20	6.70	16.2	1.905	12.96	12.49	26.00
Suelo + 9 % de cemento menor a 4 semanas	25.70	19.10	6.60	15.5	1.901	12.76	16.82	28.32
Suelo + 9 % de cemento menor a 4 semanas	26.70	18.60	8.10	16.9	1.911	13.67	13.58	26.96
Suelo + 11 % de cemento menor a 4 semanas	26.20	19.60	6.60	18.4	1.923	13.75	24.56	34.21
Suelo + 11 % de cemento menor a 4 semanas	26.50	18.50	8.00	18	1.933	13.88	25.44	35.29



Suelo + 11 % de cemento menor a 4 semanas	25.80	18.90	6.90	17.8	1.913	12.75	23.71	33.15
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	23.90	18.00	5.90	14.4	1.892	11.22	6.78	16.93
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	24.20	17.70	6.50	15.8	1.887	11.49	6.34	16.19
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	25.00	17.90	7.10	14.7	1.874	11.56	5.87	15.66
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	25.80	16.30	9.50	14.8	1.887	11.86	6.62	15.60
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	24.80	17.30	7.50	15.2	1.895	11.14	6.41	16.19
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	25.60	16.40	9.20	14.9	1.873	11.46	5.51	14.22
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	26.10	16.60	9.50	15	1.881	12.02	5.67	14.07
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	26.70	16.90	9.80	14.5	1.874	12.17	5.33	14.55
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	26.00	17.50	8.50	15.1	1.892	11.67	6.46	15.23

Tabla 12. Prueba de normalidad de los datos de las propiedades físicas del suelo.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Límite líquido	Suelo existente	0.87	3.00	0.30
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	0.75	3.00	0.00
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.94	3.00	0.51
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.89	3.00	0.36
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.85	3.00	0.25
Límite plástico	Suelo existente	0.75	3.00	0.00
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	0.89	3.00	0.36
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.96	3.00	0.64
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.82	3.00	0.17
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.96	3.00	0.64
Índice de plasticidad	Suelo existente	0.98	3.00	0.73
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.86	3.00	0.27
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.91	3.00	0.42
Equivalente de arena	Suelo existente	0.96	3.00	0.64
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	0.91	3.00	0.41
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.90	3.00	0.39
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.92	3.00	0.46
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.87	3.00	0.30

Tabla 13. Prueba de normalidad de los datos de las propiedades mecánicas del suelo.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Máxima densidad seca	Suelo existente	0.87	3.00	0.30
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	0.86	3.00	0.27
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.94	3.00	0.52
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.98	3.00	0.70
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.98	3.00	0.76
Óptimo contenido de humedad	Suelo existente	0.98	3.00	0.73
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	1.00	3.00	0.92
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.90	3.00	0.37
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	1.00	3.00	0.88
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.95	3.00	0.57
CBR al 95 % de la MDS	Suelo existente	1.00	3.00	0.97
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	1.00	3.00	0.96
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.89	3.00	0.34
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.95	3.00	0.57
CBR al 100 % de la MDS	Suelo existente	0.98	3.00	0.74
	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	0.98	3.00	0.76
	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.99	3.00	0.82
	Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.95	3.00	0.57
	Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.99	3.00	0.81

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

En primer lugar, se hizo uso de la técnica cuantitativa porque se contó con datos numéricos producto de los ensayos en laboratorio de los suelos sin y con adición de cemento Portland tipo I tal como se muestra en la Tabla 11; asimismo, se recurrió a la estadística descriptiva para la sistematización de la información por medio del promedio aritmético.

Para la contrastación estadística de las hipótesis se utilizó la estadística inferencial, para ello previamente se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Shapiro – Wilk de los resultados de las propiedades físicas (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y equivalente de arena) y mecánicas (máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad e índice de CBR), según se detalla en la Tabla 12 y Tabla 13, optándose así con el estadístico paramétrico ANOVA de un factor, cuyos resultados se especifican en el numeral 4.2.1 y 4.2.1

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

### **4.1. Descripción de resultados**

Para evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante del tipo A – 5 (4), presentando un promedio de gravas de 0 %, arenas en 9.33 % y finos en 90.67 %, en primer lugar se determinó el contenido de cemento óptimo, resultando este de 7 % en relación al peso seco del suelo, posteriormente se utilizó cementos de edades menores a 6 semanas, 8 semanas y 12 semanas, para medir las propiedades físicas (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y equivalente de arena) y propiedades mecánicas (máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad e índice de CBR).

#### **4.1.1. El tiempo de almacenamiento del cemento y la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante**

En los siguientes numerales se detalla los resultados obtenidos en cuanto al límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y equivalente de arena de los diferentes grupos de suelos considerados en base a la estabilización con cementos de diferentes tiempos de almacenamiento:

## Límite líquido

En la Tabla 14 se muestra el límite líquido obtenido en los diferentes grupos de suelos evaluados, donde se varió el tiempo de almacenamiento del cemento; además se consigna la variación porcentual que se presentó en relación al suelo existente.

Tabla 14. Límite líquido del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	Límite líquido (%)	Variación (%)
Suelo existente	23.03	0.00
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	24.50	6.37
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	24.37	5.79
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	25.40	10.27
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	26.27	14.04

Según la siguiente figura, el límite líquido del suelo se acentúa a medida que el tiempo de almacenamiento del cemento se incrementa, pues con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas se logró obtener un límite líquido de 24.50 %, con cemento menor a 6 semanas se obtuvo 24.37 %, con cemento menor de 8 semanas fue de 25.40 % y con cemento menor a 12 semanas fue de 26.27 %, valores mayores de lo encontrado para el suelo existente que presentó un límite líquido de 23.03 %.

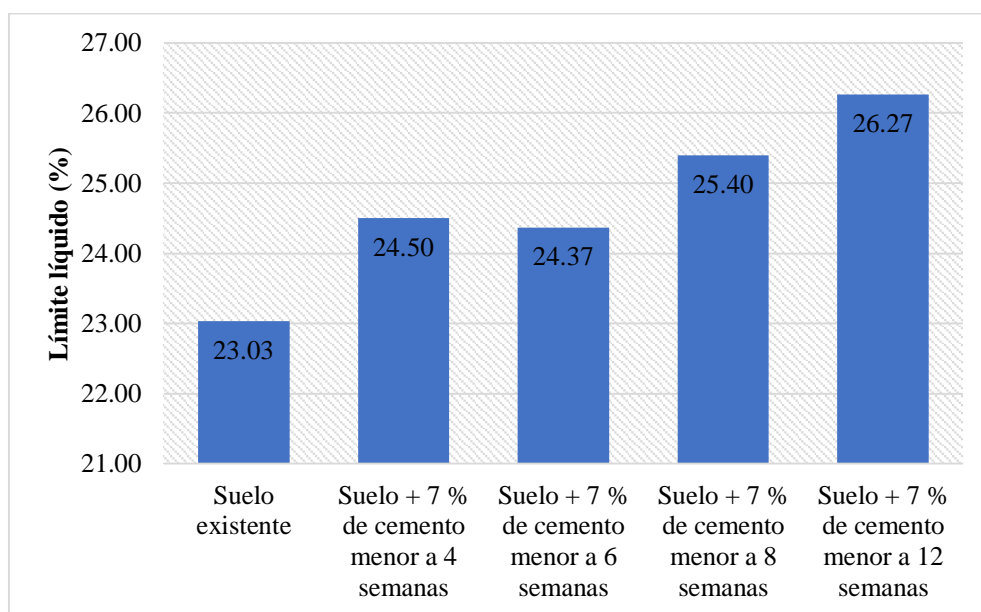


Figura 5. Límite líquido del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Del mismo modo, de acuerdo a la Figura 6 se evidencia que el límite líquido del suelo con 7 % de cemento con tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas se incrementó en 6.37 % de lo obtenido para el suelo existente, al utilizarse cemento menor de 6 semanas se incrementó en 5.79 %, con cemento de tiempo de almacenamiento menor a 8 semanas se incrementó en 10.27 % y con cemento de tiempo de almacenamiento menor a 12 semanas se incrementó en 14.04 %.

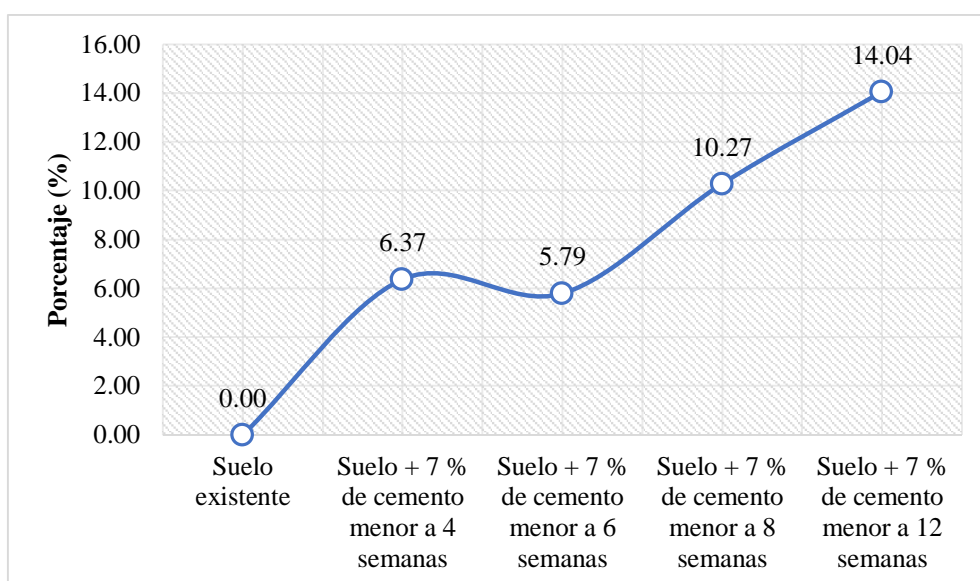


Figura 6. Variación porcentual del límite líquido del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

### Límite plástico

Según la Tabla 15, el límite plástico del suelo existente se incrementó cuando se utilizó 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 y 6 semanas, mientras que al considerar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 8 y 12 semanas se redujo tal propiedad.

Tabla 15. Límite plástico del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	Límite plástico (%)	Variación (%)
Suelo existente	17.07	0
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	17.90	4.88
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	17.87	4.69
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	16.67	-2.34
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	17.00	-4.85

Según la Figura 7 se tiene que el límite plástico del suelo se incrementa cuando se utiliza cementos de tiempos de almacenamiento de 4 y 6 semanas, más al utilizar cementos de tiempo de almacenamiento menor a 8 y 12 semanas se reduce.

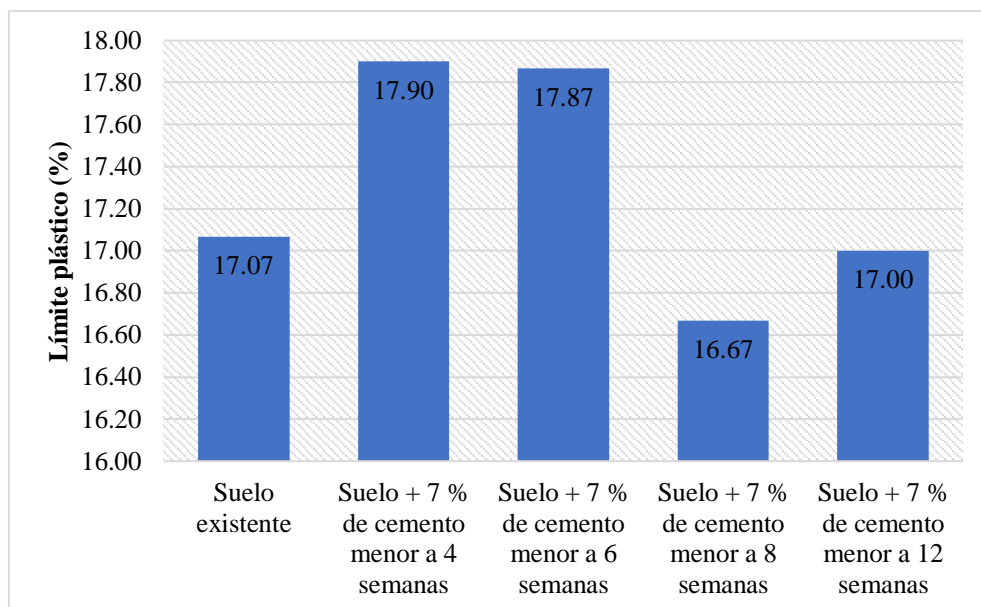


Figura 7. Límite plástico del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

En base a la siguiente figura se tiene que al utilizar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas se logra incrementar el límite plástico del suelo en 4.88 %, de considerar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 6 semanas se logra incrementar en 4.69 %, a diferencia de utilizar cemento de tiempo de almacenamiento de 8 y 12 semanas se reduce el límite plástico en 2.34 % y 4.85 %.

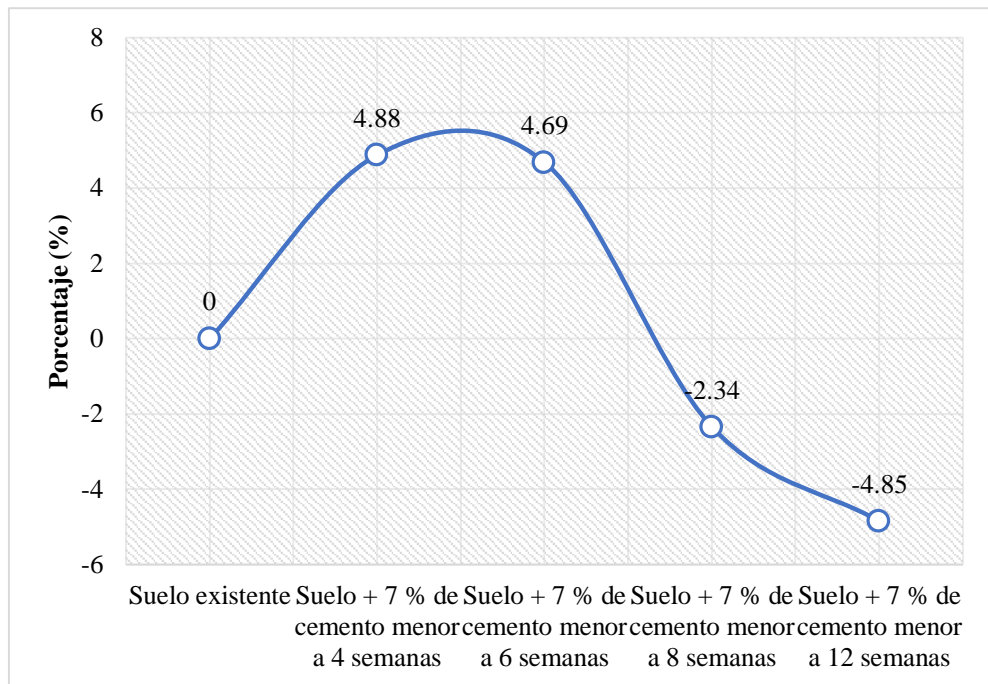


Figura 8. Variación porcentual del límite plástico del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

### Índice de plasticidad

De acuerdo a lo obtenido para el límite líquido y límite plástico, se tiene la Tabla 16, donde el suelo existente presentó un índice de plasticidad de 5.97 %, cuando se utilizó 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas se obtuvo un índice de plasticidad de 6.60 %, cuando la edad del cemento fue menor a 6 semanas el IP pasó a 6.50 %, cuando fue menor a 8 semanas fue de 8.73 % y con cemento de tiempo de almacenamiento menor a 12 semanas, el índice de plasticidad fue de 9.27 %.

Tabla 16. Índice de plasticidad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	Índice de plasticidad (%)	Variación (%)
Suelo existente	5.97	0
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	6.60	10.61
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	6.50	8.94
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	8.73	46.37
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	9.27	42.56

Por consiguiente, en la Figura 9 se representa que a mayor tiempo de almacenamiento del cemento trae consigo que el índice de plasticidad del suelo se incremente.



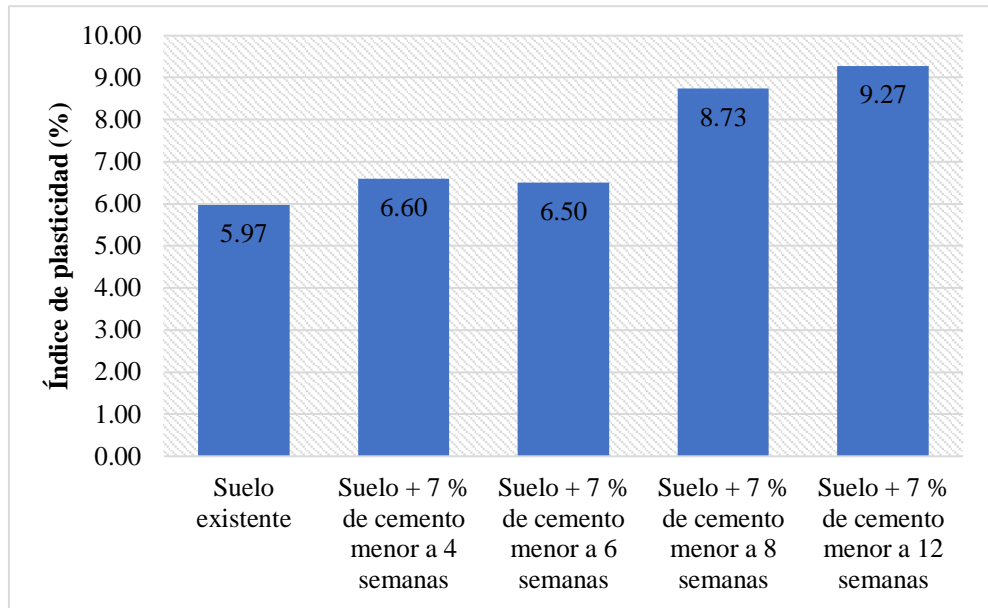


Figura 9. Índice de plasticidad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Es así que, tal como se muestra en la Figura 10, al considerar cemento con tiempo de almacenamiento menor a 4, 6, 8 y 12 semanas, el índice de plasticidad se incrementa en 10.61 %, 8.94 %, 46.37 % y 42.56 % respecto a lo obtenido en el suelo existente.

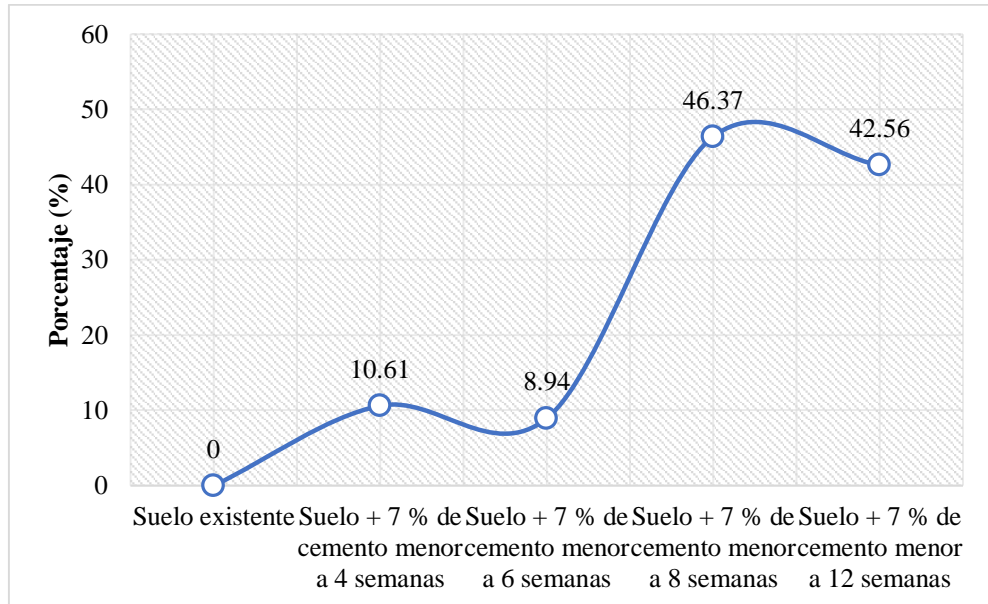


Figura 10. Variación porcentual del índice de plasticidad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

### Equivalente de arena

Según la Tabla 17, el equivalente de arena del suelo se incrementó con 7 % cemento de 10.57 % a 14.97 %, manteniéndose este valor

sin importar el tiempo de almacenamiento menor a 4, 6 y 8 semanas; sin embargo, cuando se utilizó cemento de tiempo de almacenamiento menor a 12 semanas el equivalente de arena fue de 14.87 %.

Tabla 17. Equivalente de arena del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	Equivalente de arena (%)	Variación (%)
Suelo existente	10.57	0
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	14.97	41.64
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	14.97	41.64
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	14.97	41.64
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	14.87	40.69

De acuerdo a la Figura 11, el equivalente de arena no presenta variación relevante en cuanto al tiempo de almacenamiento del cemento.

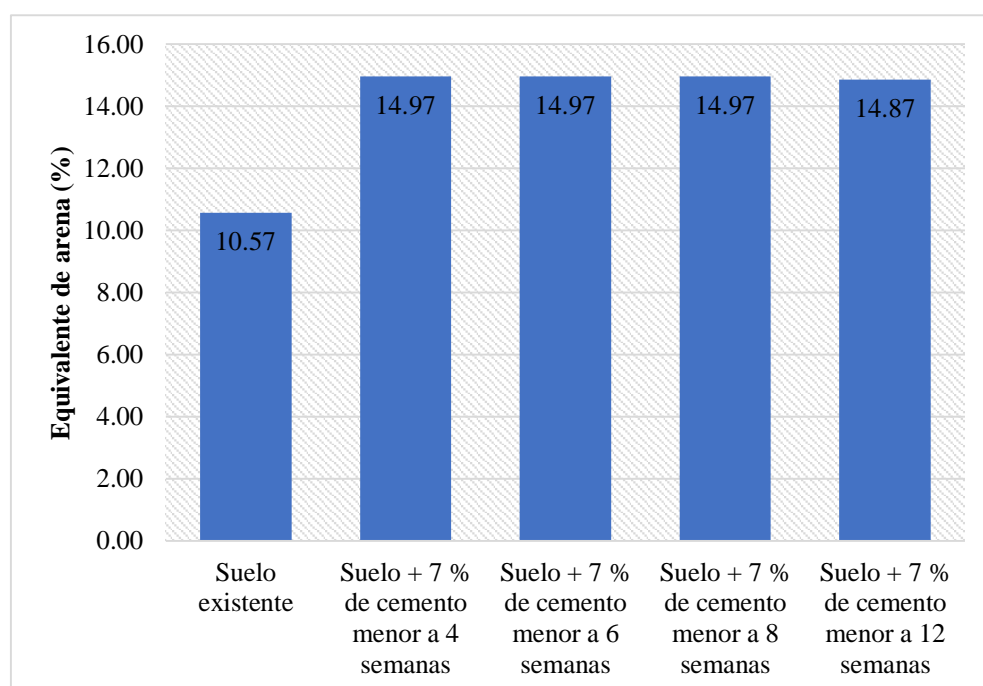


Figura 11. Equivalente de arena del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

En consecuencia, el equivalente de arena del suelo se incrementó en 41.64 %, manteniéndose cuando el tiempo de almacenamiento del cemento es menor a 4, 6 y 8 semanas, más al considerar el tiempo de almacenamiento menor a 12 semanas se incrementó en 40.69 %.

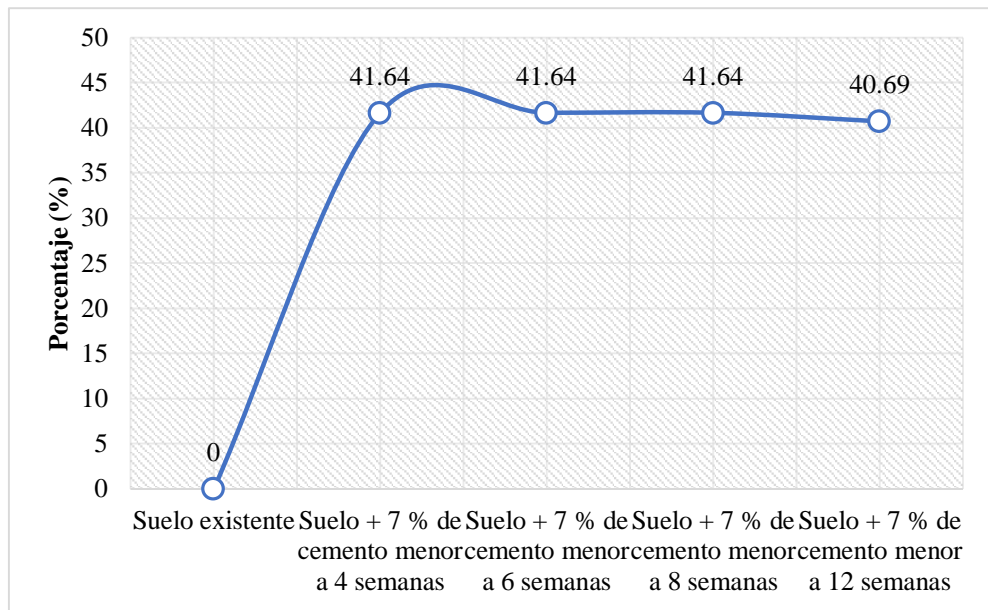


Figura 12. Variación porcentual del equivalente de arena del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

#### 4.1.2. El tiempo de almacenamiento del cemento y la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante

Para determinar si existe algún efecto en las propiedades mecánicas del suelo con la variación del tiempo de almacenamiento del cemento, se procedió a medir la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y el índice de CBR, considerando un contenido de 7 % de cemento Portland tipo I.

##### Máxima densidad seca

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la máxima densidad seca del suelo estabilizado con cementos de diferentes tiempos de almacenamiento, donde al considerar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4, 6, 8 y 12 semanas, la máxima densidad seca se mantuvo en el rango de 1.88 g/cm<sup>3</sup>.

Tabla 18. Máxima densidad seca del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Variación (%)
Suelo existente	1.84	0
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	1.88	2.21
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	1.88	2.34
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	1.89	2.37
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	1.88	2.23

De acuerdo a la Figura 13, se evidencia que no existe variación relevante de la máxima densidad seca del suelo al utilizar cementos de diferentes tiempos de almacenamiento.

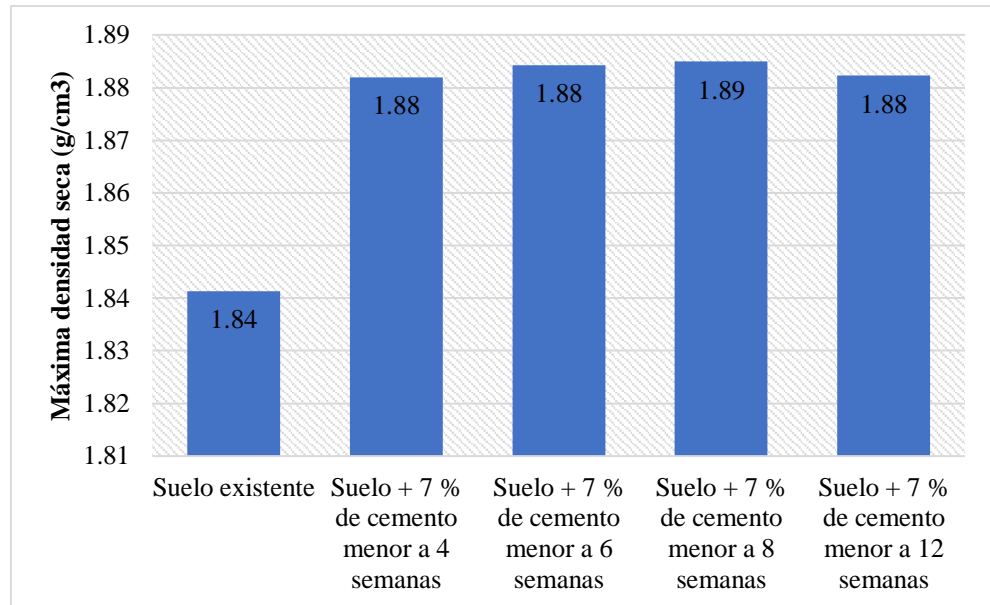


Figura 13. Máxima densidad seca del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Asimismo, en la Figura 14 se muestra que la variación porcentual del incremento de la máxima densidad seca con la utilización de cemento de diferentes tiempos de almacenamiento se mantiene entre 2.21 % a 2.37 % en relación a lo obtenido para el suelo existente.

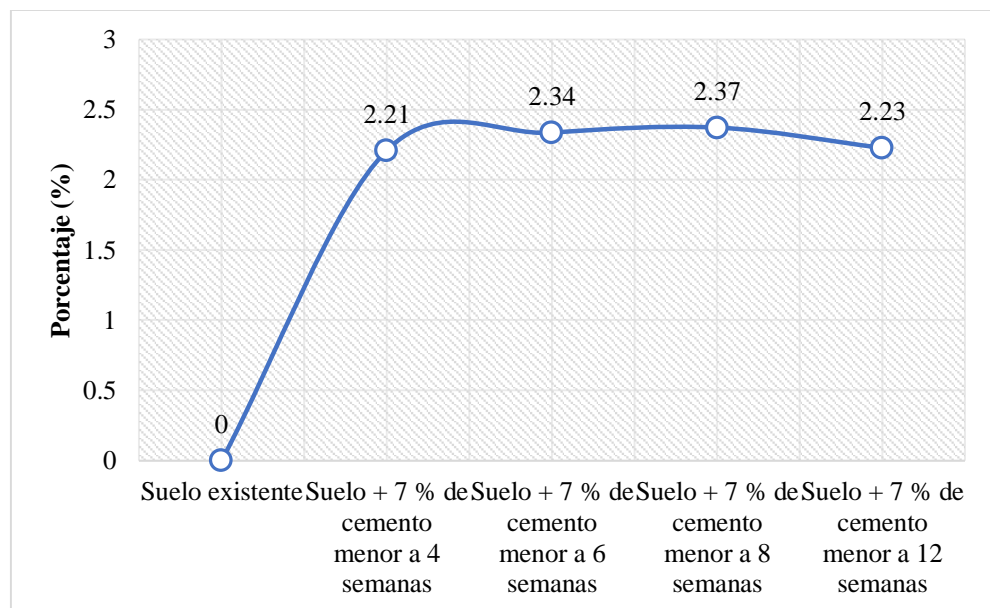


Figura 14. Variación porcentual de la máxima densidad seca del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

## Óptimo contenido de humedad

En la Tabla 19 se detalla el óptimo contenido de humedad del suelo estabilizado con cementos de diferentes tiempos de almacenamiento, además de la variación del mismo de acuerdo a lo obtenido para el suelo existente.

Tabla 19. Óptimo contenido de humedad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	Óptimo contenido de humedad (%)	Variación (%)
Suelo existente	10.60	0
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	11.48	8.30
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	11.42	7.73
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	11.49	8.33
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	11.95	12.73

Según la Figura 15 se tiene que el óptimo contenido de humedad presenta un ligero incremento a mayor tiempo de almacenamiento presente el cemento.

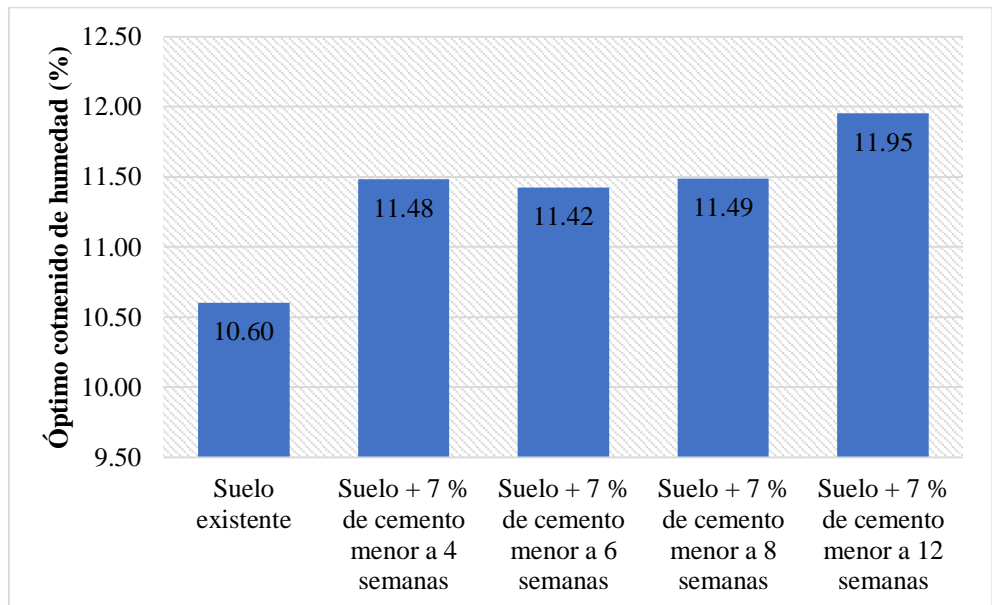


Figura 15. Óptimo contenido de humedad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

En base a la Figura 16 se tiene que, el óptimo contenido de humedad del suelo se incrementó en 8.30 %, 7.73 %, 8.33 % y 12.73 %, esto al considerar 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4, 6, 8 y 12 semanas.

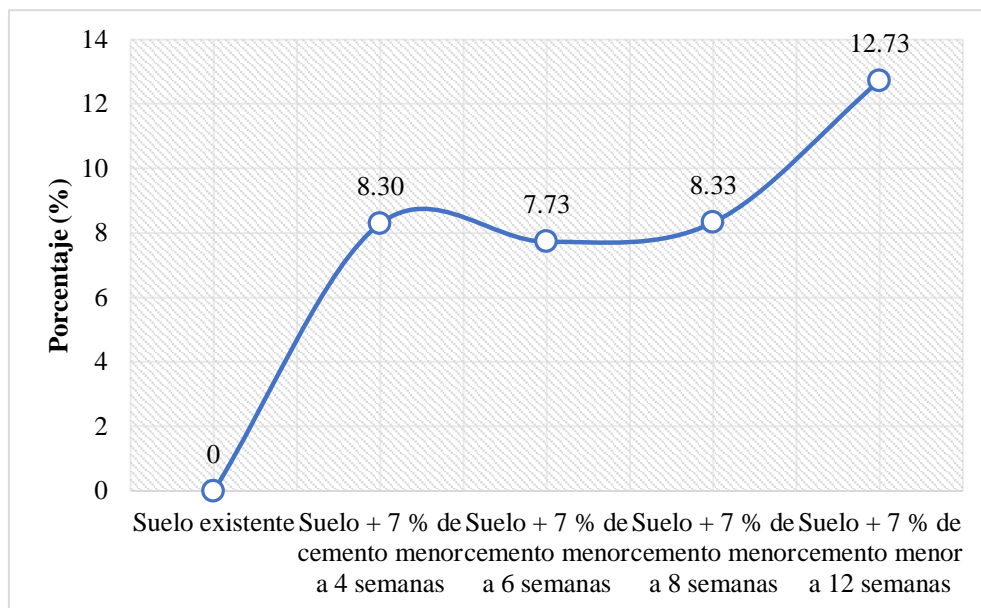


Figura 16. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

### Índice de CBR

Los resultados del CBR tanto al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 20. CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	CBR (%)	
	95%	100%
Suelo existente	2.63	4.57
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	7.63	17.59
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	6.33	16.26
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	6.18	15.34
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	5.82	14.62

Del mismo modo, en la Tabla 21 se especifica las variaciones porcentuales del CBR al 95 % y 100 % de la MDS en relación de lo obtenido para el suelo existente sin estabilización alguna.

Tabla 21. Variación del CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

Grupos	Variaciones de CBR (%)	
	95%	100%
Suelo existente	0	0
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	190.61	285.26
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	140.99	256.06
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	135.28	235.84
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	121.57	220.07

En la siguiente figura, se denota que el CBR del suelo estabilizado con 7 % de cemento se va reduciendo conforme se va incremento el tiempo de almacenamiento del cemento, sin embargo, en todos los casos el CBR al 100 % de la MDS cumple con lo mínimo requerido de 6 % para actuar como subrasante, más para el CBR al 95 % de la MDS con 7 % de cemento almacenado un tiempo menor a 12 semanas no se cumple con tal requerimiento.

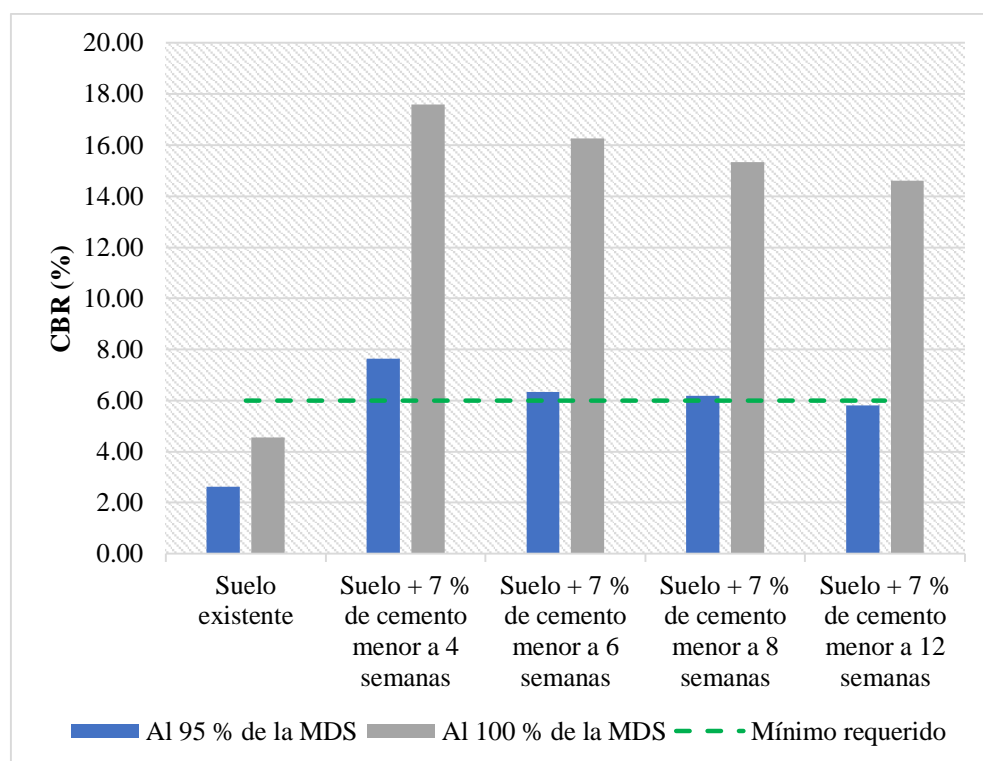


Figura 17. CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

En tal situación, de acuerdo a la Figura 18, se denota que al utilizar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas se logra incrementar el CBR al 100 % de la máxima densidad seca en hasta 285.26 % de lo obtenido para el suelo existente o patrón, sin embargo, al utilizar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 12 semanas sólo se logra incrementar en 220.07 % el CBR al 100 % de la MDS.

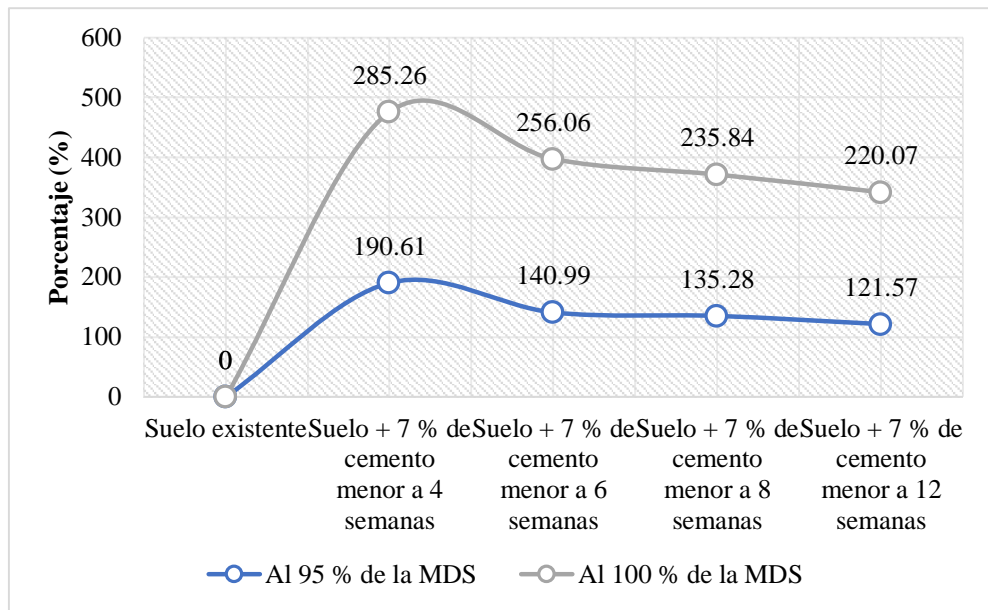


Figura 18. Variación porcentual del CBR del suelo estabilizado con cemento de diferente tiempo de almacenamiento.

