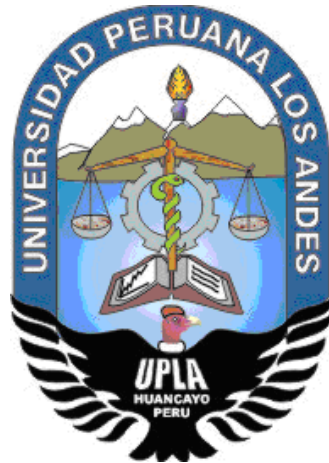


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS
ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO
PAVIMENTADAS**

PRESENTADO POR:

Bach. VILCAS DE LA CRUZ, EVER.

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2022

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil.

Asesor

Dedicatoria

- A mis padres por su apoyo incondicional.
- A mi esposa por ser el pilar en todos los aspectos de mi vida.

Ever Vilcas De la Cruz.

Agradecimientos

- A la Universidad Peruana Los Andes.
- A los docentes de la Facultad de Ingeniería por los consejos brindados para el desarrollo de esta tesis.

Ever Vilcas De la Cruz.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Msc. Julio Cesar Llallico Colca.
Jurado

Ing. Christian Mallaupoma Reyes.
Jurado

Mg. Carlos Enrique Palomino Daviran.
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñalosa.
Secretario docente

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación	20
1.3.1. Práctica	20
1.3.2. Metodológica	20
1.4. Delimitación	20
1.4.1. Espacial	20
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica	21
1.5. Limitaciones	21
1.5.1. Económica	21
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Nacionales	23
2.1.2. Internacionales	26
	vi

2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Ceniza procedente de la fabricación de ladrillos	29
2.2.2. Subrasante	30
2.2.3. Clasificación de suelos según la AASHTO	31
2.2.4. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)	31
2.2.5. Límite líquido	32
2.2.6. Límite plástico	33
2.2.7. Índice de plasticidad	33
2.2.8. Compactación de suelos	34
2.2.9. CBR	35
2.3. Definición de términos	35
2.4. Hipótesis	36
2.4.1. Hipótesis general	36
2.4.2. Hipótesis específicas	36
2.5. Variables	36
2.5.1. Definición conceptual de las variables	36
2.5.2. Definición operacional de las variables	37
2.5.3. Operacionalización de las variables	37
CAPÍTULO III	38
METODOLOGÍA	38
3.1. Método de investigación	38
3.2. Tipo de investigación	38
3.3. Nivel de investigación	38
3.4. Diseño de la investigación	39
3.5. Población y muestra	39
3.5.1. Población	39
3.5.2. Muestra	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.7. Procedimiento de recolección de datos	40
3.8. Técnicas y análisis de datos	41
CAPÍTULO IV	42
RESULTADOS	42

4.1. Estabilización de las propiedades físicas de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo	42
4.1.1. Contenido de humedad	42
4.1.2. Granulometría	44
4.1.3. Límite líquido	45
4.1.4. Límite plástico	46
4.1.5. Índice de plasticidad	48
4.1.6. Equivalente de arena	49
4.2. Estabilización de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo	51
4.2.1. Máxima densidad seca	51
4.2.2. Óptimo contenido de humedad	53
4.2.3. CBR	54
4.3. Contrastación de hipótesis	56
4.3.1. Hipótesis específica “a”	56
4.3.2. Hipótesis específica “b”	63
4.3.3. Hipótesis general	67
CAPÍTULO V	68
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	68
5.1. Estabilización de las propiedades de suelos arcillosos adicionando cenizas de ladrillos	68
5.2. Estabilización de las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo	69
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	77
Anexo N° 01: matriz de consistencia	78
Anexo N° 02: Ensayos de laboratorio	80
Anexo N° 02.01: suelo patrón sin adición de ceniza de ladrillo	81
Anexo N° 02.02: suelo con adición de 10 % de ceniza de ladrillo	100
Anexo N° 02.03: suelo con adición de 20 % de ceniza de ladrillo	119
Anexo N° 02.04: suelo con adición de 30 % de ceniza de ladrillo	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de la subrasante de acuerdo al CBR.	30
Tabla 2. Clasificación de suelos según la AASHTO.	31
Tabla 3. Clasificación de suelos según el SUCS.	32
Tabla 4. Grados de expansión del suelo.	34
Tabla 5. Métodos para realizar el ensayo de Proctor modificado.	34
Tabla 6. Características de la muestra patrón para el cálculo del CBR.	35
Tabla 7. Operacionalización de las variables.	37
Tabla 8. Definición del número de muestras.	39
Tabla 9. Variación de la humedad del suelo con adición de ceniza de ladrillo.	42
Tabla 10. Variación de la granulometría del suelo con adición de ceniza de ladrillo.	44
Tabla 11. Variación del límite líquido del suelo con adición de ceniza de ladrillo.	45
Tabla 12. Valores promedios del límite plástico con diferentes proporciones de ceniza de ladrillo.	47
Tabla 13. Valores promedios del índice de plasticidad con diferentes proporciones de ceniza de ladrillo.	48
Tabla 14. Valores promedios del equivalente de arena con diferentes proporciones de ceniza de ladrillo.	50
Tabla 15. Valores medios de la máxima densidad seca del suelo.	52
Tabla 16. Valores promedios del óptimo contenido de humedad según la cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo.	53
Tabla 17. Valores promedios del CBR al 95 % y 100 %, según la cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo.	55
Tabla 18. ANOVA de un factor para la hipótesis específica "a".	57
Tabla 19. Prueba post hoc de Tukey para la hipótesis específica "a".	59
Tabla 20. Grupos homogéneos según el contenido de humedad.	60
Tabla 21. Grupos homogéneos según el contenido de gravas.	60
Tabla 22. Grupos homogéneos según el contenido de arenas.	61
Tabla 23. Grupos homogéneos según el contenido de finos.	61

Tabla 24. Grupos homogéneos según el límite líquido.	61
Tabla 25. Grupos homogéneos según el límite plástico.	62
Tabla 26. Grupos homogéneos según el índice de plasticidad.	62
Tabla 27. Grupos homogéneos según el equivalente de arena.	62
Tabla 28. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b”.	63
Tabla 29. Prueba post hoc de Tukey para la hipótesis específica “b”.	65
Tabla 30. Grupos homogéneos según la máxima densidad seca.	66
Tabla 31. Grupos homogéneos según el óptimo contenido de humedad.	66
Tabla 32. Grupos homogéneos según el CBR al 95 %.	66
Tabla 33. Grupos homogéneos según el CBR al 100 %.	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de muestreo.	21
Figura 2. Variación de la humedad del suelo con adición de ceniza de ladrillo.	43
Figura 3. Variación porcentual de la humedad del suelo con adición de ceniza de ladrillo.	43
Figura 4. Tendencia de la variación de la granulometría con la adición de ceniza de ladrillo en el suelo.	44
Figura 5. Variación porcentual de la distribución de las partículas en el suelo.	45
Figura 6. Comportamiento del límite líquido al incrementar ceniza de ladrillo en el suelo.	46
Figura 7. Variación porcentual del límite líquido.	46
Figura 8. Comportamiento del límite plástico al incrementar ceniza de ladrillo en el suelo.	47
Figura 9. Variación porcentual del límite plástico respecto al suelo patrón.	48
Figura 10. Comportamiento del índice de plasticidad en el suelo, a medida que se adiciona ceniza de ladrillo.	49
Figura 11. Variación porcentual de comportamiento del índice de plasticidad respecto a al suelo patrón.	49
Figura 12. Comportamiento del equivalente de arena en el suelo, a medida que se adiciona ceniza de ladrillo.	50
Figura 13. Variación porcentual del equivalente de arena respecto al suelo patrón.	51
Figura 14. Tendencia de la máxima densidad seca del suelo.	52
Figura 15. Variación porcentual de la máxima densidad seca, respecto al suelo patrón.	53
Figura 16. Tendencia del óptimo contenido de humedad en el suelo.	54
Figura 17. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad, respecto al suelo patrón.	54
Figura 18. Variación porcentual del CBR al 95 % de la MDS respecto al suelo patrón.	56

Figura 19. Variación porcentual del CBR al 100 % de la MDS respecto al suelo patrón.	56
Figura 20. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad, respecto al suelo patrón.	56

RESUMEN

La presente tesis tuvo como problema general: ¿Cuál es el resultado de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas?, y como objetivo general: Evaluar la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas, mientras que la hipótesis general que se verificó fue: La adición de ceniza de ladrillo estabiliza los suelos arcillosos en vías no pavimentadas, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.

El método general fue el científico y el tipo de investigación fue explicativo con un diseño experimental. La población correspondió al suelo de subrasante de la avenida Próceres entre el canal de irrigación y el pasaje Santa Rosa, en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo del departamento de Junín; mientras que, de acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra correspondió a 360 kg de suelo de subrasante de la Av. Próceres del distrito de Chilca, esto para la ejecución de los ensayos sin y con la adición de ceniza.

Como conclusión general se estableció que, la adición de las cenizas de ladrillo estabiliza los suelos arcillosos en vías no pavimentadas, pues se logra mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo; por lo cual su uso como subrasante es factible; especialmente si la concentración de este material es del 30 %.

Palabras clave: Ceniza de ladrillo, suelo arcilloso, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The general problem of this thesis was: What is the result of the stabilization of clayey soils by adding brick ash in unpaved roads, and the general objective was: To evaluate the stabilization of clayey soils by adding brick ash in unpaved roads: To evaluate the stabilization of clayey soils by adding brick ash in unpaved roads, while the general hypothesis that was verified was: The addition of brick ash stabilizes clayey soils in unpaved roads, improving their physical and mechanical properties.

The general method was scientific and the type of research was explanatory with an experimental design. The population corresponded to the subgrade soil of the Próceres Avenue between the irrigation channel and the Santa Rosa passage, in the district of Chilca, province of Huancayo, department of Junín; while, according to the type of non-probabilistic intentional sampling, the sample corresponded to 360 kg of subgrade soil of the Próceres Avenue of the district of Chilca, this for the execution of the tests without and with the addition of ash.

As a general conclusion, it was established that the addition of brick ash stabilizes clayey soils in unpaved roads, since it improves the physical and mechanical properties of the soil; therefore, its use as a subgrade is feasible, especially if the concentration of this material is 30 %.

Key words: Brick ash, clayey soil, physical properties, mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada: “Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas” tuvo como principal objetivo evaluar si el uso de ceniza de ladrillos, el cual es un residuo obtenido de las ladrilleras artesanales, mejora las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos que se encuentran en vías no pavimentadas.

Cabe resaltar que las cenizas de ladrillos hacen referencia a aquel ladrillo que se ha pasado de cocción y que por razones de estética y de resistencia, es desechado sin ningún tratamiento o disposición. Es en este sentido que, para el desarrollo de la tesis, se ha considerado la sustitución del suelo en proporciones de 10 %, 20 % y 30 %, respecto al peso seco; esto con el fin de establecer diferencias y comparar los resultados obtenidos.

La finalidad de esta investigación es mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos, que es uno de los suelos más comunes en el distrito de Chilca y que perjudica el performance de las vías; además que con el desarrollo de esta tesis se ha demostrado la factibilidad para el uso de las cenizas de ladrillo, dando de esta manera un valor agregado a este material de residuo, que puede dar mayores ingresos a los ladrilleros artesanales.

Para un mejor entendimiento, la presente tesis se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específicos.

El Capítulo II: MARCO TEÓRICO, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, la hipótesis general, las hipótesis específicas, la definición conceptual y operacional de las variables.

El Capítulo III: METODOLOGÍA, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y

muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: RESULTADOS, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Ever Vilcas De la Cruz.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, en muchos países se presenta el problema de los suelos arcillosos, los cuales perjudican a los vehículos y a las personas que transitan por vías compuestas por este material, debido a la poca capacidad portante que presentan. En países como Venezuela y Ecuador, muchas de sus vías están sobre suelos arcillosos, en los cuales se presentan daños como agrietamientos, hundimientos, hoyos y deslizamientos; lo que genera gastos en mantenimiento y reparación (Espinoza y Honores, 2018).

En el Perú, se tiene la problemática por la presencia de suelos arcillosos en las vías, debido al difícil acceso a determinados materiales granulares, además de su elevado costo; por ello la estabilización de suelos es una forma de hacerle frente a este problema (Castro y Navarro, 2019) y a esto se suma que existen 2000 hornos de ladrilleras artesanales, estos producen dos tipos de ceniza debido a la combustión: cenizas volantes, las cuales son más ligeras por lo que predominan en los aires y ceniza de fondo, la cual es más pesada y gruesa. De esto se tiene una producción anual de ceniza de fondo alrededor de 53 500 toneladas, siendo considerados como desperdicios (Mamani y Yataco, 2017).

En el departamento de Junín, también se nota la problemática de la deficiencia de las vías con presencia de fallas, fisuras, ahuellamientos, entre otros, y esto dado porque el suelo no cumple los requerimientos mínimos

que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en cuanto a la capacidad de soporte y los límites de consistencia; además se tiene, principalmente en las provincias de Huancayo y Jauja, en las zonas donde hay terrenos arcillosos, existen familias dedicadas a la fabricación de ladrillos de manera artesanal. La producción por cada uno de los hornos es alrededor de los 12 millares a 25 millares de ladrillos cada 45 días en promedio, generando grandes cantidades de ceniza de fondo, las cuales se acumulan en rellenos lo cual perjudicaría al medio ambiente (Huayta, 2014).

Teniendo en cuenta estos datos y observando las malas condiciones de las vías actuales, es necesario plantear una solución al mal comportamiento de los suelos arcillosos, por lo que en esta investigación se evaluó la adición de ceniza de ladrillo en el suelo de subrasante de la Av. Próceres entre el canal de irrigación y el pasaje Santa Rosa, ubicado en el distrito de Chilca de la provincia de Huancayo, por ser un material que se acumula de manera informal, a fin de darle un uso alternativo y reducir el posible impacto negativo al medio ambiente.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera se modifica las propiedades físicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas?
- b) ¿Cómo se modifica las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

Con esta investigación se evaluó el uso de la ceniza de ladrillo en diferentes porcentajes y su repercusión en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos, esto para determinar una dosificación óptima que permita al suelo cumplir con los requerimientos mínimos que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, asegurando así un buen comportamiento como subrasante y evitándose la presencia de deterioros en la vía; además, con esta investigación se quiere dar un uso alternativo a la ceniza de ladrillo, al no tener una disposición adecuada que perjudicaría al medio ambiente.

1.3.2. Metodológica

Se presenta la justificación metodológica cuando la investigación se realiza mediante un procedimiento secuencial y ordenado para lograr los objetivos planteados; en tal sentido, en esta investigación se planteó una secuencia de pasos para el desarrollo de los ensayos, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos a través de la mezcla con ceniza de ladrillo, lo cual podrá ser aplicado por investigadores en estudios similares, bajo escenarios distintos.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

El presente trabajo de investigación fue ejecutado a nivel de laboratorio con muestras de suelo obtenido de la avenida Próceres entre el canal de irrigación y el pasaje Santa Rosa del distrito de

Chilca, provincia de Huancayo en el departamento de Junín, el cual se ubica en la descripción descrita según la siguiente figura:

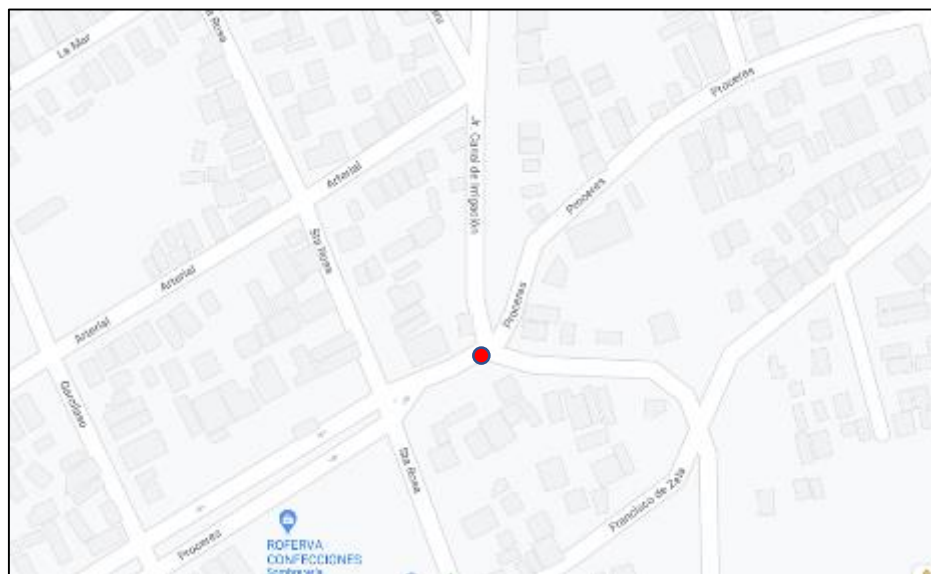


Figura 1. Ubicación de la zona de muestreo.
Fuente: Google Earth (2021).

1.4.2. Temporal

El desarrollo de la presente investigación fue desde el mes de diciembre del 2020 al mes de marzo del 2021.

1.4.3. Económica

El financiamiento de la tesis fue asumido en su totalidad por el investigador, por lo que no hubo incidencia económica pública ni privada.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Económica

La principal limitación de esta investigación fue la económica, debido a que no se pudo contar con las maquinarias necesarias para llevar a campo los resultados obtenidos en laboratorio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar de qué manera se modifica las propiedades físicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas.
- b) Establecer cómo se modifica las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Goñas y Saldaña (2019) en su tesis “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada” para optar el grado de ingenieros civiles en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y bajo un tipo de investigación aplicada, plantearon como objetivo evaluar la influencia que tiene un subproducto obtenido de la quema de carbón mineral y carbón vegetal (cenizas de carbón) proveniente de una industria ladrillera de la ciudad de Chachapoyas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de muestras de suelo, esto lo desarrollaron mediante el análisis de las muestras de suelo de las cuadras ocho y nueve de calle Las Lomas, anexo 16 de Octubre a las que sometieron a ensayos de: humedad natural, granulometría, límites de consistencia, compactación Proctor estándar y capacidad de soporte (CBR) a cada muestra de suelo en estado natural extraídas a partir de dos calicatas. Las muestras adicionadas con cenizas de carbón al 15 %, 20 % y 25 % fueron sometidas a ensayos de límites de consistencia, compactación Proctor estándar y capacidad de soporte

(CBR) respectivamente, para los cuales hicieron 10 mezclas patrón y un total de 30 mezclas en los distintos porcentajes mencionados. En sus resultados, determinaron que el máximo valor del contenido óptimo de humedad para la muestra de la calicata N° 1 fue de 24.7 % con una adición de ceniza de carbón al 25 %, mientras que la muestra de la calicata N° 2, fue de 29.1 % también con una adición de ceniza de carbón al 25. En cuanto al ensayo de CBR al 95 % de MDS notaron que los valores más altos también fueron de la muestra de la calicata N° 2 para el suelo en estado natural obtuvieron un valor de 2.2 %, con adición de ceniza de carbón al 15 % fue de 2.6 %, con adición de ceniza de carbón al 20 % fue de 3.0 % y con adición de ceniza de carbón al 25 % fue de 3.7 %. Concluyeron que las cenizas de carbón mejoran las propiedades mecánicas (CBR) de los suelos tipo CH y OH, aunque no alcanzaron los estándares para ser usadas como material apto como subrasante debido a que se obtuvieron valores de CBR de 3.5 % y 3.7 % respectivamente, sin superar el valor mínimo de 6% establecidos por los manuales del MTC.

Espinoza y Honores (2018) en su tesis "Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación" para optar el título profesional de ingenieros civiles en la Universidad Nacional del Santa y bajo el tipo de investigación aplicada, plantearon como objetivo principal estabilizar los suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación, para el cual realizaron los siguientes ensayos: análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, gravedad específica, Proctor modificado, CBR y espectrometría de fluorescencia de rayos X. Las cenizas de carbón obtuvieron de los depósitos ubicados en los alrededores de las ladrilleras artesanales en el AA.HH. San Luis, distrito de Santa. La dosificación de conchas de abanico y cenizas de carbón fueron en un porcentaje de 20 %, 25 % y 30 % del peso del suelo, adicionando ambos materiales a la vez. En sus resultados,

respecto a la distribución granulométrica muestran que el suelo en condición natural tiene 18.65 %, 20.16 % y 23.79 % más de limos y arcillas que las combinaciones al 20 %, 25 % y 30 % respectivamente; en cuanto al ensayo de Proctor modificado los óptimos contenidos de humedad de las combinaciones al 20 %, 25 % y 30 % son mayores en 2.4 %, 3.2 % y 0.4 % respectivamente respecto al valor del suelo natural mientras que las máximas densidades secas de las combinaciones al 20 %, 25 % y 30 % son menores en 0.0042, 0.09 y 0.081 gr/cm³ respectivamente; correspondiendo al más óptimo la adición del 25 %. Finalmente, en sus conclusiones, clasifican al suelo dentro del grupo A-6 (suelo arcilloso de mala calidad), mientras que con la adición al 20 % se clasifica dentro del grupo A-6 (suelo arcilloso de mala calidad), al 25 % dentro del grupo A-7-5 (suelo arcilloso de mala calidad) y al 30 % dentro del grupo A-4 (suelo limoso de mala calidad). En cuanto al CBR se incrementó para todas las combinaciones respecto al suelo natural, siendo el máximo aumento de 17 % para la combinación al 25 %.

Mamani y Yataco (2017) en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho” para optar el título profesional de ingenieros civiles en la Universidad San Martín de Porres y considerando un tipo de investigación aplicada, establecieron como objetivo principal determinar la incidencia de la ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos, su metodología fue básicamente de programa de pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo arcilloso estabilizado con ceniza de madera de fondo, las pruebas de laboratorio fueron: análisis granulométrico por tamizado, límites de consistencia, clasificación SUCS, gravedad específica de sólidos, proctor modificado, consolidación unidimensional y corte directo. La ceniza de madera de fondo de ladrilleras artesanales y

los suelos arcillosos utilizados en esta investigación, son muestras que obtuvieron del distrito de Pacaicasa, provincia y departamento de Ayacucho. Para las muestras consideraron combinaciones de arcilla – ceniza de fondo con distintos porcentajes como 10 %, 20 %, 30 %, 40 % y 50 % en peso del suelo, con la finalidad de poder compararlos de acuerdo a los resultados obtenidos del suelo arcilloso en estado natural. En sus resultados, respecto al ensayo de Proctor modificado, obtuvieron los valores de 1.40 gr/cm³, 1.43 gr/cm³, 1.51 gr/cm³, 1.43 gr/cm³ y 1.42 gr/cm³ para la densidad máxima seca respectivamente, mientras que para la humedad óptima fueron de 30.12 %, 29.31 %, 24.44 %, 23.76 % y 23.25 % respectivamente. En sus conclusiones observaron que la adición de ceniza de fondo, disminuye el índice de plasticidad e incrementa la gravedad específica de los sólidos, beneficiando las características físicas del suelo, disminuye la humedad óptima del suelo de acuerdo a las combinaciones arcilla-ceniza de fondo, incrementa los parámetros de resistencia al corte, tales como: esfuerzo al corte, ángulo de fricción interna y cohesión, demostrando así el eficiente uso de estos residuos.