## 4.2. Contrastación de hipótesis

### 4.2.1. Contrastación de hipótesis “a”

De acuerdo a lo detallado en el numeral 4.1.1, a mayor tiempo de almacenamiento del cemento el límite líquido del suelo se incrementa, asimismo, se obtuvo que al utilizar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 y 6 semanas se incrementa el límite plástico, más al considerar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 8 y 12 semanas, esta propiedad se reduce. En cuanto al índice de plasticidad, este se incrementa a mayor sea el tiempo de almacenamiento del cemento; finalmente, se concluye que el cemento incrementa el equivalente de arena en el suelo, sin embargo, con la variación del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I no se presenta gran variación.

A fin de determinar si las variaciones presentadas en cada una de las propiedades físicas evaluadas fueron significativas estadísticamente, se optó por aplicar la prueba ANOVA de un factor, tal como se muestra en la Tabla 22, donde se evidencia que, estadísticamente el tiempo de almacenamiento del cemento sí interviene en el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad



porque se obtuvo significancias menores de 0.05 (equivalente a 95 % de confiabilidad), mas no en el equivalente de arena al presentar una significancia de 0.99.

Tabla 22. ANOVA de las propiedades físicas del suelo.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Límite líquido	Entre grupos	7.03	3.00	2.34	9.22	0.01
	Dentro de grupos	2.03	8.00	0.25		
	Total	9.07	11.00			
Límite plástico	Entre grupos	3.48	3.00	1.16	5.67	0.02
	Dentro de grupos	1.63	8.00	0.20		
	Total	5.11	11.00			
Índice de plasticidad	Entre grupos	18.45	3.00	6.15	12.32	0.00
	Dentro de grupos	3.99	8.00	0.50		
	Total	22.44	11.00			
Equivalente de arena	Entre grupos	0.02	3.00	0.01	0.03	0.99
	Dentro de grupos	1.83	8.00	0.23		
	Total	1.85	11.00			

En consecuencia, para determinar en qué grupo se presenta las diferencias y cómo se dan las mismas, se realizó la comparación de grupos con la prueba post hoc de Tukey, tal como se muestra en la Tabla 23, concluyendo que:

- El tiempo de almacenamiento del cemento menor a 6 y 8 semanas no incide significativamente en la reducción o incremento del límite líquido (significancia de 0.99 y 0.21); sin embargo, sí lo incrementa significativamente al considerar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 12 semanas (significancia de 0.01).
- El tiempo de almacenamiento del cemento menor a 6 y 12 semanas no incide significativamente en la reducción del límite plástico (significancia de 1 y 0.15); sin embargo, sí lo reduce significativamente al considerar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 8 semanas (significancia de 0.04).

- El tiempo de almacenamiento del cemento menor a 6 semanas no incide significativamente en la reducción del índice de plasticidad (significancia de 1); sin embargo, sí lo incrementa significativamente al considerar cemento de tiempo de almacenamiento menor a 8 y 12 semanas (significancia de 0.03 y 0.01).
- El tiempo de almacenamiento del cemento menor a 6, 8 y 12 semanas no incide significativamente en la reducción o incremento del equivalente de arena al encontrarse significancia de 1 y 0.99.

Tabla 23. Comparación de grupos de acuerdo a las propiedades físicas del suelo.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Límite líquido	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.13	0.41	0.99	-1.18	1.45
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	-0.90	0.41	0.21	-2.22	0.42
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	-1.77*	0.41	0.01	-3.08	-0.45
Límite plástico	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.03	0.37	1.00	-1.15	1.21
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	1.23*	0.37	0.04	0.05	2.41
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.90	0.37	0.15	-0.28	2.08
Índice de plasticidad	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.10	0.58	1.00	-1.75	1.95
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	-2.13*	0.58	0.03	-3.98	-0.29
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	-2.67*	0.58	0.01	-4.51	-0.82
Equivalente de arena	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.00	0.39	1.00	-1.25	1.25
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.00	0.39	1.00	-1.25	1.25
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.10	0.39	0.99	-1.15	1.35

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Asimismo, se tiene los grupos homogéneos por cada propiedad física, donde según el límite líquido obtenido, se cuenta con dos grupos homogéneos, el primero conformado por el suelo con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 6, 4 y 8 semanas, y el segundo grupo conformado por el suelo con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 8 y 12 semanas, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24. Grupos homogéneos de acuerdo al límite líquido.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00	24.37	
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00	24.50	
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00	25.40	25.40
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00		26.27
Sig.		0.13	0.23

Para el límite plástico, se tiene dos grupos homogéneos, el primero conformado por el suelo con cemento de tiempo de almacenamiento menor de 8 y 12 semanas, y el segundo grupo conformado por el suelo con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor de 12, 6 y 4 semanas, esto de acuerdo a la Tabla 25.

Tabla 25. Grupos homogéneos de acuerdo al límite plástico.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00	16.67	
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00	17.00	17.00
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00		17.87
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00		17.90
Sig.		0.80	0.15

Según la Tabla 26, se tiene dos grupos homogéneos para el índice de plasticidad, el primero con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor de 6 y 4 semanas, y el segundo por el suelo con cemento de tiempo de almacenamiento menor de 8 y 12 semanas.

Tabla 26. Grupos homogéneos de acuerdo al índice de plasticidad.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00	6.50	
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00	6.60	
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00		8.73
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00		9.27
Sig.		1.00	0.79

Finalmente, según la

Tabla 27 se tiene un solo grupo homogéneo de acuerdo al equivalente de arena en el suelo estabilizado con cementos de diferentes tiempos de almacenamiento.

Tabla 27. Grupos homogéneos de acuerdo al equivalente de arena.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00	14.87
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00	14.97
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00	14.97
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00	14.97
Sig.		0.99

#### 4.2.2. Contrastación de hipótesis “b”

Según lo especificado en el numeral 4.1.2, no existe ningún efecto en la máxima densidad seca del suelo debido al incremento del tiempo de almacenamiento del cemento; del mismo modo, se presenta un ligero incremento a mayor tiempo de almacenamiento del cemento; sin embargo, el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca se ve reducido a mayor tiempo de almacenamiento del cemento.

En consecuencia, para determinar si las variaciones presentadas en las propiedades mecánicas del suelo estabilizado con cemento de diferentes tiempos de almacenamiento son significativas, se realizó la prueba ANOVA de un factor, cuyos resultados se muestran en la Tabla 28, donde se evidencia estadísticamente que la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y el CBR al 95 % de la máxima densidad seca no presenta variación significativa porque se obtuvo significancias de 0.97, 0.14 y 0.07, valores mayores de 0.05; a diferencia del CBR al 100 % de la MDS donde se presentó diferencias significativas entre los grupos evaluados con una significancia de 0.01, deduciéndose que el tiempo de almacenamiento del cemento interviene en esta propiedad.

Tabla 28. ANOVA de las propiedades mecánicas del suelo.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Máxima densidad seca	Entre grupos	0.00	3.00	0.00	0.08	0.97
	Dentro de grupos	0.00	8.00	0.00		
	Total	0.00	11.00			
Óptimo contenido de humedad	Entre grupos	0.55	3.00	0.18	2.41	0.14
	Dentro de grupos	0.60	8.00	0.08		
	Total	1.15	11.00			
CBR al 95 % de la MDS	Entre grupos	5.63	3.00	1.88	3.38	0.07
	Dentro de grupos	4.45	8.00	0.56		
	Total	10.08	11.00			
CBR al 100 % de la MDS	Entre grupos	14.85	3.00	4.95	7.16	0.01
	Dentro de grupos	5.53	8.00	0.69		
	Total	20.38	11.00			

En consecuencia, para determinar en qué grupo se presenta las variaciones y cómo se dan las mismas, se comparó los grupos con la prueba post hoc de Tukey, según la Tabla 29, concluyendo que:

- El tiempo de almacenamiento del cemento menor a 6, 8 y 12 semanas no interviene significativamente en la reducción o incremento de la máxima densidad seca (significancia de 0.99, 0.98 y 1).
- El tiempo de almacenamiento del cemento menor a 6, 8 y 12 semanas no interviene significativamente en el óptimo contenido de humedad (significancia de 0.99, 1 y 0.23).
- El tiempo de almacenamiento del cemento menor a 8 y 12 semanas interviene reduciendo significativamente en el CBR al 100 % de la MDS (significancia de 0.04 y 0.01), mientras que al ser menor a 6 semanas no interviene significativa (significancia de 0.28).

Tabla 29. Comparación de grupos de acuerdo a las propiedades mecánicas del suelo.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Máxima densidad seca	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.00	0.01	0.99	-0.03	0.02
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.00	0.01	0.98	-0.03	0.02
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	0.00	0.01	1.00	-0.02	0.02
Óptimo contenido de humedad	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	0.06	0.22	0.99	-0.66	0.78
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	0.00	0.22	1.00	-0.72	0.71
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	-0.47	0.22	0.23	-1.19	0.25
CBR al 95 % de la MDS	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	1.30	0.61	0.22	-0.65	3.25
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	1.45	0.61	0.16	-0.50	3.40
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	1.81	0.61	0.07	-0.14	3.76
CBR al 100 % de la MDS	Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	1.33	0.68	0.28	-0.84	3.51
		Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	2.26*	0.68	0.04	0.08	4.43
		Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	2.98*	0.68	0.01	0.80	5.15

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De acuerdo a la Tabla 30, se tiene sólo un grupo homogéneo de acuerdo a la máxima densidad seca del suelo conformado por todos los grupos evaluados.

Tabla 30. Grupos homogéneos de acuerdo a la máxima densidad seca.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00	1.88
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00	1.88
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00	1.88
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00	1.89
Sig.		0.98

Del mismo modo, según la Tabla 31 se tiene sólo un grupo homogéneo según el óptimo contenido de humedad del suelo.

Tabla 31. Grupos homogéneos de acuerdo al óptimo contenido de humedad.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00	11.42
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00	11.48
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00	11.49
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00	11.95
Sig.		0.16

Al igual, que el CBR al 95 % de la MDS se conforma de un solo grupo homogéneo que involucra a todos los grupos evaluados, según la siguiente tabla:

Tabla 32. Grupos homogéneos de acuerdo al CBR al 95 %.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00	5.82
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00	6.18
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00	6.33
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00	7.63
Sig.		0.07

Según la siguiente tabla se tiene dos grupos homogéneos de CBR al 100 % de la MDS, donde el primer grupo está conformado por el suelo con 7 % de cementos de tiempo de almacenamiento menor a 12, 8 y 6 semanas, y el segundo grupo por el suelo con cemento de tiempo de almacenamiento de 6 y 4 semanas.



Tabla 33. Grupos homogéneos de acuerdo al CBR al 100 %.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo + 7 % de cemento menor a 12 semanas	3.00	14.62	
Suelo + 7 % de cemento menor a 8 semanas	3.00	15.34	
Suelo + 7 % de cemento menor a 6 semanas	3.00	16.26	16.26
Suelo + 7 % de cemento menor a 4 semanas	3.00		17.59
Sig.		0.15	0.28

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. Objetivo general: Evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante**

De acuerdo a los resultados obtenidos y según se detalla en los siguientes numerales se tiene en cuanto a las propiedades físicas que a mayor tiempo de almacenamiento del cemento, el límite líquido, índice de plasticidad y equivalente de arena del suelo se incrementa, mientras que el límite plástico se incrementa hasta las 6 semanas y luego se reduce. En cuanto a las propiedades mecánicas, se encontró que, se conserva la máxima densidad seca del suelo con el incremento de la edad del cemento, a diferencia del óptimo contenido de humedad que se incrementa, mientras que el CBR se reduce con el incremento de la edad del cemento.

### **5.2. Objetivo específico 1: Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante.**

Según la Tabla 14 se tiene que el suelo existente presentaba un límite líquido de 23.03 %, lo cual se incrementó a 24.50 % cuando se estabilizó con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas y a medida que se fue incrementando el tiempo de almacenamiento a menor de 6, 8 y 12 semanas, el límite líquido se incrementó a 24.37 %, 25.40 % y

26.27 %; demostrándose así que a mayor tiempo de almacenamiento del cemento el límite líquido se incrementa significativamente pues según la prueba ANOVA de un factor se obtuvo una significancia de 0.01 (menor a 0.05 considerando una confiabilidad del 95 %). Lo obtenido difiere con Velásquez (2018) que realizó la investigación “Influencia del cemento Portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina”, donde debido a la estabilización del suelo con cemento el límite líquido se redujo, pues encontró en el suelo natural de 73 %, que estabilizado con 1 %, 3 % y 5 % pasó a 71 %, 66 % y 63 %; asimismo, se difiere con lo obtenido por Hidalgo (2016) que realizó la tesis “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante”, donde inicialmente encontró un límite líquido de 60.50 % que se redujo a 55.71 % y a 54.17 % con 5 % y 10 % de cemento.

En cuanto al límite plástico se encontró que, el suelo existente contaba con 17.07 % que al ser estabilizado con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas varió a 17.90 % y a medida que se fue incrementando el tiempo de almacenamiento a menor de 6 semanas este se incrementó a 17.87 %, más al considerar tiempos de almacenamientos menores de 8 y 12 semanas se redujo el límite plástico a 16.67 % y 17 %; determinándose que el tiempo de almacenamiento incrementa y reduce significativamente el límite plástico del suelo pues según la prueba ANOVA de un factor se obtuvo una significancia de 0.02 (menor a 0.05 considerando una confiabilidad del 95 %). Este resultado se contrasta con lo obtenido por Velásquez (2018), donde debido a la estabilización del suelo con cemento el límite plástico se incrementó, pues encontró inicialmente 29 % que pasó a 35 %, 43 % y 48 % al adicionar 1 %, 3 % y 5 %; así como con Hidalgo (2016) que realizó la tesis “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante” donde en un principio el límite plástico fue de 54.17 % incrementándose a 55.71 % y a 54.17 % con 5 % y 10 % de cemento.

En consecuencia, se encontró que el índice de plasticidad del suelo se incrementa a medida que el tiempo de almacenamiento del cemento se prolonga, pues de acuerdo a la Tabla 16, el suelo existente presentaba un índice de plasticidad de 5.97 %, lo cual se incrementó a 6.60 %, 6.50 %, 8.73 % y 9.27 %, denotándose así que el tiempo de almacenamiento del cemento incrementa significativamente el índice de plasticidad, porque al realizar la prueba ANOVA de un factor se obtuvo una significancia de 0.00. Asimismo, se denota que, de acuerdo a lo concluido por Velásquez (2018), el índice del suelo se reduce al ser estabilizado con cemento, difiriendo de lo obtenido, pues encontró un índice de plasticidad inicial de 44 % pasando a 36 %, 23 % y 15 % al adicionar 1 %, 3 % y 5 % de cemento; del mismo modo con Hidalgo (2016) que realizó la tesis “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante” que pasó de 6.33 % a 5.49 % y 4.43 % con 5 % y 10 % de cemento.

Asimismo, tal como se muestra en la Tabla 17, el equivalente de arena del suelo estabilizado con 7 % de cemento de diferentes tiempos de almacenamiento no presentó variación relevante, lo cual fue contrastado con la prueba estadística ANOVA de un factor, encontrándose una significancia de 0.99 según la Tabla 22.

### **5.3. Objetivo específico 2: Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante**

De acuerdo a la Tabla 18, la máxima densidad seca del suelo estabilizado con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas se mantuvo constante, al considerar tiempos de almacenamientos menores a 6, 8 y 12 semanas; pues, sólo se logró incrementar de 1.84 g/cm<sup>3</sup> a 1.88 g/cm<sup>3</sup>; asimismo, según el análisis estadístico ANOVA se encontró una significancia de 0.97 valor que fundamenta tal consideración. Entonces, se concuerda García y Romero (2019) en la investigación “Verificación de resistencia entre la estabilización de suelo - cemento y la estabilización con

suelo - cemento y fibra de fique” y Velásquez (2018) quienes encontraron que la máxima densidad seca del suelo se acentúa con el uso de cemento, pues pasó de  $1.615 \text{ g/cm}^3$  a  $1.68 \text{ g/cm}^3$ ,  $1.708 \text{ g/cm}^3$  y  $1.735 \text{ g/cm}^3$  al adicionar 1 %, 3 % y 5 % de cemento. Mientras que, Castro y Navarro (2020) que realizaron la investigación “Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre Salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco” encontró una máxima densidad seca inicial de  $0.32 \text{ g/cm}^3$  a  $0.27 \text{ g/cm}^3$  y  $0.33 \text{ g/cm}^3$  e Hidalgo (2016) que realizó la tesis “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante” donde la máxima densidad seca fue de  $1.1452 \text{ g/cm}^3$  pasando a  $1.1453 \text{ g/cm}^3$  y  $1.143 \text{ g/cm}^3$ .

Del mismo modo, según la Tabla 19 se encontró una leve variación del óptimo contenido de humedad del suelo por el diferente tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I, es así que, de lo obtenido para el suelo existente de 10.60 % con los diferentes grupos el contenido de humedad fue de 11.48 %, 11.42 %, 11.49 % y 11.95 %; que estadísticamente no es significativo pues se encontró una significancia mayor de 0.05 como 0.14. del mismo modo, lo obtenido concuerda con lo concluido por Castro y Navarro (2020) que realizaron la investigación “Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre Salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco”, pues debido a la estabilización con cemento el óptimo contenido de humedad se incrementa, siendo inicialmente de 2.09 % a 4.89 % y a 6.29 %. Sin embargo se difiere con Velásquez (2018) quién encontró la reducción el óptimo contenido de humedad por el uso de cemento, pues pasó de 18.90 % a 17.90 %, 17.04 % y 16.40 % con 1 %, 3 % y 5 %; al igual que con Hidalgo (2016) que realizó la tesis “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-

rasante” donde el óptimo contenido de humedad fue 30.8 % pasando a 32 % y 33.8 % con 5 % y 10 %.

En cuanto al índice de CBR, tal como se muestra en la Tabla 20 el CBR del suelo al 95 % de la máxima densidad seca se redujo en comparación de lo obtenido con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas, pues pasó de 7.63 % a 6.33 %, 6.18 % y 5.82 %; lo mismo sucedió en el CBR al 100 % de la máxima densidad seca, que pasó de 17.59 % a 16.26 %, 15.34 % y 14.62 %; lo cual trae consigo que el tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I reduce significativamente el CBR del suelo, según se fundamenta en la Tabla 28 con una significancia de 0.01. Sin embargo, se resalta que los valores obtenidos del CBR al 100 % de la máxima densidad cualquiera sea el tiempo de almacenamiento considerado cumple con lo mínimo recomendado por el MTC para actuar como subrasante.

Lo obtenido concuerda con Hidalgo (2016) que realizó la tesis “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante” donde encontró inicialmente un CBR de 3.81 % pasando a 6.86 % y 6.94 % con 5 % y 10 % de cemento, del mismo modo con García y Romero (2019) que logró incrementar el CBR de 4.93 % a 160.14 % con 11.5 % de cemento, con Velásquez (2018) que encontró un CBR de 1.44 % pasando a 4.45 %, 7.70 % y 15.70 % con 1 %, 3 % y 5 %, con Castro y Navarro (2020) que encontró incrementos de CBR de 395 % hasta 523 % y con Becerra y Herrera (2019) que desarrollaron la tesis “Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque. 2018” que concluyeron que el CBR del suelo se incrementa con el uso de cemento como estabilizador, que pasó de 0 % a 15 %, 30 %, 33 %, 35 % y 37 % al adicionar 7 %, 10 %, 13 %, 16 % y 19 % de cemento.

## CONCLUSIONES

1. El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante, modificando las propiedades físicas a excepción del equivalente de arena; asimismo, reduce el CBR, más cumple con lo mínimo requerido de 6 % para actuar como subrasante.
2. El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades físicas del suelo tipo A – 5 (4) para subrasante, pues a mayor tiempo de almacenamiento el límite líquido e índice de plasticidad se incrementan, a diferencia que con tiempos de almacenamiento menor a 4 y 6 semanas el límite plástico tiende a subir y posteriormente se reduce; asimismo, se encontró que no se presenta variación del equivalente de arena del suelo. Asimismo, estadísticamente se encontró niveles de significancias menores a 0.05 en las propiedades de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, mientras que en el equivalente de arena se obtuvo una significancia de 0.99.
3. El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo tipo A – 5 (4) para subrasante, porque a mayor tiempo de almacenamiento (superior a 4 semanas) el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca se ve reducido, no siendo significativo estadísticamente al 95 % de la MDS; asimismo, se detalla que, el tiempo de almacenamiento del cemento no interviene en la reducción o incremento de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo para subrasante. Mientras que, estadísticamente se encontró un nivel de significancia de 0.97 para la máxima densidad seca, de 0.14 para el óptimo contenido de humedad, de 0.07 para el CBR al 95 % de la máxima densidad seca y de 0.01 para el CBR al 100 % de la máxima densidad seca.

## RECOMENDACIONES

1. Según lo obtenido en las propiedades físicas y mecánicas del suelo, es recomendable utilizar el cemento almacenado hasta 12 semanas para la estabilización del suelo según clasificación AASHTO A – 5 (4), porque a pesar que el CBR del suelo tiende a disminuir en comparación de lo obtenido con 7 % de cemento de tiempo de almacenamiento menor a 4 semanas, se cumple con lo mínimo de 6 % para ser subrasante.
2. El cemento a utilizar para la estabilización del suelo debe cumplir con ciertas condiciones de almacenamiento (evitar la humedad, sobre pisos de madera o tarimas y estar sellados) y estar libre de impurezas (como desperdicios sólidos, evitando que se encuentren abiertas las bolsas), esto con el fin de asegurar la estabilización de las propiedades físicas.
3. Se recomienda a las próximas investigaciones considerar tiempos más prolongados de almacenamiento del cemento para estabilizar diferentes tipos de suelos, pudiéndose determinar su viabilidad en cuanto al incremento del índice de CBR.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, A., 2020. *Análisis comparativo del comportamiento mecánico entre una base estabilizada con cemento y una base estabilizada con cemento más adición de fibras vegetales* [en línea]. S.I.: Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49837>.
- ALATA, J. y VÁSQUEZ, R., 2019. *Estudio exploratorio de estabilización con cemento Portland de subrasante de suelo areno-arcilloso en carreteras no pavimentadas «El Paujil», Loreto. Iquitos, 2019* [en línea]. S.I.: Universidad Científica del Perú - UCP. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/803>.
- BECERRA, A. y HERRERA, A., 2019. *Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque. 2018* [en línea]. S.I.: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/6119>.
- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Tercera. Colombia: s.n.
- CASTRO, M. y NAVARRO, J., 2020. *Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre Salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco* [en línea]. S.I.: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652573>.
- CORONADO, J., 2002. *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos* [en línea]. 2002. Guatemala: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4114>.
- COTRINA, I., 2021. *Mejoramiento de la capacidad portante en términos de CBR para suelos estabilizados con cemento en una dosificación de 2 % en la Av. Oquendo, Callao, 2019* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27350>.

- CRESPO, C., 2004. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Quinta Edi. México: s.n.
- DEL CID, A., SANDOVAL, R. y SANDOVAL, F., 2007. *Investigación. Fundamentos y metodología*. Primera. México: Pearson Educación. ISBN 9789702610755.
- GARCÍA, D. y ROMERO, A., 2019. *Verificación de resistencia entre la estabilización de suelo - cemento y la estabilización con suelo - cemento y fibra de fique* [en línea]. S.l.: Universidad de Ibagué. Disponible en: <https://repositorio.unibague.edu.co/jspui/handle/20.500.12313/1812>.
- GOLFÍN, K., 2019. *Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas* [en línea]. S.l.: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10990>.
- GONZALES, F., 2018. *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno*. S.l.: Universidad Andina «Néstor Cáceres Velásquez».
- GOOGLE MAPS, 2021. Google Maps. [en línea]. Disponible en: <https://www.google.com/maps>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. del P., 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta. México: MCGRAW-HILL. ISBN 9786071502919.
- HIDALGO, D., 2016. *Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante* [en línea]. S.l.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24610>.
- JUÁREZ, E. y RICO, A., 2005. *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos* [en línea]. México D.F.: LIMUSA, Noriega Editores. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Mecanica\\_De\\_Suelos\\_I\\_Ground\\_Mechanics\\_I.html?id=3OPOaDHQC8wC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books/about/Mecanica_De_Suelos_I_Ground_Mechanics_I.html?id=3OPOaDHQC8wC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).

- MTC, 2008. *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial* [en línea]. 2008. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: [http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones\\_arch/Glosario\\_270808\\_final.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones_arch/Glosario_270808_final.pdf).
- MTC, 2014. *Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección suelos y pavimentos)* [en línea]. 2014. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES\\_DE\\_CARRETERAS\\_2019/MC-05-14\\_Seccion\\_Suelos\\_y\\_Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES_DE_CARRETERAS_2019/MC-05-14_Seccion_Suelos_y_Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf).
- MTC, 2016. *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual\\_Ensayo\\_de\\_Materiales.pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_Ensayo_de_Materiales.pdf).
- PALELLA, S. y MARTINS, F., 2012. *Metodología de la investigación cuantitativa*. Tercera. Caracas - Venezuela: FEDUPEL. ISBN 9802734454.
- QUEVEDO-PESÁNTEZ, F., ÁVILA-CALLE, M. y CALLE-CASTRO, C., 2021. Análisis de costos entre estabilización suelo cemento y el mantenimiento periódico de vías rurales en la provincia del Cañar. *Revista Científica Dominio de las Ciencias* [en línea], vol. 7, pp. 804-821. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1678>.
- UNACEM, 2020. *Ficha técnica de cemento Andino Premium* [en línea]. 2020. Lima - Perú: Unión Andina Cementos S.A.A. Disponible en: [https://www.unacem.com.pe/?page\\_id=109](https://www.unacem.com.pe/?page_id=109).
- VELÁSQUEZ, C., 2018. *Influencia del cemento Portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2534>.

## **ANEXOS**

## **Anexo 1: matriz de consistencia**

**Matriz de consistencia**

**Tesis: “Efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante”**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante ?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante? b) ¿Cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante. b) Determinar cuál es el efecto del tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades del suelo para subrasante.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades físicas del suelo para subrasante en 10 %. b) El tiempo de almacenamiento del cemento Portland tipo I interviene en la estabilización de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante en 50 %.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> tiempo de almacenamiento del cemento</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> propiedades del suelo</p>	<p>- Tiempo de cemento.</p> <p>- Edad del cemento.</p> <p>- Propiedades físicas.</p> <p>- Propiedades mecánicas.</p>	<p>- Tiempo de almacenamiento.</p> <p>- Fecha de fabricación.</p> <p>- Límite líquido.</p> <p>- Límite plástico.</p> <p>- Índice de plasticidad.</p> <p>- Equivalente de arena.</p> <p>- Máxima densidad seca.</p> <p>- Óptimo contenido de humedad.</p> <p>- Índice de CBR.</p>	<p><b>Método de investigación:</b> científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> experimental.</p> <p><b>Población:</b> Se consideró como población al suelo de subrasante del Jr. Sarmiento entre la Av. Alejandro O. Deusta y la Av. María Parado de Bellido del distrito de Pucará, provincia de Huancayo en el departamento de Junín.</p> <p><b>Muestra:</b> De acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico con la técnica de muestreo intencional o dirigida, fue 525 kg del suelo de subrasante del Jr. Sarmiento entre la Av. Alejandro O. Deusta y la Av. María Parado de Bellido obtenido a través de una calicata, por presentarse en tal sector las mayores deficiencias del suelo para la ejecución de los ensayos.</p>

## **Anexo 2: certificados de ensayos**

## **Anexo 2.1: suelo existente**





Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 504 Urb. Elfo Lima  
 Paje Nules N° 122-1520119, Huancayo  
 Telef. 96404668 / 95552534  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-01	PATRÓN

SOLICITANTE: BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.463781 N.8654685

Este informe de resultados solo aplica a los materiales e elementos sometidos a ensayo y no debe reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	18.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	23.00 g	1.5%	98.5%
N° 20	0.85 mm	25.00 g	3.1%	96.9%
N° 40	0.43 mm	22.00 g	4.6%	95.4%
N° 60	0.25 mm	19.00 g	5.8%	94.2%
N° 100	0.15 mm	18.00 g	7.0%	93.0%
N° 200	0.08 mm	15.00 g	8.0%	92.0%
PASA		1404.00 g	100.0%	0.0%
		1526.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro.		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>1+uc</sub>	(g)	300.69
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>2+uc</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 Masa mínima recomendada - especimen -

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (4)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Areia	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	8.00%
Finos	[ φ < N° 200 ]	92.00%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las técnicas para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jobry R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotecnia, Consultoría  
 Laboratorios de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. JOSE R. RAMIRO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204353

RUC: 20601685524 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2016/DSD



Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elia, Lima  
 P.O. Box N° 222-152 Chilca, Huancaayo  
 Telef: 96404668 / 96305584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

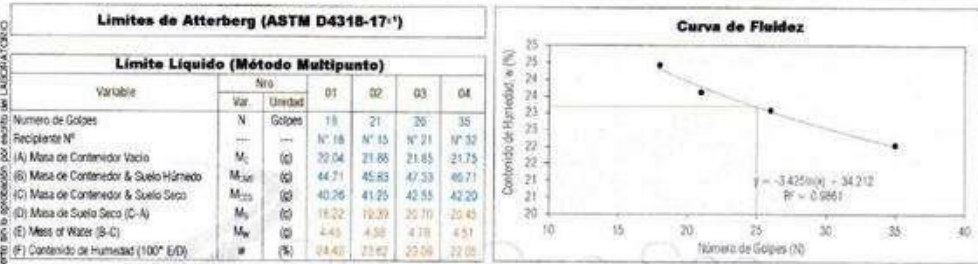
**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-01	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m  
**Altitud (Cota):** 3,323.00 m s.n.m.  
**Identificación de muestra:** Patrón  
**Napa freática:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E: 483781 N: 8654685



**Límite Plástico (Método Manual)**

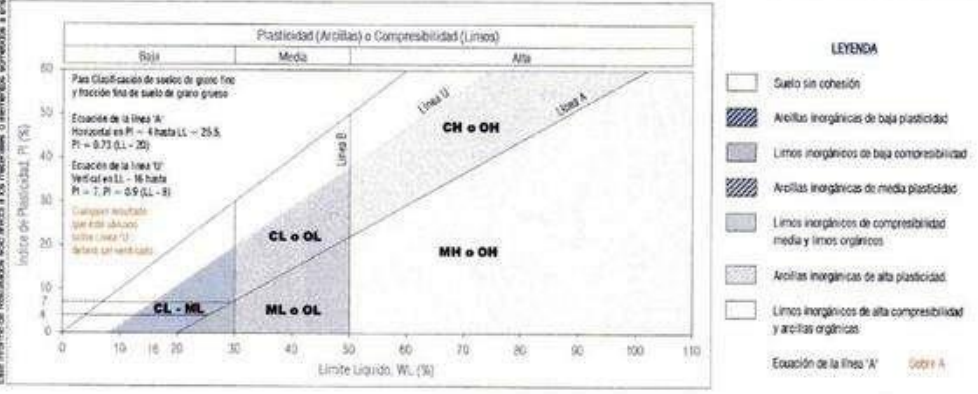
Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.73	22.23	22.13	21.94
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	28.45	29.24	28.76	29.17
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	(g)	27.42	28.25	27.75	28.11
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	5.69	5.97	5.65	6.17
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.01	1.04	0.98	1.06
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	17.75	17.42	17.38	17.18

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL, w <sub>L</sub> )	Plastic Limit (PL, w <sub>p</sub> )	Plasticity Index (PI)
: 23.3%	: 17.4%	: 5.9%

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (4)  
 Arcilla limosa



Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4-21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jairo R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos  
 Ing. Civil Jairo R. OLIVERA  
 C.P. N° 204382

RUC: 2060168524  
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Angel Fernando Guirao N° 2829 34, 334 Urb. Elv. Lima  
 P.O. Box N° 222 1370000, HUANCAYO  
 Telef. 96408482 / 95302544  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCO. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-01	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

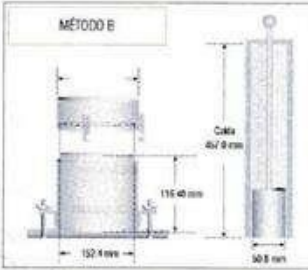
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Identificación muestra: Patrón  
 Procedimiento Utilizado: Método B  
 Profundidad: 1.50 m.  
 Símbolo del Suelo: CL-ML  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa  
 Altitud (Cota): 3.323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E-483781 N-9854685  
 Gravedad Específica: 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

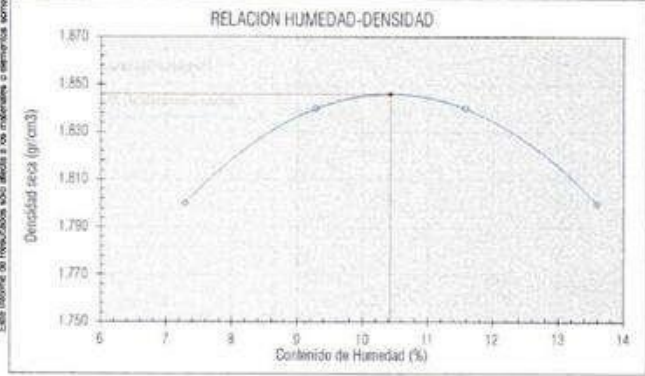
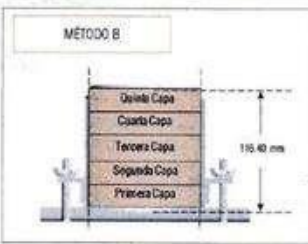
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>mo</sub>	(g)	5940.00	6020.00	6050.00	6044.00
(B) Peso del Molde	M <sub>co</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	(g)	1798.00	1878.00	1908.00	1902.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	1.939	2.019	2.052	2.040



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94	46.40	49.25	47.46
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ms</sub>	(g)	304.90	333.31	306.50	325.26
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ms</sub>	(g)	287.67	299.78	276.90	290.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	236.73	253.38	227.64	242.72
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.26	22.53	28.60	23.02
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	7.25	8.29	11.54	13.60
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.800	1.840	1.840	1.800



**Resultados Ensayos de Compactación**  
 Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>): 1.845  
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 10.43

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.P.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004558-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Centro de Geotecnia  
 Laboratorio de Suelos, Coceros y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 244352

RUC: 20601685024  
 [Pag. 03]





R. Angel Hernández Quiroz N° 2808 H.L. 204 Urb. Dpto. Lima  
 Paje, Nules N° 223-152 Chilca, Huancayo  
 Telef: 964046588 / 993300088  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-01	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN

**UBICACION DEL PROYECTO:** UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

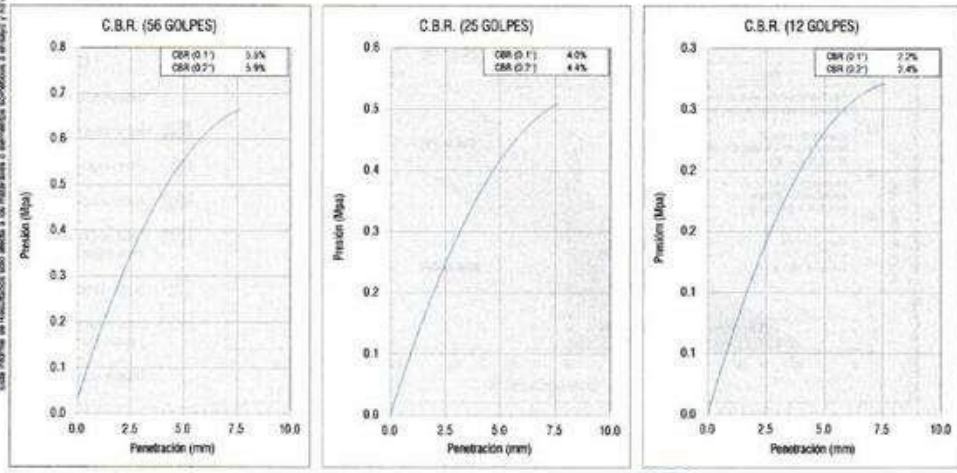
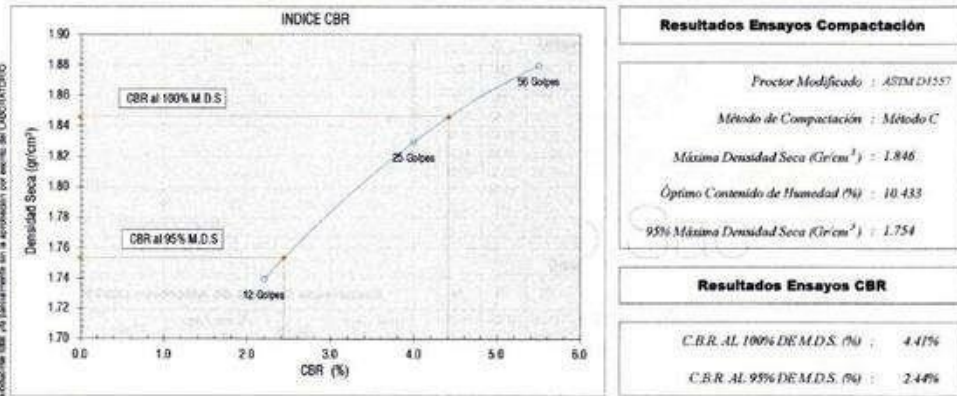
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

Modalidad: Muestreo por el cliente      Profundidad: 1.00 m      Altitud (Cota): 3,323.00 m.s.n.m.  
 Símbolo del Suelo: CL-ML      Coordenadas UTM: E 483781 N 8654885  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

Este informe de resultados está sujeto a las limitaciones y especificaciones técnicas de los servicios reproducidos en el presente y no deberá reproducirse fuera de los límites de aplicación por escrito del LABORATORIO



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Ray S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA  
 C.I.P. N° 20233-52  
 RUC: 20601685524 [Pag. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD



J. Angel Fernandez Quiroz N° 2609 int. 204 Urb. Elco, Lima  
 P.O. Box N° 22-152 Ocho, Huancayo  
 Telef. 96046688 / 96550554  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-01	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.50 m      Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Identificación de muestra : Patrón      Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pu/g	11.50	12.50	11.50	12.50
(F) Altura arena	---	pu/g	1.30	1.20	1.30	1.20
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	11.3%	9.0%	11.3%	9.0%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	10.5%			

Este informe de resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse ni la aprobación por escrito del LABORATORIO

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. BALBUENA OLIVERA  
 C.P. N° 201952

RUC: 20801885524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/DSD



H: Angel Hernandez Guiza N° 2809 mt. 104 Urb. ETC, Lima  
 P.O. Box N° 122-1520 Chicla, Huancayo  
 Telef: 96404668 / 95552534  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-02	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m  
**Nape freática:** N.P.  
**Altud (Cota):** 3.323.00 m s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E.483781 N.8654885

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	25.00 g	1.5%	98.5%
N° 20	0.85 mm	33.00 g	3.5%	96.5%
N° 40	0.43 mm	28.00 g	5.2%	94.8%
N° 60	0.25 mm	25.00 g	6.7%	93.3%
N° 100	0.15 mm	20.00 g	8.0%	92.0%
N° 200	0.08 mm	15.00 g	8.9%	91.1%
PASA		1501.00 g	100.0%	0.0%
		1647.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Reservorio N°	---	---	N° 21
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	51.78
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uc</sub>	(g)	315.30
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	290.63
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	347.85
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	15.73
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	6.30%

Requisitos mínimos de especímen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 Masa mínima recomendada - especímen =

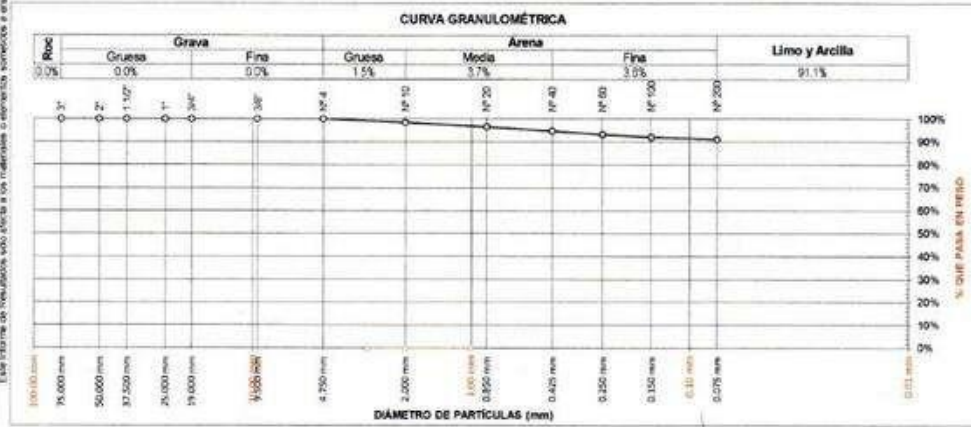
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML, AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (3)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	N° 4 < φ < 3"	0.00%
Arena	N° 200 < φ < N° 4	8.90%
Fina	[ φ < N° 200 ]	91.10%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30}^2 / (D_{10} * D_{60}))$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las decimales para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6025.