2.1.2. Internacionales

Muñoz e Hidalgo (2019) realizaron el artículo científico “Caracterización hidráulica de un suelo residual estabilizado con polvo de ladrillo y residuos de cal”, representando a la Universidad de Medellín, en base al tipo de investigación aplicada plantearon como objetivo el determinar las propiedades hidráulicas no saturadas de un suelo estabilizado con polvo de ladrillo con potencial para su uso en la construcción de vías de bajo volumen de tránsito, para el desarrollo de su investigación, el polvo de ladrillo que adicionaron fue de desperdicios generados en el proceso de fabricación de ladrillos que se encontraban dentro de la ladrillera Santa Rita ubicada en el municipio de Medellín. Realizaron probetas

de ensayo compactadas de 5 cm de diámetro y 5 cm de altura, adicionando 14 % en peso de polvo de ladrillo activado con residuos de cal, además realizaron probetas sin adición como patrón de comparación. Cada mezcla fue humectada llevándola hasta el contenido de humedad óptimo y compactaron hasta alcanzar su densidad seca máxima, obtenida del ensayo de compactación Proctor modificado, para el curado consideraron 2 casos, a humedad ambiente y a 95 % de humedad. En sus resultados, a partir de los ensayos de permeabilidad observaron una disminución de la constante k de permeabilidad del suelo con la adición de polvo de ladrillo activado con residuos de cal, identificando un valor promedio de permeabilidad de $6.85 \text{ E-}06 \text{ cm/s}$, frente a un $1 \text{ E-}04 \text{ cm/s}$ que aproximadamente presenta este tipo de suelo en estado natural. Finalmente concluyeron que el polvo de ladrillo activado con residuos de cal, al igual que otros cementantes disminuyen la permeabilidad de los materiales debido a que se produce un reacomodamiento interno de los granos del suelo, reduciendo el porcentaje de vacíos y limitando el paso del flujo de agua, lo cual garantiza una protección de los materiales de la rasante y permite su uso en otras aplicaciones como la impermeabilización de llenos.

Gallardo et al. (2017) en su artículo científico “Análisis del comportamiento de suelos de alta plasticidad con la adición del material de residuo en la fabricación de ladrillo cerámico” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, considerando una investigación aplicada, plantearon como objetivo principal analizar el comportamiento de los suelos de alta plasticidad con la adición del material de residuo en la fabricación de ladrillo cerámico, su metodología consistió en analizar las muestras de suelos limosos de alta plasticidad, mediante los ensayos de análisis granulométrico, gravedad específica, límites de Atterberg, peso volumétrico seco suelto, CBR y Proctor modificado. El residuo de ladrillo lo obtuvieron de la Ladrillera Ocaña, para trabajar con una dosificación fue de 5

%, 10 % y 15 % del peso del suelo. En sus resultados obtuvieron que el suelo fue clasificado como suelo limoso de alta plasticidad con una gravedad específica de 2.65, donde el límite líquido y plástico disminuyeron hasta un 10.46 % y un 4.38 % respectivamente en referencia a la condición natural, con un porcentaje de material residual al 15 %; además, la dosificación al 15 %, la mezcla tiene un aumento máximo del 5.83 % en el peso específico seco, y en relación a la humedad óptima observaron que la máxima disminución se obtuvo con una dosificación del 10 % con un valor de 14.29 %. Concluyeron que la mezcla suelo - residuo de ladrillo representa una buena opción para el mejoramiento de suelos altamente plásticos, pues se reduce el índice de plasticidad hasta en un 22.27 % para una dosificación del 10 % de esta mezcla, pero para el valor del CBR no muestra una mejora considerable siendo esta de máximo el 3 % con respecto a la condición natural.

Jimenez y Zamora (2016) en su tesis “Diseño de pavimentos flexibles sobre suelos expansivos estabilizados usando ceniza volante y polvo de ladrillo” para obtener el grado de ingenieros civiles en la Pontificia Universidad Javeriana, en base a la investigación aplicada, consideraron como objetivo el realizar el diseño de un pavimento flexible sobre un suelo contracto expansivo estabilizado con ceniza volante y polvo de ladrillo, la metodología se basó en ensayos de laboratorio, como límites de Atterberg, índice de plasticidad, gravedad específica, compactación, análisis granulométrico, índice de contracción, índice de expansión, compresión inconfiada, triaxial no consolidado no drenado (UU). Además, consideraron 3 muestras extraídas de dos calicatas, a las que denominaron AP1E180, AP2E120 y AP2E180; los mismos que tenían un contenido de humedad entre 5 % y 7 %. El porcentaje de polvo de ladrillo y ceniza volante variaba de acuerdo al tipo de ensayo, pero por lo general la dosificación fue de 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % y 60 % en peso del suelo. Como resultados,

respecto al índice de expansión fue que, sin estabilizador los valores fueron de 169.92 y 174.32, debido al compuesto mineralógico del material arcilloso; en cuanto a la resistencia del suelo, la mezcla con el polvo de ladrillo presentó solo 3.5 % de reducción, mientras que con ceniza volante presentó una reducción casi de 33 % comparada con el suelo en condiciones naturales. En cuanto al valor de la cohesión y ángulo de fricción del suelo mezclado con polvo de ladrillo fueron de 22 kPa y 27°, pero los valores para este suelo en estado natural fueron de 75 kPa y 20° respectivamente, para el caso de la mezcla con adición de ceniza volante no realizaron este ensayo debido a que su resistencia tiende a disminuir y por ende su trabajabilidad es deficiente Finalmente concluyeron que la estabilización del suelo con alto contenido de arcillas expansivas es posible debido a la propiedad de los materiales alternativos seleccionados para reducir el potencial expansivo, sin embargo, el uso de ceniza volante sobre suelos expansivos resultó una opción para reducir su potencial expansivo, pero no es recomendable para cimentar una estructura sobre este suelo.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Ceniza procedente de la fabricación de ladrillos

Los residuos que se producen durante la colocación de los ladrillos en los hornos, durante el traslado o altos porcentajes de humedad en la mezcla, se convierten en cenizas, siendo la ceniza de fondo la que presenta mayor densidad, por lo que necesario su clasificación previa para utilizarlas como estabilizantes de suelos arcillosos (PRODUCE, 2010).

La industria ladrillera artesanal en el departamento de Junín tiene como principales lugares de producción las provincias de Huancayo (distritos de San Jerónimo, San Pedro de Saño, Hualhuas, San Agustín de Cajas, Cullpa y Palián), y Jauja (Cormes, Huertas y Condorsinga).

La provincia de Huancayo presenta terrenos arcillosos, aptos para la fabricación de ladrillos, pero son informales y carecen de conocimientos formales sobre el proceso de producción, comercialización y gestión del negocio. Los hornos son de tipo artesanal de fuego directo, de geometría rectangular, de tiro natural y abierto a la atmósfera, usan como combustible al carbón, aserrín de madera, plásticos, leña y llantas; asimismo, la producción por cada uno de los hornos es alrededor de 12 millares a 25 millares de ladrillos cada 45 días en promedio (Huayta, 2014).

Esta producción en la ciudad de Huancayo genera una gran cantidad de material residual, la ceniza de los restos de ladrillo se acumulan en el fondo del horno, los cuales se obtienen después de dos días de enfriamiento de los hornos; por ello, es necesario darle un nuevo uso a este material, pues suelen ser acumulados en rellenos sanitarios (Mamani y Yataco, 2017).

2.2.2. Subrasante

La subrasante es la capa de terreno en una carretera que va a soportar la estructura del pavimento, extendiéndose a cierta profundidad que no trae consigo la afectación por las cargas de diseño dados por el tránsito (Coronado, 2002).

En la siguiente tabla se muestra las categorías de la subrasante por el valor del CBR:

Tabla 1. Categorías de la subrasante de acuerdo al CBR.

Categoría	CBR
S0: subrasante inadecuada	CBR < 3 %
S1: subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
S2: subrasante regular	De CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
S3: subrasante buena	De CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
S4: subrasante muy buena	De CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
S5: sub rasante excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

2.2.3. Clasificación de suelos según la AASHTO

Fue adoptado por la American Association of State Highway Officials, siendo sus principales usos para vías como subrasante y terraplenes (Duque y Escobar, 2002).

Tabla 2. Clasificación de suelos según la AASHTO.

Suelos granulares (35 % o menos pasa el tamiz N° 200)		Suelos finos (más del 35 % pasa el tamiz N° 200)	
A - 1	Menos del 20 % pasa el tamiz N° 200 y menos del 50 % pasa el tamiz N° 40, cuando el pasante en el tamiz N° 40 presenta IP menor a 6 %	A - 4	IP ≤ 10 % (limo) y LL ≤ 40 %
A - 2	Menos del 35 % pasa el tamiz N° 200 (limo o arcilloso) y el suelo no cumple con A - 1 ni A - 3.	A - 5	IP ≤ 10 % (limo) y LL ≥ 41 %
A - 3	Menos del 10 % para el tamiz N° 200 y el 51 % o más pasa el tamiz N° 40, pero si el pasante del tamiz N° 40 no es plástico.	A - 6	IP ≥ 11 % (arcilla) y LL ≤ 40 %
		A - 7	IP ≥ 11 % (arcilla) y LL ≥ 41 %

Fuente: Mecánica de suelos (Duque y Escobar, 2002).

2.2.4. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

De acuerdo a lo citado por Rodríguez (2019) el SUCS es un aporte de Arthur Casagrande, requiriéndose las siguientes propiedades del suelo para clasificarlo:

- Curva de distribución granulométrica para obtener el coeficiente de uniformidad (Cu) y coeficiente de curvatura (Cc).
- Porcentajes de grava, arena y finos del suelo, a los que se les denomina como A, B y C.

$$A = \text{Porcentaje de grava} = 100 - \% \text{ pasa } N^{\circ} 04$$

$$B = \text{Porcentaje de arena} = \% \text{ pasa } N^{\circ} 04 - \% \text{ pasa } N^{\circ} 200$$

$$C = \text{Porcentaje de finos} = \% \text{ que pasa el tamiz } N^{\circ} 200$$

Además:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Consecuentemente, se tiene los siguientes tipos de suelo:

Tabla 3. Clasificación de suelos según el SUCS.

Tipo de suelo		Descripción	
Gravas	Gravas limpias	GW	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas.
		GP	Gravas pobremente gradadas, mezclas grava - arena.
	Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava - arena - limo.
		GC	Gravas arcillosas, mezclas grava - arenoso - arcillosas.
Arenas	Arenas limpias	SW	Arenas bien gradadas, arenas gravosas.
		SP	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas.
	Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas arena - limo.
		SC	Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla.
Limos y arcillas (límite líquido < 50 %)	ML	Limos orgánicos y arenas muy finas, polvo roca.	
	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas.	
	OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
Limos y arcillas (límite líquido > 50 %)	MH	Limos orgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos.	
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.	
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.	

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica. Suelos y cimentaciones (Rodríguez, 2019).

2.2.5. Límite líquido

Corresponde a la humedad que contiene el suelo, que por debajo presenta un comportamiento plástico, es obtenido por medio de la Copa de Casagrande (Rodríguez, 2019).

Su medición se realiza siguiendo lo establecido en la NTP 339.129, es expresado en porcentaje resultando como el contenido de humedad con el cual el surco separador de dos mitades de la pasta de suelo se cierra a lo largo del fondo con distancia de 13 mm (1/2") después de dejar caer 25 veces la copa a altura de 1 cm con velocidad de dos caídas por segundo (MTC, 2016).

De considerarse en la obtención el método de multipunto, se sigue las siguientes fórmulas:

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

N : es el número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad.

W^n : contenido de humedad del suelo (%).

2.2.6. Límite plástico

Viene a ser el contenido de humedad, que por debajo el suelo presenta un comportamiento plástico, haciendo que el suelo empiece a endurecer y pase al estado semi sólido (Rodríguez, 2019).

El ensayo para su determinación se encuentra en la NTP 339.129, también es expresado en porcentaje, obteniéndose de la humedad más baja con la cual puede formarse barras de suelo con diámetro de 3.2 mm (1/8") por medio de la mano en una superficie lisa, sin que estas se desmoronen (MTC, 2016).

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

2.2.7. Índice de plasticidad

Según Rodríguez (2019) el índice de plasticidad muestra el potencial de expansión del suelo. Este es obtenido según:

$$IP = LL - LP$$

Tabla 4. Grados de expansión del suelo.

Grado de expansión	Índice de plasticidad (%)	Límite de contracción (%)	Probable expansión (%)
Muy alto	> 35	< 11	> 30
Alto	25 a 41	7 - 12	20 - 30
Medio	15 a 28	10 - 16	10 - 20
Bajo	< 18	> 15	< 10

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica. Suelos y cimentaciones (Rodríguez, 2019).

2.2.8. Compactación de suelos

Se realiza en base al ensayo de Proctor modificado, el mismo que está normado según la NTP 339.142, cuyo fin es determinar la relación entre el contenido de agua (óptimo contenido de humedad) con el peso unitario seco (máxima densidad seca) a partir de curvas de compactación, donde el método específico a emplear depende de la granulometría del material, pudiendo ser el método A, B o C (MTC, 2016).

Tabla 5. Métodos para realizar el ensayo de Proctor modificado.

Requerimientos	Método A	Método B	Método C
Molde	101.6 mm de diámetro	101.6 mm de diámetro	101.6 mm de diámetro
Material	Pasante del tamiz de 4.75 mm	Pasante del tamiz de 9.5 mm	Pasante del tamiz de 19 mm
Número de capas	5	5	5
Golpes por capa	25	25	56
Uso	Cuando el 20 % o menos del peso del material pasa el tamiz de 4.75 mm.	Cuando más del 20 % o menos del peso del material pasa el tamiz de 4.75 mm y 20 % o menos es retenido en el tamiz de 9.5 mm	Cuando más del 20 % o menos del peso del material pasa el tamiz de 9.5 mm y menos del 30 % es retenido en el tamiz de 19 mm
Otros usos	Si el método no es especificado, los materiales que cumplen lo mencionado puede realizarse el método B o C.	Si el método no es especificado y los materiales cumplen lo mencionado puede realizarse el método C.	

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016).

2.2.9. CBR

Ensayo que se realiza en base a lo especificado en la NTP 339.175 que se basa a la vez de la ASTM D 1883. Con este ensayo es posible determinar el parámetro mecánico de CBR, el mismo que es utilizado para el diseño de pavimentos, su obtención puede ser in situ y en laboratorio, donde este segundo es lo más convencional (Rondón y Reyes, 2015).

De acuerdo al MTC (2016), el índice de CBR es el valor de relación de soporte al tanto por ciento de la presión que es ejercida por el pistón en el suelo, para cierta penetración (0.1" o 0.2"), en relación con la presión con la misma penetración en una muestra patrón, donde la muestra patrón presenta las siguientes características:

Tabla 6. Características de la muestra patrón para el cálculo del CBR.

Penetración		Presión		
mm	Pulgadas	MN/m ²	kg/cm ²	lb/plg ²
2.54	0.10	6.90	70.31	1.00
5.08	0.20	10.35	105.46	1.50

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016).

2.3. Definición de términos

Contenido de humedad. – Es el resultado de la relación del peso del agua que contiene el suelo con el peso de los sólidos (Rodríguez, 2019).

Compactación. – Proceso por el cual se reduce el volumen de vacíos de los suelos, de mezclas bituminosas, morteros o concretos frescos por medio de procesos manuales o mecánicos (MTC, 2008).

Compresibilidad. – Propiedad del suelo que representa el grado en que este puede permanecer comprimido después de haber sido compactado (Fratelli, 1993).

Muestreo. – Etapa inicial y fundamental para la correcta interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio (MTC, 2008).

Peso volumétrico. – Es el peso del suelo que se contiene en una unidad de volumen (Crespo, 2004).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de ceniza de ladrillo estabiliza los suelos arcillosos en vías no pavimentadas, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La adición de ceniza de ladrillo mejora las propiedades físicas de los suelos arcillosos para su estabilización, reduciendo el contenido de humedad, incrementando el contenido de gravas y reduciendo el índice de plasticidad, además del equivalente de arena.
- b) La adición de ceniza de ladrillo mejora las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos para su estabilización, incrementado la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementando el CBR.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): Ceniza de ladrillo. – Es el residuo generado durante la fabricación de los ladrillos de manera artesanal, específicamente en la etapa de cocción (Muñoz y Hidalgo, 2019).

Variable dependiente (Y): Estabilización de suelo arcilloso. – Es un proceso mediante el cual se mejora el desempeño mecánico y la durabilidad frente a procesos físico - químico de los suelos (Gómez, 2016).

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): Ceniza de ladrillo. – Fue adicionada al suelo arcilloso de la Av. Próceres del distrito de Chilca, considerando 10 %, 20 % y 30 % en relación del peso seco de la muestra.

Variable dependiente (Y): Estabilización de suelo arcilloso. – Se evaluó a través de la determinación de sus propiedades físicas y mecánicas, en base a ensayos establecidos en la normativa peruana.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 7. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente (X): ceniza de ladrillo	Es el residuo generado durante la fabricación de los ladrillos de manera artesanal, específicamente en la etapa de cocción	Fue adicionada al suelo arcilloso de la Av. Próceres del distrito de Chilca, considerando 10 %, 20 % y 30 % en relación del peso seco de la muestra	Cantidad	Porcentaje de ceniza de ladrillo	%
			Tamaño	Pasante 3/8"	%
Variable dependiente (Y): estabilización de suelo arcilloso	Es un proceso mediante el cual se mejora el desempeño mecánico y la durabilidad frente a procesos físico - químico de los suelos	Se evaluó a través de la determinación de sus propiedades físicas y mecánicas, en base a ensayos establecidos en la normativa peruana	Propiedades físicas	Contenido de humedad	%
				Granulometría	%
				Límite líquido	%
				Límite plástico	%
				Índice de plasticidad	%
			Equivalente de arena	%	
			Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca Óptimo	g/cm ³
				contenido de humedad	%
				Índice de capacidad de soporte	%

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación fue el científico, debido a que se desarrolló en función al esquema: observación, planteamiento del problema, planteamiento de hipótesis, experimentación y conclusiones; es decir, se aplicó un método sistematizado con el fin de generar nuevo conocimiento confiable y replicable.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue la aplicada, debido a que para el desarrollo de la tesis se consideró teorías y conceptos desarrollados en investigaciones básicas, tales como la compactación, la capacidad de soporte del suelo, los límites de consistencia, etc.; con el fin de proponer o establecer una solución a un problema; el cual es en nuestro caso, las deficientes propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos, las cuales puede suplirse mediante la adición de cenizas de ladrillos en el suelo.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la presente investigación fue explicativo, debido a que, mediante su desarrollo, se buscó la causa y el efecto de las variables

consideradas; es decir, se estableció como la adición de la ceniza de ladrillo estabiliza las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación en la presente tesis fue experimental; pues el desarrollo de la tesis consideró la manipulación de la variable independiente (Ceniza de ladrillo) para medir y analizar el comportamiento de la variable dependiente (estabilización de suelos arcillosos).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población correspondió al suelo de subrasante de la avenida Próceres entre el canal de irrigación y el pasaje Santa Rosa, en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo del departamento de Junín.

3.5.2. Muestra

De acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra correspondió a 360 kg de suelo de subrasante de la Av. Próceres del distrito de Chilca, esto para la ejecución de los ensayos sin y con la adición de ceniza que se especifican en la Tabla 8.

Tabla 8. Definición del número de muestras.

Ensayo	Cantidad de ensayos por porcentaje de suelo analizado			
	Muestra patrón	10% de CL	20% de CL	30% de CL
Granulometría	3	3	3	3
Humedad natural	3	3	3	3
Límite líquido	3	3	3	3
Límite plástico	3	3	3	3
Índice de plasticidad	3	3	3	3
Equivalente de arena	3	3	3	3
Máxima densidad seca	3	3	3	3
Óptimo contenido de humedad	3	3	3	3

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa. – Es una técnica que se realiza in situ, observando las características de los fenómenos para poder analizarlos.

Esta técnica se aplicó en la toma de muestras considerando las características que presentan los suelos arcillosos como también la ceniza de ladrillo, para tener la calidad necesaria y realizar un análisis adecuado.

Análisis de documentos. – Esta técnica se desarrolló a través de la recolección de información por medio de fuentes escritas y digitales. En esta investigación se consideró trabajos de investigación, libros y normas a nivel nacional e internacional, los cuales se mencionan en la bibliografía.

3.7. Procedimiento de recolección de datos

El desarrollo de la tesis comprende los siguientes trabajos para la recolección de datos:

- **Toma de muestras de suelo:** La toma de muestras se realizó de las calitas realizadas en la avenida Próceres, el cual presenta un tipo de suelo según la clasificación AASTHO tipo A - 5 (4).
- **Toma de muestra de las cenizas de ladrillo:** La ceniza de ladrillo se obtuvo de los hornos ladrilleros en el distrito de Palian, la ceniza que se recolectaron es la ceniza de mayor densidad, y que fueron extraídas luego de dos días de enfriamiento del horno.
- **Elaboración de las mezclas:** se realizaron mezclas de suelo – ceniza de ladrillo en proporciones que sustituyen al suelo en 10 %, 20 % y 30 % respecto al peso seco de suelo; adicional a ello, también se consideró al suelo arcilloso en estado natural, al que se consideró como suelo patrón.
- **Análisis de las propiedades:** Se analizaron las propiedades físicas y mecánicas, a partir de los ensayos de Proctor modificado, CBR,

análisis granulométrico, límites de Atterberg y gravedad específica; comparando los resultados con la muestra patrón.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para el análisis de los datos se ha considerado un enfoque cuantitativo, por lo que se ha utilizado técnicas estadísticas descriptivas para la generalización de los grupos analizados y técnicas de estadísticos inferenciales para la prueba de hipótesis, tal es el caso del análisis ANOVA de un factor, el cual fue procesado mediante la aplicación del software especializado SPSS y complementados con la edición de las tablas en Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Para evaluar la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo se consideró caracterizar las propiedades físicas y mecánicas, siendo estas como el contenido de humedad, la granulometría, el límite líquido, el límite plástico, el índice de plasticidad, el equivalente de arena, la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca, considerando concentraciones de 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de ceniza de ladrillo en relación al peso seco del suelo.