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jobay R. O.  
 SILVER GEOTEC S.A.C. Laboratorio de Suelos, Obras y Pavimentos  
 Ing. Civil Jobay R. ROYALDO OLIVERA C.T.P. N° 2024342  
 RUC: 2060168524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2016/DSD





D. Ángel Fernández Quiroz N° 2859 Hs. 104 Urb. Eka, Lima  
 Pza. Nuevas N° 122-13-15 P.O.B. Huancayo  
 Telf: 94646688 / 93305034  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-02	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN

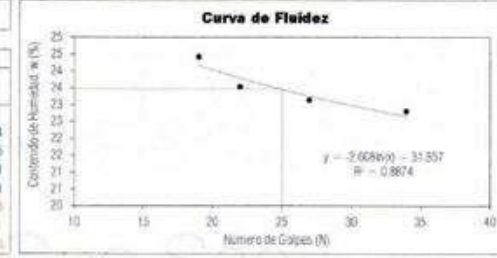
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.50 m      Altud (Cota) : 3.323 00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685

Identificación de muestra : Patrón

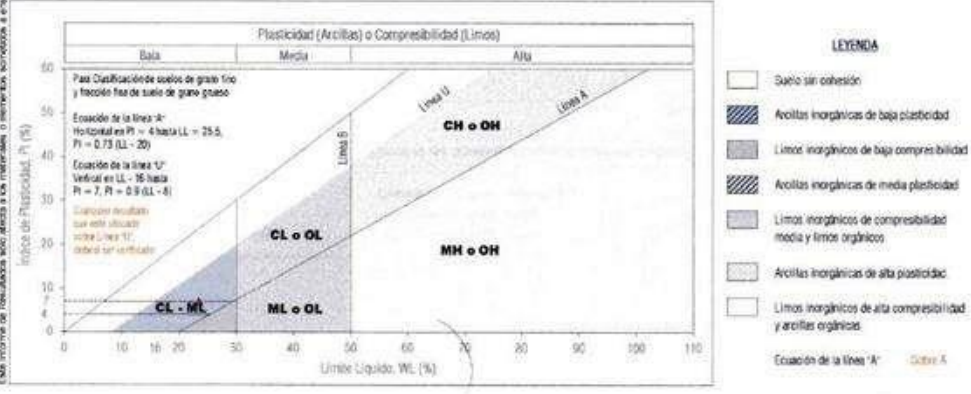
Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)						
Límite Líquido (Método Multipunto)						
Variable	Nro	01	02	03	04	
Variable	Var	Unidad				
Número de Golpes	N		19	22	27	34
Recipiente N°	---		N° 10	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	22.14	22.01	20.85	21.55
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cas</sub>	(g)	44.81	45.53	45.33	44.71
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ccs</sub>	(g)	40.96	41.25	40.73	40.41
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	18.22	19.04	19.88	18.86
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.42	4.48	4.50	4.70
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	24.42	23.52	23.14	22.80



Límite Plástico (Método Manual)						
Variable	Nro	01	02	03	04	
Variable	Var	Unidad				
Recipiente N°	---		N° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	21.22	21.72	21.62	21.43
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cas</sub>	(g)	27.49	28.30	27.82	28.23
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ccs</sub>	(g)	26.60	27.39	26.92	27.25
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	3.38	3.67	3.30	3.82
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	0.80	0.91	0.90	0.98
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	16.54	16.03	16.58	16.84

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)		
Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	Plasticity Index (PI)
: 23.5%	: 16.6%	: 6.9%

Clasificación de Suelos		
SUCS (ASTM D2487-17)	: CL-ML	AASHTO (ASTM D3282-15)
		: A-5 (S)
		Arcilla limosa



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea "A"      Gráfico A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4-21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Sixth Edition, Edition

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R.O.

Ing. Civil Johnny R. RAJALIBDO OLIVERA  
 C.R.P. N° 2041452

RUC: 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



C. Angel Fernández Cuervo N° 2809 mt. 204 Urb. ESK UTM  
 Pzta. N° 127-132 Chica, Huancayo  
 Telf: 04446698 / 065505564  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-02	PATRÓN

SOLICITANTE:

BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN

TEBIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA GUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

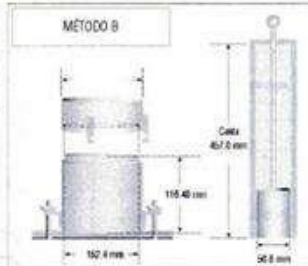
Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Identificación muestra: Patrón  
 Procedimiento Utilizado: Método B

Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL-ML  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

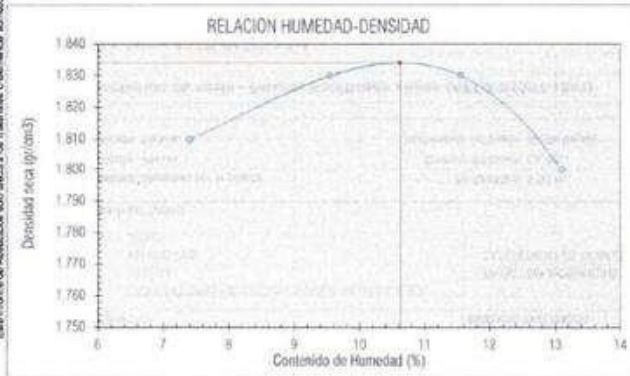
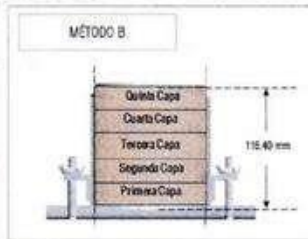
Altitud (Cota): 3.323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E-493781 N-8654885  
 Gravedad Específica: 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>húmedo</sub>	g	5947.00	5015.00	6041.00	6047.00
(B) Peso del Molde	M <sub>molde</sub>	g	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A - B)		g	1805.00	1873.00	1899.00	1905.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda (C/D)		g/cm <sup>3</sup>	1.940	2.010	2.040	2.040



Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	g	49.94	45.53	50.12	48.12
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	g	315.26	327.31	326.23	333.20
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	g	296.96	312.75	297.53	300.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	g	247.02	257.22	247.41	252.06
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	g	18.30	14.56	28.70	33.02
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.41	6.95	11.56	13.12
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.810	1.830	1.830	1.830



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.834  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.63

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jofrey R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



RUC: 20601685524  
 [Pág. 03]





Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2829 Int. 104 Urb. Elv. Unia  
 P.O. Box N° 122 151 Chilca, Huancayo  
 Telf.: 8484643 / 85550184  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-02	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TEMA:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.

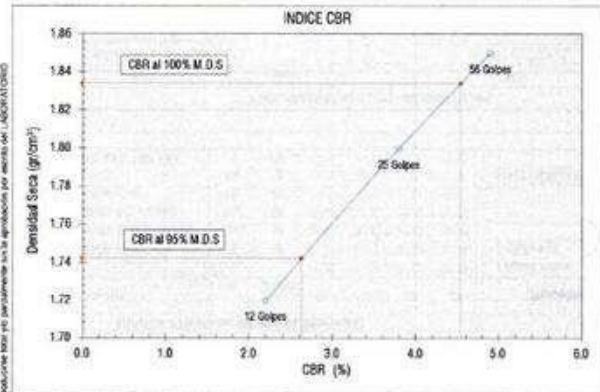
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-15

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Muestreo por el cliente      Profundidad: 1.50 m      Altitud (Cota): 3.323.00 m s.n.m.  
 Identificación muestra: Patrón      Símbolo del Suelo: CL-ML      Coordenadas UTM: E 483781 N 8554685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-15**

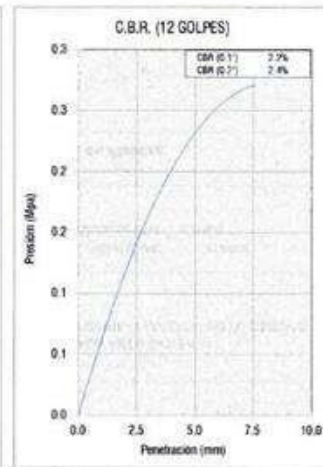
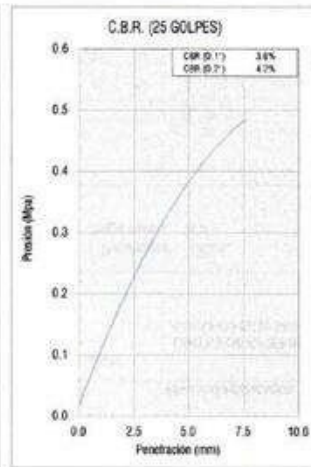
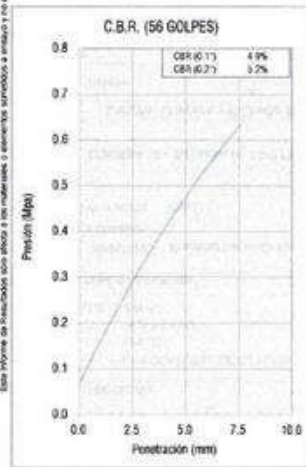


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado: ASTM D1557  
 Método de Compactación: Método C  
 Máxima Densidad Seca (G/cm³): 1.834  
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 10.625  
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³): 1.742

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%): 4.54%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%): 2.63%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Ray S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2015/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia, Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Civil **José R. EMMANUEL OLIVERA**  
 C.C.P. N° 2044352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 04]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. El Co. Lima  
 P.O. Box N° 122 D2 Chica, Huancayo  
 Telef. 96046688 / 051070344  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-02	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACION DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACION:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGUN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m.      Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m  
 Método de Muestreo : -      Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685  
 Identificación de muestra : Patrón

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Este informe de resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pelg	15.00	12.00	11.80	11.60
(F) Altura arena	---	pelg	1.60	1.20	1.30	1.10
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	10.7%	10.0%	11.0%	9.5%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	10.3%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Ing. Civil JOHNNY R. OLIVERA  
 C.E.R. N° 2019-022      RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2809 ofc. 104 Urb. 516, Lima  
 P.O. Box N° 122 21-17016, Huancaayo  
 Telef. 96406688 / 95332534  
 Correo: [ventas@silvergeotec.com](mailto:ventas@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-03	PATRÓN

SOLICITANTE:

BACH. KENYÓ GUTIERREZ BALBIN

TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente

Profundidad : 1.80 m  
 Napa freática : N.P.

Altud (Cota) : -3.323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E.463781 N.8654685

Este informe de Pruebas solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no garantiza su reproducción total, ya que el presente es un laboratorio por escrito del LABORATORIO.

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	33.00 g	2.1%	97.9%
N° 20	0.85 mm	40.00 g	4.7%	95.3%
N° 40	0.43 mm	35.00 g	7.0%	93.0%
N° 60	0.25 mm	27.00 g	8.7%	91.3%
N° 100	0.15 mm	22.00 g	10.2%	89.8%
N° 200	0.08 mm	14.00 g	11.1%	88.9%
PAGA		1375.00 g	100.0%	0.0%
		1546.00 g	100.0%	100%

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 30
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	49.60
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wc</sub>	(g)	321.65
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	301.25
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	251.65
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	20.40
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	8.10%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 Masa mínima recomendada - especímenes =

SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (3)
Arcilla limosa	

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	11.10%
Finos	[ φ < N° 200 ]	88.90%

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia, Georrusia  
 Laboratorio de Suelos, Geometría y Perforación  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.P.S. N° 284352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2016/DSD





Jr. Ángel Fernández Gutiérrez N° 2009 Int. 104 Urb. Elba Lima  
 P.O. Box N° 222-102 CHILCA, HUANCAYO  
 Telef: 96404688 / 95550084  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-03	PATRÓN

SOLICITANTE: **BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN**

TESIS: "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.**

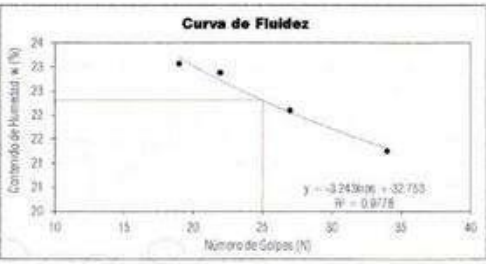
ENSAYOS REALIZADOS: **LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)**

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota): 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E: 483781 N: 8654685  
 Identificación de muestra: Patrón

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	19	22	27	34
Recipiente N°	---	---	N° 19	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.14	22.01	20.85	21.55
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uv</sub>	(g)	44.91	45.53	45.32	44.71
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>us</sub>	(g)	40.56	41.15	40.90	40.65
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	18.42	19.14	20.05	19.10
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.25	4.38	4.43	4.06
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	23.07	22.88	22.09	21.26



**Límite Plástico (Método Manual)**

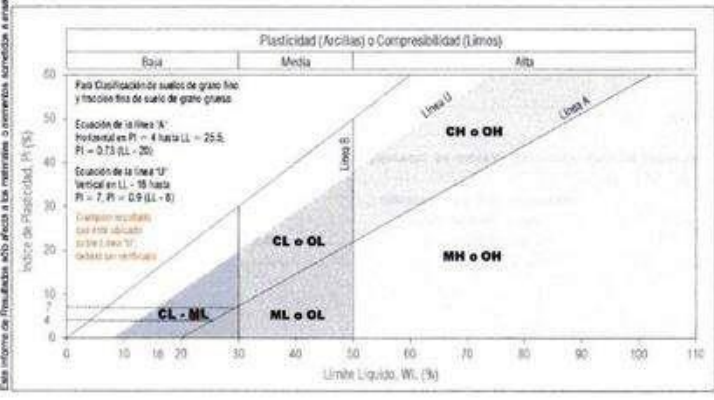
Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 25	N° 26	N° 27	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.19	21.69	21.59	21.40
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uv</sub>	(g)	28.60	29.50	29.02	29.43
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>us</sub>	(g)	27.58	28.35	27.92	28.25
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	6.37	6.66	6.33	6.85
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.13	1.15	1.15	1.18
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	17.74	17.27	17.38	17.23

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL<sub>w<sub>L</sub></sub>) : 22.3% Plastic Limit (PL<sub>w<sub>p</sub></sub>) : 17.4% Plasticity Index (PI) : 4.9%

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : **CL-ML** AASHTO (ASTM D3282-15) : **A-5 (3)**  
**Arcilla limosa**



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' **Sobres A**

Carta de Plasticidad elaborado según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil **Johnny R. RAJALINDO OLIVERA**  
 C.I.P. N° 204332

RUC: 2060168524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



J. Angel Fernández Córdova N° 2009 Int. 104 Urb. Elia, Lima  
 P.O. Box N° 122-1520 Lima, Huancayo  
 Telf: 964546688 / 955035884  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA Y ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-03	PATRÓN

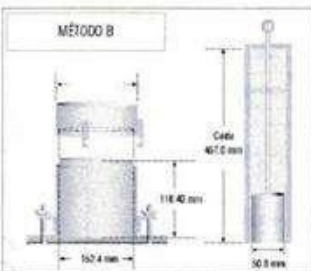
**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACION DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACION:** CHILCA  
**DISTRITO:** HUANCAYO  
**PROVINCIA:** JUNÍN  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Identificación muestra: Patrón  
 Procedimiento Utilizado: Método B  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL-MI  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa  
 Altitud (Cota): 3.323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483781 N 8654855  
 Gravedad Específica: 2.65

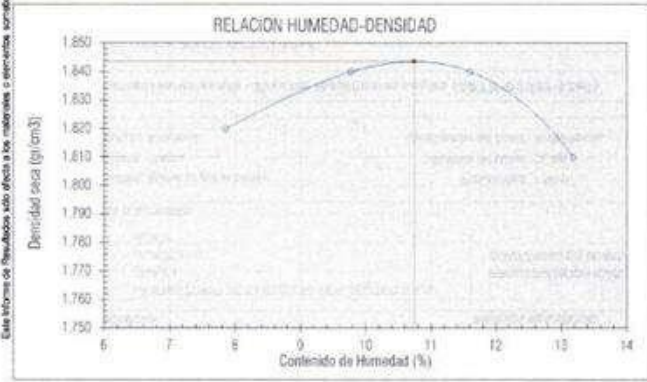
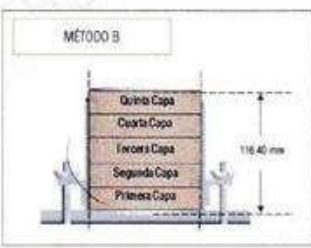
**Compacción de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>100</sub>	(g)	5567.00	6025.00	6055.00	6049.00
(B) Peso del Molde	M <sub>100</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compacto	(A - B)	(g)	1425.00	1883.00	1913.00	1907.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	1.529	2.030	2.052	2.046



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 16	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	50.51	46.01	51.25	49.26
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	315.26	317.31	326.23	323.20
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	(g)	295.96	293.15	297.03	291.26
(D) Masa de Suelo Seco (D-A)	M <sub>s</sub>	(g)	245.45	247.14	245.78	241.99
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	19.30	24.16	30.60	31.92
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.86	9.76	11.81	13.19
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.850	1.840	1.845	1.810



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.844  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.75

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnica, Geomecanica  
 Laboratorio de Suelos, Tiempos y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAIMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 2054852

RUC: 2080168524  
 [Pág. 03]



Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2808 int. 104 Urb. Elia, Lima  
 P.O. Box N° 112 182 Oficina, Huancayo  
 Telf: 964046666 / 950005594  
 Correo: silvergeotec@ams3.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-03	PATRÓN

SOLICITANTE:

BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

TESIS:

'EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE'

UBICACION DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS:

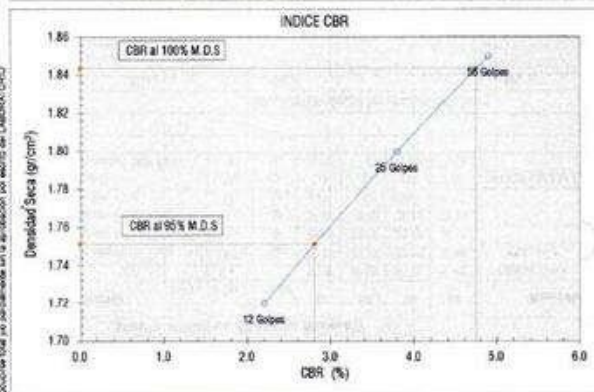
ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente      Profundidad: 1.00 m      Altitud (Cota): 3.323.00 m a.n.m.  
 Identificación muestra: Patrón      Símbolo del Suelo: CL-ML      Coordenadas UTM: E: 463761 N: 8054695  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

Este informe de información solo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no cubre información total por adelantado en la aprobación por escrito del LABORATORIO

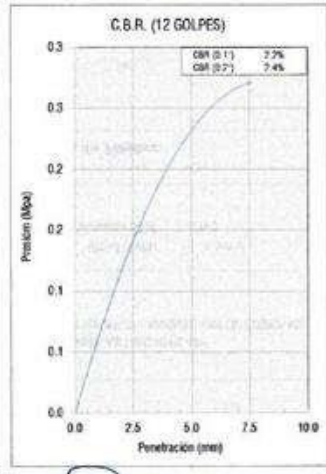
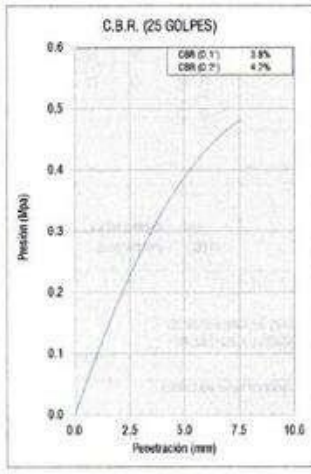
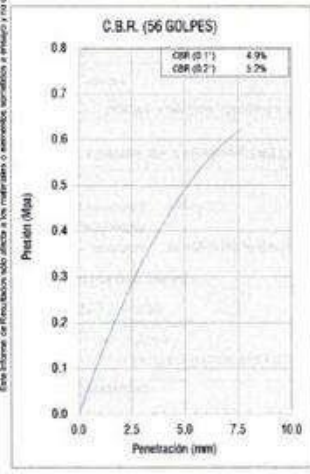


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca ( $G_{cm}^3$ ) : 1.844  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.716  
 95% Máxima Densidad Seca ( $G_{cm}^3$ ) : 1.751

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 4.75%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 2.81%



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cosecha y Pesticidas  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 2023362  
 RUC: 20601685524  
 [Pag. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/DSD





Jr. Angel Hernández Guzmán N° 2409 Int. 106 Urb. El Sol, Lima  
 Pcia. Huánuco N° 323 152 Oficina Huancayo  
 Telf.: 960346681 / 960055384  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
11-03-21	19-03-21	M-03	PATRÓN

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m.      Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Identificación de muestra : Patrón      Marca fresca : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variabes	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A - 10min ± 5min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	14.60	13.80	17.50	13.80
(F) Altura arena	---	pulg	1.40	1.50	1.60	1.40
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	9.6%	10.9%	12.8%	10.1%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	10.9%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Gestión Científica  
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos  
 Civil Johnny R. RAMUNDO OLIVERA  
 C.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pg. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos suministrados a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

**Anexo 2.2: suelo con 7 % de cemento almacenado menos de 4 semanas**





H. Angel Fernández Quiroz N° 2009 Hl. 104 Gls. Eto. Lima  
 Soc. N° 115 N° 122-313 Oficina, Huancayo  
 Telef. 96400688 / 96330284  
 Correo: silvergeotec@outlook.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3.323 00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E: 483781 N: 8654685

Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	33.00 g	2.2%	97.8%
N° 20	0.85 mm	29.00 g	4.1%	95.9%
N° 40	0.43 mm	22.00 g	5.5%	94.5%
N° 60	0.25 mm	19.00 g	6.7%	93.3%
N° 100	0.15 mm	12.00 g	7.5%	92.5%
N° 200	0.08 mm	10.00 g	8.2%	91.8%
PAGA		1404.00 g	100.0%	0.0%
		1529.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uc</sub>	(g)	300.69
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especimen de suelo al húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especimen --

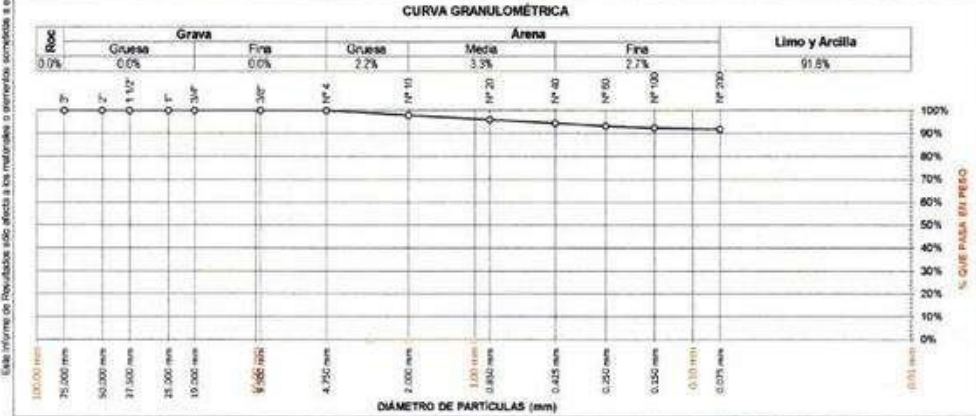
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-S-E, AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (5)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	8.20%
Finos	[ φ < N° 200 ]	91.80%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a ladirechices para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6926.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Pontonista Coadunada  
 Laboratorio de Suelos (Cemento y Perforación)

Ing. Carlo Johnny R. RAMARINDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 2064352

RUC: 20601865524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004688-2018/DSD



Jr. Angel Fernandez Cuervo N° 2809 Int. 104 Urb. Elba, Lima  
 P.O. Box N° 122-1171000, Huancayo  
 Telf: 964046681 / 955505544  
 Correo: silvergeo@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Añición 7% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE

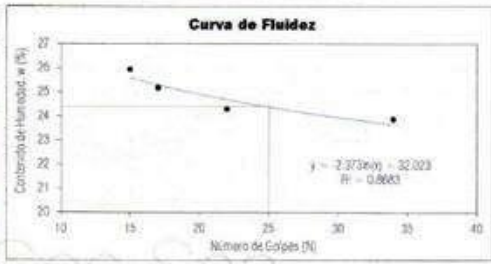
**UBICACION DEL PROYECTO:**  
**UBICACION:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACION SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m  
**Altud (Cota):** 3.323.00 m s.n.m  
**Napa freatica:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E. 483781 N. 9654685  
**Identificación de muestra:** Añición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Limites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	15	17	22	34
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.04	21.86	21.85	21.75
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	45.16	48.13	48.26	45.78
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	40.40	41.25	43.10	41.15
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	18.36	19.39	21.25	19.40
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.78	4.88	5.78	4.65
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	25.93	25.17	24.28	23.87



**Límite Plástico (Método Manual)**

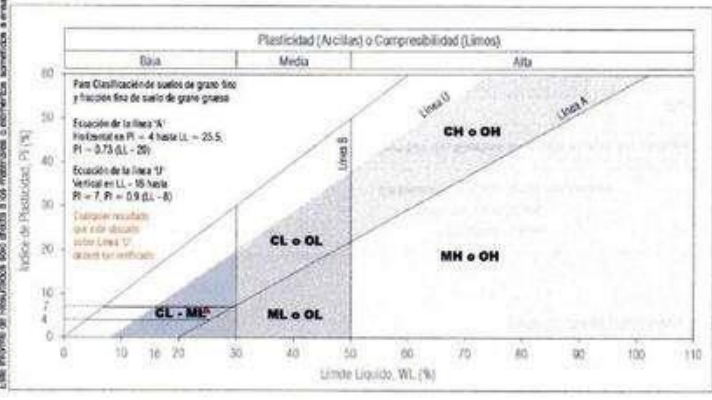
Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.13	22.63	22.53	22.34
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	30.15	30.06	30.48	30.69
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	28.88	29.68	29.24	29.57
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	6.73	7.05	6.71	7.23
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.27	1.38	1.24	1.32
(F) Contenido de Humedad (100* E/C)	w	(%)	18.81	19.15	18.48	18.20

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL<sub>w<sub>p</sub></sub>) : 24.8% Plastic Limit (PL<sub>w<sub>p</sub></sub>) : 18.4% Plasticity Index (PI) : 6.4%

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (S)  
 Arcilla limosa



Carta de Plasticidad elaborada según: Figura 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tsc. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Perforación  
 Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 RUC: 2060168524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD



P. Ange Fernández Guiso N° 2609 (M, 134 Urb. Dña. Lina  
 P.O. Box N° 127-1020/09, Huancayo  
 Fone: 94336688 / 951509144  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 7% Cemento mejor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN **TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACION DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

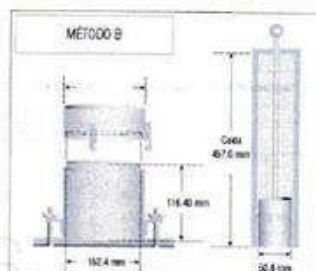
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota): 3,323.00 m.s.n.m.  
 Procedimiento Utilizado: Método B Símbolo del Suelo: CL-ML Coordenadas UTM: E-483781 N-8854685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa Gravedad Específica: 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

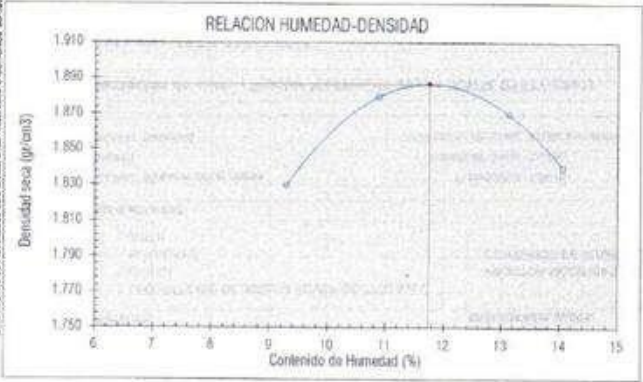
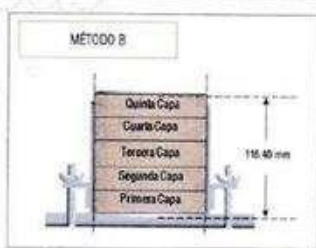
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo Húmedo & Molde	M <sub>mo</sub>	(g)	6010.00	6000.00	6110.00	6100.00
(B) Peso del Molde	M <sub>ca</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1868.00	1858.00	1968.00	1958.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.003	2.003	2.110	2.100



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	51.26	49.25	51.35	48.63
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	303.45	373.31	385.58	324.15
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	282.00	296.40	278.95	290.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	230.72	247.14	225.58	241.55
(E) Masa de Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	21.45	26.91	29.93	33.37
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.30	10.89	13.11	14.05
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.900	1.870	1.840



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.887  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.7%

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisor: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Asociación Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAMUNDO OLIVERA  
 C.R.P. N° 2043152

FLIC: 20601685524 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/D6D





D. Ángel Hernández Guerra N° 2009 111 194 Urb. Ello, Lima  
 P.O. Box N° 112 152 Centro, Huancayo  
 Telef. 96404688 / 95550554  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Añición 7% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH: KENYO GUTIERREZ BALBIN

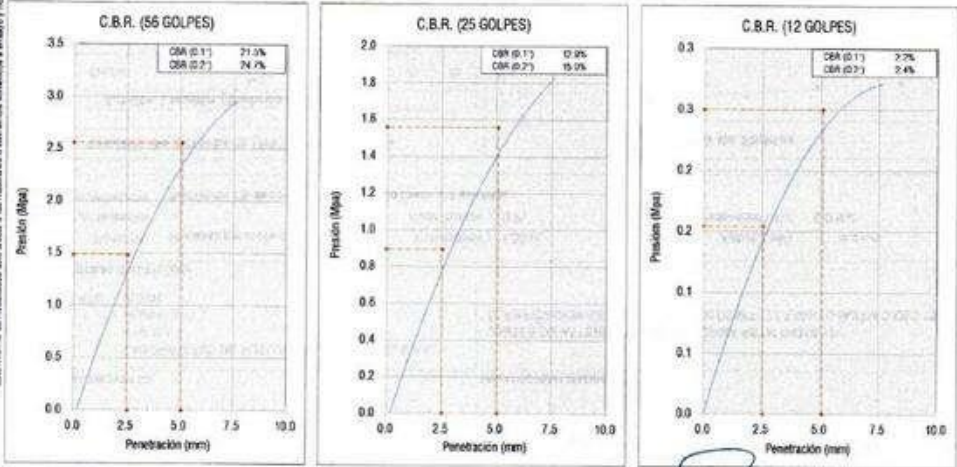
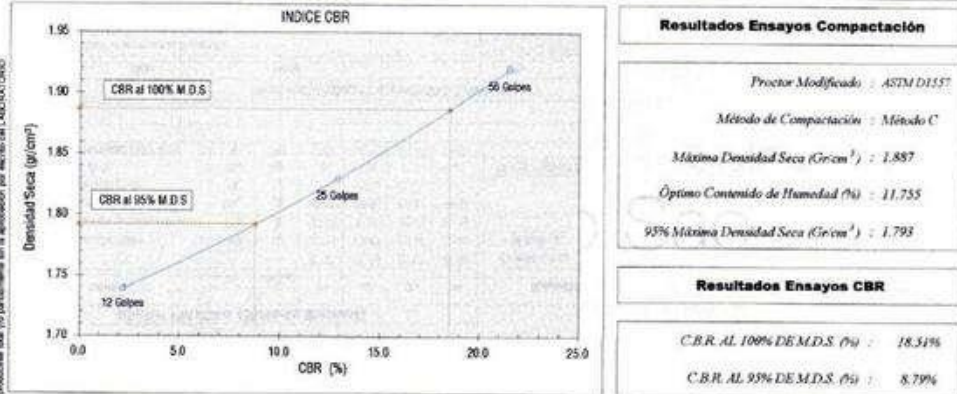
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m  
 Símbolo del Suelo: CL-MI  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1583-16

**TESIS:**  
 "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1583-16**



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018-DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Civil  
 Laboratorios de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. **JOHANN R. SANCHEZ OLIVERA** RUC: 20601685524  
 C.I.P. N° 204852 [Pág. 04]



V. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 204 Urb. ElG. Lima  
 Pje. N° 127-132 Chilo, Huancayo  
 Telef. 964046688 / 965500084  
 Correo: silvergeotec@terra.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altitud (Cota) : 3,323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	11.50	12.50	13.70	14.70
(F) Altura arena	---	pulg	1.70	1.80	1.90	2.00
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	14.8%	14.4%	13.9%	15.5%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	14.6%			

Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de LABORATORIO.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.



Ing. JOHNNY E. RAMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204552

RUC: 20601685024  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



H. Ange Fernández Quiroz N° 2809 Int. 304 Urb. Ego, Lima  
 Pta. N° 123-332 Chilca, Huancayo  
 Telef: 964046683 / 953505584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	OID, MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Añición 7% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN  
 TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Localidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m Altitud (Cota): 3,323.00 m a.n.s.l.  
 Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra: Añición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	29.00 g	1.9%	98.1%
N° 20	0.85 mm	25.00 g	3.6%	96.4%
N° 40	0.43 mm	19.00 g	4.9%	95.1%
N° 60	0.25 mm	15.00 g	5.8%	94.2%
N° 100	0.15 mm	10.00 g	6.5%	93.5%
N° 200	0.08 mm	8.00 g	7.0%	93.0%
PASA		1396.00 g	100.0%	0.0%
		1505.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	No		Muestra
	Var	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	30.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wh</sub>	(g)	300.60
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.10
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especímenes =

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-13) : A-3 (3)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	7.00%
Finos	[ φ < N° 200 ]	93.00%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:   
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 RUC: 2060168524 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/OJD





In. Angel Fernando Quiroz N° 2809 INC 104 Urb. Ello, Lima  
 Paje. No. Aven N° 122-157 Chilca, Huancayo  
 Telfax: 960486688 / 955150584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

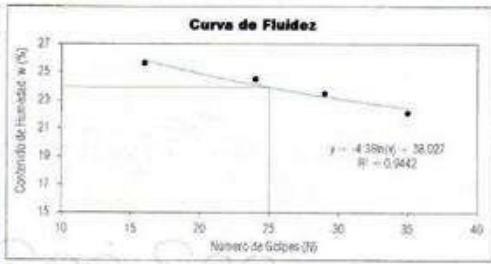
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m      Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	10	24	29	35
Recipiente N°	---	---	N° 10	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.04	21.64	22.84	21.14
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wh</sub>	(g)	45.35	46.49	46.50	48.05
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	40.50	41.00	42.00	41.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	18.10	19.95	19.10	20.41
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.75	4.89	4.50	4.31
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	25.55	24.50	23.40	22.10



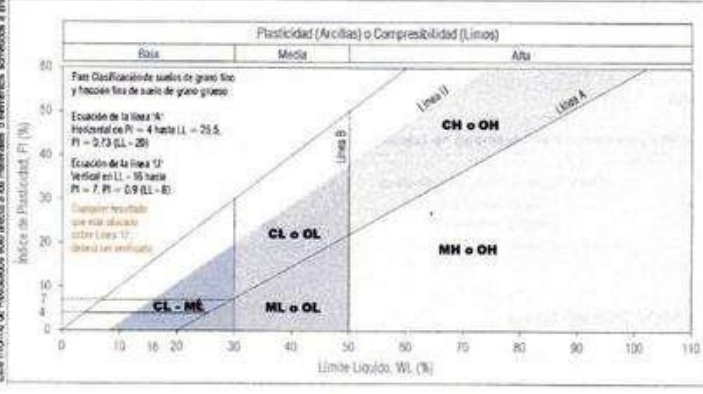
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 71	N° 72	N° 73	N° 74
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.45	21.95	21.85	21.80
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wh</sub>	(g)	29.75	30.55	30.08	30.49
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	28.50	29.30	28.80	28.19
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	7.05	7.35	7.01	7.53
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.25	1.20	1.52	1.30
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	17.73	17.14	17.40	17.26

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> ) : 23.9%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> ) : 17.4%	Plasticity Index (PI) : 6.5%
---	--	------------------------------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML      AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (S)  
 Arcilla limosa



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A'      Cota: A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

**Realizado:** Tec. Roy S.R.  
**Revisado:** Ing. Jairo R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia, Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cosecha y Portafolio  
 C.I.P. N° 204382

RUC: 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/OJD



H. Ángel Fernández Gutiérrez N° 2809 PL. 104 U.P. EJO. Lima  
 P.O. Box N° 122-1320000, HUANCAYO  
 Telf: 04048443 / 955409544  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

**MODALIDAD:** Muestra por el cliente  
**Profundidad:** 1.50 m  
**Simbolo del Suelo:** CL-ML  
**Clasificación del Suelo:** Arcilla limosa  
**Altud (Cota):** 3,323.00 m.s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E 483781 N 9054985  
**Gravedad Especifica:** 2.68

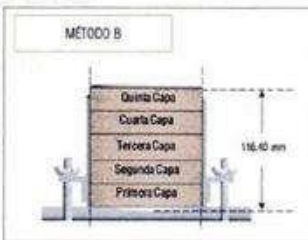
**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

Variable	No.		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>cu</sub>	(g)	6012.00	6004.00	6122.00	6115.00
(B) Peso del Molde	M <sub>ca</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	(g)	1870.00	1862.00	1980.00	1973.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	930.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.008	2.002	2.135	2.127



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	No.		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 13	N° 14	N° 15	N° 16
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	50.24	51.49	48.88	52.39
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	303.45	323.60	313.57	327.75
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	282.85	297.90	283.56	300.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.61	246.41	234.67	248.29
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	20.80	25.70	28.92	36.57
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	8.95	10.41	12.00	14.73
(G) Densidad Seca	—	g/cm <sup>3</sup>	1.550	1.660	1.660	1.550



**Resultados Ensayos de Compactación**  
 Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.885  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.47

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004682-2016/DSD  
 SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA RUC: 20601685524  
 C.I.P. N° 2043352 [Pág. 03]





M. Angel Hernández Quiroz N° 2809 (INC. 104) Urb. Elti, UIMA  
 P.O. Box N° 112-1520004, Huanayo  
 Tel: 943464642 / 95555554  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

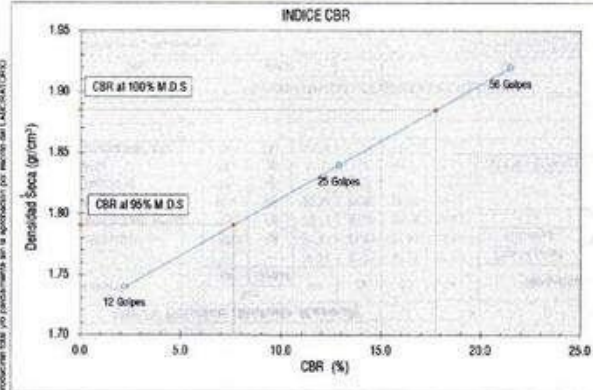
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota) : 3,323.00 m.s.n.m.  
 Símbolo del Suelo: CL-ML. Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8654685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

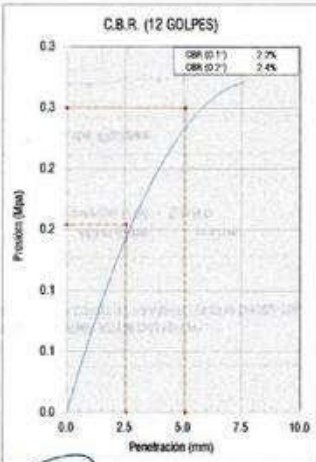
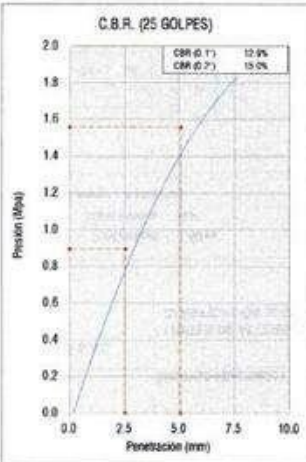
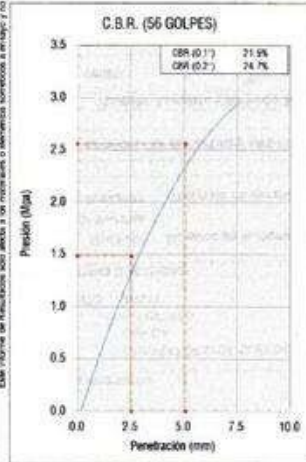


**Resultados Ensayos Compactación**

Procura Modificada : ASTM D1537  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.895  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.472  
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.791

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 17.74%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 7.63%



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 00498-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RODRÍGUEZ OLIVERA  
 C.I.P. N° 2044352

RUC: 2060168524  
 [Pág. 04]



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Hc. 104 Urb. El G, Lima  
 Paje. Nules N° 122 152 Chos. Huancayo  
 Telef. 96046666 / 96550338  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TESIS:** EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**Modalidad:** Muestreo por el cliente      **Profundidad:** 1.80 m      **Altud (Cota):** 3,323.00 m s.n.m.  
**Napa freática:** N.P.      **Coordenadas UTM:** E. 483781 N. 8654685  
**Identificación de muestra:** Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nº		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente Nº	---	---	Nº 00	Nº 01	Nº 02	Nº 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min = 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min = 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pułg	11.32	12.60	12.00	14.20
(F) Altura arena	---	pułg	1.70	1.80	1.90	2.00
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	15.0%	14.3%	15.8%	14.1%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	14.8%			

Este Informe de Resultados solo afecta a las matrices o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la autorización por escrito de LABORATORIO

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Poy S. R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



In. Angel Hernandez Cuzco N° 2809 Ite. 104 Urb. Elba, Lima  
 Paje. N° 05 N° 122-1131 Urb. Huancayo  
 Telef. 96404665 / 96300538  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

<b>SOLICITANTE:</b>  BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN	<b>TESIS:</b>  "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"
---	--

<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>  UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	<b>ENSAYOS REALIZADOS:</b>  ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19 CLASIFICACIÓN. SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)
---	--

<b>TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b>  Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Napa freática : N.P. Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.	<b>Altitud (Cota) :</b> 3.323.00 m s.n.m. <b>Coordenadas UTM :</b> E. 483781 N. 8054685
---	--

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1.1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	36.00 g	2.3%	97.7%
N° 20	0.85 mm	32.00 g	4.4%	95.6%
N° 40	0.43 mm	28.00 g	6.3%	93.7%
N° 60	0.25 mm	22.00 g	7.7%	92.3%
N° 100	0.15 mm	15.00 g	8.7%	91.3%
N° 200	0.08 mm	10.00 g	9.3%	90.7%
PASA		1389.00 g	100.0%	0.0%
		1532.00 g	100.0%	100%

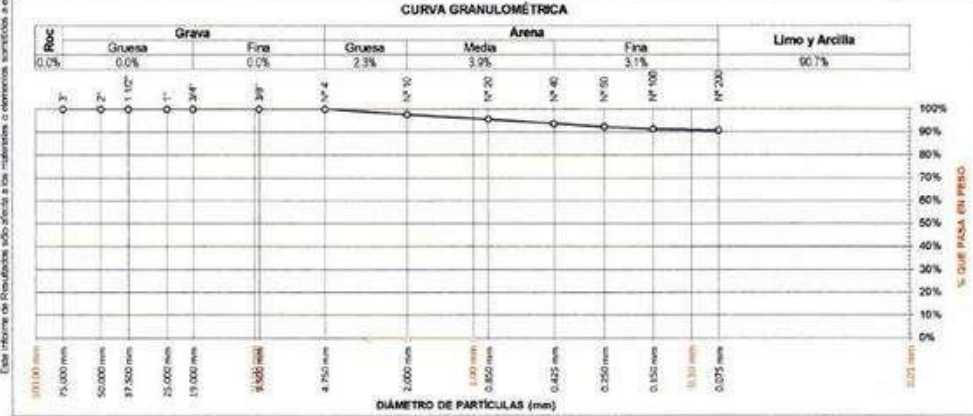
Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uc</sub>	(g)	300.69
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	732.31
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Registros mínimos de especificación de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 Masa mínima recomendada - especímenes =

SUCS (ASTM D2487-17) : CL-MI	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (S)
Arcilla limosa	

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	6.00%
Arma	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	9.30%
Finos	[ φ < N° 200 ]	90.70%

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a ladirectrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S. P.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204362  
 RUC: 20601685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSI





Jr. Angel Fernandez Gilvez N° 2809 W, 124 Urb. Elia, Lima  
 Pse. N° 152-152 Oficina, Huancayo  
 Telef: 96049628 / 915100064  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

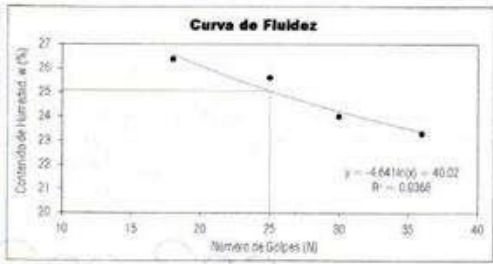
<b>SOLICITANTE:</b>  BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN	<b>TESIS:</b>  "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>  UBICACIÓN LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO CHILCA PROVINCIA HUANCAYO DEPARTAMENTO JUNIN	<b>ENSAYOS REALIZADOS:</b>  LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17* CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m      Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Napa fresca : N.P.      Coordenadas UTM : E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	18	25	30	38
Recipiente N°	---	---	N° 18	N° 37	N° 38	N° 39
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.99	21.42	22.55	20.99
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	45.75	47.58	47.99	47.45
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	41.56	42.50	43.01	42.45
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	13.67	21.07	20.30	21.49
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	5.19	5.58	4.88	5.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	26.32	26.01	24.02	23.30



**Límite Plástico (Método Manual)**

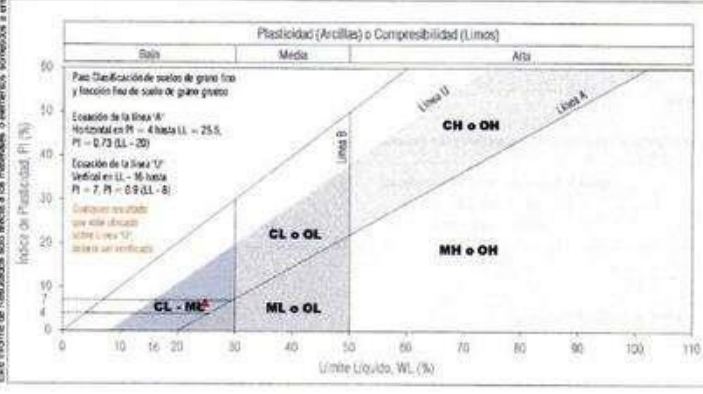
Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 95	N° 96	N° 97	N° 98
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.15	22.05	22.55	22.35
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	30.45	31.25	30.78	31.10
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	29.15	29.90	29.51	29.84
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	7.00	7.85	6.96	7.49
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.30	1.35	1.27	1.35
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	18.57	18.27	18.25	18.05

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL <sub>w<sub>L</sub></sub> ) : 24.8%	Plastic Limit (PL <sub>w<sub>p</sub></sub> ) : 18.3%	Plasticity Index (PI) : 6.5%
---	--	------------------------------

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL-MI	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (S)
Arcilla limosa	



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figura 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Rajja M. Das, 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotecnica  
 Laboratorio de Suelos y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYBRUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601665324  
 [Fig. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/05D

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

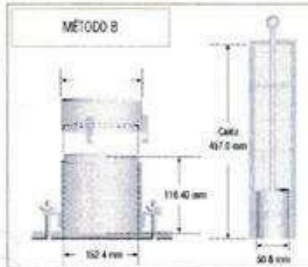
**UBICACION DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACION:** CHILCA  
**DISTRITO:** HUANCAYO  
**PROVINCIA:** JUNIN  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
Modalidad: Muestreo por el cliente  
Profundidad: 1.80 m.  
Simbolo del Suelo: CL-ML  
Clasificación del Suelo: Arcilla limosa  
Altud (Cota): 3.323.00 m a.s.n.m.  
Coordenadas UTM: E-483781 N-8854885  
Gravidad Especifica: 2.68  
Procedimiento Utilizado: Método B

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

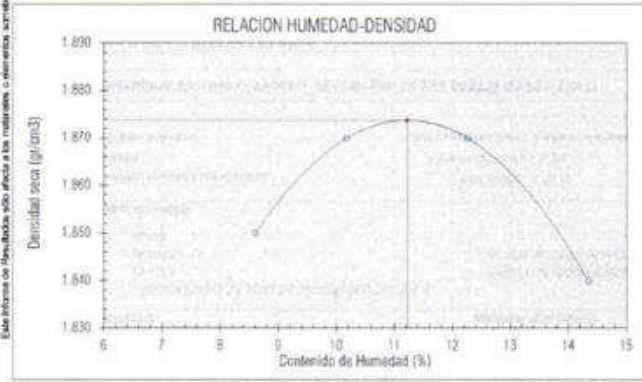
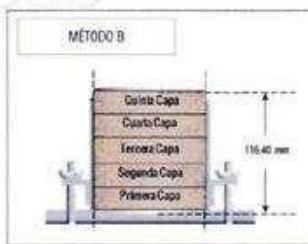
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	No		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>húmedo</sub>	(g)	4017.00	5054.00	6102.00	5098.00
(B) Peso del Molde	M <sub>molde</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	[A - B]	(g)	1875.00	1922.00	1960.00	1956.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	850.34	937.34	937.34	932.54
(E) Densidad Húmeda	[C / D]	g/cm <sup>3</sup>	2.097	2.050	2.097	2.100



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	No		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 45	N° 46	N° 47	N° 48
(A) Masa de Contenedor Vaco	M <sub>c</sub>	(g)	52.38	53.61	51.00	54.51
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	(g)	312.63	332.78	323.78	347.43
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	(g)	292.91	307.90	293.95	310.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	240.53	254.29	242.95	256.17
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	72.12	78.49	80.83	91.25
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	8.51	10.18	12.27	14.35
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.850	1.870	1.870	1.840



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.874  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.22

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
Revisado: Ing. Johnny R. Q.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2014/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
Geotécnica Geológica  
Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos  
Ing. Civil Johnny R. BAIZURDO OLIVERA  
C.A.P. N° 204352  
RUC: 2060168524  
[Pag. 03]



Dr. Angel Fernández Gutiérrez N° 2029 Int. 104 Urb. Elv. Lima  
 Pse. N° 122 032 0914, Huancayo  
 Telf: 940446443 / 953309564  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

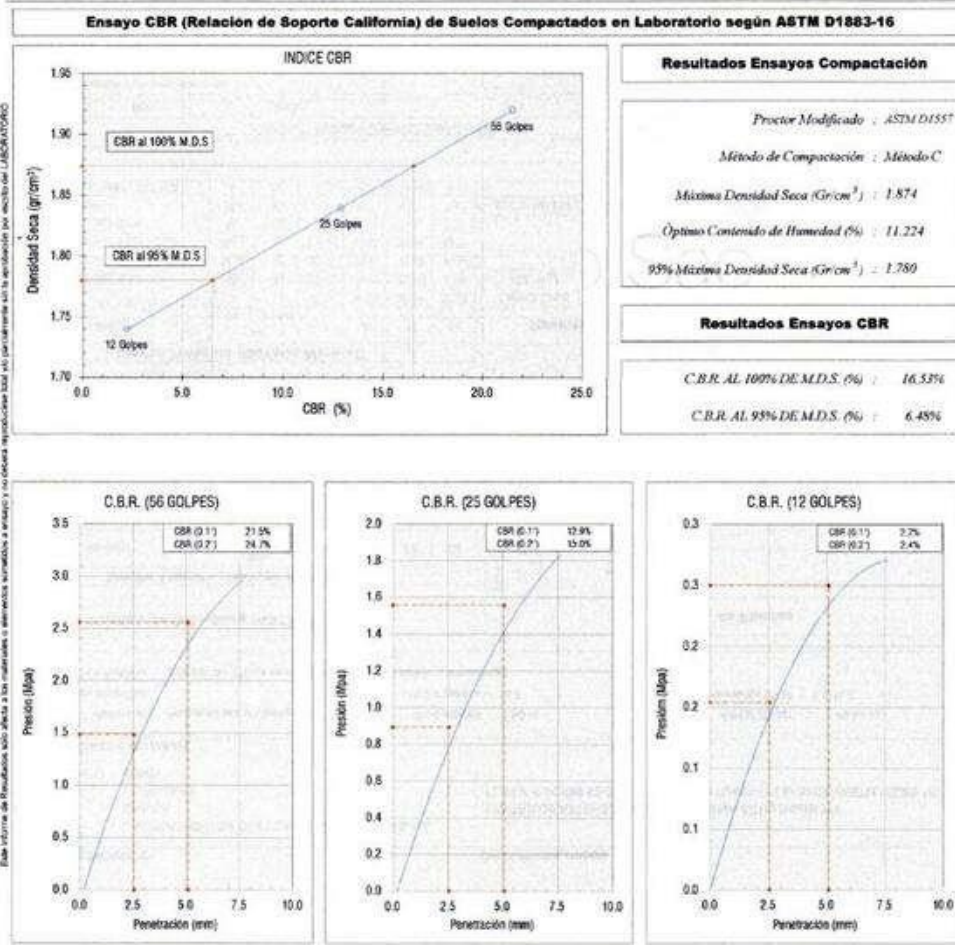
**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**UBICACION DEL PROYECTO:** UBICACION: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNIN

**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota): 3,323.00 m s.n.m.  
 Simbolo del Suelo: CL-MI. Coordenadas UTM: E: 483781 N: 9654685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004539-2016/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia y Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Johnny R. OLIVERA  
 C.I.P. N° 284352  
 RUC: 20601685524 [Pág. 04]





H. Ángel Hernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elito, Lima  
 Pda. Noches N° 122-132 Chila, Huancaayo  
 Telf: 964046688 / 955505384  
 Correo: id@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN

'EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE'

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:**

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3,323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	No		Ensayos			
	Variabes	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	11.70	13.60	14.50	13.80
(F) Altura arena	---	pulg	1.90	2.20	2.10	2.10
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	16.2%	16.2%	14.5%	15.2%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	15.5%			

Este Informe de Resultados solo aplica a los materiales o elementos sometidos al ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tcc. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. Q.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia, Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Óptica y Perforación  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.T. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Anexo 2.3: suelo con 9 % de cemento almacenado menos de 4 semanas**





H. Angel Fernández Quiroz N° 2809 H.L. 104 Urb. Elto. Lima  
 P.O. Box N° 122-03 Chila, Huancayo  
 Telef. 96426683 / 95509334  
 Correo: silvergeotec@peru.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

TEMA: EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE\*

UBICACION DEL PROYECTO: UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS: ANALISIS GRANULOMETRICO SEGUN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACION: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m  
 Napa freática : N.P. Altud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685

Identificación de muestra : Adición del 9% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	18.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	26.00 g	1.7%	98.3%
N° 20	0.85 mm	22.00 g	3.2%	96.8%
N° 40	0.43 mm	20.00 g	4.5%	95.5%
N° 60	0.25 mm	15.00 g	5.5%	94.5%
N° 100	0.15 mm	13.00 g	6.4%	93.6%
N° 200	0.08 mm	5.00 g	6.7%	93.3%
PASA		1398.00 g	100.0%	0.0%
		1499.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	—	—	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>1+h</sub>	(g)	300.59
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>1</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especímenes =

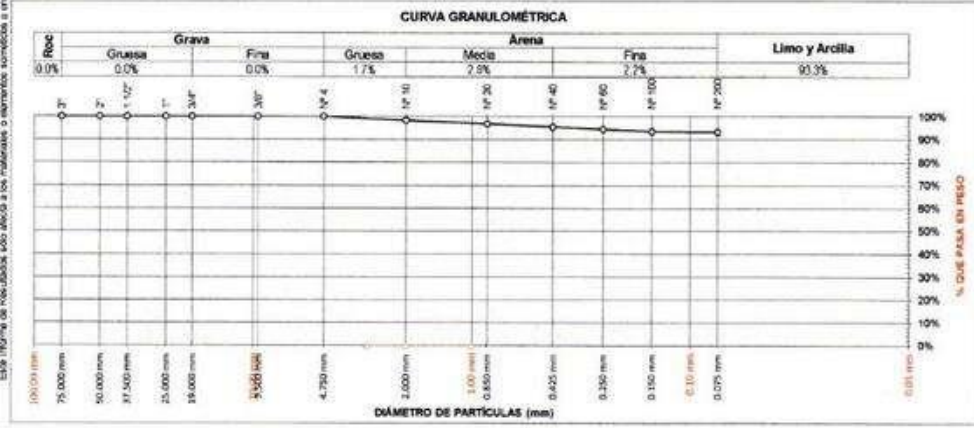
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ME AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (6)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Areia	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	6.70%
Fina	[ φ < N° 200 ]	93.30%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10}$		$D_{30}$	$D_{60}$
$Cu = D_{60} / D_{10}$			
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$			



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a indirectrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jobey R.O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Soles, Cusco y Perú  
 Ing. Civil Jobey R. RAMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204382

RUC: 2060168524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



In: Angel Fernández Quiroz N° 2805-Int. 104 Urb. Elba Utría  
 P.O. Box N° 122-15 / Chilca, Huanuco  
 Telf: 04046688 / 95559584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

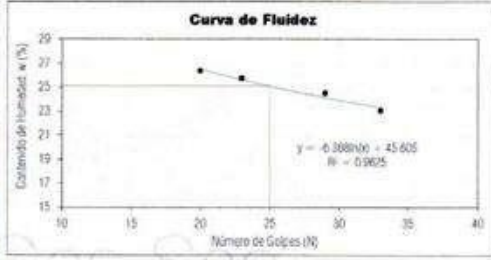
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01*	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACION DEL PROYECTO:** UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACION SEGUN SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1,80 m  
 Napa freática : N.P. Atad (Cota) : 3.323 00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E.483781 N.6054685  
 Identificación de muestra : Adición del 9% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

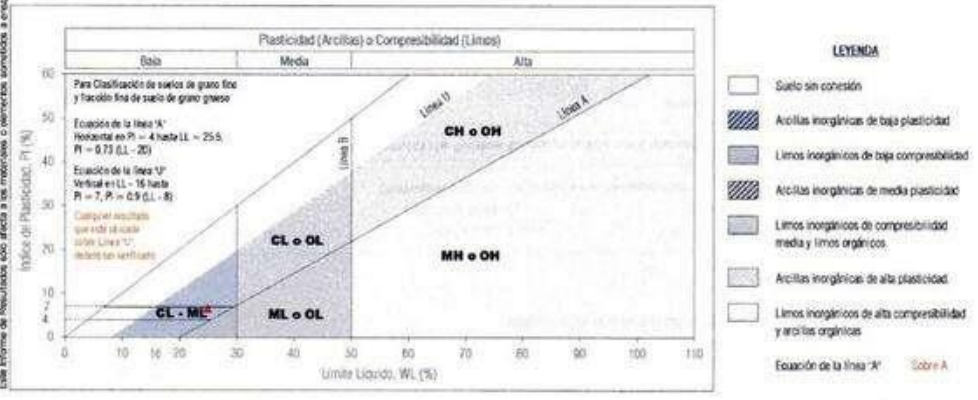
Límites de Atterberg (ASTM D4318-17 <sup>1</sup> )						
Límite Líquido (Método Multipunto)						
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	20	23	29	33
Recipiente N°	—	—	N° 20	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.56	22.41	22.63	23.48
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	44.81	44.53	44.53	45.23
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>200</sub>	(g)	39.96	40.00	40.30	41.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	18.40	17.59	17.67	17.92
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.85	4.53	4.53	4.83
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	26.36	25.73	24.50	23.05



Límite Plástico (Método Manual)						
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 41	N° 42	N° 43	N° 44
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	20.65	21.15	21.05	20.88
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	31.56	32.37	31.80	32.30
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>200</sub>	(g)	29.05	30.65	30.21	30.54
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	9.40	9.50	9.16	9.66
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.71	1.72	1.64	1.70
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	18.59	18.11	18.34	18.18

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17 <sup>1</sup> )		
Liquid Limit (LL, w <sub>L</sub> ) : 24.9%	Plastic Limit (PL, w <sub>p</sub> ) : 18.3%	Plasticity Index (PI) : 6.6%

Clasificación de Suelos		
SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (6)	Arcilla limosa



Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



J. Ángel Hernández, Guzmán N° 2809 Hs. 304 Urb. Elv. Lima  
 Fax: Noches N° 322 3520000, Huancayo  
 Tel: 96-0084887/95320044  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Añición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

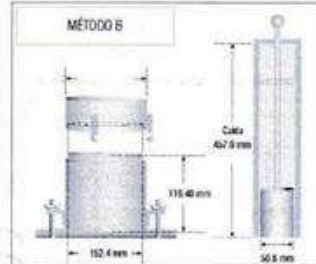
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL-ML  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa  
 Altitud (Cota): 3,323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483781 N.8854995  
 Gravedad Específica: 2.68  
 Procedimiento Utilizado: Método B

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

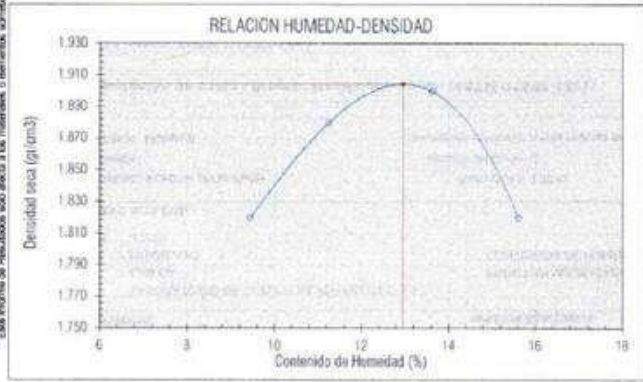
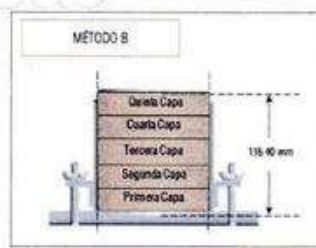
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>moj</sub>	(g)	6001.00	6095.00	6153.00	6100.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1859.00	1953.00	2011.00	1958.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	1.992	2.096	2.156	2.100



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	50.15	47.65	52.63	54.59
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>moj</sub>	(g)	366.45	378.45	415.26	368.80
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	330.00	345.00	371.80	352.14
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	279.85	297.35	319.17	297.55
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	26.45	33.45	43.46	46.46
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.45	11.23	13.62	15.61
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.820	1.860	1.900	1.820



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.905  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.96

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorios de Suelos Geotecnia y Perforación  
 Ing. CNI Johnny R. RATUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 RUC: 20001685524  
 [Pág. 03]





Jr. Ángel Hernández Cuervo N° 2809 Int. 104 Urb. Elba, Lima  
 P.O. Box N° 122-152 OLIVIA, HUANCAYO  
 Telf: 964046683 / 965305584  
 Correo: silver.geotec@com.net.pe

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CC, MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

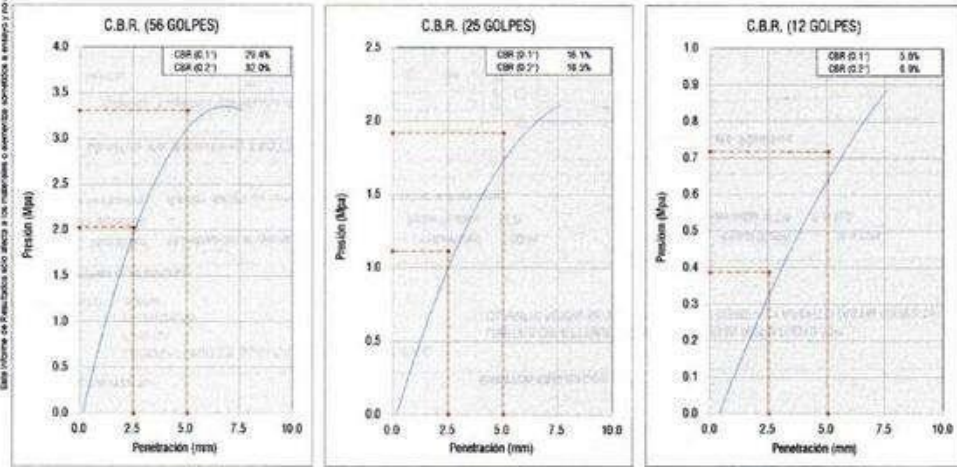
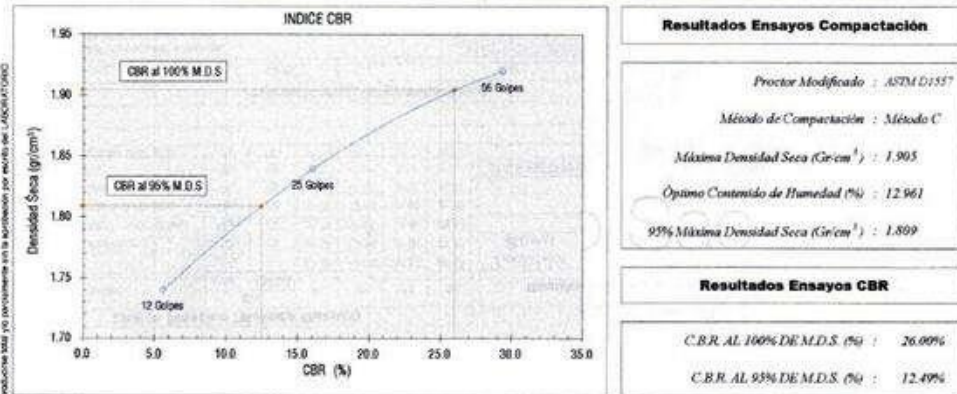
**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m  
 Simbolo del Suelo: CL-ML  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa  
 Altitud (Cota) : 3,323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E 483781 N 8854885

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Joby R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00586-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Civil Joby R. RAMÍREZ OLIVERA  
 C. I. N° 201232

RUC: 2060188524  
 [Pág. 04]



H. Angel Ferrández Cuzco N° 2709 Int. 104 Urb. Elba, Lima  
 Pta. Nules N° 122-152 Chilo, Huancayo  
 Telef. 96046688 / 95150084  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	TIPO MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. TEMA: "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO: CHILCA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNÍN ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m Altitud (Cota): 3,323.00 m a.n.m.  
 Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E.483781 N.8854685  
 Identificación de muestra: Adición del 9% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Este informe de resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

Descripción	No		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	14.60	13.80	13.40	14.20
(F) Altura arena	---	pulg	2.40	2.40	2.10	2.20
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	16.4%	17.4%	15.7%	15.5%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	16.2%			

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cemento y Pavimento  
 Lic. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204452 RUC: 20601685524 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



V. Ángel Fernández Guerra N° 2009 INI, 204 Urb. Elío, Lima  
 Paje N° 122 (D. 2010), Huancayo  
 Telf: 964346688 / 964309334  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESES:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente  
 Profundidad : 1.80 m  
 Altura (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P.  
 Coordenadas UTM : E.463781 N.8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 9% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	42.00 g	2.7%	97.3%
N° 20	0.85 mm	35.00 g	5.0%	95.0%
N° 40	0.43 mm	25.00 g	6.6%	93.4%
N° 60	0.25 mm	20.00 g	7.9%	92.1%
N° 100	0.15 mm	15.00 g	8.9%	91.1%
N° 200	0.08 mm	10.00 g	9.6%	90.4%
PASA		1380.00 g	100.0%	0.0%
		1536.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	30.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uc</sub>	(g)	300.69
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula  $\leq$  que pasa. Masa mínima recomendada - especimen =

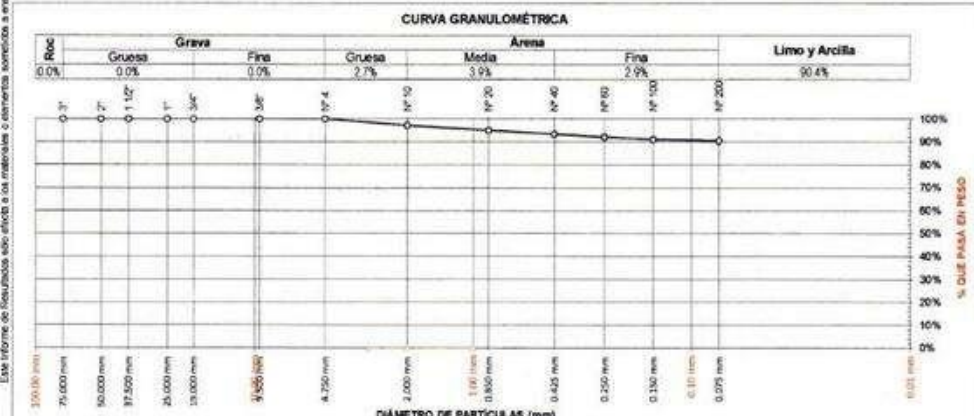
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-MH AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (6)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < $\phi$ < 3" ]	0.00%
Areia	[ N° 200 < $\phi$ < N° 4 ]	9.60%
Finos	[ $\phi$ < N° 200 ]	90.40%

**Coefficientes / Finos  $\leq$  12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10}$ =	$D_{30}$ =	$D_{60}$ =
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S. R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geológica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Perforación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.P. N° 204352

RUC: 20601685524 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD



**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

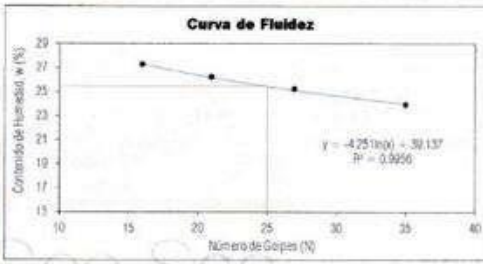
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
Modalidad : Muestreo por el cliente  
Profundidad : 1.80 m  
Altud (Cota) : 3,323.00 m.s.n.m  
Napa freática : N.P.  
Coordenadas UTM : E 483781 N 8054685  
Identificación de muestra : Adición del 9% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	10	21	27	35
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>0</sub>	(g)	22.14	21.74	22.94	21.24
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	45.79	44.92	44.93	44.49
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	(g)	39.15	40.10	40.50	40.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	17.01	18.36	17.56	18.76
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.04	4.82	4.43	4.45
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	27.28	26.25	25.23	23.93



**Límite Plástico (Método Manual)**

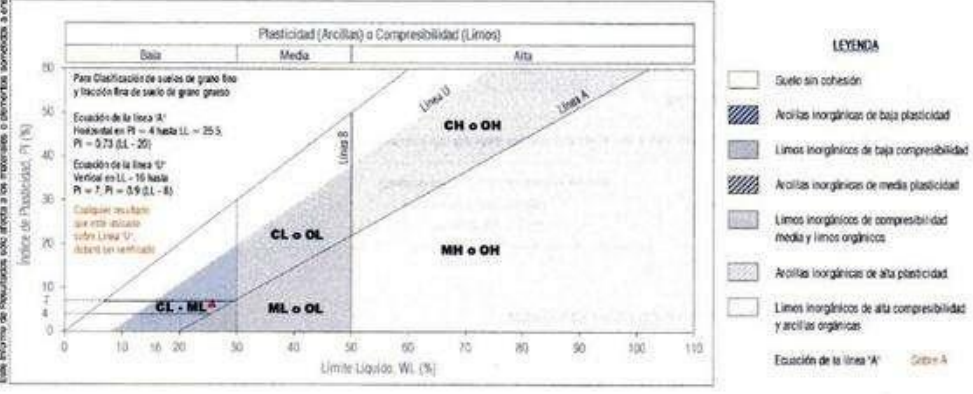
Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 14	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>0</sub>	(g)	22.15	22.65	22.55	22.38
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	32.14	32.65	32.47	32.68
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	(g)	30.51	31.30	30.87	31.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	6.36	8.65	8.52	8.84
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.83	1.85	1.60	1.88
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	29.00	29.68	29.23	29.20

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL<sub>w</sub>) : 25.7% Plastic Limit (PL<sub>w</sub>) : 19.2% Plasticity Index (PI) : 6.5%

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (6)  
Arcilla limosa



Carta de Plasticidad elaborado según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Tec. Roy S.R.  
Revisado: Ing. Jobny R.O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
Geotecnia, Geofísica  
Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos

Ing. Civil Jobny R. RAYMUNDO OLIVERA C.I.P. N° 204375  
RUC: 2060168524  
[Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Angé Hernández Quiroz N° 2809 Hs. 104 Urb. Elic. UH4  
 Pte. Nules N° 122 152 Chilca, Huancayo  
 Telf: 964046688 / 965520544  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Añición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TÍTULO:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**Modelado:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m  
**Simbolo del Suelo:** CL-ML  
**Clasificación del Suelo:** Arcilla limosa  
**Altud (Cota):** 3,323.00 m.s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E 483781 N 9654885  
**Gravedad Especifica:** 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

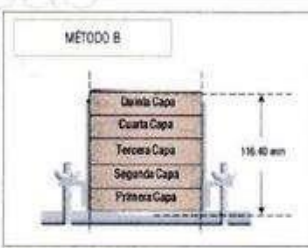
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>we</sub>	(g)	6050.00	6067.00	6150.00	6110.00
(B) Peso del Molde	M <sub>ms</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1908.00	1925.00	2008.00	1968.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.046	2.064	2.153	2.110



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 05	N° 10	N° 11	N° 12
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	50.15	51.40	48.79	52.30
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>1w</sub>	(g)	367.45	377.50	367.52	391.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>1s</sub>	(g)	331.00	345.00	330.80	346.14
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	280.85	293.60	282.01	293.84
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	36.45	32.60	36.77	45.71
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.42	11.10	13.04	15.36
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.633	1.686	1.900	1.630



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.901  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.76

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. Q.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Cooperativa Certificada  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos  
 Civil Johnny R. RAMUNDO OLIVERA RUC: 2060168524  
 C.I.P. N° 209382 [Pag. 03]





Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 INE, 104 Urb. EBO, Lima  
 P.O. Box N° 122-132 CHILA, HUANCAYO  
 Telf: 945046655 / 935015568  
 Correo: silvergeotec@com.net

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACION DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

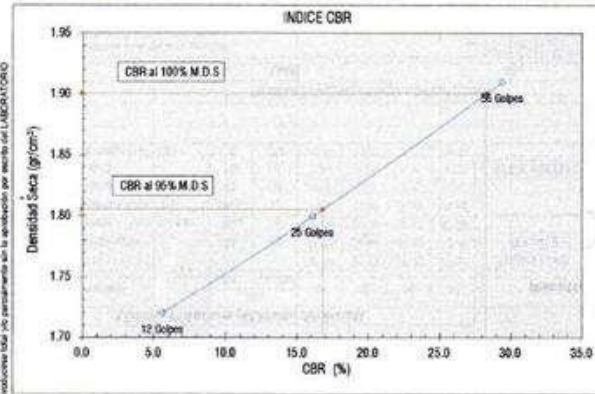
UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1,60 m Altitud (Cota) : 3,323.00 m s.n.m.  
 Símbolo del Suelo: CL-ML Coordenadas UTM : E. 483781 N 8954685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

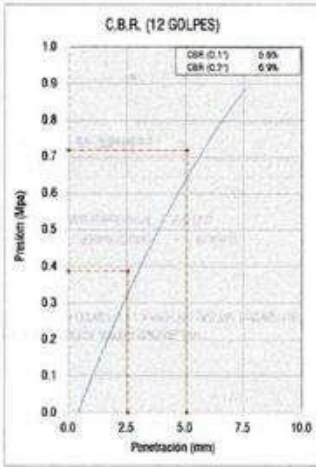
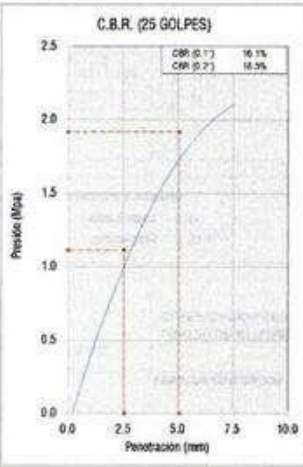
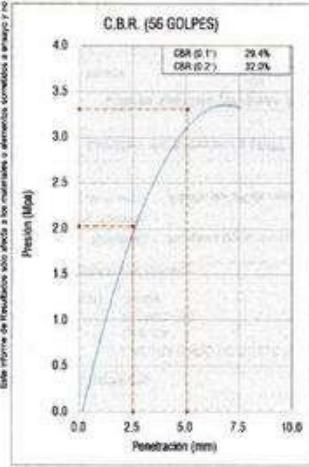


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm<sup>3</sup>) : 1.901  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.758  
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm<sup>3</sup>) : 1.806

**Resultados Ensayos CBR**

CBR AL 100% DE M.D.S. (%) : 28.32%  
 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 16.82%



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jobay R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2018/DSD

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.B. N° 204352  
 RUC: 20601685524 [Pág. 04]



H. Ángel Fernández Quiroga N° 2805 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 P.O. Box N° 122-252 Urb. Huancayo  
 Telf: 96046688 / 915505544  
 Correo: silver.geotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 5% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m.      Altud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E. 483761 N. 8954685  
 Identificación de muestra : Adición del 5% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a.m.	02:30 p.m.	02:32 p.m.	02:34 p.m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min - 1min ]	min	12:00 a.m.	02:40 p.m.	02:42 p.m.	02:44 p.m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a.m.	02:41 p.m.	02:43 p.m.	02:45 p.m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min - 15s ]	min	12:00 a.m.	03:01 p.m.	03:03 p.m.	03:05 p.m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	15.40	12.80	14.10	14.00
(F) Altura arena	---	pulg	2.20	2.00	1.90	2.30
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	16.4%	15.6%	13.5%	16.4%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	15.5%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204852

RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2009 Int. 104 Urb. Elba Lima  
 P.O. Box N° 172-152 Chicla, Huancaayo  
 Telef. 964046668 / 953055384  
 Correo: silvergeotec@silverageotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 DISTRITO: CHILCA CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m Altitud (Cota): 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra: Adición del 9% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	35.00 g	2.3%	97.7%
N° 20	0.85 mm	31.00 g	4.4%	95.6%
N° 40	0.43 mm	25.00 g	6.0%	94.0%
N° 60	0.25 mm	15.00 g	7.0%	93.0%
N° 100	0.15 mm	13.00 g	7.9%	92.1%
N° 200	0.08 mm	8.00 g	8.4%	91.6%
PASA		1382.00 g	100.0%	0.0%
		1509.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	300.09
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>105</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.10
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula 1/4" que pase Malla mínima recomendada - especímen =

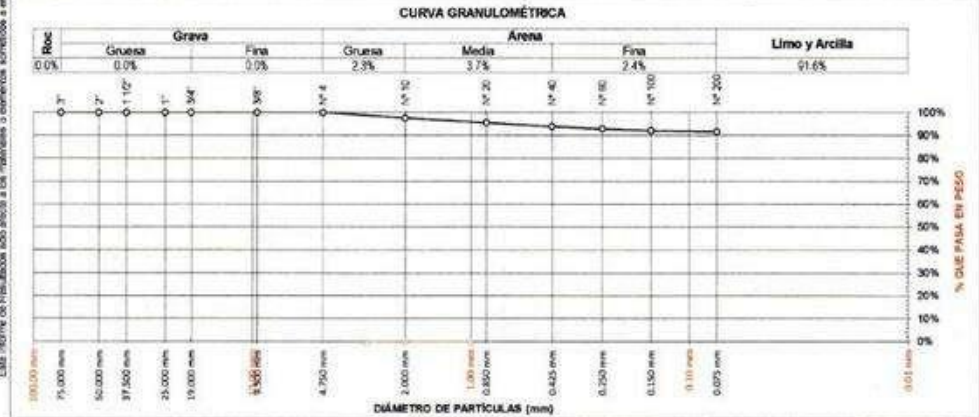
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad.