4.1. Estabilización de las propiedades físicas de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo

4.1.1. Contenido de humedad

En la Tabla 9 se detalla los promedios de la humedad del suelo sin y con ceniza de ladrillo, destacándose que el suelo patrón presentó una humedad de 10.73 %, con 10 % de ceniza de ladrillo varió a 10.55 %, con 20 % pasó a 10.23 % y con 30 % fue 9.24 %.

Tabla 9. Variación de la humedad del suelo con adición de ceniza de ladrillo.

Cantidad de cenizas de ladrillo (%)	Humedad promedio (%)	Variación (%)
0	10.73	0.00
10	10.55	-1.68
20	10.23	-4.66
30	9.24	-13.86

Del mismo modo, en la siguiente figura se representa cómo la adición de la ceniza de ladrillo en concentraciones de 10 %, 20 % y 30 % trae consigo la reducción de la humedad promedio del suelo de subrasante.

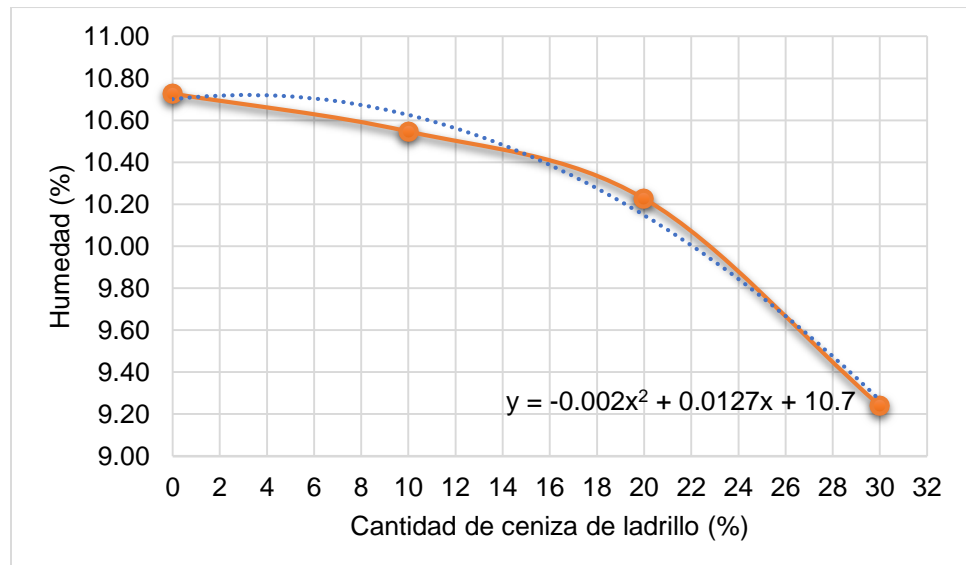


Figura 2. Variación de la humedad del suelo con adición de ceniza de ladrillo.

En la Figura 3 se especifica la variación porcentual de la humedad del suelo con la adición de ceniza de ladrillo en relación a lo obtenido para el suelo patrón, de lo cual se tiene que con 10 % de CL la humedad se reduce en 1.68 %, con 20 % de CL se reduce en 4.66 % y con 30 % de CL se dio una reducción en 13.86 %.

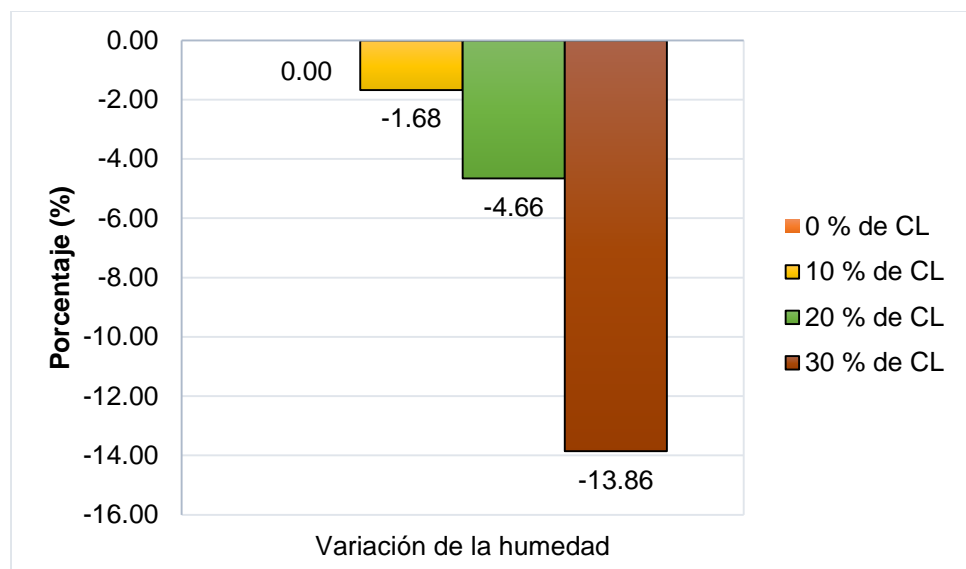


Figura 3. Variación porcentual de la humedad del suelo con adición de ceniza de ladrillo.

4.1.2. Granulometría

Del mismo modo, se evaluó la granulometría, obteniéndose los resultados promedios especificados en la Tabla 10, de lo cual para el suelo patrón se encontró un contenido de grava de 13.79 %, con 10 % de CL fue de 16.68 %, con 20 % fue de 20.58 % y con 30 % fue de 26.60 %; respecto a la arena, el suelo patrón presentó 41.44 %, con 10 % de CL fue de 39.53 %, con 20 % de CL fue de 38.08 % y con 30 % fue de 32.93 %; en relación a los finos, se obtuvo para el suelo patrón un 44.77 %, con 10 % de CL fue de 43.79 %, con 20 % de CL fue de 41.33 % y con 30 % de CL fue de 40.47 %.

Tabla 10. Variación de la granulometría del suelo con adición de ceniza de ladrillo.

Cantidad de cenizas de ladrillo (%)	Promedio			Variaciones (%)		
	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Grava	Arena	Finos
0	13.79	41.44	44.77	0.00	0.00	0.00
10	16.68	39.53	43.79	20.96	-4.62	-2.19
20	20.58	38.08	41.33	49.30	-8.12	-7.68
30	26.60	32.93	40.47	92.94	-20.53	-9.60

La Figura 4 se denota la tendencia creciente del contenido de las gravas a diferencia de las arenas y finos, con la adición de la ceniza de ladrillo en el suelo de subrasante.

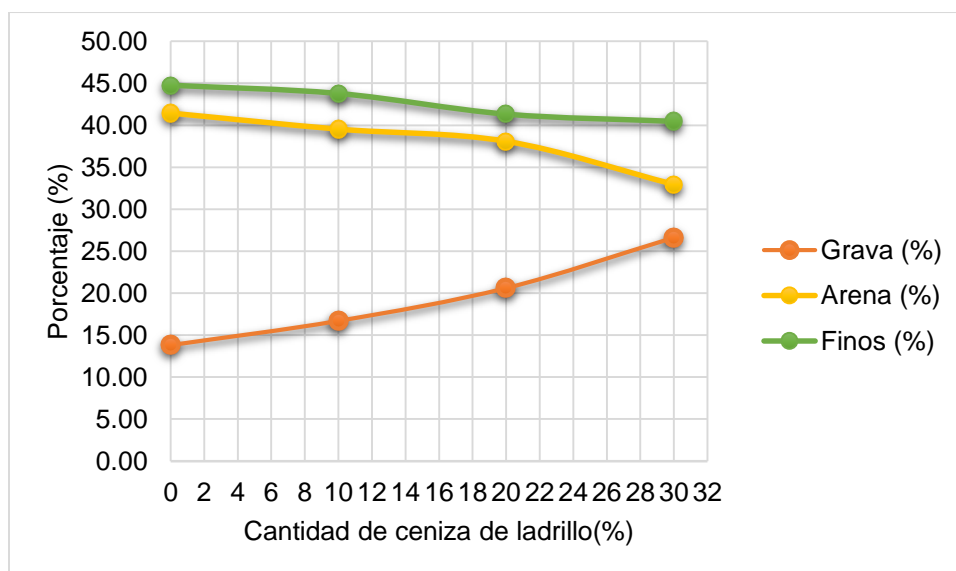


Figura 4. Tendencia de la variación de la granulometría con la adición de ceniza de ladrillo en el suelo.

Como se ha descrito anteriormente, se muestra la Figura 5 donde se encontró un incremento del contenido de gravas en 20.96 %, 49.30 % y 92.94 %, una reducción de arenas en 4.62 %, 8.12 % y 20.53 % al igual que los finos en 2.19 %, 7.68 % y 9.60 %, estos para 10 %, 20 % y 30 % de ceniza de ladrillos en comparación de lo obtenido para el suelo patrón.

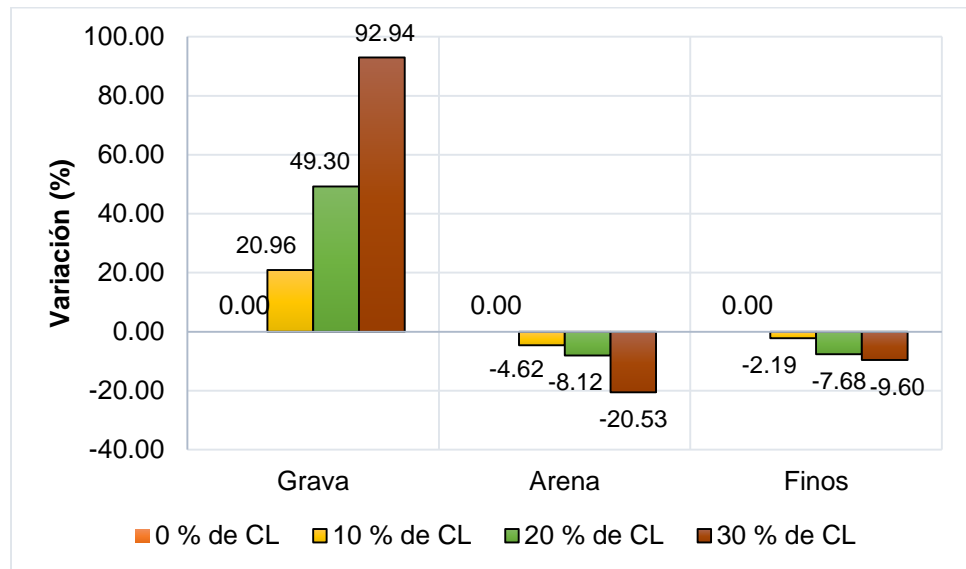


Figura 5. Variación porcentual de la distribución de las partículas en el suelo.

4.1.3. Límite líquido

La Tabla 11 muestra los promedios del límite líquido del suelo patrón siendo este de 52.60 %, con 10 % de CL el límite líquido resultó 46.17 %, con 20 % de CL fue de 40.57 % y con 30 % de CL fue de 35.40 %.

Tabla 11. Variación del límite líquido del suelo con adición de ceniza de ladrillo.

Cantidad de cenizas de ladrillo (%)	Límite líquido promedio (%)	Variación (%)
0	52.60	0.00
10	46.17	-12.23
20	40.57	-22.88
30	35.40	-32.70

Lo descrito anteriormente, puede expresarse de manera esquemática en la Figura 6, en la que se puede notar una tendencia decreciente del límite líquido a medida que se va incrementando la

cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo de subrasante en 10 %, 20 % y 30 %.

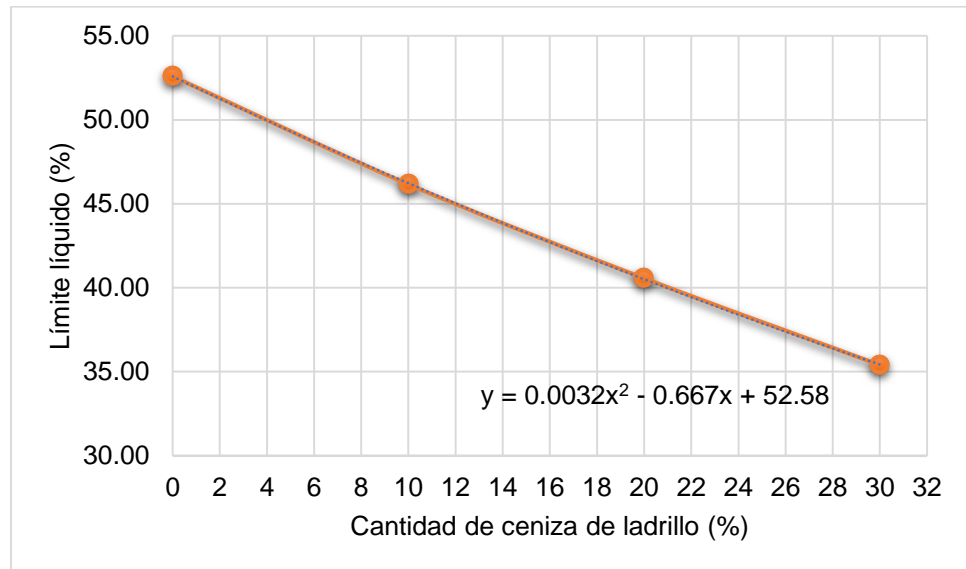


Figura 6. Comportamiento del límite líquido al incrementar ceniza de ladrillo en el suelo.

En la Figura 7 se observa la variación porcentual del límite líquido del suelo, donde con 10 % de CL este se reduce en 12.23 %, con 20 % se reduce en 22.88 % y con 30 % se reduce en 32.70 %.

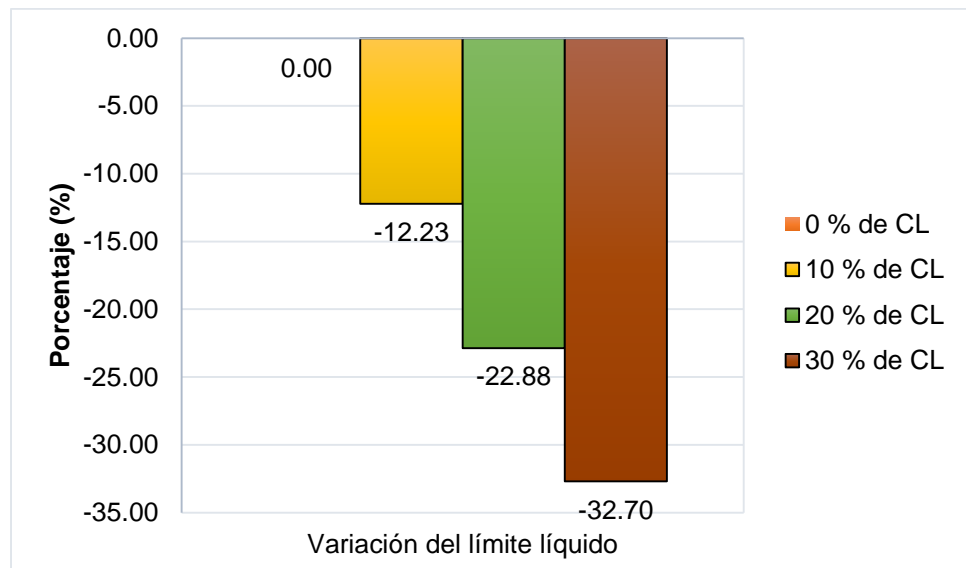


Figura 7. Variación porcentual del límite líquido.

4.1.4. Límite plástico

En la siguiente tabla se muestra los valores promedios del límite plástico del suelo sin y con adición de ceniza de ladrillo, de lo cual

se tiene que el suelo sin CL presentó un límite plástico de 25.03 %, con 10 % de CL presentó 24.63 %, con 20 % de CL fue 23.63 % y con 30 % de CL fue 21.03 %.

Tabla 12. Valores promedios del límite plástico con diferentes proporciones de ceniza de ladrillo.

Cantidad de ceniza de ladrillo (%)	Límite plástico promedio (%)	Variación (%)
0	25.03	0.00
10	24.63	-1.60
20	23.63	-5.59
30	21.03	-15.98

Asimismo, en la Figura 8 se observa el comportamiento o tendencia del límite plástico del suelo sin y con adición de ceniza de ladrillo, siendo claro que a medida que se adiciona tal compuesto el límite plástico se reduce.

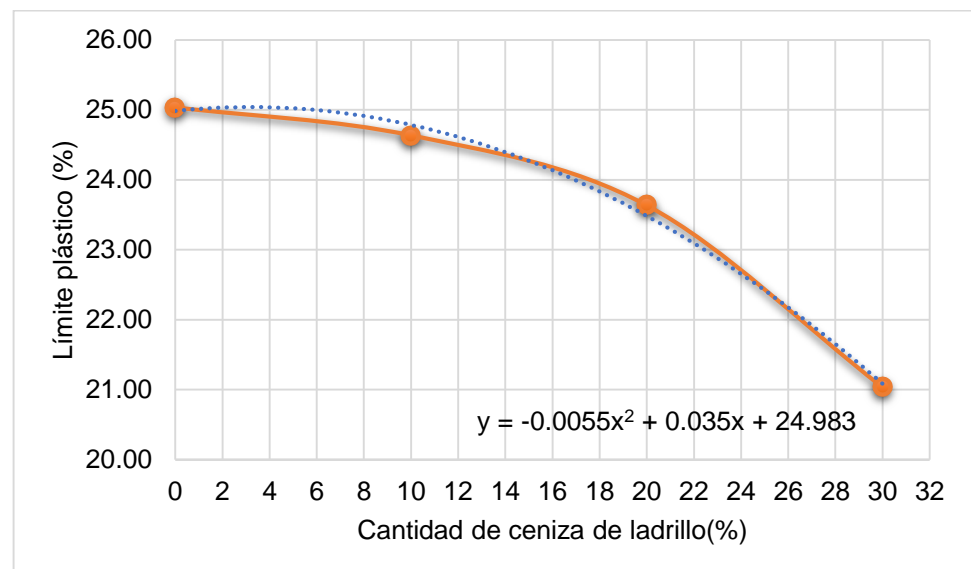


Figura 8. Comportamiento del límite plástico al incrementar ceniza de ladrillo en el suelo.

La Figura 9 especifica las variaciones porcentuales del límite plástico del suelo con adición de ceniza de ladrillo en relación al suelo patrón (sin ceniza de ladrillo), obteniéndose que con 10 % de ceniza de ladrillo el límite plástico se redujo en 1.60 %, con 20 % de ceniza de ladrillo, este se redujo en 5.59 % y con 30 % de ceniza de ladrillo, el límite líquido logró reducirse en 15.98 %.

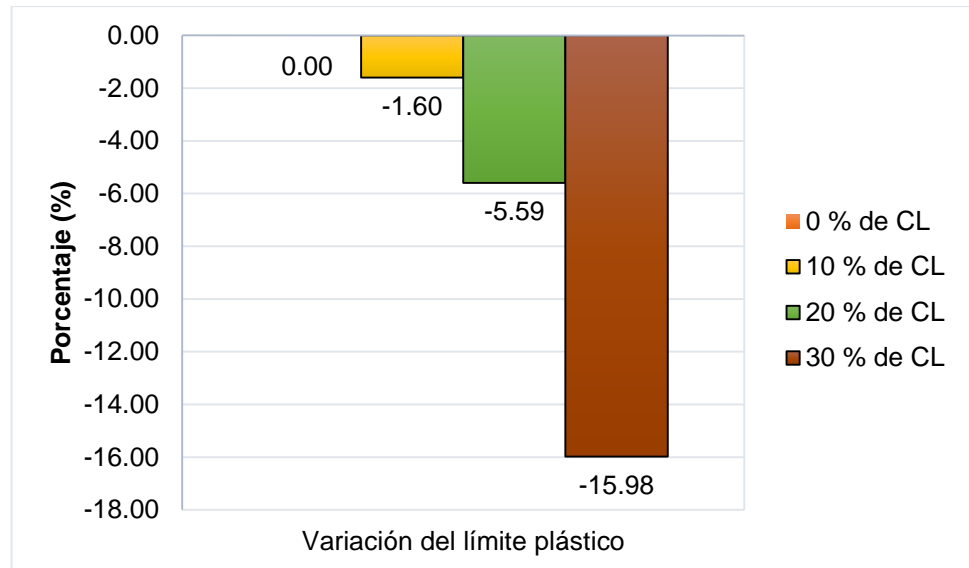


Figura 9. Variación porcentual del límite plástico respecto al suelo patrón.

4.1.5. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico del suelo, correspondiendo un indicador de plasticidad, es por ello la importancia de su estimación para su posterior interpretación. En tal sentido, en la Tabla 13 se muestra los promedios del índice de plasticidad del suelo sin y con ceniza de ladrillo, donde el suelo patrón presentó un índice de plasticidad de 27.57 %, con 10 % de CL fue de 21.53 %, con 20 % de CL fue de 16.93 % y con 30 % de CL fue de 14.37 %.

Tabla 13. Valores promedios del índice de plasticidad con diferentes proporciones de ceniza de ladrillo.

Cantidad de ceniza de ladrillo (%)	Índice de plasticidad promedio (%)	Variación (%)
0	27.57	0.00
10	21.53	-21.89
20	16.93	-38.57
30	14.37	-47.88

Según lo descrito en la tabla anterior, se procedió a la elaboración de la Figura 10 denotándose el descenso del índice de plasticidad a medida que se añade la ceniza de ladrillo en el suelo.

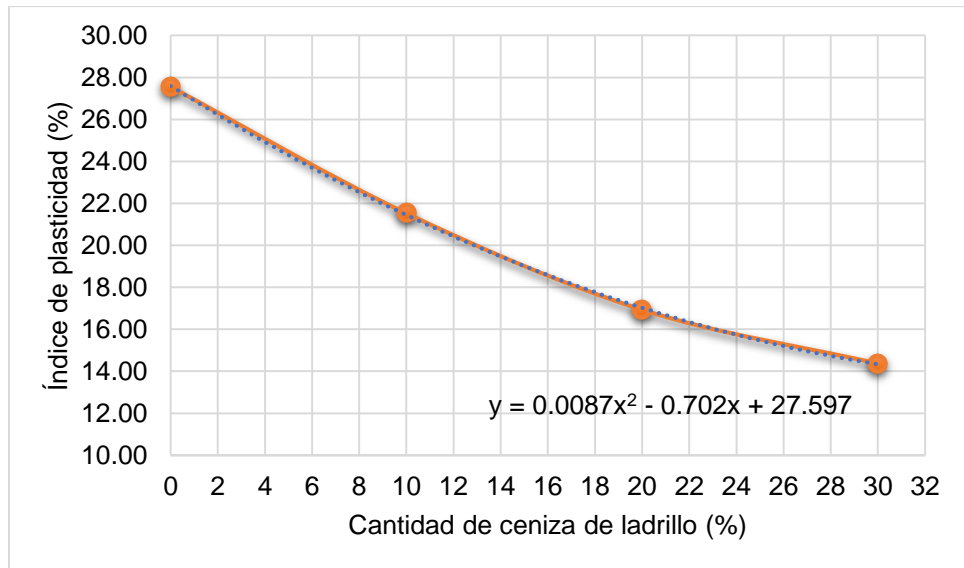


Figura 10. Comportamiento del índice de plasticidad en el suelo, a medida que se adiciona ceniza de ladrillo.