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	8.40%
Finos	[ φ < N° 200 ]	91.60%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6905.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. Q.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Perforación  
 Ing. Johnny R. KATMANDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 2044322

RUC: 20601685524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD





Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2859 Inc. 104 Urb. Elv. Lina  
 Pda. Nules N° 122-151 Chila, Huancayo  
 Telef. 94606668 / 95505084  
 Correo silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 5% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN  
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**TEMA:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

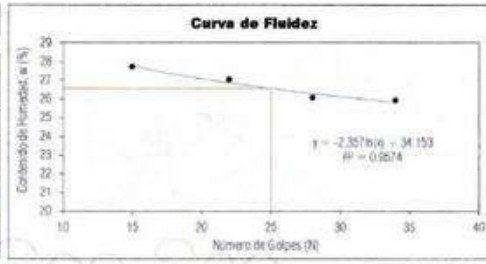
**ENSAYOS REALIZADOS:** LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17<sup>1</sup>  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 483781 N. 6654685  
 Identificación de muestra : Adición del 5% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17<sup>1</sup>)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		15	22	28	34
Recipiente N°	---		N° 15	N° 22	N° 28	N° 34
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	21.75	21.35	22.55	20.85
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>chc</sub>	(g)	42.25	43.35	43.35	42.05
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ccs</sub>	(g)	37.80	38.69	39.08	38.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	16.05	17.34	16.53	17.55
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.42	4.63	4.31	4.55
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	27.73	27.03	26.07	25.95



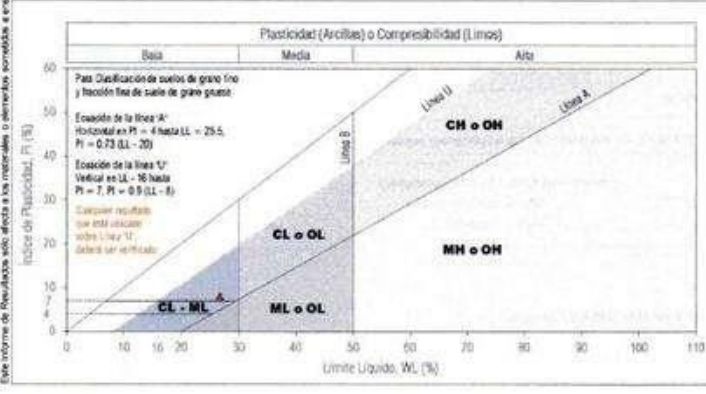
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---		N° 07	N° 08	N° 09	N° 10
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	21.56	22.06	21.96	21.77
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>chc</sub>	(g)	33.15	33.96	33.48	33.89
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ccs</sub>	(g)	31.30	32.13	31.66	31.99
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	9.74	10.07	9.70	10.22
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.85	1.83	1.82	1.90
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	18.99	18.17	18.70	18.58

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17<sup>1</sup>)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> ) : 26.7%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> ) : 18.6%	Plasticity Index (PI) : 8.1%
---	--	------------------------------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principios de Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jobey R.O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnía Científica  
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos

Ing. Civil Jobey R. O. SUZURUO OLIVERA  
 C. R. N° 204382

RUC: 20601665524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TEMA:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

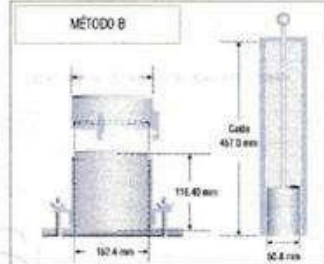
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m.  
 Simbología del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad  
 Altitud (Cota): 3,323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483781 N 8654685  
 Gravedad Específica: 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

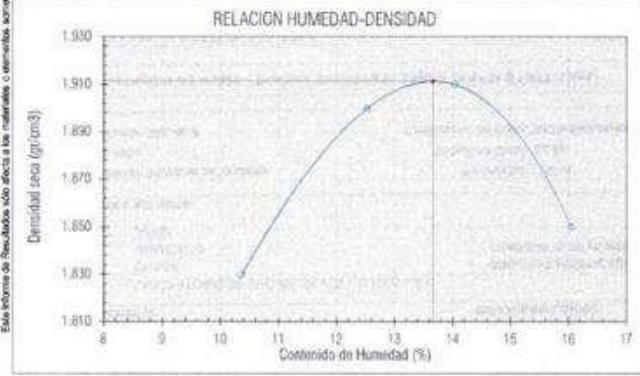
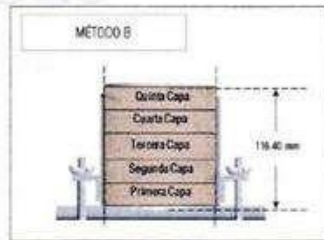
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo hmedado & Molde	M <sub>hmed</sub>	(g)	6021.00	5155.00	6171.00	5150.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Hmedado Compactado	(A - B)	(g)	1879.00	1013.00	2029.00	1008.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Hmedada	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.027	1.100	2.187	1.100



**Contenido de Hmededad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	—	—	N° 45	N° 46	N° 47	N° 48
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	47.65	48.50	48.29	49.80
(B) Masa de Contenedor & Suelo Hmedado	M <sub>hmed</sub>	(g)	369.45	379.50	369.57	393.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sec</sub>	(g)	330.15	342.78	329.78	345.76
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	282.50	294.28	281.49	295.96
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	29.30	35.22	33.79	47.49
(F) Contenido de Hmededad (100*E/D)	w	(%)	10.37	12.31	14.04	16.00
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.830	1.900	1.912	1.650



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.911  
 Óptimo Contenido de Hmededad (%) : 13.67

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004908-2016/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Ruido, Vibración y Prevención  
 Ing. Civil JOHAY R. RAYMUNDO OLIVERA  
 R.U.C. 20601585524  
 C.I.P. N° 204332  
 [Pag. 03]



Dr. Angel Fernández / Curso N° 2805 INC, 104 Urb. Bici, Lima  
 P.O. Box N° 122 2511 Chica, Huancayo  
 Telf: 96408888 / 95509588  
 Correo: silvergeotec@silver.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Añición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

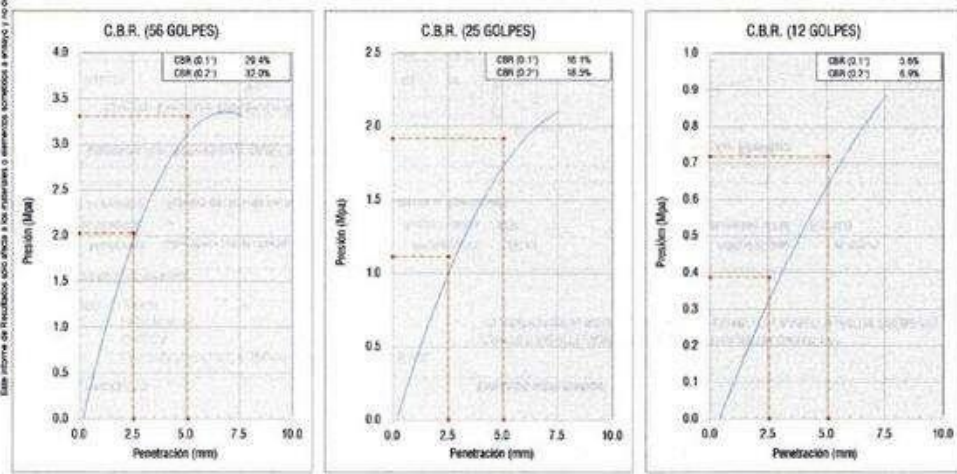
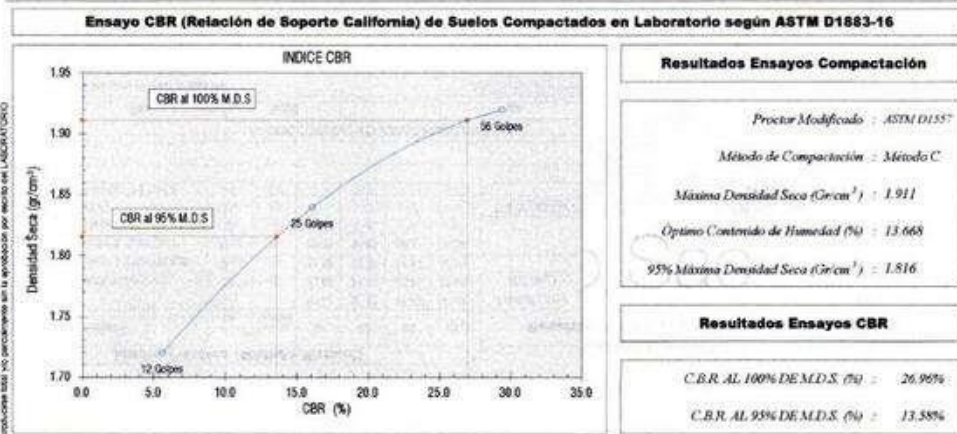
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Muestreo por el cliente      Profundidad: 1.60 m      Altitud (Cota): 3,323.00 m s.n.m.  
 Símbolo del Suelo: CL      Coordenadas UTM: E 463781 N 8654685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnía Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYANUNDO OLIVERA CUC. 20601685524  
 C.P. N° 204304  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00536-2016-050 [Pág. 04]





H. Ángel Fernández Quiroga N° 2809 mc. 104 Urb. E16, Lima  
 Paje, Nules N° 122-151016ca, Huanuco  
 Tel: 964646688 / 965570334  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	MOD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 9% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 9% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min = 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min = 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	14.20	13.50	13.70	14.70
(F) Altura arena	---	pulg	2.30	2.40	2.10	2.70
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	16.2%	17.6%	16.2%	16.4%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	16.5%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.T.P. N° 204352 RUC: 20901685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Anexo 2.4: suelo con 11 % de cemento almacenado menos de 4 semanas**





Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2859 Int. 104 Urb. Dña. Lina  
 Pda. Nules N° 122 25 2 Chila, Huancayo  
 Telef. 96456668 / 955025584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 DISTRITO: CHILCA CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 PROVINCIA: HUANCAYO CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota): 3.323.00 m s.n.m.  
 Identificación de muestra: Adición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas. Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E.483781 N.8654685

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	39.00 g	2.5%	97.5%
N° 20	0.85 mm	30.00 g	4.5%	95.5%
N° 40	0.43 mm	21.00 g	5.8%	94.2%
N° 60	0.25 mm	15.00 g	6.8%	93.2%
N° 100	0.15 mm	10.00 g	7.4%	92.6%
N° 200	0.08 mm	6.00 g	7.8%	92.2%
PASA		1426.00 g	100.0%	0.0%
		1547.00 g		

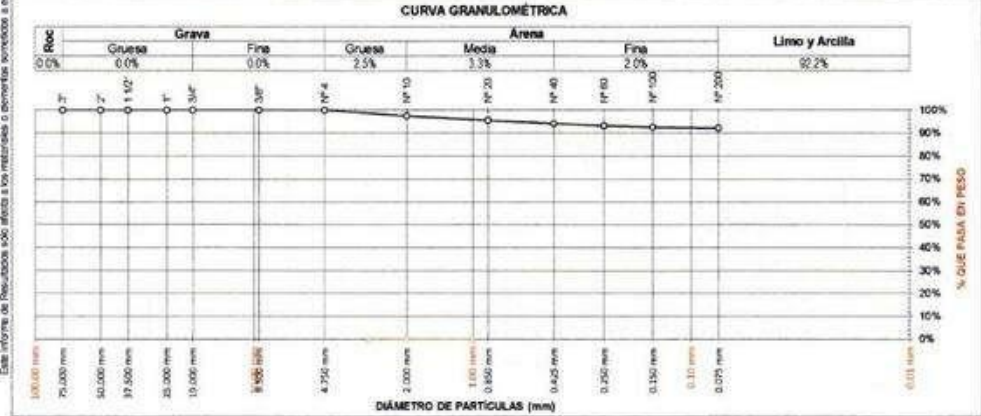
Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wc</sub>	(g)	300.64
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.10
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total: Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especímenes =

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (6)  
 Arcilla limosa

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	7.80%
Finos	[ φ < N° 200 ]	92.20%

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6906.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny B. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos

Ing. **Johnny B. D. OLVERA**  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 2060168524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/MSD



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 260166, 104 ur.l. Edo. Lima  
 P.O. Box N° 122-152 D/9a, Huancayo  
 Telef. 96408668 / 95550584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

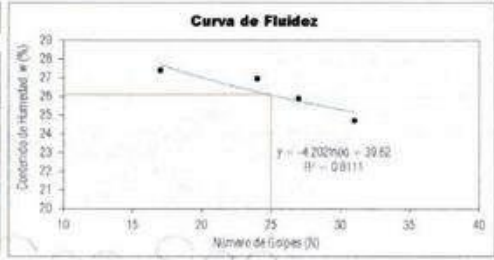
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m  
 Napa freática: N.P. Altitud (Cota): 3,323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra: Adición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Hue					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		17	24	27	31
Recipiente N°	---		N° 17	N° 102	N° 103	N° 104
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.45	22.15	21.89	21.83
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	41.26	42.36	46.35	46.23
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	37.00	38.07	41.32	41.60
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	15.55	15.92	19.43	19.53
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.25	4.29	5.03	4.63
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	27.43	26.93	25.89	24.11



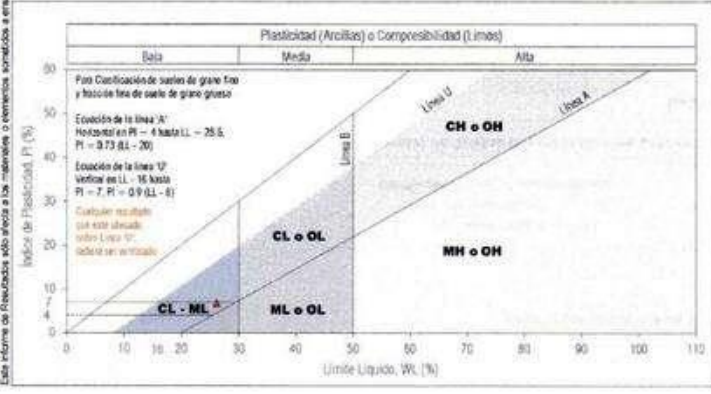
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Hue					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---		N° 51	N° 52	N° 53	N° 54
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.65	22.15	22.05	21.80
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	32.45	33.25	32.78	32.19
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	30.70	31.48	31.01	31.34
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	9.05	9.33	8.96	9.48
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.73	1.75	1.77	1.85
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	19.34	19.08	19.75	19.51

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL, w <sub>L</sub> )	Plastic Limit (PL, w <sub>p</sub> )	Plasticity Index (PI)
: 26.2%	: 19.4%	: 6.8%

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-MI, AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (6)  
 Arcilla limosa



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A'  $w_p = 0.73(w_L - 20)$   
 Ecuación de la línea 'U'  $w_p = 0.19(w_L - 8)$

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos Cusco y Puno  
 Ing. Ciro R. RAMUNDO OLIVERA  
 C.A.E. N° 264352

RUC: 2060166524  
 [Pág. 02]

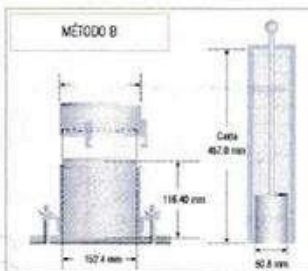
Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	LOGO MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

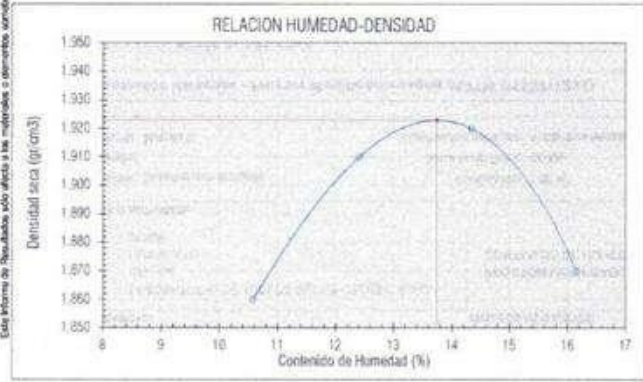
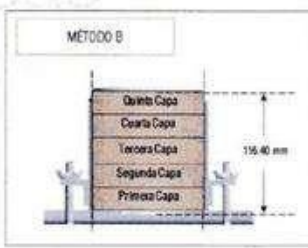
<b>SOLICITANTE:</b>  BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN	<b>TESIS:</b>  "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>  UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	<b>ENSAYOS REALIZADOS:</b>  PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

<b>TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b>  Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1,80 m. Símbolo del Suelo: CL-ML Clasificación del Suelo: Arcilla limosa	<b>Altud (Cota):</b> 3.323,00 m s.n.m. <b>Coordenadas UTM:</b> E: 483781 N: 8654985 <b>Gravedad Específica:</b> 2,65
---	--

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)						
Compactación según ASTM D1557-12e1						
Variable	Uno		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3,00	3,00	3,00	3,00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25,00	25,00	25,00	25,00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>húmedo</sub>	(g)	5061,00	6147,00	6180,00	6164,00
(B) Peso del Molde	M <sub>molde</sub>	(g)	1142,00	1142,00	1142,00	1142,00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	(g)	3919,00	5005,00	5038,00	5022,00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932,34	932,34	932,34	932,34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	gr/cm <sup>3</sup>	2,280	2,130	2,190	2,170



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10						
Variable	Uno		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 20	N° 24	N° 25	N° 26
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	51,26	53,26	54,12	51,27
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	(g)	345,15	325,63	400,23	415,87
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	(g)	317,05	295,56	356,80	365,14
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	265,79	242,30	302,68	313,87
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	79,11	83,33	97,55	102,73
(F) Contenido de Humedad (100° ED)	w	(%)	13,58	12,41	14,25	16,16
(G) Densidad Seca		gr/cm <sup>3</sup>	1,960	1,910	1,920	1,970



Resultados Ensayos de Compactación	
Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	: 1,920
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 13,75

<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>SILVER GEOTEC S.A.C.</b> Geotecnia Geotécnica Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos
Realizado: Tec. Roy S.R. Revisado: Ing. Johnny R. D.	Civil Johnny R. OLIVERA C.I.P. N° 204482
Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD	RUC: 20601665524 [Pág. 03]





Av. Angel Hernández Quiroz N° 2829 Int. 104 Urb. El Sol, Lima  
 P.O. Box N° 127-152 Chilca, Huancayo  
 Telf: 94494883 / 85505084  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

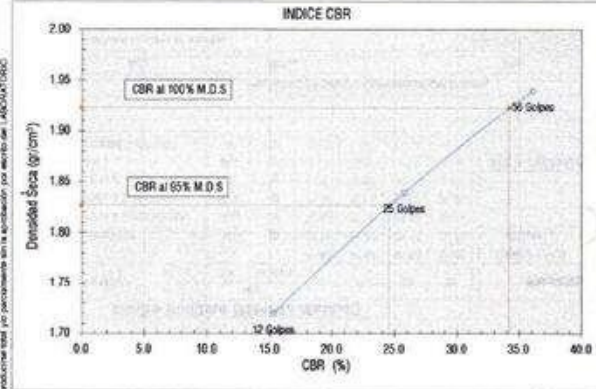
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TEMA:** EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE\*

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m Altitud (Cota) : 3.323 00 m.s.n.m.  
 Símbolo del Suelo: CL-ML Coordenadas UTM : E 483781 N 8654605  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

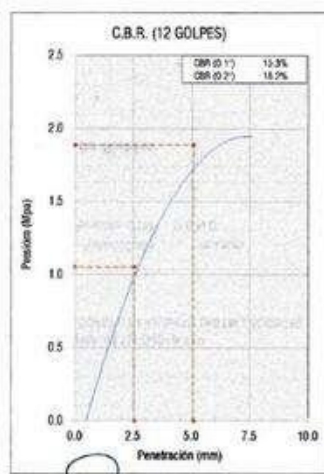
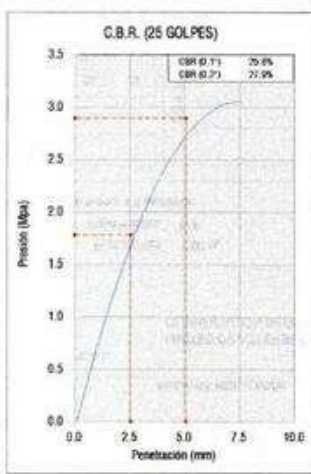
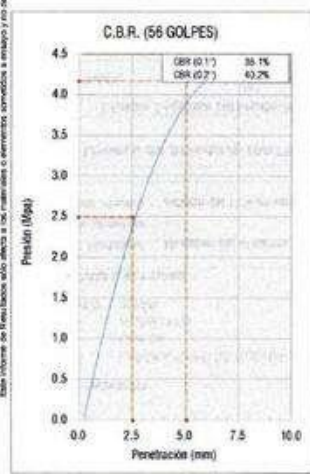


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.923  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.751  
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.827

**Resultados Ensayos CBR**

CBR AL 100% DE M.D.S (%) : 34.21%  
 CBR AL 95% DE M.D.S (%) : 24.56%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotecnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.T.P. - 2094352 RUC: 20601685524 [Pág. 04]



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2609 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 Pte. Nules N° 122-02070, Huancayo  
 Telef: 96046669 / 95550524  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-01	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.483781 N.8954685  
 Identificación de muestra : Adición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variabes	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min = 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min = 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	13.60	14.90	14.20	15.00
(F) Altura arena	---	pulg	2.50	2.60	2.60	2.90
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	16.4%	17.6%	18.1%	19.3%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	16.4%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.F.R. N° 204353 RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2018/DSD

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO



V. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. El D, Lima  
 Pk. Nules N° 122-15 Chica, Huancayo  
 Telef: 964046681 / 955505354  
 Correo: silvergeotec@enel.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1,80 m  
**Altud (Cota):** 3,323.00 m s.n.m.  
**Napa treato:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E 483781 N 8654685  
**Identificación de muestra:** Adición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	36.00 g	2.3%	97.7%
N° 20	0.85 mm	31.00 g	4.4%	95.6%
N° 40	0.43 mm	26.00 g	6.0%	94.0%
N° 60	0.25 mm	15.00 g	7.0%	93.0%
N° 100	0.15 mm	13.00 g	7.9%	92.1%
N° 200	0.08 mm	5.00 g	8.2%	91.8%
PASA		1412.00 g	100.0%	0.0%
		1538.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>1+h</sub>	(g)	309.59
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>2+s</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativa de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 - Masa mínima recomendada - especimen -

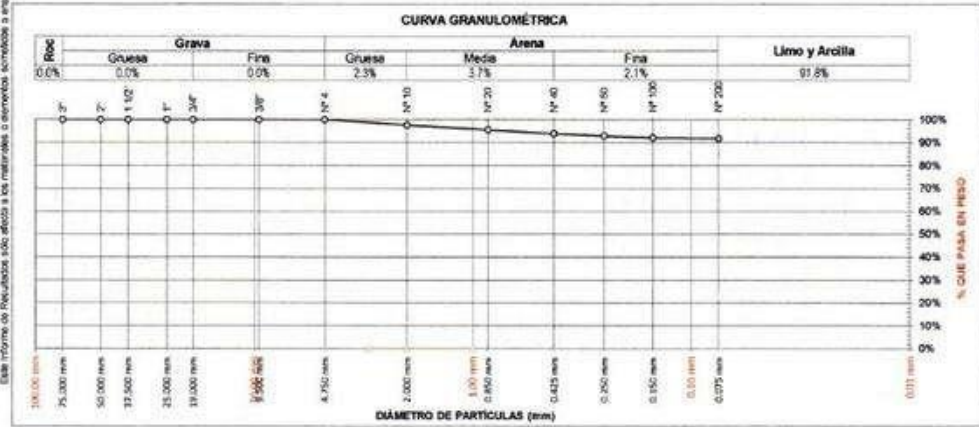
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (6)  
 Arcilla de baja plasticidad.

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arma	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	8.20%
Finos	[ φ < N° 200 ]	91.80%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las redondeces para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S. R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geología  
 Laboratorio de Suelos Cimentación y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. WAMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD





In: Angel Fernández Quiroz N° 2809 ml. 104 Urb. Elv. Lima  
 P.O. Box N° 122-352 Chirca, Huancayo  
 Telf: 9404668 / 95550554  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Añición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

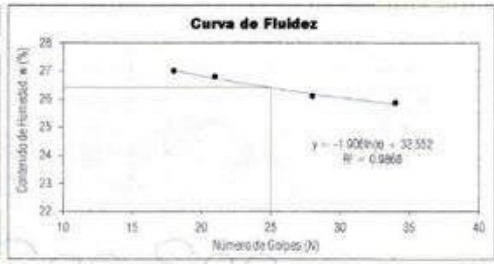
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m. Altura (Cota): 3,323.00 m s.n.m.  
 Napa fresca: N.P. Coordenadas UTM: E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra: Añición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		18	21	25	34
Recipiente N°	---		N° 18	N° 18	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>cc</sub>	(g)	22.55	21.95	23.15	21.43
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	40.26	41.39	41.40	40.96
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	36.45	37.28	37.62	36.93
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	14.10	15.33	14.47	15.50
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	3.81	4.11	3.78	4.01
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	27.02	26.81	26.12	25.87



**Límite Plástico (Método Manual)**

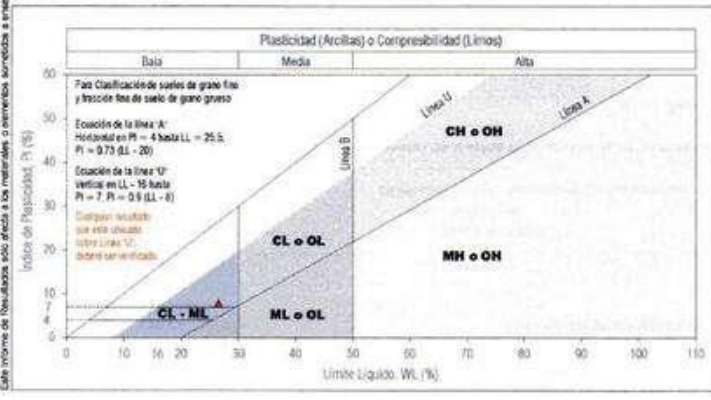
Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---		N° 17	N° 18	N° 19	N° 20
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.15	22.65	22.55	22.38
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	33.56	34.37	33.89	34.50
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	31.75	32.58	32.11	32.44
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	9.60	9.93	9.56	10.06
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	3.81	4.44	4.33	4.44
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	39.69	44.51	45.03	44.43

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*\*)**

Liquid Limit (LL, w<sub>L</sub>): 26.5% Plastic Limit (PL, w<sub>p</sub>): 18.5% Plasticity Index (PI): 8.0%

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17): CL AASHTO (ASTM D3282-15): A-5 (6)  
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A':  $Sobry A$

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Científica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos  
 C.R.D. N° 2018-52  
 RUC: 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD





D. Angel Fernández Castro N° 2809 INI, 104 UVO, EDO, Lima  
 P.O. Box N° 122-132 Cusco, Huancayo  
 Telf: 943464443 / 95500504  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	UBICACIÓN MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
 TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota): 3.323.00 m s.n.m.  
 Procedimiento Utilizado: Método B Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: E: 483751 N: 8654885  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad Gravedad Específica: 2.68

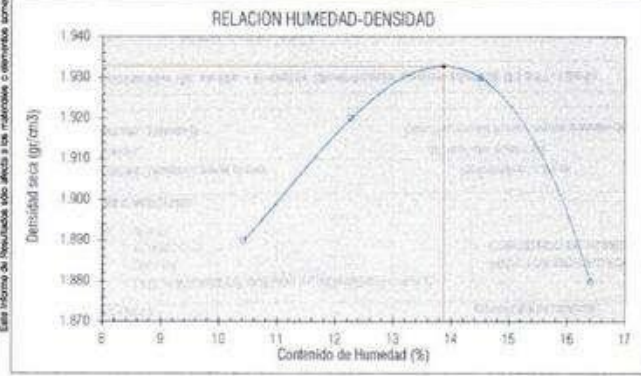
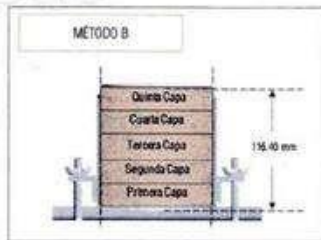
**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

Variable		Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>cas</sub>	(g)	6288.00	6153.00	6199.00	6181.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	2146.00	2011.00	2057.00	2039.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	2.299	2.156	2.215	2.175



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Unidad	01	02	03	04	
Recipiente N°	—	N° 71	N° 72	N° 73	N° 74	
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	52.78	54.01	51.42	54.93
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cas</sub>	(g)	358.95	375.11	369.08	392.76
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cas</sub>	(g)	330.05	343.56	328.80	345.14
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	277.27	289.55	277.38	290.21
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	26.91	35.52	40.28	47.02
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	10.42	12.28	14.52	16.41
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.890	1.920	1.930	1.886



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.933  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.68

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Rey S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotécnica Geográfica  
 Laboratorio de Suelos, Cusco y Perené  
 Cui Johny R. RAFAEL OLIVERA  
 C.I.P. N° 2044382  
 RUC: 20601685524  
 [Pág. 03]



R. Angel Hernández Quiroz N° 2809 W. 104 Urb. LIRI, Lima  
 P.O. Box N° 117-152 CHILCA, HUANCAYO  
 Telef. 84044683 / 795595544  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	IND. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

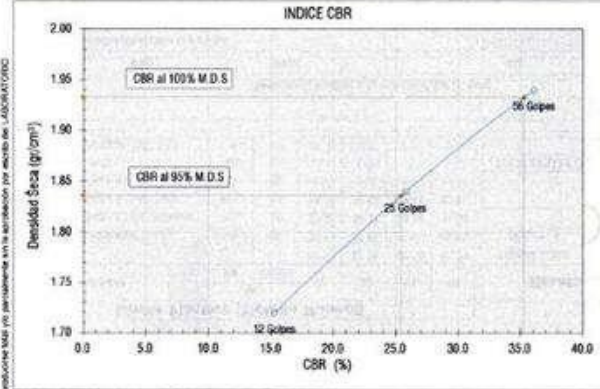
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:** Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m.  
 Simbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad  
 Altitud (Cota) : 3,323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E 483781 N 8654885

**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

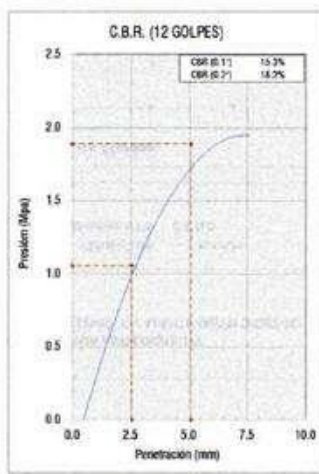
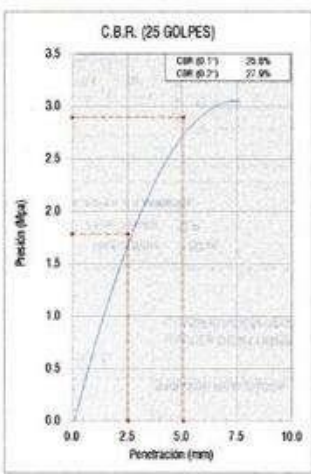
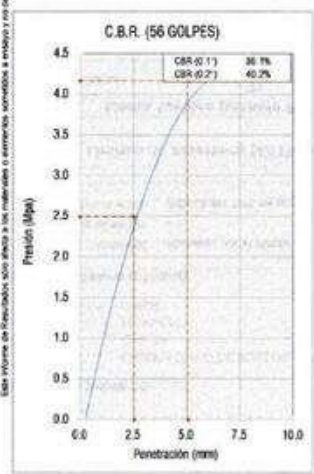


**Resultados Ensayos Compactación**

Proceso Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.933  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.875  
 93% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.836

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%): 35.29%  
 C.B.R. AL 93% DE M.D.S. (%): 25.44%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004488-2018-050

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA: 2060168524  
 C.I.B. N° 204354 [Pág. 04]



M. Angel Fernández Quiroz N° 2829 Int. 504 Urb. Elío, Lima  
 Pse. N° 15 N° 122-251 Of. Huancayo  
 Telef. 94036603 / 94550254  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	C.C.D. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-02	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modelad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1,80 m. Altitud (Cota) : 3.323,00 m a n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685

Identificación de muestra : Adición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pelg	14,50	10,20	11,70	10,80
(F) Altura arena	---	pelg	2,70	1,60	2,00	2,00
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	15,6%	17,6%	17,1%	16,5%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	18,0%			

Este informe de Resultados sólo sirve a los miembros o clientes sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnía Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAMUNDO OLIVERA  
 C.F.M. N° 204352

RUC: 2060168524  
 [Pag. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD





Av. Angel Fernandez Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elito, Lima  
 Pse. N° 16, N° 122-3321616, Huancaayo  
 Telf: 94526688 / 995605588  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCG, ILUSTRACIÓN	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
 TESIS: "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 UBICACIÓN: CHILCA  
 DISTRITO: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNÍN  
 ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m.  
 Napa freática: N.P.  
 Altitud (Cota): 3,323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483781 N 8854685  
 Identificación de muestra: Adición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	41.00 g	2.7%	97.3%
N° 20	0.85 mm	35.00 g	4.9%	95.1%
N° 40	0.43 mm	21.00 g	6.3%	93.7%
N° 60	0.25 mm	25.00 g	7.9%	92.1%
N° 100	0.15 mm	12.00 g	8.7%	91.3%
N° 200	0.08 mm	8.00 g	9.2%	90.8%
PASA		1464.00 g	100.0%	0.0%

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>mo</sub>	(g)	300.09
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (D-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (E-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.50
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 Masa mínima recomendada - espécimen -

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-AB, AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (B)  
 Arcilla limosa

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	9.20%
Fina	[ φ < N° 200 ]	90.80%

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a los decimales para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotecnia Geotextiles  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos  
 Ing. Civil JOHNNY R. OLIVERA  
 C.I.P. N° 2043852

RUC: 20601685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elv. Uma  
 P.O. Box N° 122 151 Chilca, Huanuco  
 Telef. 504246688 / 505501084  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Añición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

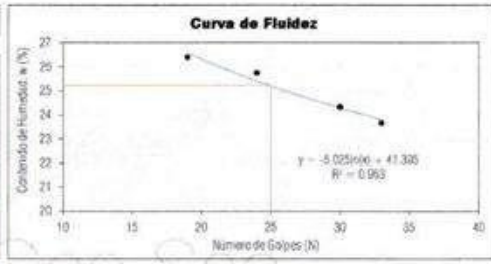
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altud (Cota) : 3.323 00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 483781 N.8654685  
 Identificación de muestra : Añición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		19	24	30	33
Recipiente N°	---		N° 10	N° 33	N° 30	N° 37
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	21.45	21.08	22.25	20.58
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	39.45	40.58	40.59	40.15
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	35.59	36.58	37.00	36.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	14.24	15.53	14.75	15.88
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	3.76	4.00	3.59	3.75
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	26.40	25.76	24.34	23.66



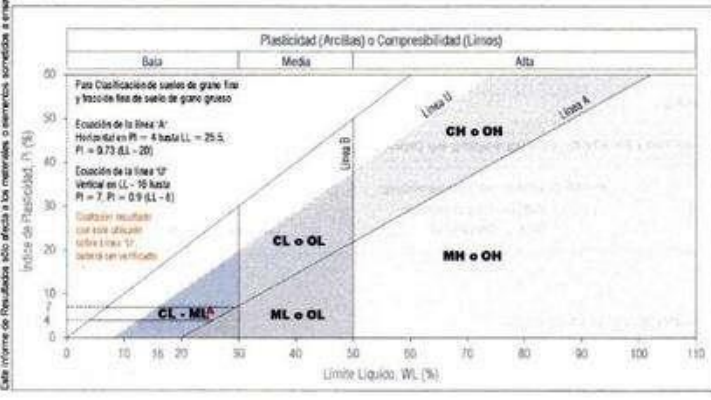
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---		N° 63	N° 64	N° 65	N° 66
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	22.78	23.28	25.18	22.99
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	32.89	33.70	33.22	33.63
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	31.30	32.08	31.65	31.94
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	9.52	8.80	6.47	8.95
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.37	1.62	1.57	1.69
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	14.60	18.41	18.34	18.88

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*\*)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 25.0%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	: 18.6%	Plasticity Index (PI)	: 6.4%
---------------------------------	---------	----------------------------------	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-MI AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (6)  
 Arcilla limosa



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Equación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.