De acuerdo a la Figura 11 se tiene que con 10 % de CL el índice de plasticidad del suelo se reduce en 21.89 %, con 20 % se reduce en 38.57 % y con 30 % de CL se logró reducir hasta 47.88 %.

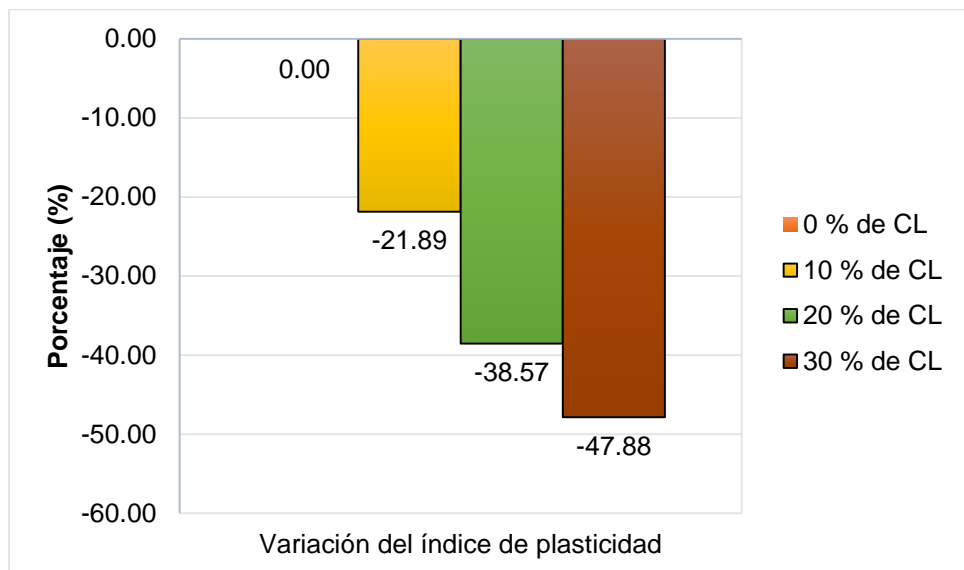


Figura 11. Variación porcentual de comportamiento del índice de plasticidad respecto a al suelo patrón.

4.1.6. Equivalente de arena

El equivalente de arena es un ensayo en el que se determinan de manera indirecta la cantidad de polvo fino o material arcilloso en el suelo.

En la siguiente tabla se puede observar que el equivalente de arena del suelo patrón fue de 44.13 %, con 10 % de CL fue de 42.27 %, con 20 % de CL fue de 41.23 % y con 30 % de CL fue de 39.97 %.

Tabla 14. Valores promedios del equivalente de arena con diferentes proporciones de ceniza de ladrillo.

Ceniza de ladrillo (%)	Equivalente de arena (%)	Variación (%)
0	44.13	0.00
10	42.27	-4.23
20	41.23	-6.57
30	39.97	-9.44

Lo descrito anteriormente se puede observar de manera gráfica en la Figura 12, en el que se muestra claramente la tendencia decreciente de esta propiedad.

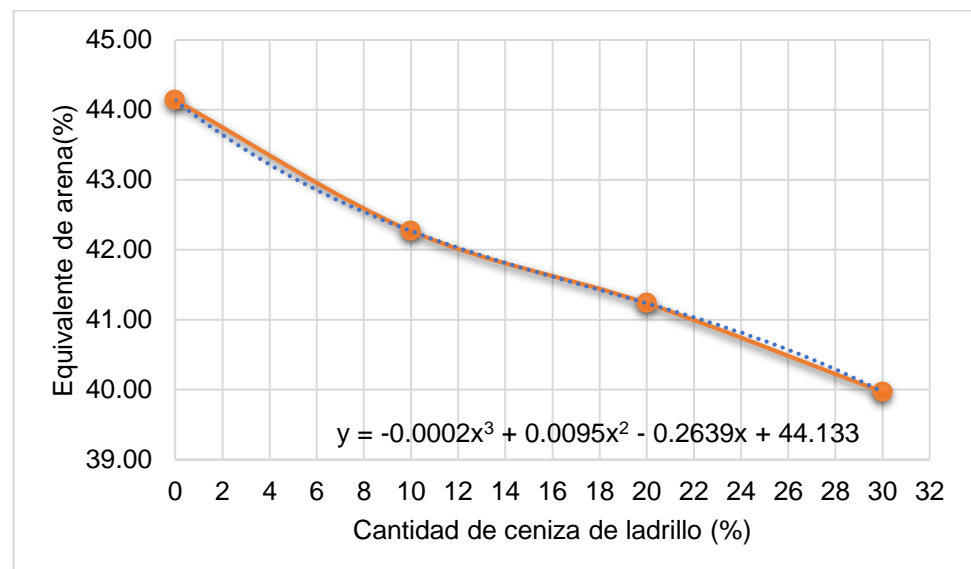


Figura 12. Comportamiento del equivalente de arena en el suelo, a medida que se adiciona ceniza de ladrillo.

Finalmente, en la Figura 13 se puede observar la variación porcentual del equivalente de arena respecto al suelo patrón; donde con 10 % de ceniza de ladrillo el equivalente de arena se reduce en 4.23 %, con 20 % de ceniza de ladrillo se reduce en 6.57 % y con 30 % se reduce en 9.44 %.

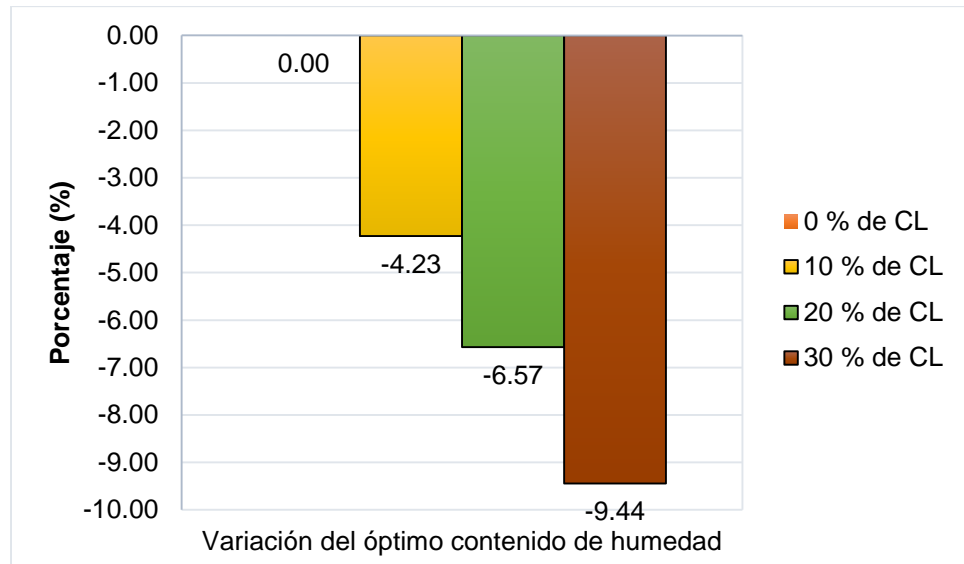


Figura 13. Variación porcentual del equivalente de arena respecto al suelo patrón.

4.2. Estabilización de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo

Las propiedades mecánicas del suelo, es el principal factor para establecer si un suelo puede o no ser utilizado como base, sub base o subrasante. Por ello, en el desarrollo de la presente investigación se consideró el estudio de dos puntos fundamentales considerados por el MTC (2014) para subrasantes, el cual es la compactación y la capacidad de soporte de suelo; el primero expresado mediante la determinación de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad; mientras que el segundo basado en el ensayo de CBR.

4.2.1. Máxima densidad seca

La máxima densidad es un parámetro obtenido del ensayo Proctor y es un indicador que debe tener un suelo para lograr una adecuada compactación. En este contexto y resaltando su importancia, se ha podido obtener los siguientes valores.

En la Tabla 15 se observa que la máxima densidad seca promedio del suelo patrón fue de 1.86 g/cm^3 , que a medida que se agregó la

ceniza de ladrillo en 10 %, 20 % y 30 % pasó a 1.93 g/cm³, 1.97 g/cm³ y 2.01 g/cm³.

Tabla 15. Valores medios de la máxima densidad seca del suelo.

Cantidad de ceniza de ladrillo (%)	Máxima densidad seca promedio (g/cm ³)	Variación (%)
0	1.86	0.00
10	1.93	3.68
20	1.97	5.67
30	2.01	8.06

En la siguiente figura se tiene la tendencia de la máxima densidad seca del suelo es positiva, es decir, se incrementa a medida que se adiciona la cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo.

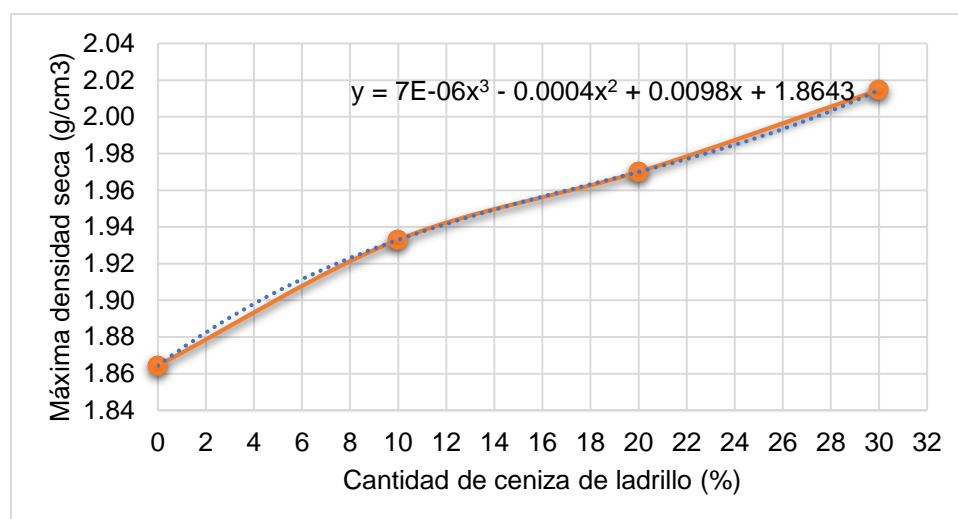


Figura 14. Tendencia de la máxima densidad seca del suelo.

Del mismo modo en la Figura 15 se representa cada una de las variaciones porcentuales de la máxima densidad seca del suelo con adición de ceniza de ladrillo.