RUC: 20601685524  
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD





J. Angel Fernández Gómez N° 2828 Int. 104 Urb. El Dorado  
 P.O. Box N° 122-1320014, Huancaayo  
 Telef. 94-804648 / 95555334  
 Correo: geotecniasilver@comcel.cu

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

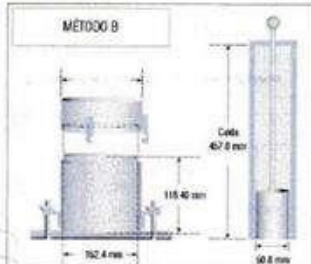
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1,80 m.  
**Símbolo del Suelo:** CL-ML  
**Clasificación del Suelo:** Arcilla limosa  
**Altud (Cota):** 3.323,00 m.s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E-483761 N-9854685  
**Gravedad Específica:** 2,68  
**Procedimiento Utilizado:** Método B

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

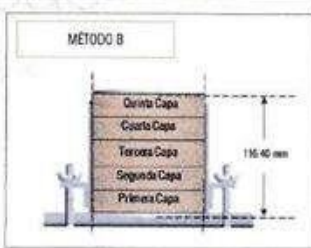
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3,00	3,00	3,00	3,00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25,00	25,00	25,00	25,00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>100</sub>	(g)	6076,00	6130,00	6176,00	6181,00
(B) Peso del Molde	M <sub>20</sub>	(g)	4142,00	4142,00	4142,00	4142,00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1934,00	1988,00	2034,00	2039,00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932,34	932,34	932,34	932,34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2,075	2,132	2,180	2,190



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 135	N° 136	N° 137	N° 138
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	52,44	53,89	51,28	54,79
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	351,14	377,29	367,26	390,94
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>20</sub>	(g)	330,05	343,50	328,80	345,14
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	277,61	289,61	277,52	290,35
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	21,09	33,73	38,46	45,53
(F) Contenido de Humedad (100° F/3)	w	(%)	9,77	11,54	13,86	15,77
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1,690	1,910	1,910	1,880



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1,913  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12,75

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geológica  
 Laboratorio de Suelos, Cienfuegos y Pinar del Río

Ing. Civil Johnny R. RAYMOND OLIVERA  
 C.I.P. N° 2044302  
 RUC: 20801686524 [Pag. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004586-2018/DSD





H. Angel Fernández Curcio N° 2809 IM, 304 Urb. Elia, Lima  
 P.O. Box N° 322 55700Aca, Huancayo  
 Telf: 96404888 / 95505544  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

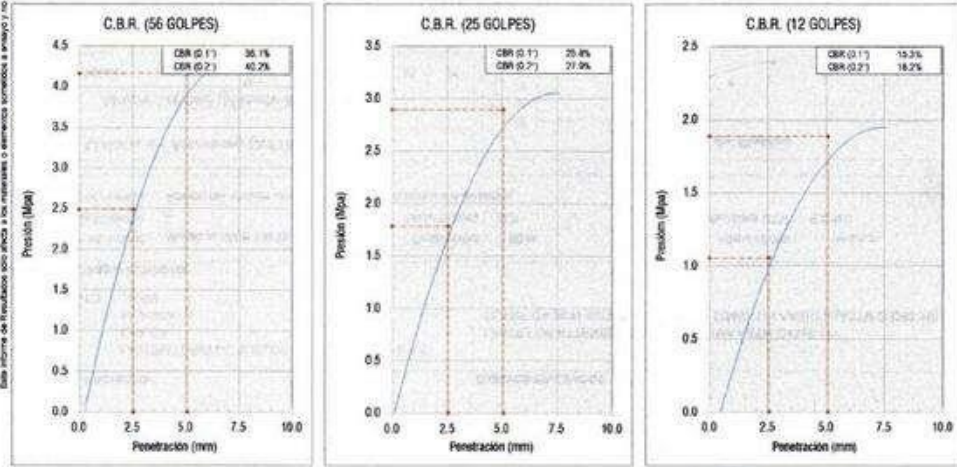
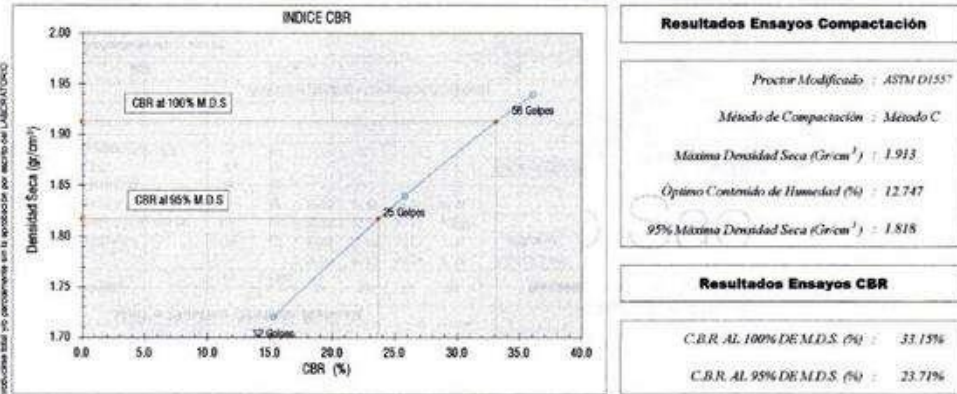
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Muestreo por el cliente      Profundidad: 1.80 m      Altitud (Cota): 3,323.00 m s.n.m.  
 Simbolo del Suelo: CL-ME      Coordenadas UTM: E.463791 N.8954695  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00436-2018/DSD.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnias Geotecnicas  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Perforación

Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.N. N° 204339

RUC: 20601685624 [Pág. 04]



H. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 204 Urb. Elío, Lima  
 Dpto. Huancayo N° 122, 152 Chica, Huancayo  
 Telef. 96866688 / 965025884  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
20-03-21	27-03-21	M-03	Adición 11% Cemento menor a 4 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
**UBICACION:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1,80 m.  
**Altitud (Cota):** 3.323,00 m.s.n.m.  
**Napa freática:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E.483781 N.8654685  
**Identificación de muestra:** Adición del 11% de cemento con un tiempo menor a 4 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variabes	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min = 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min = 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	12,50	11,60	11,70	12,00
(F) Altura arena	---	pulg	2,40	2,00	1,90	2,20
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	19,2%	17,2%	16,2%	18,3%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	17,8%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geográfica  
 Laboratorio de Suelos, Drenaje y Pavimentos  
 Civil Johnny R. O. OLIVERA  
 C.I.P. N° 2099352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

**Anexo 2.5: suelo con 7 % de cemento almacenados menos de 6 semanas**



J. Ángel Hernández Durcoz N° 2009-011 134 Urb. El Rio, Lima  
 P.O. Box N° 122-252 Oroya, Huancayo  
 Telf: 964646982 / 963375334  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-01	Añición 7% Cemento menor a 5 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente  
 Profundidad : 1.80 m.  
 Napa freática : N.P.  
 Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E.453781 N.8654985  
 Identificación de muestra : Añición del 7% de cemento con un tiempo menor a 5 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	45.00 g	2.9%	97.1%
N° 20	0.85 mm	33.00 g	5.0%	95.0%
N° 40	0.43 mm	26.00 g	5.7%	93.3%
N° 60	0.25 mm	18.00 g	7.9%	92.1%
N° 100	0.15 mm	15.00 g	8.8%	91.2%
N° 200	0.08 mm	8.00 g	9.4%	90.6%
PASA		1404.00 g	100.0%	0.0%
		1549.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uc</sub>	(g)	300.69
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	272.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 - Masa mínima recomendada - especímenes =

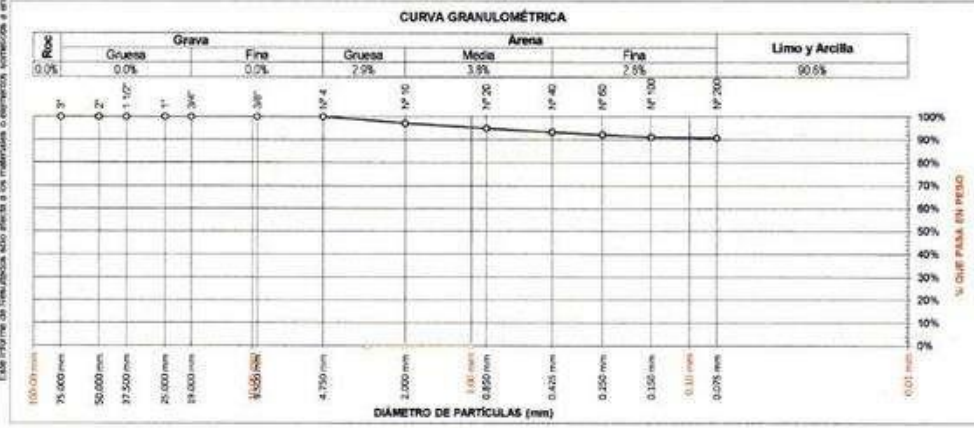
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (4)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	9.40%
Finos	[ φ < N° 200 ]	90.60%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$
$Cu = D_{60} / D_{10}$		
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las rectrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6025.

**Observaciones:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geológica  
 Laboratorio de Suelos Cienfuegos y Palmares

Ing. **José E. RAYMUNDO OLIVERA**  
 C.T.P. - 204382

RUC: 20601685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD





In: Angel Fernandez Quiroz N° 2809 Inc. 104 Urb. Elba Lima  
 P.O. Box N° 122-122 Urb. Huancayo  
 Telef: 94429669 / 95556584  
 Correo: silvergeotec@netnet.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-01	Añición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

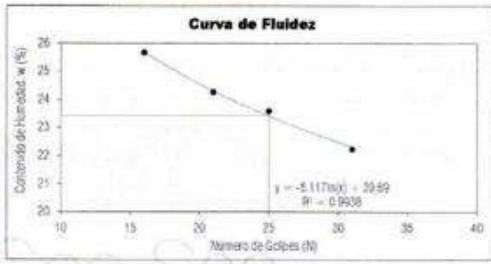
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente  
 Profundidad : 1.90 m  
 Arbol (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Napa fríasca : N.P.  
 Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8654685  
 Identificación de muestra : Añición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		16	21	25	31
Recipiente N°	---		N° 15	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.04	21.64	22.84	21.14
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wh</sub>	(g)	45.12	47.75	47.25	46.82
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ws</sub>	(g)	41.20	42.25	42.60	42.15
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	19.16	20.61	19.76	21.01
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.92	5.00	4.66	4.67
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	25.68	24.26	23.58	22.23



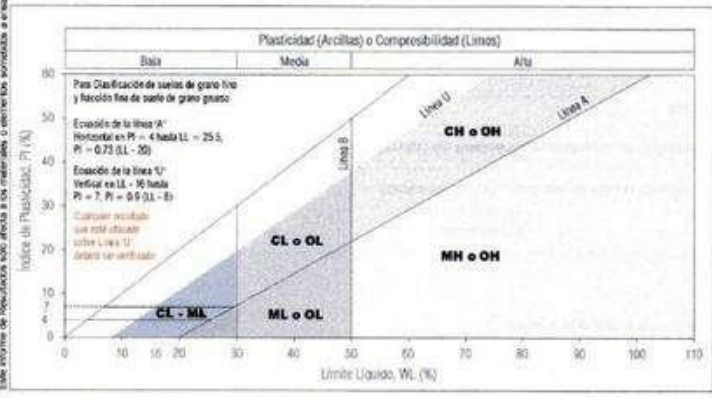
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---		N° 26	N° 27	N° 28	N° 29
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	23.45	21.95	21.85	21.68
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wh</sub>	(g)	30.25	31.00	30.58	30.60
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ws</sub>	(g)	28.88	29.65	29.24	29.55
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	7.43	7.70	7.39	7.87
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.37	1.41	1.34	1.44
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	18.44	18.31	18.13	18.23

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 23.9%	Plastic Limit (PL <sub>w<sub>p</sub></sub> )	: 18.3%	Plasticity Index (PI)	: 5.6%
---------------------------------	---------	--	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-ML AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (4)  
 Arcilla limosa



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' Color A

Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principios de Geotechnical Engineering - Sjaaj M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cosecha y Postcosecha  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.F. N° 204362

RUC: 20601685524  
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/MSD



Av. Angel Fernández Guillón N° 2829 Int. 104 Urb. DFG, Lima  
 P.O. Box N° 177 152 Chirca, Huancayo  
 Telf: 964046488 / 955593564  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

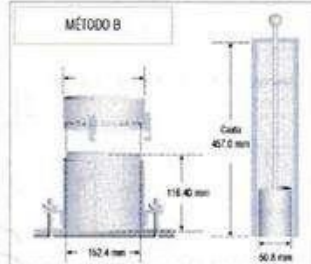
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m.  
**Simbolo del Suelo:** CL-ML  
**Clasificación del Suelo:** Arcilla limosa  
**Altitud (Cota):** 3.323.00 m.e.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E: 483751 N: 8054685  
**Gravedad Especifica:** 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

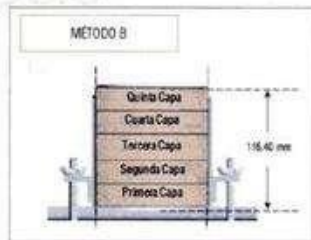
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>cu</sub>	(g)	6007.00	6088.00	6115.00	6100.00
(B) Peso del Molde	M <sub>ms</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1865.00	1946.00	1973.00	1958.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.000	2.096	2.127	2.110



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 10	N° 11	N° 12	N° 13
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.35	51.50	48.99	52.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	303.45	320.50	353.57	337.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	263.50	297.40	283.95	301.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	213.15	245.90	234.96	248.68
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	19.95	36.20	29.62	36.07
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.36	10.98	12.81	14.50
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.540	1.680	1.680	1.630



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.892  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.22

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004988-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 RUC: 2060168524 [Pag. 03]





Jr. Ángel Hernández Quiroz N° 2609 Int. 104 Urb. 13ra. Lima  
 P.O. Box N° 122-152 Chilca, Huancaayo  
 Telf: 94-8046888 / 955325584  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
 UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

**MODALIDAD:** Muestreo por el cliente

**Profundidad:** 1.80 m

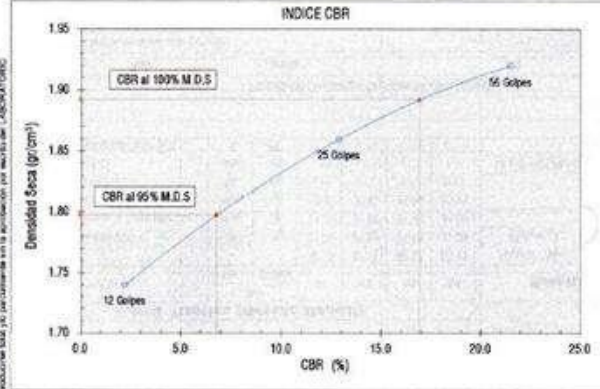
**Altitud (Cota):** 3.323.00 m.s.n.m

**Símbolo del Suelo:** CL-MI

**Coordenadas UTM:** E 463761 N 9654685

**Clasificación del Suelo:** Arcilla limosa

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**



**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557

Método de Compactación : Método C

Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.892

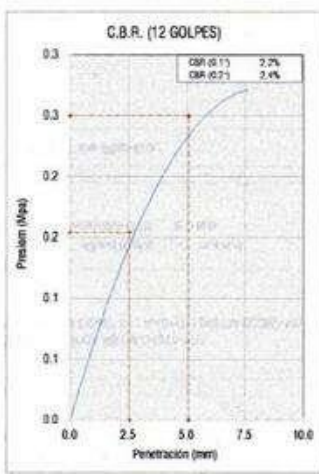
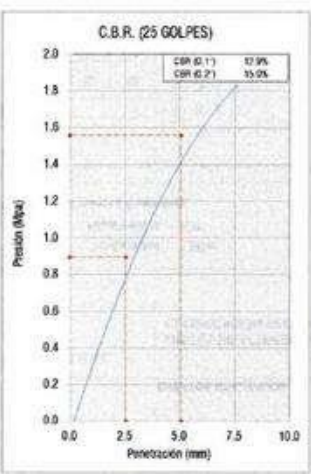
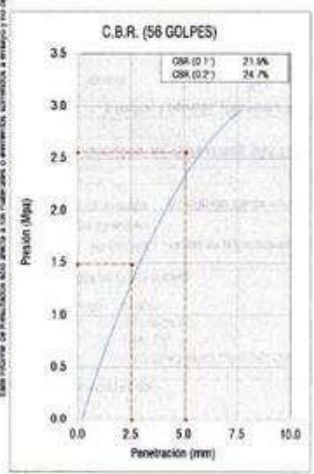
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.220

95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.798

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 16.93%

C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 6.78%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA RUC: 20901685524  
 C.I.P. N° 2053352 [Pág. 04]





Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 Pab. N° 10 N° 127 15 Chicos, Huancayo  
 Telef. 96406889 / 96550594  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m  
**Altitud (Cota):** 3,323.00 m.s.n.m.  
**Napa freática:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E 483781 N 8654685  
**Identificación de muestra:** Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	VARIABLES	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min + 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min + 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	14.20	13.50	10.50	15.00
(F) Altura arena	---	pulg	2.20	1.80	1.50	2.20
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	15.5%	13.3%	14.2%	14.7%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	14.4%			

Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de LABORATORIO.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.



Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20801685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2019/DSD



R. Ángel Hernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elco, Lima  
 Pcia. Valles N° 222 15 Chilo, Huancayo  
 Telef. 06424668 / 95505534  
 Correo silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:** Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Abtad (Cota) : 3,323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 483781 N 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	36.00 g	2.4%	97.6%
N° 20	0.85 mm	30.00 g	4.3%	95.7%
N° 40	0.43 mm	25.00 g	5.3%	94.1%
N° 60	0.25 mm	19.00 g	7.2%	92.8%
N° 100	0.15 mm	10.00 g	7.8%	92.2%
N° 200	0.08 mm	6.00 g	8.2%	91.8%
PASA		1404.00 g	100.0%	0.0%
		1530.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>200</sub>	(g)	300.59
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.10
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula 1/4 que pasa  
 - Masa mínima recomendada - espécimen =

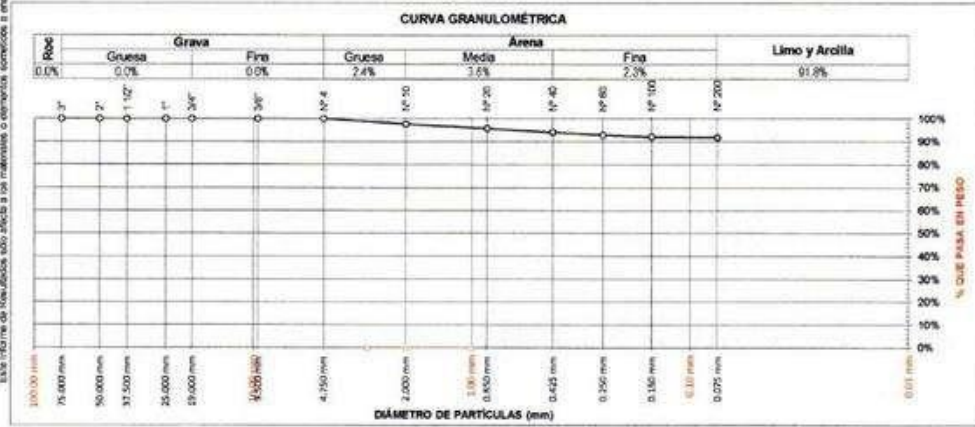
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL-MI AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (S)  
 Arcilla limosa

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Ar arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	8.20%
Finos	[ φ < N° 200 ]	91.80%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las rectrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D690.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny P.D.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotécnica Geográfica  
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Petróleos

Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 27443152

RUC: 2060168524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD





Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 Pse. N° 127-157 CHILCA, Huancayo  
 Telef. 96048688 / 95559584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

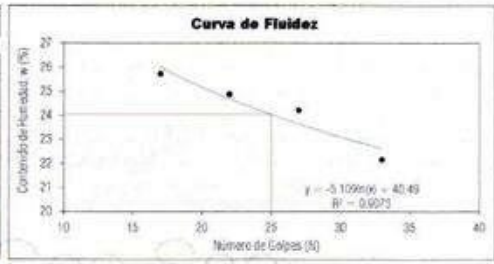
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altitud (Cota) : 3,323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 463761 N. 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nº					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	Golpes	17	22	27	33
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 17	N° 17	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.10	21.70	22.90	21.20
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cs</sub>	(g)	45.35	46.49	46.50	46.06
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	40.60	41.55	41.00	41.55
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	18.50	19.85	19.00	20.35
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.70	4.94	4.60	4.51
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	25.73	24.89	24.21	22.16



**Límite Plástico (Método Manual)**

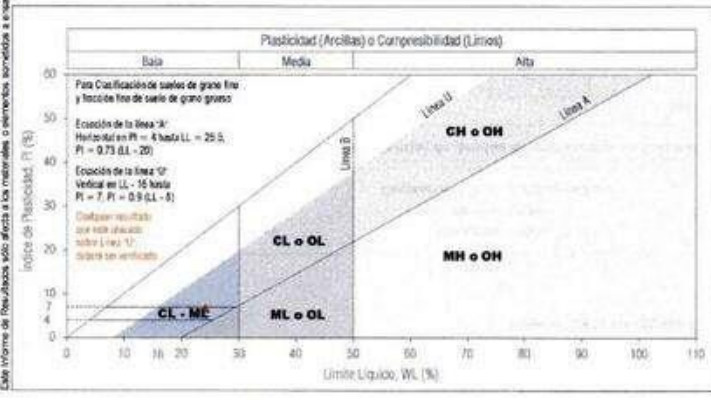
Variable	Nº					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 135	N° 136	N° 137	N° 138
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.41	21.91	21.61	21.62
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cs</sub>	(g)	29.65	30.66	30.18	30.69
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	26.60	29.38	28.91	29.24
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	7.19	7.47	7.10	7.62
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.21	1.25	1.27	1.35
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	17.59	17.14	17.89	17.72

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*\*)**

Liquid Limit (LL, w <sub>L</sub> ) : 24.2%	Plastic Limit (PL, w <sub>p</sub> ) : 17.5%	Plasticity Index (PI) : 6.7%
--	---	------------------------------

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL-MI	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (5)
Arcilla limosa	



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

**Realizado:** Tec. Roy S.R.  
**Revisado:** Ing. Johnny R.D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geológica  
 Laboratorio de Suelos, Cosecha y Planta  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD



J. Ángel Fernández Castro N° 2859 IIC, 104 UPEL, OSA, LIMA  
 P.O. Box N° 127-3370818, Huancayo  
 Telf: 04346483 / 35552934  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-02	Añición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**Tesis:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

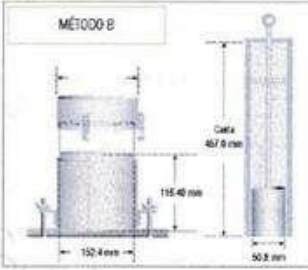
**UBICACION DEL PROYECTO:** UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19

Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m  
 Simbolo del Suelo: CL-ML  
 Clasificación del Suelo: Arcilla limosa  
 Altitud (Cota): 3.323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483781 N 8854885  
 Gravedad Especifica: 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

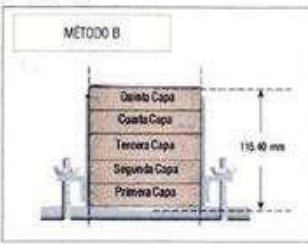
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M <sub>cu</sub>	(g)	6018.00	6081.00	6121.00	6191.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mo</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A-B)	(g)	1876.00	1939.00	1979.00	2049.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.010	2.086	2.120	2.190



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 125	N° 126	N° 127	N° 128
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.30	51.55	48.94	52.45
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>cu</sub>	(g)	303.35	323.50	313.47	337.15
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cc</sub>	(g)	282.75	297.90	285.95	301.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.45	246.35	235.01	249.23
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	20.60	26.60	28.52	35.47
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	8.95	10.29	12.35	14.22
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.553	1.800	1.900	1.648



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.887  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.49

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Fec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny H. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos  
 Crea: Johnny H. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.T.P. - 442-2044992  
 RUC: 20801685524  
 [Pág. 03]







W. Ángel Fernández Quiroz N° 2009 H. 104 Urb. Elío Lima  
 Paje Nules N° 122 (S. Chica) Huancaayo  
 Telf: 964046688 / 965505884  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGUN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.00 m Altitud (Cota) : 3,323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E: 483781 N: 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	10.25	13.10	13.40	13.85
(F) Altura arena	---	pulg	1.70	2.00	2.20	1.90
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	16.6%	16.2%	16.4%	14.9%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	15.8%			

Este informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no abarca reproducción total (p.ej. parámetros) sin la aprobación por escrito del LABORATORIO.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R.O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia, Geología  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA RUC: 20801685524  
 C.I.P. N° 2054352 (Pág. 05)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



K. Angel Hernandez Guirao N° 2809 Int. 101 Urb. El Oro, Lima  
 P.O. Box N° 122 15100 Urcos, Huancayo  
 Telef. 9634668 / 96345534  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1,80 m. Altitud (Cota): 3.323,00 m s.n.m.  
 Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E. 483781 N. 8654685  
 Identificación de muestra: Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75,00 mm	0,00 g	0,0%	100,0%
2"	50,00 mm	0,00 g	0,0%	100,0%
1 1/2"	37,50 mm	0,00 g	0,0%	100,0%
1"	25,00 mm	0,00 g	0,0%	100,0%
3/4"	19,00 mm	0,00 g	0,0%	100,0%
3/8"	9,50 mm	0,00 g	0,0%	100,0%
N° 4	4,75 mm	0,00 g	0,0%	100,0%
N° 10	2,00 mm	41,00 g	2,6%	97,4%
N° 20	0,85 mm	37,00 g	5,0%	95,0%
N° 40	0,43 mm	30,00 g	6,9%	93,1%
N° 60	0,25 mm	25,00 g	8,5%	91,5%
N° 100	0,15 mm	20,00 g	9,8%	90,2%
N° 200	0,08 mm	10,00 g	10,4%	89,6%
PASA		1404,00 g	100,0%	0,0%
		1567,00 g	100,0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	1" 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50,94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>ch</sub>	(g)	300,69
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	283,50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232,56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17,13
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7,40%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 Masa mínima recomendada - espécimen =

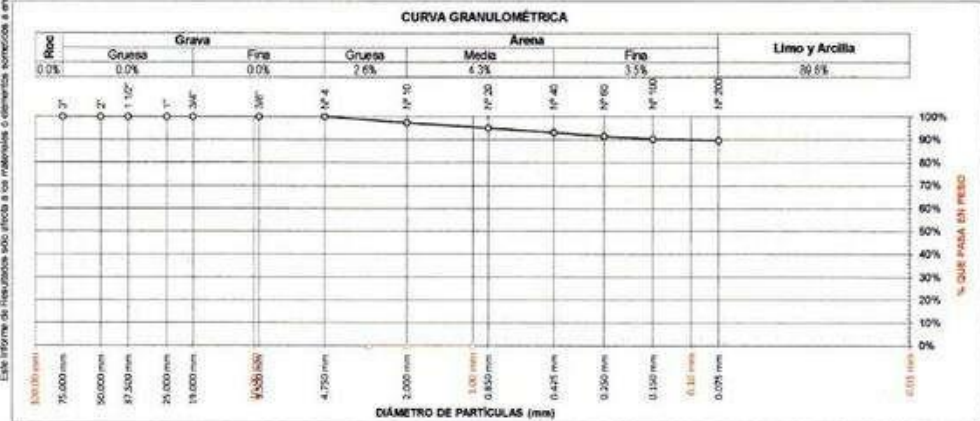
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (5)  
 Arcilla de baja plasticidad.

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0,00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	10,40%
Finos	[ φ < N° 200 ]	89,60%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotecnia Geodésica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.P. N° 2043352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD



Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 2009 Ins. 104 Urb. El Sol  
 Pje. Nules N° 122-152 Chica, Huancayo  
 Telef. 96046668 / 955320884  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

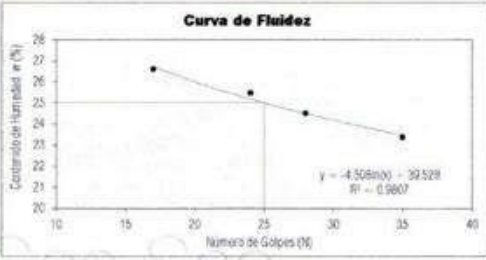
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m      Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Napa fresca : N.P.      Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8054685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes			01	02	03	04
Recipiente N°			N° 17	N° 136	N° 157	N° 138
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	g	22.01	21.61	22.81	21.11
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>h</sub>	g	45.75	46.85	46.89	45.45
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>s</sub>	g	40.70	41.75	42.15	41.63
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>d</sub>	g	18.73	20.14	19.34	20.54
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	g	4.93	5.13	4.74	4.80
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	26.31	25.47	24.51	23.37



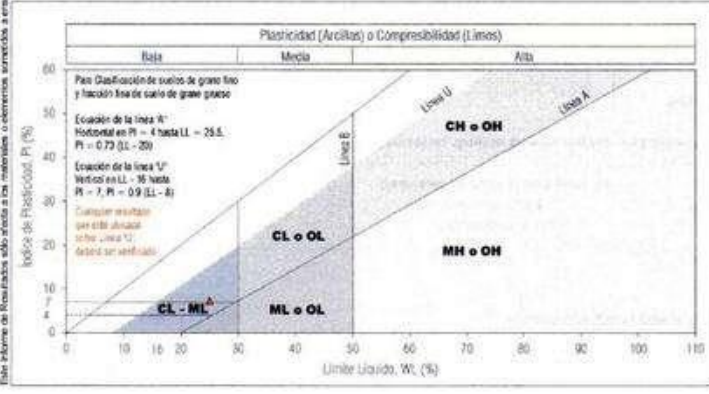
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°			N° 15	N° 16	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	g	21.15	21.65	21.55	21.36
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>h</sub>	g	31.15	31.96	31.48	31.89
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>s</sub>	g	29.63	30.43	29.99	30.29
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>d</sub>	g	8.48	8.78	8.44	8.93
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	g	1.52	1.33	1.40	1.60
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	17.30	17.43	17.65	17.20

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL, w <sub>L</sub> ) : 25.0%	Plastic Limit (PL, w <sub>p</sub> ) : 17.7%	Plasticity Index (PI) : 7.3%
--	---	------------------------------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL    AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (S)  
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A'    Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principios of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotécnica Geológica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Perforación  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.E.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2019/DSD





Dr. Angel Hernandez Calvez N° 2009 Ins. 104 Urb. El Q. Lima  
 Pje. Nallas N° 122-11 Chilca, Huancayo  
 Telef. 94066688 / 95352884  
 Correo: silvergeotec@comcel.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

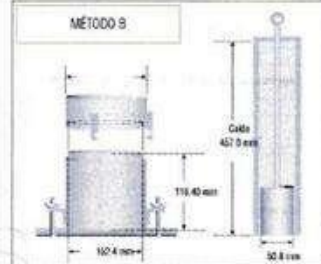
**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:** Muestreo por el cliente  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**Profundidad:** 1.80 m  
**Simbolo del Suelo:** C1  
**Clasificación del Suelo:** Arcilla de baja plasticidad  
**Altitud (Cota):** 3,323.00 m.s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E 483781 N 8654885  
**Gravedad Especifica:** 2.68

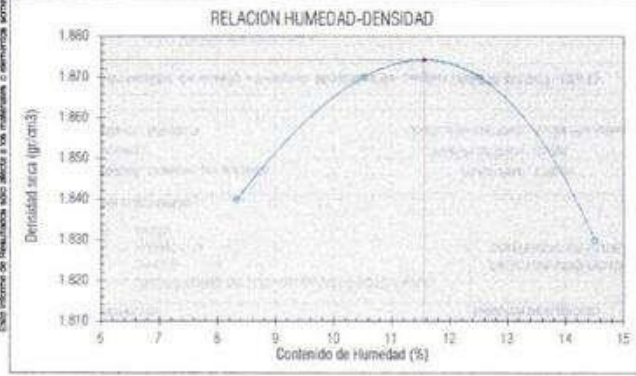
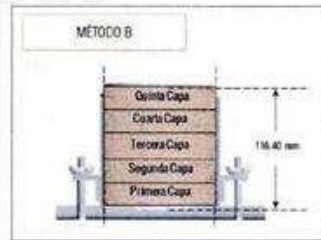
**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>mo</sub>	(g)	5994.00	6074.00	6100.00	6095.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	(g)	1852.00	1932.00	1958.00	1953.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.996	2.070	2.100	2.095



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	51.47	52.72	56.11	53.62
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	325.53	345.78	335.75	359.43
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	304.56	317.95	303.95	320.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	253.09	265.18	253.84	267.06
(E) Masa al Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	21.07	27.83	31.00	38.75
(F) Contenido de Humedad (100° E0)	w	(%)	8.32	10.51	12.53	14.51
(G) Densidad Seca		gr/cm <sup>3</sup>	1.240	1.670	1.670	1.650



**Resultados Ensayos de Compactación**  
 Densidad Máxima Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.874  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.56

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 994452  
 RUC: 2060168524  
 [Pag. 03]



D. Ángel Fernández Curvez N° 2009141 304 Urb. El G. Lima  
 P.O. Box N° 322-05 Chilca, HUANCAYO  
 Telf: 964046888 / 955505844  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNIN

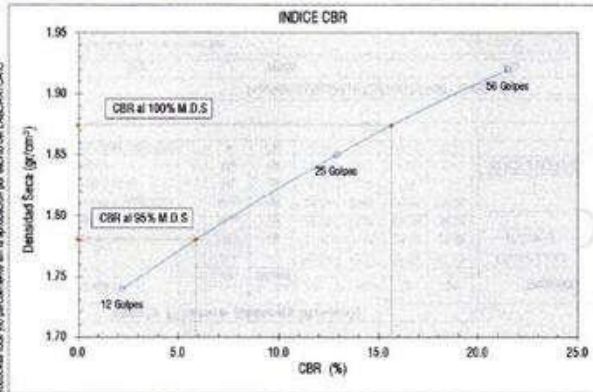
**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Muestreo por el cliente      Profundidad: 1.80 m      Altitud (Cota): 3,323.00 m a.s.n.m.  
 Símbolo del Suelo: CL      Coordenadas UTM: E.463781 N.8654685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo; no deberá reproducirse todo o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

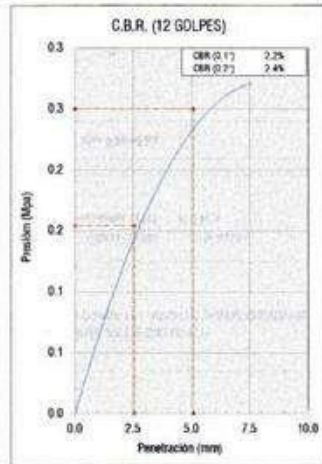
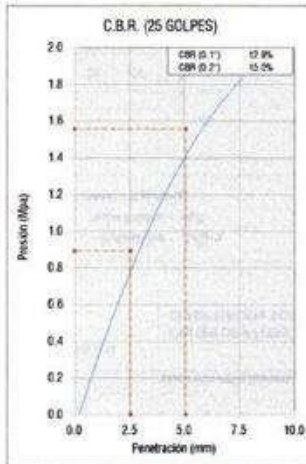
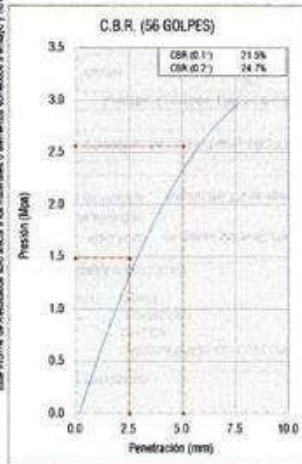


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.874  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.555  
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.781

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 15.66%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.87%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA RUC: 20601685524  
 C.P. N° 2044952 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00336-2018-050



N. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elio, Lima  
 Pje. Nules N° 122-132 Chilca, Huanuco  
 Telef. 960466983 / 955505884  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
07-04-21	14-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 6 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANUCO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m.      Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8054685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 6 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	12.50	13.50	15.00	14.50
(F) Altura arena	---	pulg	1.80	2.10	2.20	2.10
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	14.4%	15.2%	14.7%	14.7%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	14.7%			

Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jeffrey R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 2004852      RUC: 20801685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004888-2018/DSD



**Anexo 2.6: suelo con 7 % de cemento almacenados menos de 8 semanas**



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2879 Int. 104 Urb. Elco Lima  
 Pje. Nules N° 122-152 Chilca, Huancayo  
 Telef. 96046688 / 95420384  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO: CHILCA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNÍN CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

Modo de Muestra: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota): 3.323.00 m s.n.m. Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E. 483781 N. 8854685 Identificación de muestra: Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	36.00 g	2.3%	97.7%
N° 20	0.85 mm	32.00 g	4.4%	95.6%
N° 40	0.43 mm	23.00 g	6.0%	94.0%
N° 60	0.25 mm	20.00 g	7.3%	92.7%
N° 100	0.15 mm	15.00 g	8.3%	91.7%
N° 200	0.08 mm	10.00 g	9.0%	91.0%
PASA		1414.00 g	100.0%	0.0%
		1553.00 g	100.0%	100%

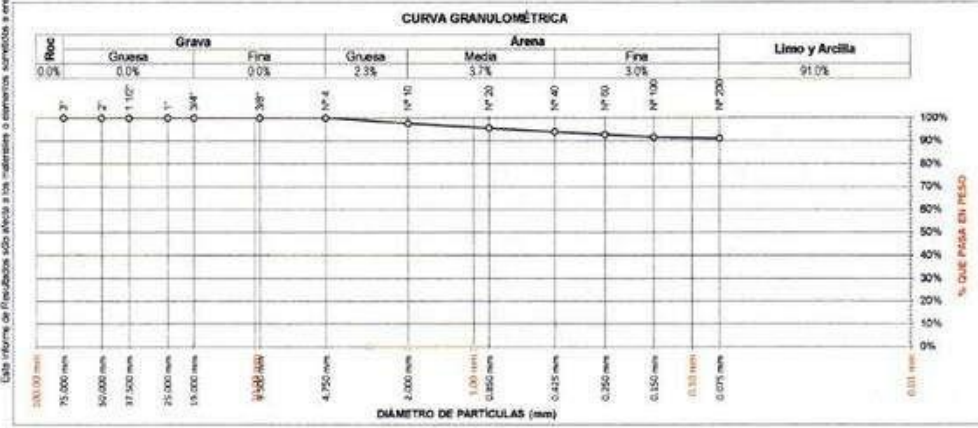
Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>uc</sub>	(g)	303.59
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionados como representativo de la muestra total. Tamaño máximo partícula % que pasa: Masa mínima recomendada - especímenes: --

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17): CL AASHTO (ASTM D3282-15): A-4 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad.

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	9.00%
Finos	[ φ < N° 200 ]	91.00%

D <sub>10</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>60</sub>
C <sub>u</sub> = D <sub>60</sub> / D <sub>10</sub>		
C <sub>c</sub> = (D <sub>30</sub> ) <sup>2</sup> / (D <sub>10</sub> x D <sub>60</sub> )		



Observaciones: Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. Q.



RUC: 20601685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DS



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2805 Ins. 104 Urb. Elío, Lima  
 Pje. N° 161 N° 122-152 ENCA, Huancayo  
 Telf: 9404668 / 933559584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

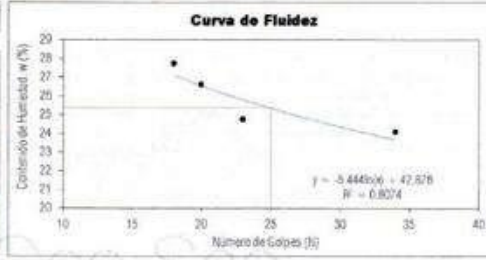
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente  
 Profundidad : 1.80 m  
 Napa freática : N.P.  
 Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.

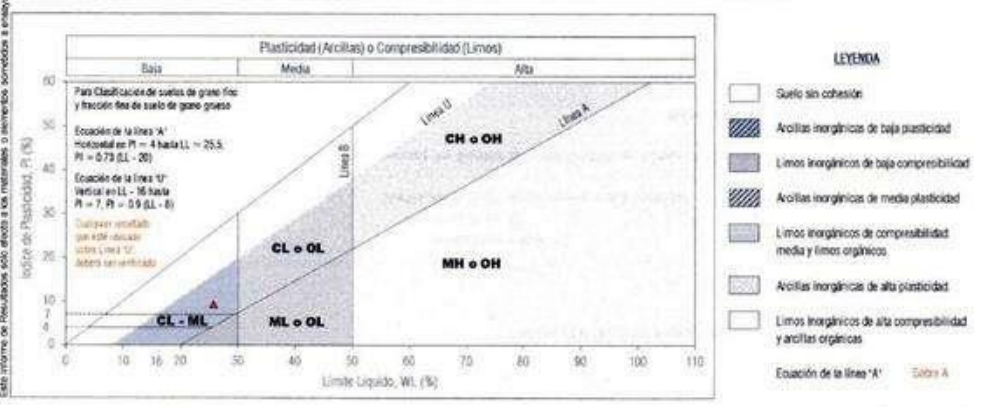
Límites de Atterberg (ASTM D4318-17**)						
Límite Líquido (Método Multipunto)						
Variable	Nto		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Número de Golpes	N	Golpes	18	20	25	34
Recipiente N°	---	---	N° 18	N° 40	N° 47	N° 48
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.07	21.57	22.77	21.07
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	47.69	49.02	49.03	48.59
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	42.26	43.23	43.82	43.25
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	20.99	21.66	21.05	22.18
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	5.63	5.77	5.21	5.34
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	27.25	26.67	24.75	24.08



Límite Plástico (Método Manual)						
Variable	Nto		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 04	N° 05	N° 06	N° 07
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	20.15	20.05	20.55	20.90
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	32.65	33.46	32.98	33.30
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	30.87	31.68	31.23	31.56
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	10.72	11.63	10.68	11.20
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.78	1.78	1.75	1.83
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	16.60	15.14	16.30	16.34

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17**)		
Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 25.8%	Plastic Limit (PL <sub>w<sub>p</sub></sub> )
		: 16.4%
		Plasticity Index (PI)
		: 9.4%

Clasificación de Suelos		
SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)
		: A-4 (7)
		Arcilla de baja plasticidad.



Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4-21 Plasticity Chart, pag 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny P.D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotécnica Civil  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos  
 Ing. Ciro Javier R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.N. N° 2040322  
 RUC: 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD



P. Anjo Hernández Quirós N° 2809 H.L. 104 Urb. Elío Lima  
 Pje. Nules N° 127-3519300, Huancayo  
 Telef. 84046688 / 85102054  
 Correo: silvergeotec@terra.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	26-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRAGANTE"

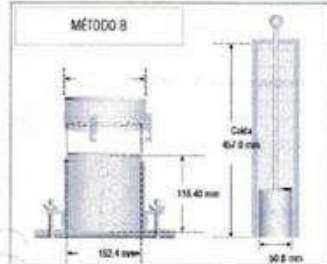
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNIN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Identificación muestra: Profundidad: 1.80 m.  
 Procedimiento Utilizado: Método B Simbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.  
 Altitud (Cota): 3,323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483781 N. 8654685  
 Gravedad Especifica: 2.68

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

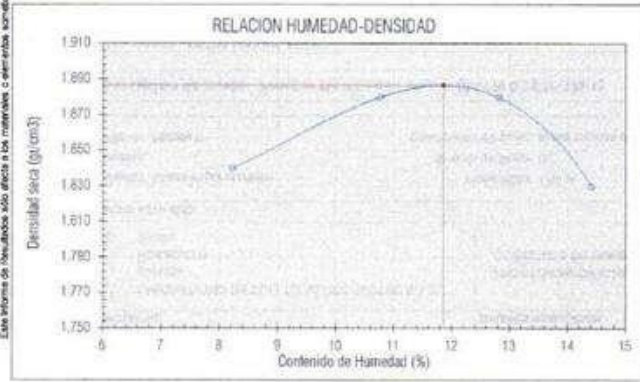
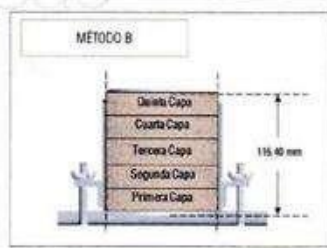
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo Húmedo & Molde	M <sub>cu</sub>	(g)	6001.00	6080.00	6115.00	6095.00
(B) Peso del Molde	M <sub>co</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	(g)	1859.00	1938.00	1973.00	1953.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	1.990	2.080	2.125	2.090



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	54.56	55.81	53.20	56.71
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	266.45	376.60	366.57	390.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	333.60	345.45	330.95	348.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	279.04	289.64	277.75	291.47
(E) Masa (Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	22.95	31.20	35.62	42.07
(F) Contenido de Humedad (100% L/D)	w	(%)	8.23	10.77	12.82	14.43
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.850	1.680	1.880	1.830



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.887  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.86

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00458-2018-DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia  
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos  
 Ing. Civil JOHNY R. RAMONDO OLIVERA  
 S.A.P. N° 204433  
 RUC: 2060166524  
 [Pag. 03]





Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 P.O. Box N° 122-112 Chirca, Huancaayo  
 Telef: 945486842 / 955905948  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

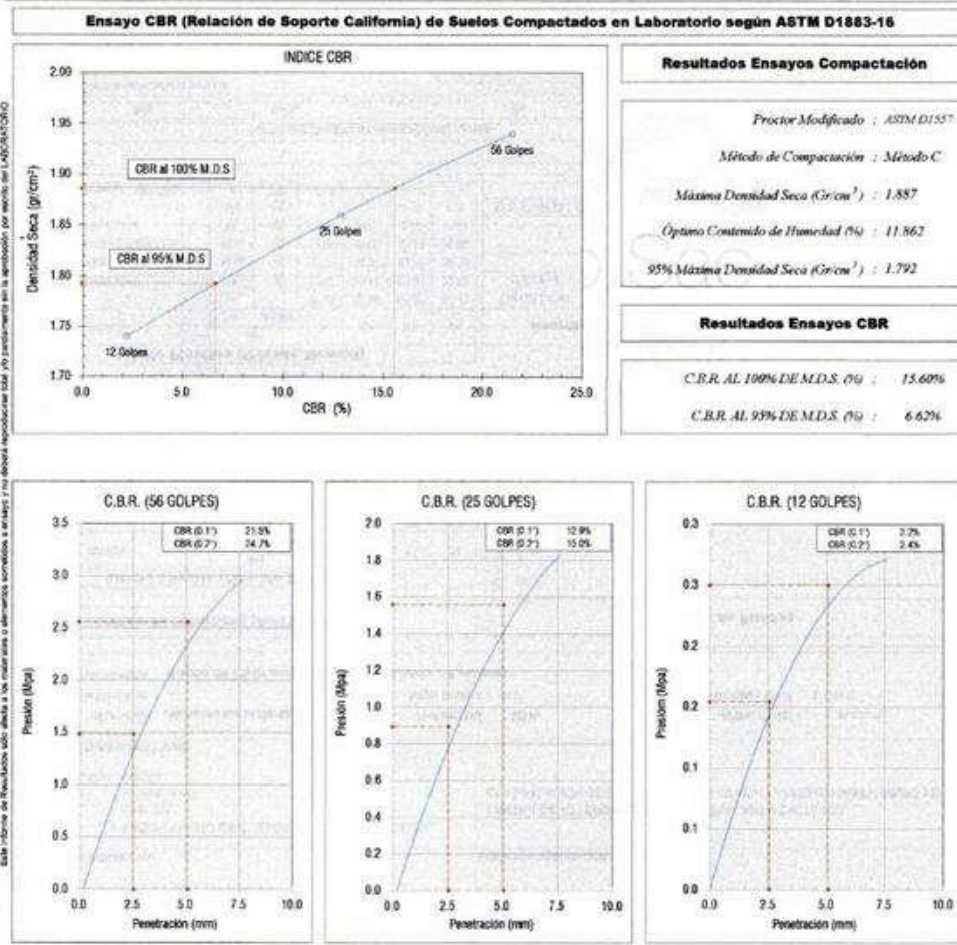
**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m Altitud (Cota): 3.323.00 m.s.n.m.  
 Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: E. 483781 N. 8654685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tcc Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geoloxica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Perforación

Ing. Civil Johnny R. OLIVERA RUC: 20601685524  
 C.I.P. N° 204352 [Fig. 04]



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elco, Lima  
 Paje. Nules N° 122-132 Chilca, Huanuco  
 Telef. 960646663 / 955505584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1,80 m.  
**Napa freática:** N.P.  
**Altud (Cota):** 3.323,00 m.s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E.483761 N.8654685  
**Identificación de muestra:** Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	No		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	13,20	10,70	12,70	14,70
(F) Altura arena	---	pulg	2,00	1,60	1,60	2,40
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	15,2%	15,0%	12,6%	19,3%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	14,8%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.



Ing. Civil Johnny E. CALDERINO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352 RUC: 20601685524 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD





Av. Angel Fernández Quiroz N° 2607 (In. 104 Urb. Eña, Lima  
 P.O. Box N° 122-13 / CHILCA, HUANCAYO  
 Telef. 96482666 / 963205344  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-02	Añición 7% Cemento menor a 8 semanas.

SOLICITANTE: **BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN**

TESIS: **"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.**

UBICACIÓN: **LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 DISTRITO: **CHILCA**  
 PROVINCIA: **HUANCAYO**  
 DEPARTAMENTO: **JUNÍN**

ENSAYOS REALIZADOS: **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)**

Modalidad: **Muestreo por el cliente** Profundidad: **1.80 m.** Altitud (Cota): **3,323.00 m s.n.m.**  
 Napa freática: **N.P.** Coordenadas UTM: **E.483781 N.8654685**

Identificación de muestra: **Añición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas**

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	35.00 g	2.3%	97.7%
N° 20	0.85 mm	30.00 g	4.2%	95.8%
N° 40	0.43 mm	24.00 g	5.6%	94.2%
N° 60	0.25 mm	15.00 g	6.7%	93.3%
N° 100	0.15 mm	13.00 g	7.6%	92.4%
N° 200	0.08 mm	6.00 g	8.0%	92.0%
PASA		1424.00 g	100.0%	0.0%
		1547.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	300.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.10
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total: **Tamaño máximo partícula % que pasa: Masa mínima recomendada - espécimen -**

**Clasificación de Suelos**

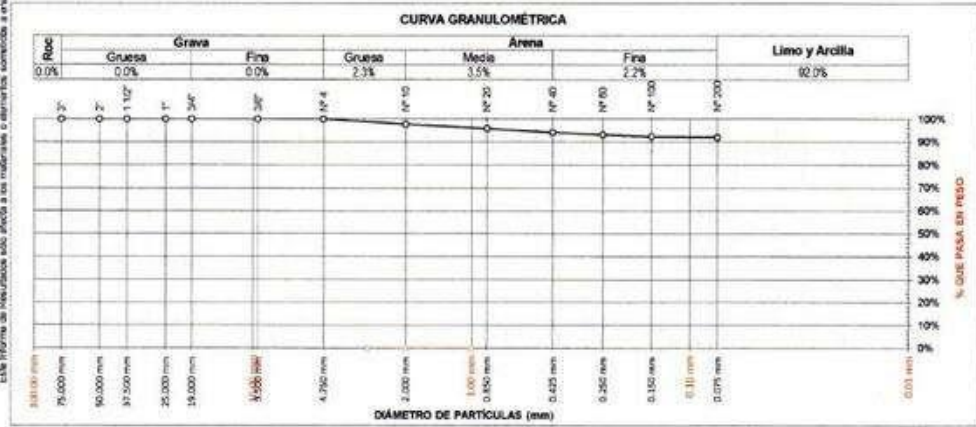
SUCS (ASTM D2487-17): **CL** AASHTO (ASTM D3282-15): **A-3 (6)**  
**Arcilla de baja plasticidad.**

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Areña	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	8.00%
Finos	[ φ < N° 200 ]	92.00%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Realizado: **Fac. Roy S.R.**  
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotécnica Geoesfera  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

**Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA**  
 I.P. N° 2049352

RUC: 20601685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 034588-2018/DSD



Jr. Engel Fernández Quiroz N° 2829 Int. 104 Urb. Elío Lima  
 P.O. Box N° 112-113 CHILCA, HUANCAYO  
 Telef. 946346468 / 915501584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

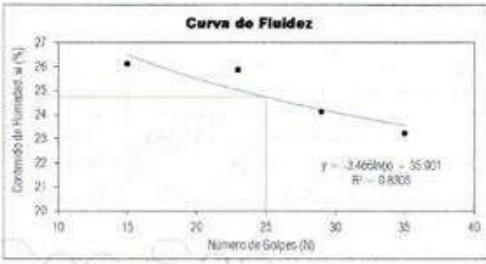
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17<sup>1</sup>  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17<sup>1</sup>)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	15	23	29	35
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 216	N° 217	N° 218
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>0</sub>	(g)	23.15	22.75	23.05	22.25
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>0+L</sub>	(g)	44.78	45.91	45.90	45.45
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>0+S</sub>	(g)	40.30	41.15	41.05	41.10
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	17.15	18.40	17.70	18.85
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	4.48	4.78	4.37	4.58
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	25.12	25.67	24.12	23.24



**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 76	N° 77	N° 78	N° 79
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>0</sub>	(g)	22.55	23.15	23.05	22.80
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>0+P</sub>	(g)	32.80	33.70	33.22	33.63
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>0+S</sub>	(g)	31.35	32.15	31.71	32.04
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	8.70	9.00	8.66	9.18
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.54	1.55	1.51	1.55
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	17.70	17.22	17.44	17.22

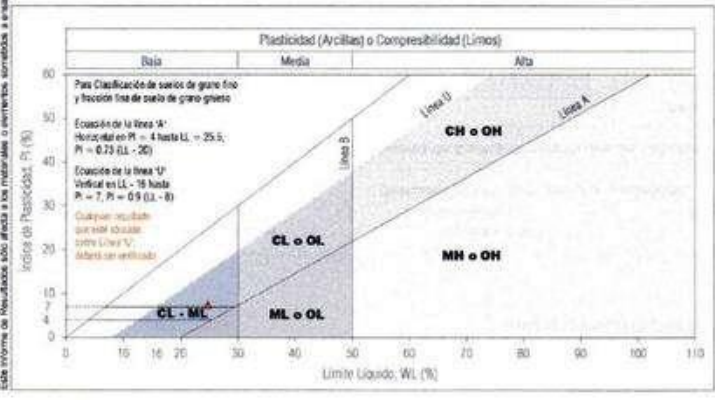
**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17<sup>1</sup>)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> ) : 24.8%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> ) : 17.4%	Plasticity Index (PI) : 7.4%
---	--	------------------------------

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (6)
---------------------------	----------------------------------

*Arcilla de baja plasticidad*



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Gestión de Calidad  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Perforación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 284352 RUC: 20601685524 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/MSD



Jr. Angel Fernández Collado N° 2809 Int. 304 Urb. Elv. Lima  
 P.O. Box N° 122 55700 Chilca, Huancayo  
 Telf: 96406488 / 95550544  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-02	Añición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

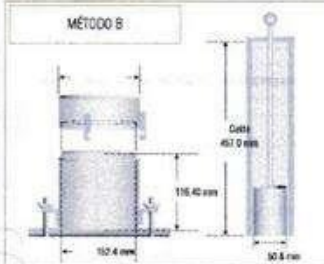
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** CHILCA  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m.  
 Simbolo del Suelo: C1  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad  
 Altitud (Cota): 3,323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 483781 N: 8854985  
 Gravedad Especifica: 2.68  
 Procedimiento Utilizado: Método B

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

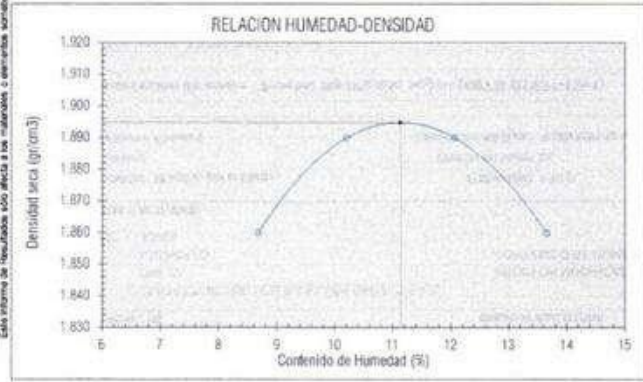
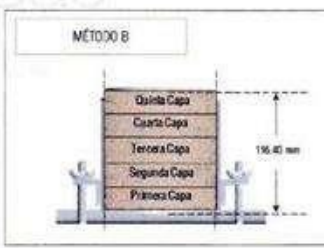
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa de Suelo húmedo & Molde	M <sub>moj</sub>	(g)	6025.00	6079.00	6117.00	6113.00
(B) Peso del Molde	M <sub>cu</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	(g)	1883.00	1937.00	1975.00	1971.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.030	2.080	2.120	2.110



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	—	—	N° 75	N° 77	N° 78	N° 79
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	61.78	63.03	60.47	63.93
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	412.89	433.04	423.01	446.69
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	384.85	398.75	383.95	400.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	323.07	335.72	323.52	336.75
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	89.84	97.29	99.49	110.01
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	8.92	10.21	12.07	13.66
(G) Densidad Seca	—	g/cm <sup>3</sup>	1.500	1.890	1.850	1.860



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.895  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.14

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSO

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Cooperativa Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Densidad y Permeabilidad  
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA RUC: 20601685524  
 C. U. N° 2054352  
 [Pag. 03]





Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 P.O. Box N° 122-012 Chilca, Huancaayo  
 Telf: 94046658 / 95509584  
 Correo: [info@silvergeotec.com](mailto:info@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

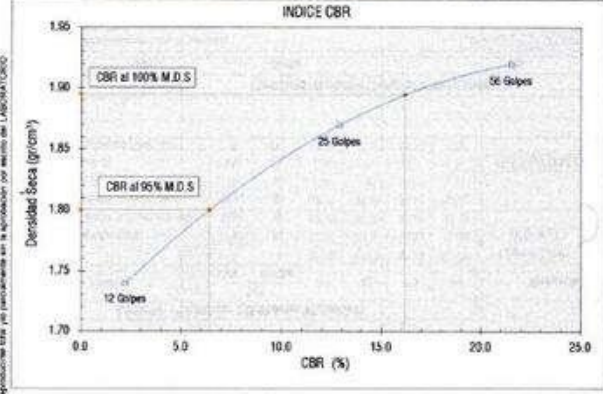
UBICACION DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1,80 m Altitud (Cota) : 3,325.00 m s.n.m.  
 Simbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8654685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

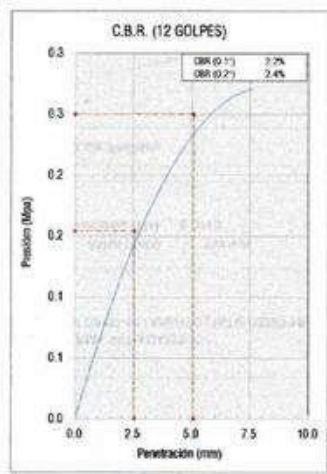
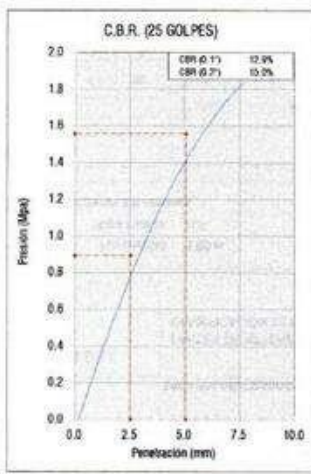
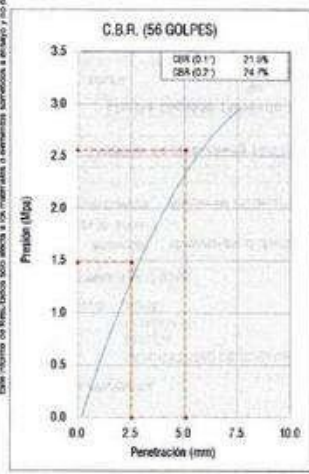


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.895  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.135  
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.800

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 16.19%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 6.41%



OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2016-050

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. JOSE R. GUILLERMO OLIVERA  
 C.I.P. N° 206165  
 U.C. 20601685524  
 [Pág. 04]



H. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 D.L. 154 Urb. El G, Lima  
 P.O. Box N° 122 32200 Chila, Huanuco  
 Telf: 9646666 / 95305584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	26-04-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m.  
**Altud (Cota):** 3.323.00 m s.n.m.  
**Identificación de muestra:** Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.  
**Napa freática:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E:483791 N:8854685

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a.m.	02:30 p.m.	02:32 p.m.	02:34 p.m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a.m.	02:40 p.m.	02:42 p.m.	02:44 p.m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a.m.	02:41 p.m.	02:43 p.m.	02:45 p.m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a.m.	03:01 p.m.	03:03 p.m.	03:05 p.m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	13.70	14.00	12.40	11.80
(F) Altura arena	---	pulg	2.00	2.20	2.00	1.70
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	14.9%	15.7%	16.1%	14.4%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	15.2%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. O. JORDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 209332 RUC: 20801885524 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSO

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO





Av. Angel Fernández Albino N° 2809 Int. 104 Urb. Elio Lima  
 Pta. N° 122-152 Chila, Huancayo  
 Telf: 964049668 / 955505584  
 Correo: silver.geotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8854685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	40.00 g	2.5%	97.5%
N° 20	0.85 mm	35.00 g	4.7%	95.3%
N° 40	0.43 mm	30.00 g	6.6%	93.4%
N° 60	0.25 mm	24.00 g	8.1%	91.9%
N° 100	0.15 mm	19.00 g	9.3%	90.7%
N° 200	0.08 mm	12.00 g	10.1%	89.9%
PASA		1425.00 g	100.0%	0.0%
		1585.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>u</sub>	(g)	300.69
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>s</sub>	(g)	263.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	212.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especimen -

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad.

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Areña	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	10.10%
Finos	[ φ < N° 200 ]	89.90%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} -$	$D_{60} -$	$D_{90} -$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6029

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 Ing. Civil Johnny R. RIVARDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204353  
 RUC: 20601685524 [Pág. 01]

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	26-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.

**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN

**ENSAYOS REALIZADOS:** LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

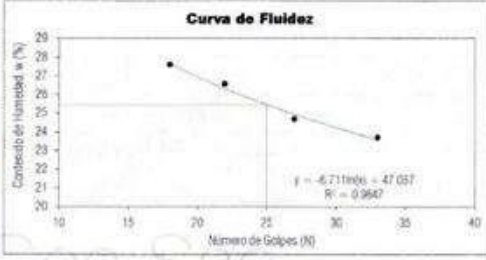
Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m.      Altitud (Cota) : 3.323.00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685

Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		18	22	27	33
Recipiente N°			N° 18	N° 12	N° 13	N° 14
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	23.75	23.35	24.55	22.95
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>u6</sub>	(g)	51.06	53.09	52.10	50.06
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>u3</sub>	(g)	45.96	46.85	47.45	46.95
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	22.11	23.50	22.90	24.15
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	9.10	9.24	9.55	5.71
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	27.59	26.52	24.67	23.65



**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°			N° 35	N° 36	N° 37	N° 38
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.57	23.17	23.07	22.88
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>u6</sub>	(g)	33.79	34.60	34.12	34.53
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>u3</sub>	(g)	32.20	33.00	32.56	32.89
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	9.33	9.83	9.49	10.01
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.59	1.60	1.55	1.64
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	17.68	16.28	16.44	16.38

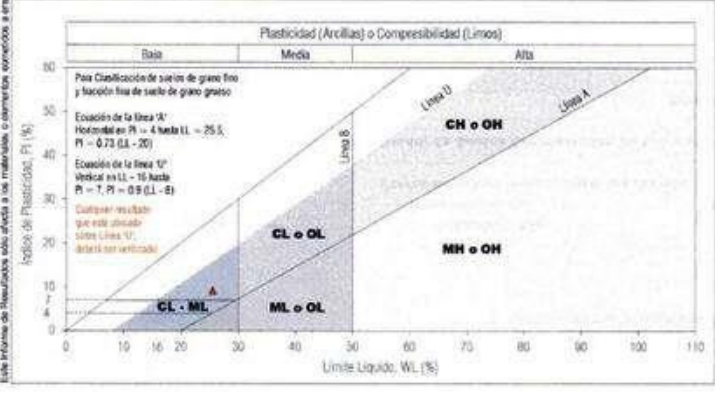
**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL, w<sub>L</sub>) : 25.6%      Plastic Limit (PL, w<sub>p</sub>) : 16.4%      Plasticity Index (PI) : 9.2%

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL      AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (7)

*Arcilla de baja plasticidad.*



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea "A"       $500 \times A$

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Skempton, Cas 9th Edition

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tte. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. **JOHANN R. RAYMUNDO OLIVERA**  
 C.I.P. N° 2041852

RUC: 20601685524  
 [Pag. 02]

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CGO, BUESTRAS O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

<b>SOLICITANTE:</b>	<b>TEMA:</b>
BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN	"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

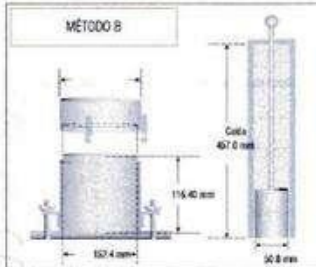
<b>UBICACION DEL PROYECTO:</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS:</b>
UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19

<b>TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b>	<b>Profundidad:</b> 1.80 m.	<b>Altitud (Cota):</b> 3,323.00 m s.n.m.
<b>Modalidad:</b> Muestreo por el cliente	<b>Símbolo del Suelo:</b> CL	<b>Coordenadas UTM:</b> E: 483781 N: 8854885
<b>Procedimiento Utilizado:</b> Método B	<b>Clasificación del Suelo:</b> Arcilla de baja plasticidad.	<b>Gravedad Específica:</b> 2.65

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

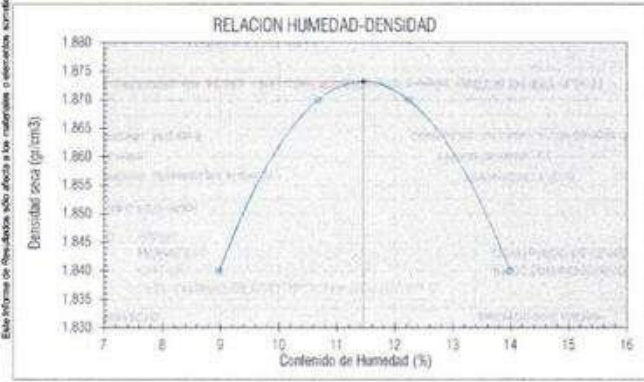
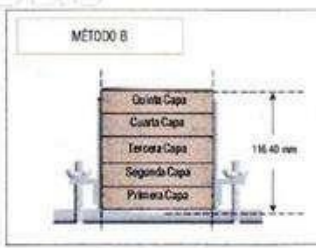
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>húmedo</sub>	(g)	6011.00	5070.00	5102.00	5099.00
(B) Peso del Molde	M <sub>molde</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1869.00	1628.00	1960.00	1957.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	2.005	1.746	2.102	2.100



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 48	N° 49	N° 50	N° 51
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	53.78	55.03	52.47	55.93
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	(g)	303.63	353.78	343.75	357.43
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	(g)	310.56	324.95	311.95	329.15
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	256.78	269.92	259.53	273.25
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	23.17	29.83	21.80	26.25
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	9.38	10.68	12.25	14.00
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.840	1.870	1.870	1.840



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.873  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.45

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.F.  
Revisado: Ing. Johnny R. Q.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD





Jr. Angel Hernandez Quiroz N° 2809 int. 104 Urb. ETC, Lima  
 Pje. N° 132-132 Chila, Huancayo  
 Telf: 96046658 / 95530584  
 Correo: [lab@silvergeotec.com](mailto:lab@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-03	Añición 7% Cemento menor a 8 semanas

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

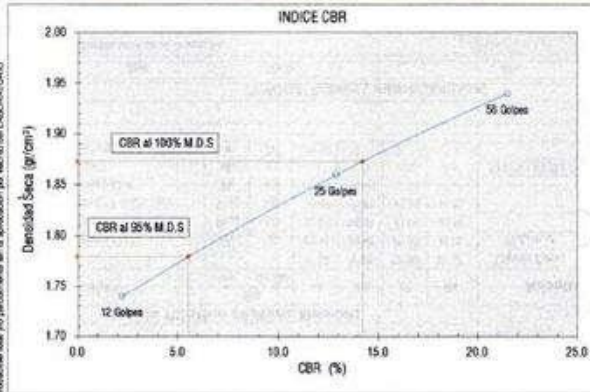
**TESIS:**  
 "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m.  
 Simbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad  
 Altud (Cote): 3.323.00 m.a.s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E.483781 N.885485

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

Este informe de resultados solo aplica a los contenidos o referencias sumariadas a manera de datos representativos, y no deberá interpretarse total, ni parcialmente en la aplicación por parte del LABORATORIO.

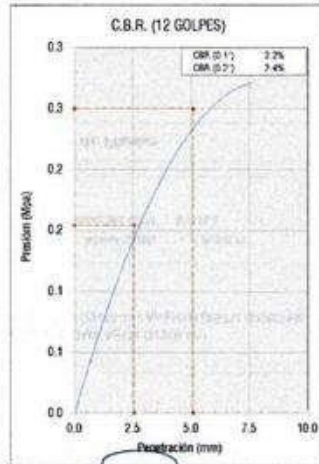
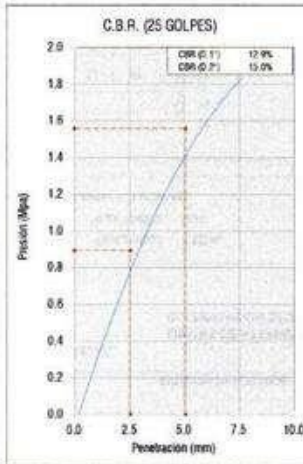
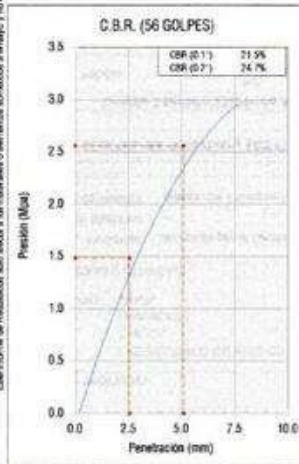


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.873  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.462  
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.780

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 14.22%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 3.31%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johay R. O.



Civil John R. RAFAEL OLIVERA RUC: 2060168524  
 C.I.P. N° 20000002 [Pag. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004583-2018/DSD



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2805 Int. 104 Urb. El Sol, Lima  
 Pte. N° 001 N° 122-1527016, Huancaayo  
 Telef. 96846689 / 965595584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
21-04-21	28-04-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 8 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** 'EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE'

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1,80 m.      Altitud (Cota) : 3.323,00 m.s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8054685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 8 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	No		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	13,70	14,60	11,80	12,30
(F) Altura arena	---	pulg	1,70	2,00	2,10	2,00
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	12,4%	13,7%	17,8%	15,5%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	14,9%			

Este informe de resultados solo afecta a las muestras o elementos sometidos a ensayo y no cubre reproducción total o parcial por medio del laboratorio

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204452      RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



**Anexo 2.7: suelo con 7 % de cemento almacenados menos de 12 semanas**



H. Angel Fernández Quirós N° 2809 Int. 204 Urb. El G. Lima  
 Pje. Mules N° 122-1520268, Huancayo  
 Telf: 964045688 / 965505084  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN TESIS:

"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1,80 m Altud (Cota) : 3,323,00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 483781 N 6654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	41.00 g	2.6%	97.4%
N° 20	0.85 mm	36.00 g	4.9%	95.1%
N° 40	0.43 mm	25.00 g	6.5%	93.5%
N° 60	0.25 mm	20.00 g	7.7%	92.3%
N° 100	0.15 mm	16.00 g	8.7%	91.3%
N° 200	0.08 mm	10.00 g	9.4%	90.6%
PASA		1430.00 g	100.0%	0.0%
		1578.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>1+2</sub>	(g)	300.50
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3+4</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.94
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especimen -

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-4 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Areña	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	9.40%
Finos	[ φ < N° 200 ]	90.60%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Paleontología

Civil JORGE R. RAMÍREZ OLIVERA RUC: 20601685524  
 C.I.P. N° 204392 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2016/DSD



In: Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elv. Liria  
 Pje. N° 122-35-1 (Niza, Miraflores)  
 Telef. 96404668 / 965505084  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

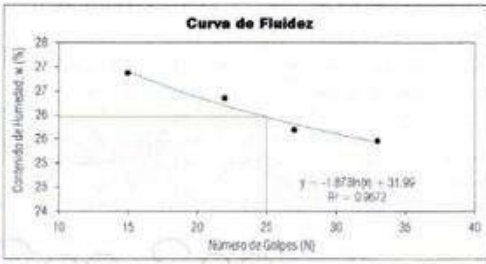
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m.      Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E.483781 N.8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Niv.					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		15	22	27	33
Recipiente N°	—		N° 15	N° 05	N° 06	N° 07
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	23.57	23.27	24.47	22.77
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	47.99	49.02	49.03	48.59
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>200</sub>	(g)	42.76	43.65	44.01	43.35
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	19.09	20.38	19.54	20.58
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	5.13	5.37	5.02	5.24
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	26.87	26.38	25.69	25.46



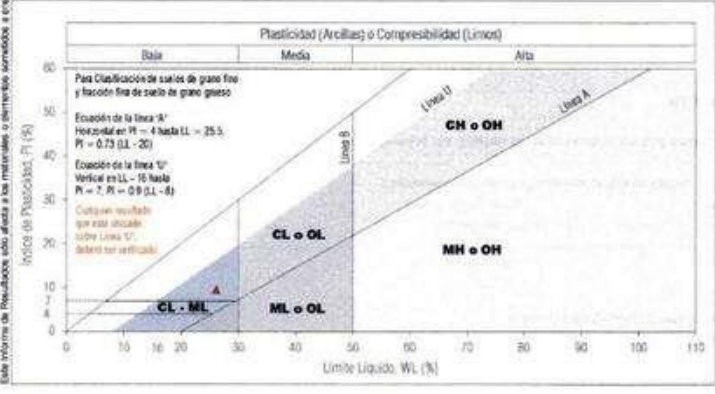
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Niv.					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	—		N° 31	N° 32	N° 33	N° 34
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	23.95	24.35	24.25	24.05
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	34.98	35.77	35.29	35.70
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>200</sub>	(g)	33.35	34.18	33.71	34.04
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	9.50	9.83	9.46	9.98
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.61	1.59	1.58	1.66
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	16.29	16.17	16.70	16.63

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 26.1%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	: 16.6%	Plasticity Index (PI)	: 9.5%
---------------------------------	---------	----------------------------------	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL    AASHTO (ASTM D3282-15) : A-4 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A'    Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4-21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tsc. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geológica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. BAYUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204330

RUC: 2060168524  
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004568-2018/DSO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

<b>SOLICITANTE:</b>	<b>TEMA:</b>
BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN	"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

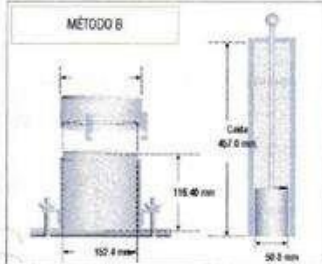
<b>UBICACION DEL PROYECTO:</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS:</b>
UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-10

<b>TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b>	Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m. Simbolo del Suelo: CL Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.	Altitud (Cota): 3,323.00 m.s.n.m. Coordenadas UTM: E: 483781 N: 8654885 Gravedad Especifica: 2.65
--------------------------------------	--	---

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

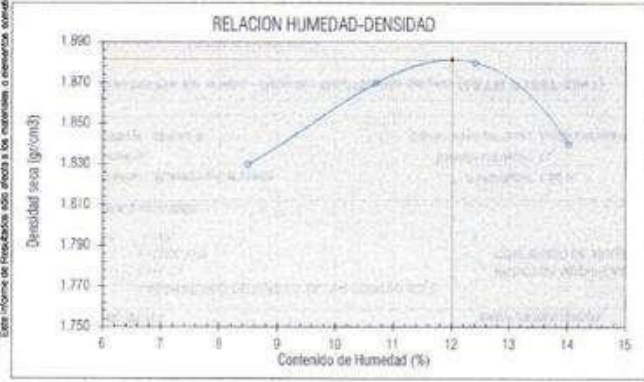
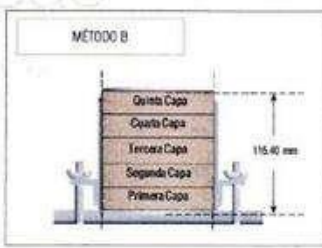
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M <sub>húe</sub>	(g)	5997.00	6074.00	6113.00	6068.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	(g)	1855.00	1932.00	1971.00	1926.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	1.990	2.070	2.110	2.070



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	—		N° 19	N° 20	N° 21	N° 22
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	58.78	60.03	57.42	60.93
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>húe</sub>	(g)	354.68	374.93	364.90	388.48
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>se</sub>	(g)	331.50	344.43	330.85	348.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	272.72	284.37	273.43	287.25
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	22.18	30.43	35.98	40.30
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	8.50	10.70	12.42	14.03
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.630	1.870	1.880	1.840



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.881

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.02



**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

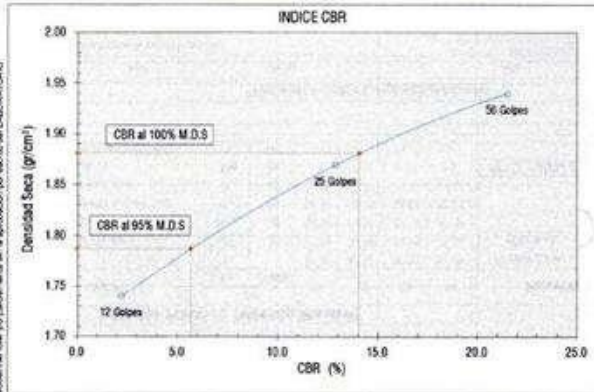
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
DISTRITO : CHILCA  
PROVINCIA : HUANCAYO  
DEPARTAMENTO : JUNIN

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
Modalidad: Muestreo por el cliente  
Profundidad: 1.80 m  
Simbolo del Suelo: CL  
Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**TESIS:**  
"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**



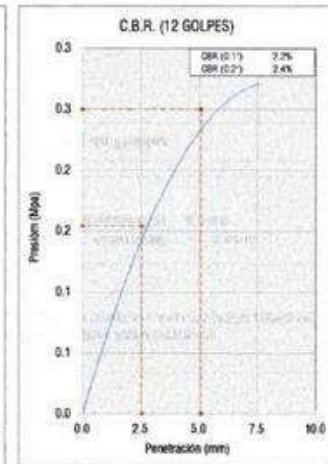
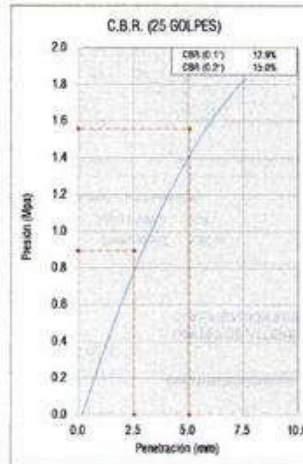
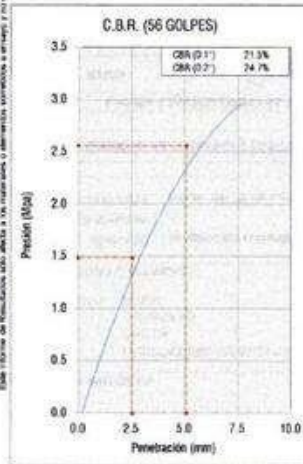
**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
Método de Compactación : Método C  
Máxima Densidad Seca (Gr/cm<sup>3</sup>) : 1.881  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.017  
95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm<sup>3</sup>) : 1.787

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 14.07%  
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.67%

Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o subrasantes sometidos a ensayos y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.P.  
Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004388-2018/DSD





Av. Angel Fernández Quiroz N° 2009 H. 101 Urb. Elgo, Lima  
 P.O. Box N° 122-15 El Chino, Huancaayo  
 Telef. 96326684 / 965505344  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-01	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m.      Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8654685

Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a.m.	02:30 p.m.	02:32 p.m.	02:34 p.m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a.m.	02:40 p.m.	02:42 p.m.	02:44 p.m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a.m.	02:41 p.m.	02:43 p.m.	02:45 p.m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 23min ± 15s ]	min	12:00 a.m.	03:01 p.m.	03:03 p.m.	03:05 p.m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	14.70	11.50	11.70	12.50
(F) Altura arena	---	pulg	2.10	1.60	1.80	2.30
(G) Equivalente de arena	[ E - F ] x 100	%	14.3%	12.8%	15.4%	16.5%
(H) Promedio equivalente de arena	SA	(%)	15.0%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geotecnia  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. FERNÁNDEZ OLIVERA  
 C.T.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

Este informe de resultados sólo informa a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO.



P. Angel Fernández Gutiérrez N° 2809 W. 104 Urb. EIG, Lima  
 P.N. Nules N° 122-15712164, Huancayo  
 Telf: 36404668 / 955505344  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-02	Añición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1,80 m  
**Altud (Cota):** 3,323.00 m s.n.m.  
**Napa freática:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E 483781 N 8054685  
**Identificación de muestra:** Añición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas.

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	46.00 g	2.9%	97.1%
N° 20	0.85 mm	31.00 g	4.9%	95.1%
N° 40	0.43 mm	26.00 g	6.6%	93.4%
N° 60	0.25 mm	22.00 g	8.0%	92.0%
N° 100	0.15 mm	13.00 g	8.8%	91.2%
N° 200	0.08 mm	8.00 g	9.3%	90.7%
PASA		1426.00 g	100.0%	0.0%
		1572.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>hc</sub>	(g)	300.59
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.19
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	W	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total.  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 - Masa mínima recomendada - espécimen =

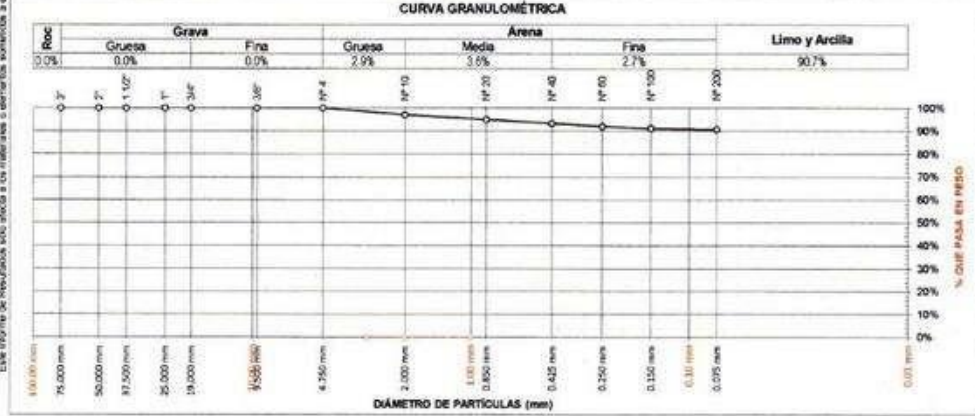
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-4 (S)  
 Arcilla de baja plasticidad

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	9.30%
Finos	[φ < N° 200]	90.70%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnía Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos  
 Ing. Cnel. Julio P. BARRERO OLIVERA  
 C.I.T. N° 204262 RUC: 20601685524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004508-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Guardia N° 2859 Int. 104 Urb. Elito, Lima  
 P.O. Box N° 122-51-2 Chilca, Huancayo  
 Telf: 964048682 / 915509284  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

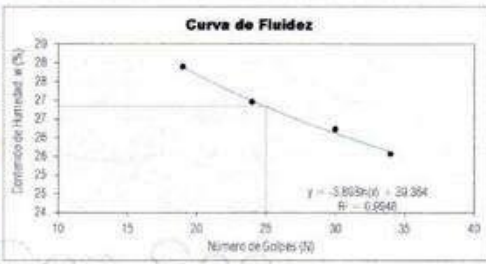
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1.80 m  
**Altitud (Cota):** 3,323.00 m s.n.m.  
**Napa freática:** N.P.  
**Coordenadas UTM:** E.483781 N.8654685  
**Identificación de muestra:** Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		10	24	30	34
Recipiente N°	---		N° 18	N° 12	N° 13	N° 14
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	27.74	22.34	23.54	21.84
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>us</sub>	(g)	45.89	47.02	47.03	45.59
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	40.84	41.78	42.15	41.55
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	13.10	19.44	18.61	19.71
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	5.63	5.24	4.88	5.04
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	27.03	26.93	26.23	25.57



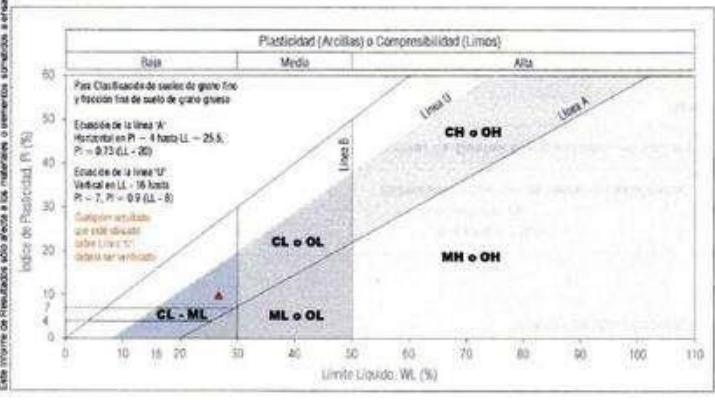
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---		N° 18	N° 20	N° 21	N° 22
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	23.75	24.25	24.15	23.96
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>us</sub>	(g)	33.80	34.70	34.22	34.63
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	32.43	33.23	32.76	33.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	8.68	8.98	8.61	9.04
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.46	1.47	1.45	1.54
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	16.82	16.37	16.96	16.87

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL, w <sub>L</sub> )	: 26.7%	Plastic Limit (PL, w <sub>p</sub> )	: 16.8%	Plasticity Index (PI)	: 9.9%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-1 (B)  
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A': Gráfico A.

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Baja M. Das (9th. Edition)  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Civil  
 Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352 RUC: 2060188524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD





Av. Angé Fernández Galvez N° 2809 Inc. 126 Urb. Elia, Lima  
 P.O. Box N° 177-11 Chila, Huancayo  
 Telef. 84066882 / 95310554  
 Correo: silvergeotec@outlook.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

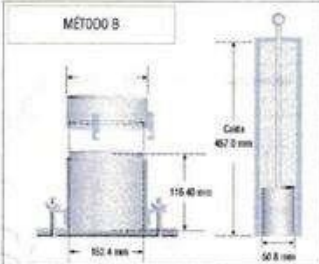
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Profundidad: 1.80 m  
 Símbolo del Suelo: C1  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.  
 Altitud (Cota): 3,323.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 453781 N 8854885  
 Gravedad Específica: 2.68  
 Procedimiento Utilizado: Método B

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

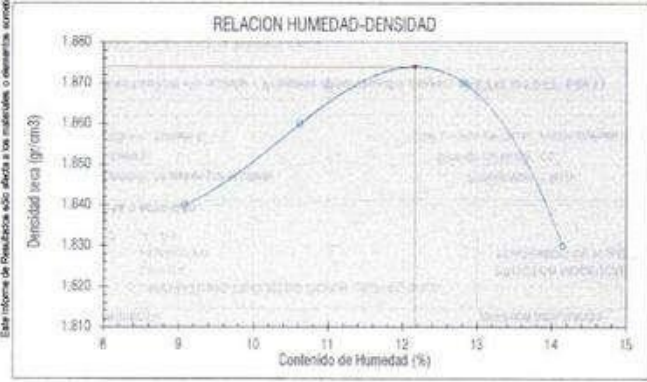
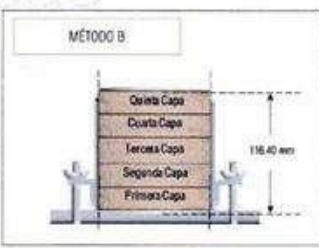
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>hc</sub>	(g)	6217.00	6061.00	6111.00	6091.00
(B) Peso del Molde	M <sub>pc</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1975.00	1919.00	1969.00	1949.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	2.119	2.060	2.110	2.090



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 51	N° 52	N° 53	N° 54
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	53.65	54.90	52.29	53.80
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	358.56	418.71	408.68	432.36
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	369.85	383.75	368.15	385.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	216.20	228.85	215.86	228.88
(E) Masa al Mojar (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	28.71	34.96	40.53	46.68
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.98	10.41	12.80	14.15
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.840	1.882	1.870	1.830



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.874  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.17

**OBSERVACIONES:**

Realizado: *Fec. Roy S.R.*  
 Revisado: *Ing. Johnny R. O.*

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos

*Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA*  
 C.I.P. N° 203352

RUC: 20601685524 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004528-2018/DSD



Dr. Angel Hernández Galvez N° 2829 Int. 104 Urb. Elia, Lima  
 P.O. Box N° 112-131 Chirca, Huancayo  
 Telf: 94409443 / 95355584  
 Correo: silvergeotec@comcast.net

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

SOLICITANTE: **BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN** TESIS: **"EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"**

UBICACION DEL PROYECTO: **ENSAYOS REALIZADOS:**

UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

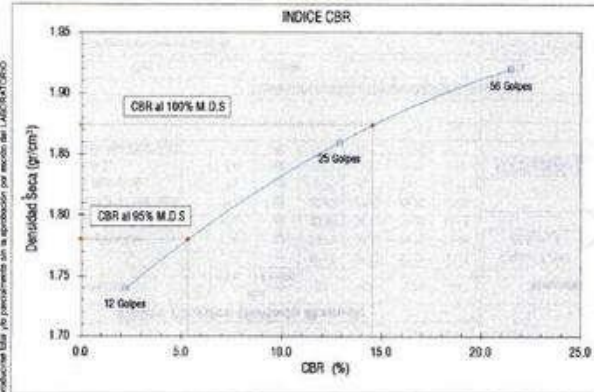
ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1,80 m. Altitud (Cota) : 3,323.00 m.s.n.m.  
 Simbolo del Suelo: CL Coordinadas UTM : E: 483781 N: 8854685  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

Este informe de Resultados solo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total, ni parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO.

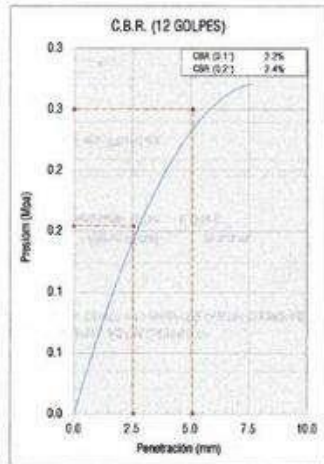
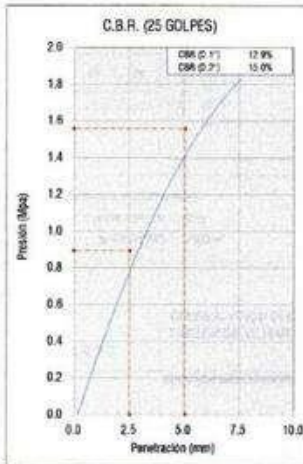
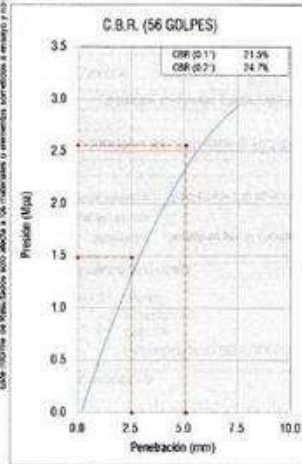


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.874  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.170  
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.780

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 14.53%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.33%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Gerencia General  
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos  
 Cnel. J. P. R. S. R. OLIVERA  
 C.A.P. N° 004598-2018/DSD

RUC: 20601885624  
 [Pág. 04]





Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 P.O. Box N° 122-1520606, Huancayo  
 Telef. 96461688 / 965501584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-02	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

SOLICITANTE: BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN

TESIS: "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m      Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E. 483781 N. 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a.m.	02:30 p.m.	02:32 p.m.	02:34 p.m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min = 1min ]	min	12:00 a.m.	02:40 p.m.	02:42 p.m.	02:44 p.m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a.m.	02:41 p.m.	02:43 p.m.	02:45 p.m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min = 15s ]	min	12:00 a.m.	03:01 p.m.	03:03 p.m.	03:05 p.m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	12.90	13.70	14.60	13.20
(F) Altura arena	---	pulg	1.70	2.10	2.40	1.70
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	13.2%	15.5%	16.4%	12.0%
(H) Promedio equivalente de arena	SA	(%)	14.5%			

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R.O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos  
 Cívico Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204362

RUC. 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004589-2018/DSD

Este informe de resultados solo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO



R. Ángel Fernández Quiroz N° 2805 Hs. 104 Urb. EDO, Lima  
 Pse. Nubia N° 122-15 212966, Huancayo  
 Telef. 964346818 / 953505584  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.80 m Altitud (Cota): 3.323 00 m s.n.m.  
 Napa freática: N.P. Coordenadas UTM: E. 483781 N. 8654685  
 Identificación de muestra: Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas

**Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17**

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	46.00 g	2.9%	97.1%
N° 20	0.85 mm	37.00 g	5.2%	94.8%
N° 40	0.43 mm	32.00 g	7.2%	92.8%
N° 60	0.25 mm	25.00 g	8.8%	91.2%
N° 100	0.15 mm	15.00 g	9.7%	90.3%
N° 200	0.08 mm	9.00 g	10.3%	89.7%
PASA		1452.00 g	100.0%	0.0%
		1596.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según ASTM D2216-19**

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 12
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	50.94
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>1+2</sub>	(g)	300.59
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3+4</sub>	(g)	283.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	232.56
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	17.10
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamaño máximo partícula 1/2 que pasa  
 - Masa mínima recomendada - espécimen =

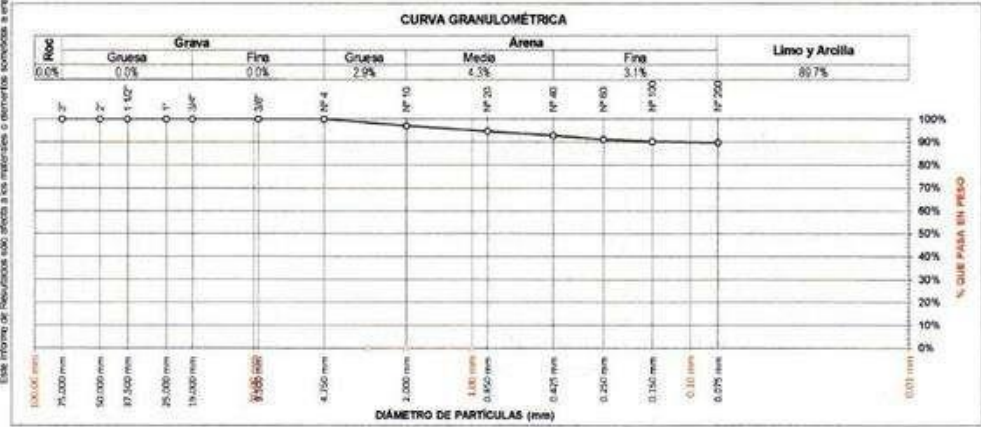
**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17): CL AASHTO (ASTM D3282-15): A-5 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Areia	[N° 200 < φ < N° 4]	10.30%
Finos	[φ < N° 200]	89.70%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)**

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S. R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.  
 SILVER GEOTEC S.A.C. Geotecnia Geofísica Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA C.I.P. N° 204352  
 RUC: 20601685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2609 Int. 104 Urb. Elito, Lima  
 P.O. Box N° 123-151 Chicla, Huancayo  
 Telef. 946046689 / 915001084  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

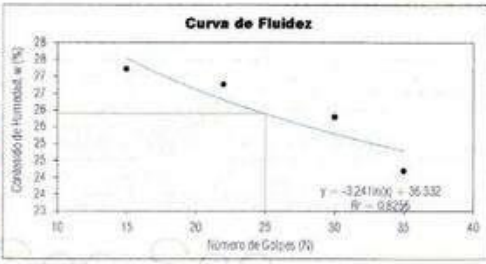
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17\*  
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Muestreo por el cliente  
**Profundidad:** 1,80 m.  
**Napa freática:** N.P.  
**Altud (Cota):** 3.323 00 m s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E:483761 N:8654685  
**Identificación de muestra:** Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas.

**Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	Golpes	15	22	30	35
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 38	N° 39	N° 40
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.75	23.35	23.65	21.88
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cuH</sub>	(g)	52.15	53.25	53.59	52.85
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cuS</sub>	(g)	43.66	46.75	47.19	46.81
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	20.11	24.40	23.64	24.96
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	6.29	6.33	6.10	6.04
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	27.22	26.75	25.80	24.35



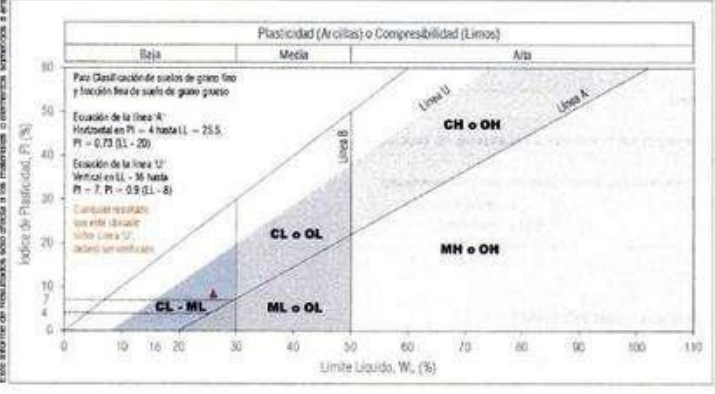
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 36	N° 37	N° 38	N° 39
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.78	22.29	22.19	21.99
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cuH</sub>	(g)	38.78	37.59	37.11	37.52
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cuS</sub>	(g)	34.52	35.35	34.88	35.21
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	12.74	13.07	12.70	13.22
(E) Mass of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	3.26	3.24	2.23	2.31
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	17.74	17.14	17.56	17.47

**Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17\*)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 26.0%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	: 17.5%	Plasticity Index (PI)	: 8.5%
---------------------------------	---------	----------------------------------	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (7)  
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
  - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
  - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
  - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
  - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Sitio A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - (Braji M. Das) 9th Edition  
**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Certificada  
 Laboratorio de Suelos Geotécnico Permeable

Ing. Civil Johnny R. RAMALLO OLIVERA  
 C.T.P. N° 204352

RUC: 20601665524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD



**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COO. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH, KENYO GUTIERREZ BALBIN

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACION DEL PROYECTO:** ENSAYOS REALIZADOS:

**UBICACION:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNIN

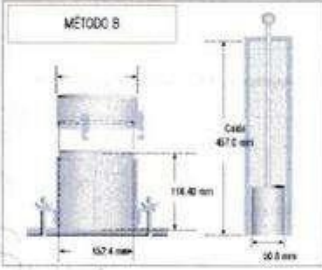
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:** PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19

Modelad: Muestreo por el cliente      Profundidad: 1.80 m.  
 Simbolo del Suelo: CL      Arbol (Cota): 3,323.00 m.s.n.m.  
 Procedimiento Utilizado: Método B      Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.      Coordenadas UTM: E.483781 N.8654885  
 Gravedad Especifica: 2.66

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

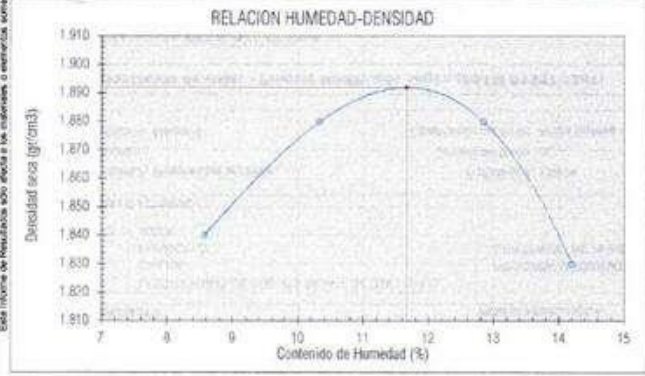
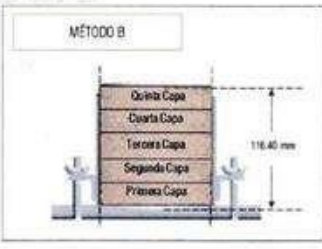
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>hue</sub>	(g)	6035.00	6060.00	6119.00	6090.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1893.00	1918.00	1977.00	1948.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	gr/cm <sup>3</sup>	2.030	2.070	2.130	2.090



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 215	N° 216	N° 217	N° 218
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	57.81	58.06	56.45	59.96
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>hue</sub>	(g)	307.89	348.04	338.01	361.69
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sec</sub>	(g)	306.56	320.95	305.95	324.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	248.75	262.89	249.50	264.22
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	21.33	27.09	32.06	37.51
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	8.57	10.34	12.85	14.20
(G) Densidad Seca		gr/cm <sup>3</sup>	1.845	1.980	1.980	1.832



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.892  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.87

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Ing. Rey S.R.  
 Revisado: Ing. Jobey R.D.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Análisis, Cosecha y Pastoreo

Ing. Civil Jobey R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204487

RUC: 20601685524  
 [Pag. 03]



H. Ángel Hernández Cuervo N° 2909 Int. 104 Urb. Elba, Lima  
 Pje. 8a/ta N° 123-152 Chica, Huancayo  
 Telf: 96404688 / 955509581  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ SALBIN

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

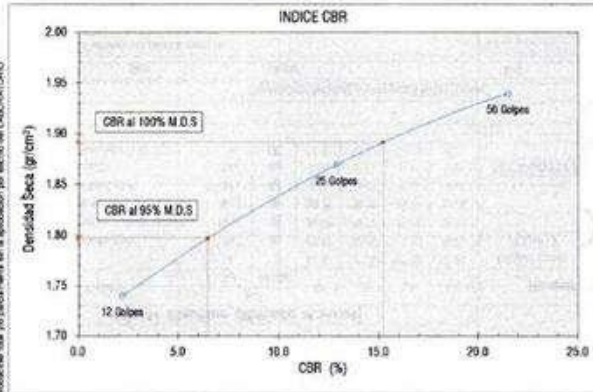
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestra por el cliente  
 Profundidad: 1.50 m  
 Simbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad  
 Altitud (Cota) : 3.323.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E.465781 N.8854685

**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**ENSAYOS REALIZADOS:** ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16**

Este informe de resultados sólo aplica a los materiales o subrasantes sometidos a ensayos y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

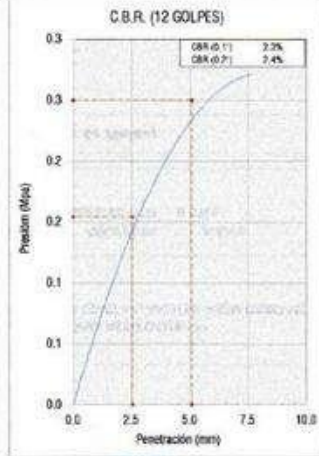
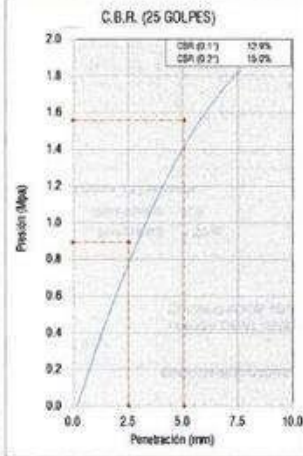
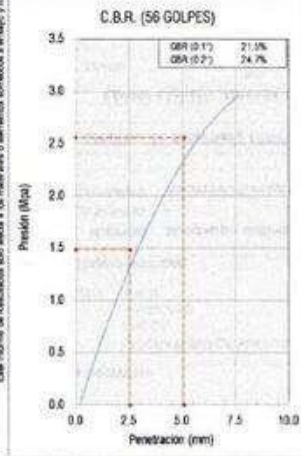


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : ASTM D1557  
 Método de Compactación : Método C  
 Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.892  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.673  
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.797

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 15.23%  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 6.46%



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DIGD



Civil Johnny R. OLIVERA: 2060168524  
 C.R. N° 204352 [Pág. 04]





V. Angel Fernández Cuervo N° 2009 no. 104 Urb. El Bosque  
 Pje. Nules N° 122 15217-10a, Huancayo  
 Telef. 064046688 795500594  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
17-05-21	24-05-21	M-03	Adición 7% Cemento menor a 12 semanas.

**SOLICITANTE:** BACH. KENYO GUTIERREZ BALBIN  
**TESIS:** "EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA SUBRASANTE"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Muestreo por el cliente      Profundidad : 1.80 m      Altitud (Cota) : 3,323.00 m s.n.m.  
 Napa freática : N.P.      Coordenadas UTM : E 483761 N 8654685  
 Identificación de muestra : Adición del 7% de cemento con un tiempo menor a 12 semanas.

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419**

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:50 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[ A + 10min ± 1min ]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[ C + 20min ± 15s ]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	14.60	15.00	13.80	13.60
(F) Altura arena	---	pulg	2.33	2.10	2.40	1.80
(G) Equivalente de arena	[ E + F ] x 100	%	15.8%	14.0%	17.4%	13.2%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	15.1%			

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Johnny R. OLIVERA  
 CNE N° 204382      REG. 20601685524  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Anexo 3: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio**

**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 003 - 2021**

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Equipo de medición</p> <p>    Capacidad Máxima</p> <p>    División de escala (d)</p> <p>    Div. de verificación (e)</p> <p>    Clase de exactitud</p> <p>    Marca</p> <p>    Modelo</p> <p>    Número de Serie</p> <p>    Capacidad mínima</p> <p>    Procedencia</p> <p>    Identificación</p> <p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>17046</p> <p>SILVER GEOTEC S.A.C.</p> <p>Pj. Nuñez N° 122 Chilca - Huancayo - JUNIN</p> <p><b>BALANZA ELECTRÓNICA</b></p> <p>30000 g</p> <p>1 g</p> <p>10 g</p> <p>III</p> <p>OHAUS</p> <p>R31P30</p> <p>8336130194</p> <p>20 g</p> <p>U.S.A.</p> <p>NO INDICA</p> <p>2021-12-12</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
---	---	---

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2021-12-12

JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.  
 Av. San Diego de Alcalá M.F.1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU  
 Telf: (511) 540-0642  
 Cel.: (511) 971 430 272 / 971 439 242  
 RPM: 9649271 / 9671439282 / 9642633442

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)  
 WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 003 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Masa de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipoí, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	27,0 °C
Humedad Relativa	67 %	68 %



**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 150033005	PESAS (Clase de Exactitud F1)	INACAL LM-C-535-2015
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-317-2016 / LM- 491-2015	PESAS (Clase de Exactitud M1)	METROIL M-0774-2016
PESAS (Clase de exactitud F2) DM-INACAL LM-414-2016		
PESAS (Clase de exactitud E2) DM / INACAL LM-667-2015	PESA (Clase de Exactitud M1)	INACAL LM-189-2016
PESAS (Clase de exactitud M1) DM- INACAL LM-133-2016	PESAS (Clase de Exactitud M2)	TOTAL WEIGHT CM-0812-2016

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 340-0642

Cel.: (51) 971 439 272 / 971 439 282

RPM: 949272 / 0971439282 / 0942635342

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)

[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)

WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)



# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 003 - 2021

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 5 de 4

#### 11. Resultados de Medición

##### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

##### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 15 000 g			Carga L2 = 30 000 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-2,1	
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	-2,0	
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	-2,0	
Diferencia Máxima			0,1	Diferencia Máxima			0,1
Error Máximo Permisible			± 20,0	Error Máximo Permisible			± 30,0



##### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>			Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
		I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10 g	10	0,5	0,0	10 000	10 001	0,8	0,7	0,7
2		10	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7
3		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
5		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				± 20,0

Metrología & Técnicas S.A.C.  
 Av. San Diego de Alcalá N° 11 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU  
 Tel: (51) 340-0642  
 Cel: (51) 971 439 272 / 971 439 282  
 RPM: \*640772 / 071439282 / 0942633342

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)  
 WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 003 - 2021**

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	Final
	27,0 °C	27,0 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. <sup>**</sup> (±g)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10	0,5	0,0						
20	20	0,5	0,0	0,0	20	0,5	0,0	0,0	10,0
100	100	0,5	0,0	0,0	100	0,6	-0,1	-0,1	10,0
500	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10,0
1 000	1 000	0,6	-0,1	-0,1	1 000	0,5	0,0	0,0	10,0
5 000	5 000	0,5	0,0	0,0	5 000	0,5	0,0	0,0	20,0
10 000	10 000	0,5	0,0	0,0	10 000	0,5	0,0	0,0	20,0
15 000	15 001	0,7	0,8	0,8	15 000	0,5	0,0	0,0	20,0
20 000	20 001	0,8	0,7	0,7	20 000	0,6	-0,1	-0,1	30,0
25 002	25 001	0,7	-1,2	-1,2	25 000	0,6	-2,1	-2,1	30,0
30 002	30 000	0,6	-2,1	-2,1	30 000	0,6	-2,1	-2,1	30,0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0,24 \text{ g}^2 + 0,0000000024 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,000011 \text{ R}$



**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Accurados y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 002 - 2021

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	17046
2. Solicitante	SILVER GEOTEC S.A.C.
3. Dirección	Pj. Núñez N° 122 Chilca - Huancayo - JUNIN.
4. Equipo	HORNO
Alicance Máximo	300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-1A
Número de Serie	16635
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alicance	-100 °C a 300 °C	-100 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-12-12

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2021-12-13

JUAN C. GUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.  
 Av. San Diego de Alcalá N° 11 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
 Tel.: (011) 240-6842  
 Cel.: (011) 971 439 272 / 971 439 282  
 RPN: \*649272 / 0271439262 - 8642625342

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)  
 WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 002 - 2021

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

#### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

#### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
 Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipol, San Martín de Porres - Lima

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 587 - 2016	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 10 CANALES	METROLOGÍA & TÉCNICAS SAC MT - LT - 369 - 2016

#### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Metrología & Técnicas S.A.C.  
 Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU  
 Tlf: (51) 540-0642  
 Cel.: (51) 971 439-272 / 971 439-262  
 RPN: \*849112 / 8971439262 / 9942615142

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)  
 BCP: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)



**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LT - 002 - 2021**

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

**11. Resultados de Medición**

Temperatura ambiental promedio 24,2 °C  
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 1 hora  
 El controlador se seteo en 110 °C

**PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C**

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> -T <sub>min</sub> (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	109,9	111,3	110,5	109,4	108,8	108,8	112,5	113,6	112,3	113,6	115,4	111,6	6,6
02	110,0	111,4	110,5	109,4	108,8	108,8	112,5	113,7	112,4	113,7	115,4	111,7	6,6
04	110,0	111,4	110,5	109,4	108,8	108,8	112,5	113,7	112,4	113,7	115,4	111,7	6,6
06	110,1	111,5	110,6	109,3	108,8	108,8	112,5	113,7	112,4	113,6	115,4	111,7	6,6
08	110,1	111,5	110,6	109,4	108,8	108,7	112,5	113,7	112,5	113,7	115,4	111,7	6,7
10	110,2	111,6	110,7	109,5	108,9	108,8	112,5	113,8	112,5	113,7	115,4	111,7	6,6
12	110,1	111,5	110,7	109,5	108,9	108,8	112,6	113,7	112,5	113,6	115,4	111,7	6,6
14	110,0	111,4	110,5	109,6	108,9	108,8	112,5	113,6	112,4	113,5	115,5	111,7	6,7
16	109,8	111,3	110,3	109,4	108,9	108,7	112,4	113,4	112,4	113,4	115,4	111,6	6,7
18	109,9	111,4	110,4	109,5	108,9	108,6	112,5	113,5	112,3	113,5	115,4	111,6	6,8
20	109,9	111,4	110,5	109,5	108,9	108,5	112,5	113,4	112,4	113,4	115,4	111,6	6,9
22	110,0	111,5	110,6	109,6	109,0	108,6	112,5	113,4	112,4	113,5	115,2	111,6	6,6
24	110,0	111,5	110,6	109,6	109,0	108,6	112,5	113,4	112,4	113,5	115,3	111,6	6,7
26	110,0	111,4	110,5	109,6	109,0	108,6	112,5	113,5	112,5	113,5	115,3	111,6	6,7
28	110,0	111,5	110,5	109,5	108,9	108,8	112,4	113,4	112,6	113,5	115,4	111,7	6,6
30	110,1	111,4	110,5	109,6	108,9	108,8	112,4	113,4	112,6	113,5	115,5	111,7	6,7
32	110,2	111,5	110,5	109,5	108,9	108,8	112,4	113,4	112,6	113,5	115,6	111,7	6,8
34	110,1	111,4	110,5	109,5	108,9	108,7	112,5	113,5	112,5	113,4	115,6	111,7	6,9
36	110,0	111,3	110,4	109,6	108,9	108,7	112,5	113,4	112,5	113,5	115,5	111,6	6,8
38	110,0	111,2	110,5	109,7	108,9	108,8	112,5	113,5	112,4	113,5	115,4	111,6	6,6
40	110,1	111,4	110,6	109,8	108,8	108,8	112,5	113,5	112,4	113,6	115,6	111,7	6,8
42	110,1	111,4	110,6	109,8	108,8	108,8	112,5	113,5	112,4	113,6	115,6	111,7	6,8
44	110,0	111,5	110,6	109,8	108,8	108,8	112,5	113,4	112,4	113,7	115,4	111,7	6,6
46	110,0	111,4	110,6	109,8	108,8	108,9	112,5	113,6	112,3	113,6	115,5	111,7	6,7
48	110,1	111,5	110,7	109,7	108,9	108,9	112,5	113,7	112,4	113,7	115,3	111,7	6,4
50	109,9	111,4	110,6	109,6	108,9	108,9	112,5	113,6	112,4	113,5	115,2	111,7	6,3
52	109,9	111,4	110,6	109,6	108,8	109,0	112,5	113,5	112,3	113,6	115,2	111,7	6,4
54	109,9	111,3	110,5	109,5	108,8	109,0	112,5	113,5	112,4	113,5	115,4	111,6	6,6
56	110,0	111,4	110,6	109,7	108,8	108,9	112,6	113,5	112,4	113,5	115,4	111,7	6,6
58	110,0	111,4	110,6	109,7	108,8	108,9	112,6	113,5	112,4	113,5	115,4	111,7	6,6
60	110,0	111,4	110,5	109,6	108,7	108,9	112,6	113,5	112,4	113,5	115,4	111,7	6,7
<b>T.PROM</b>	110,0	111,4	110,5	109,6	108,9	108,8	112,5	113,5	112,4	113,6	115,4	111,7	
<b>T.MAX</b>	110,2	111,6	110,7	109,8	109,0	109,0	112,6	113,6	112,6	113,7	115,6	111,7	115,6
<b>T.MIN</b>	109,8	111,2	110,3	109,3	108,7	108,5	112,4	113,4	112,3	113,4	115,2	111,6	115,2
<b>DTT</b>	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	111,7	115,6

Metrología & Técnicas S.A.C.  
 Av. San Diego de Alcalá 36, Fl. Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU  
 Tel: (511) 340-0642  
 Cel: (511) 971 439 177 / 971 439 282  
 RPM: 9645272 / 9671439282 - 4942633342

email: [metrologia@metrotec.com](mailto:metrologia@metrotec.com)  
[ventas@metrotec.com](mailto:ventas@metrotec.com)  
 WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LT - 002 - 2021**

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115,6	0,6
Mínima Temperatura Medida	108,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,6	0,4
Estabilidad Medida ( ± )	0,3	0,04
Uniformidad Medida	6,9	0,5

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX : Temperatura máxima.
- T.MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

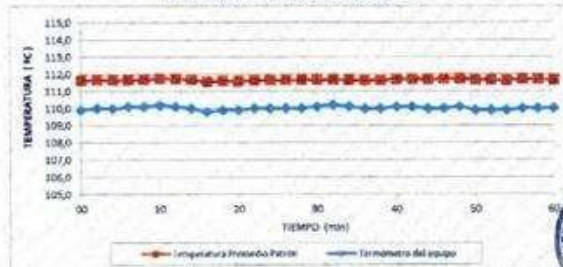
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO  
 TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



Metrología & Técnicas S.A.C.  
 Av. San Diego de Acuña 8077 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU  
 Tel: (51) 540-9642  
 Cel: (51) 971 439 272 / 971 439 282  
 RPA: 9649272 / 971 439 282 / 994263342

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)  
 WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 7 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

**INFORME DE VERIFICACIÓN  
 MT - IV -026 - 2021**

Área de Metrología  
 Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

**11. Resultados**

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
50,67	150,15	124,50



DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53,95	1,99	47,67

Fin del Documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 013-2021 PLF**

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-09-11

**1. SOLICITANTE** : SILVER GEOTEC S.A.C.

**DIRECCIÓN** : P.J. NÚÑEZ NRO. 122 JUNIN - HUANCAYO - CHILCA

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR

**FABRICANTE** : PINZUAR LTDA

**MODELO** : PS - 25

**NÚMERO DE SERIE** : 299

**IDENTIFICACIÓN** : NO INDICA

**CARGA MÁXIMA (N)** : 50 kN

**UBICACIÓN** : NO INDICA

**FECHA DE CALIBRACIÓN** : 2021-09-11

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

La calibración de la carga aplicada se realiza mediante comparación directa entre una célula de carga patrón y la célula de carga del instrumento.

  
 Harold Jackson Orihuela Chipaña  
 Responsable del Laboratorio de Metrología

  
 Elvis Quinte Huiza  
 Técnico del Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú  
[peru.laboratorio@pinzuar.com.pe](mailto:peru.laboratorio@pinzuar.com.pe) | [peru.comercial@pinzuar.com.pe](mailto:peru.comercial@pinzuar.com.pe) | [www.pinzuar.com.pe](http://www.pinzuar.com.pe)



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013-2021 PLF

Página 2 de 2

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 Laboratorio de PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ  
 Calle Ricardo Palma 998 Urb. San Joaquín Bellavista - Callao

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final	
Temperatura	19,5	19,5	°C
H. R.	68,0	68,0	%

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de PINZUAR LTDA.	Celda de Carga	No. 0569

**7. OBSERVACIONES**

Se adjunta en el presente certificado, una etiqueta que indica CALIBRADO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú  
[peru.laboratorio@pinzuar.com.co](mailto:peru.laboratorio@pinzuar.com.co) | [peru.comercial@pinzuar.com.co](mailto:peru.comercial@pinzuar.com.co) | [www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013-2021 PLF**

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Página 3 de 3

CALIBRACIÓN DE LA CARGA APLICADA

Indicación Máquina (kN)	Promedio Mediciones (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
5,0	4,97	-0,03	0,01
10,0	9,97	-0,03	0,01
15,0	14,97	-0,03	0,01
20,0	19,97	-0,03	0,01
25,0	24,96	-0,04	0,01
30,0	29,97	-0,03	0,01
35,0	34,96	-0,04	0,01
40,0	39,97	-0,03	0,01
45,0	44,96	-0,04	0,01
50,0	49,98	-0,02	0,01

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú  
[peru.laboratorio@pinzuar.com.co](mailto:peru.laboratorio@pinzuar.com.co) | [peru.comercial@pinzuar.com.co](mailto:peru.comercial@pinzuar.com.co) | [www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)



## **Anexo 4: panel fotográfico**



Fotografía 1. Excavación de las calicatas para la obtención de muestras.



Fotografía 2. Verificación de las profundidades para la extracción de las muestras de suelo.



Fotografía 3. Recolección de las muestras de suelo.



Fotografía 4. Vista de las muestras recolectadas en campo.



Fotografía 5. Vista de las muestras recolectadas en laboratorio.



Fotografía 6. Cuarteo mecánico de las muestras obtenidas en campo.





Fotografía 7. Cuarteo de la muestra de suelo.



Fotografía 8. Secado en horno de las muestras de suelo.



Fotografía 9. Determinación del contenido de humedad de la muestra.



Fotografía 10. Realización del ensayo de granulometría del suelo.



Fotografía 11. Realización del ensayo de granulometría del suelo.



Fotografía 12. Peso del material fino del suelo.





Fotografía 13. Realización del ensayo de Casagrande para el límite líquido.



Fotografía 14. Realización del ensayo para el límite plástico.



Fotografía 15. Determinación del equivalente de arena de la muestra patrón.



Fotografía 16. Vista del ensayo Proctor.



Fotografía 17. Vista de las muestras listas para ser sumergidas.



Fotografía 18. Vista de las muestras sumergidas en agua.





Fotografía 19. Ejecución del ensayo de CBR.



Fotografía 20. Vista del cemento utilizado en la investigación, el cual tiene diferentes tiempos de almacenamiento.



Fotografía 21. Preparación de las muestras con proporciones de cemento.



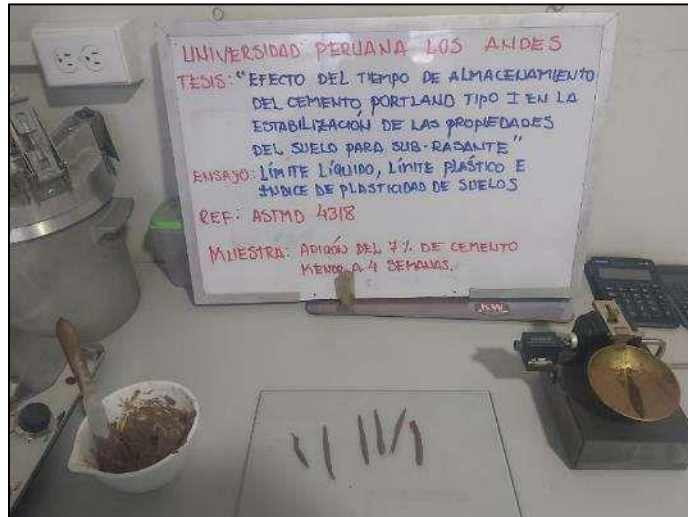
Fotografía 22. Vista del suelo mezclado con cemento.



Fotografía 23. Vista del ensayo de granulometría con la mezcla de suelo-cemento.



Fotografía 24. Vista del procedimiento para pesar las muestras de suelos.



Fotografía 25. Ejecución del límite plástico con material mezclado con cemento.



Fotografía 26. Realizando el ensayo de equivalente de arena de la mezcla de suelo – cemento.



Fotografía 27. Preparación del horno para el secado de las muestras de suelo – cemento.





Fotografía 28. Ensayo del límite líquido con la mezcla de suelo – cemento.



Fotografía 29. Ensayo de compactación de muestras de suelo – cemento.



Fotografía 30. Preparación de las muestras para el ensayo de CBR.



Fotografía 31. Sumergimiento de las muestras de suelo – cemento, para el ensayo CBR.



Fotografía 32. Vista del ensayo de CBR con la mezcla suelo - cemento.



Fotografía 33. Ejecución del ensayo de CBR de las muestras de suelo – cemento.