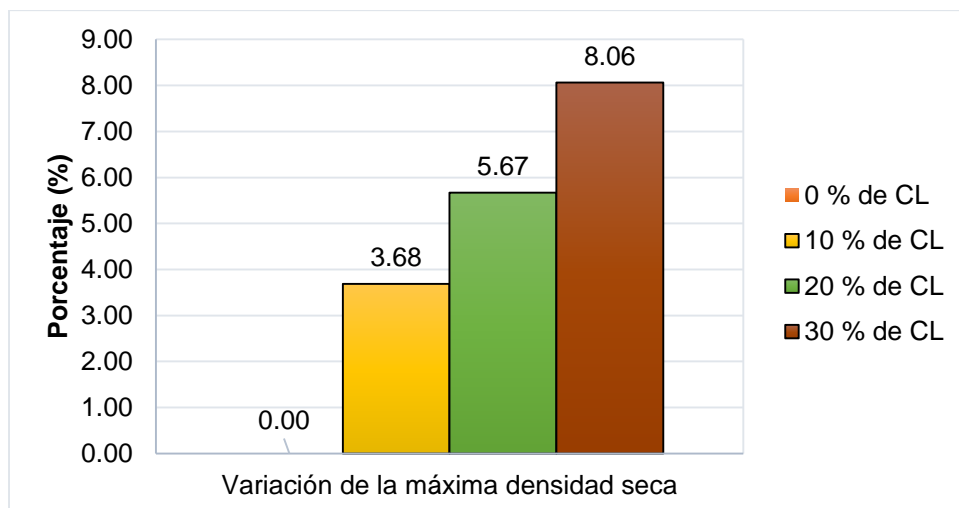


Figura 15. Variación porcentual de la máxima densidad seca, respecto al suelo patrón.

4.2.2. Óptimo contenido de humedad

Otro aspecto importante obtenido del ensayo Proctor es el óptimo contenido de humedad del suelo, el cual se puede comprender como la cantidad óptima de agua para alcanzar una compactación adecuada en el suelo. En este contexto, se ha podido determinar los siguientes resultados:

Según la Tabla 16 se tiene que el óptimo contenido de humedad promedio del suelo patrón fue de 11.11 %, con 10 % de CL fue de 11.06 %, con 20 % de CL fue de 10.54 % y con 30 % de CL fue de 9.38, denotándose la reducción de esta propiedad.

Tabla 16. Valores promedios del óptimo contenido de humedad según la cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo.

Cantidad de ceniza de ladrillo (%)	Óptimo contenido de humedad promedio (%)	Variación (%)
0	11.11	0.00
10	11.06	-0.50
20	10.54	-5.11
30	9.38	-15.59

Como se ha descrito anteriormente, la tendencia del óptimo contenido de humedad es disminuir a medida que se incrementa el porcentaje de ceniza de ladrillo. Esta tendencia, puede ajustarse a una fórmula polinómica, que se muestra en la Figura 16.

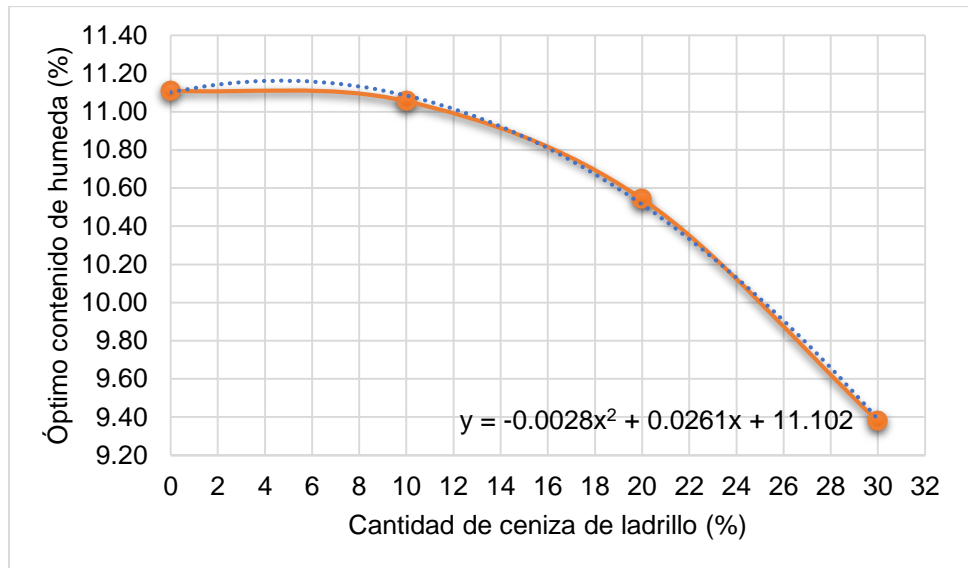


Figura 16. Tendencia del óptimo contenido de humedad en el suelo.

La variación porcentual del óptimo contenido de humedad en el suelo, tiene la misma tendencia que la figura anterior, siendo que, con 10 % de CL el óptimo contenido de humedad se reduce en 0.50 %, con 20 % se reduce en 5.11 % y con 30 % de CL se reduce en 15.59 %, todos estos en relación a lo obtenido para el suelo patrón.

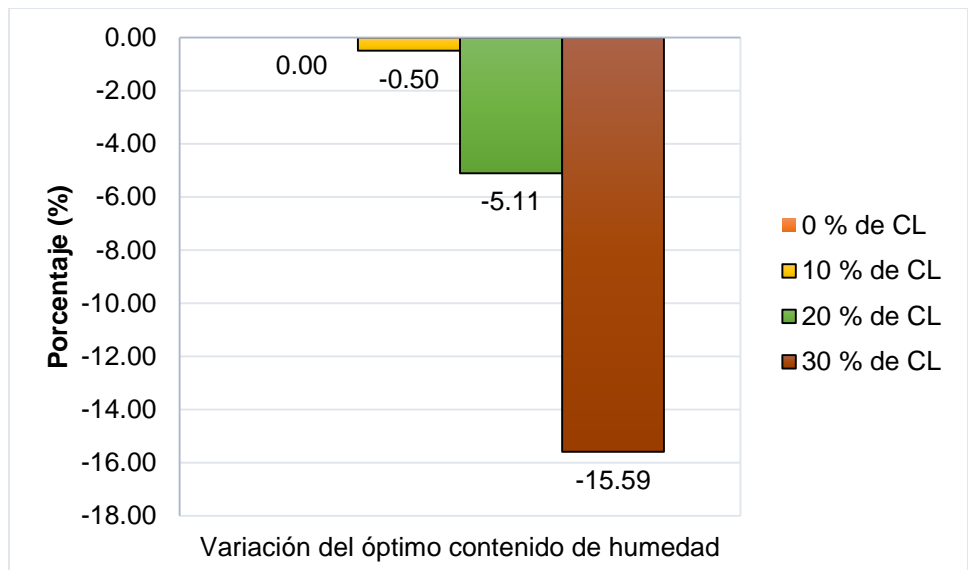


Figura 17. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad, respecto al suelo patrón.

4.2.3. CBR

La capacidad de soporte del suelo es un indicador de la resistencia del suelo, es por ello que, para el presente trabajo se

realizaron varias mediciones con diferentes proporciones de la ceniza de ladrillo obteniéndose de esta manera los siguientes resultados:

En la Tabla 17 se muestra como varía el valor de CBR al 95 % y al 100 % de la máxima densidad seca, pues el suelo patrón presentó un CBR al 95 % de 4.60 %, lo cual pasó a 10.53 % con 10 % de CL, a 14.23 % con 20 % de CL y a 20.83 % con 30 % de CL, del mismo modo el CBR al 100 % del suelo patrón fue de 4.93 %, lo cual pasó a 11.50 % con 10 % de CL, a 15.33 % con 20 % de CL y a 22.87 % con 30 % de CL.

Tabla 17. Valores promedios del CBR al 95 % y 100 %, según la cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo.

Cantidad de ceniza de ladrillos (%)	CBR al 95 % de MDS promedio (%)	Variación (%)	CBR al 100 % de MDS promedio (%)	Variación (%)
0	4.60	0.00	4.93	0.00
10	10.53	128.99	11.50	133.11
20	14.23	209.42	15.33	210.81
30	20.83	352.90	22.87	363.51

En la Figura 18 y Figura 19 se muestra la tendencia del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca, en estas figuras se pueden destacar que el valor parametrizado por el MTC (2014), que es el CBR al 95 %; se incrementa hasta un valor de 10.53 %, el cual es mayor a lo establecido en la mencionada norma (6 %).

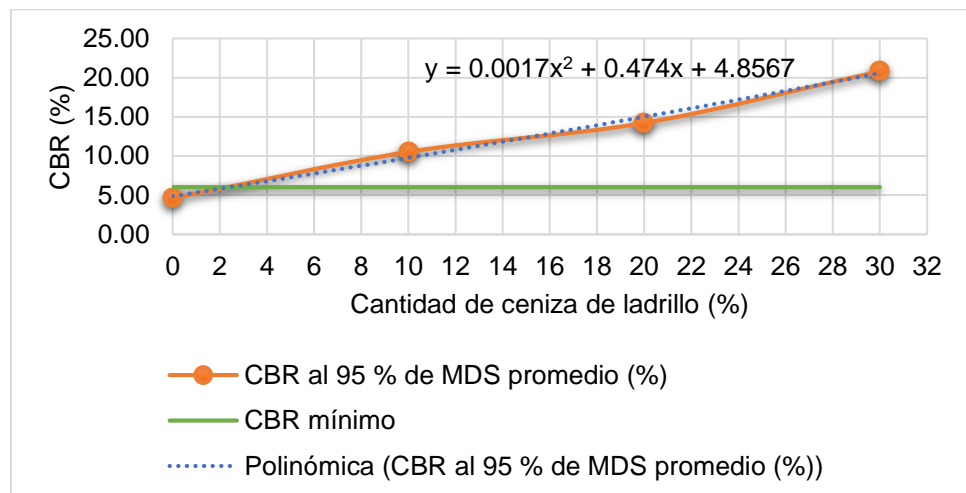


Figura 18. Variación porcentual del CBR al 95 % de la MDS respecto al suelo patrón.

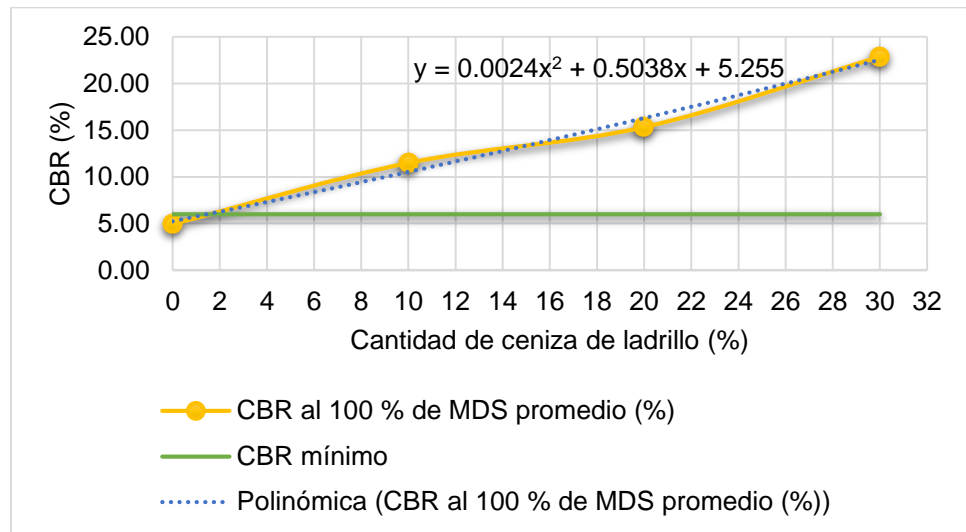


Figura 19. Variación porcentual del CBR al 100 % de la MDS respecto al suelo patrón.

En la Figura 20, se puede ver de manera esquematizada la variación porcentual del CBR al 95 % y 100 %, respecto al suelo patrón. Denotándose que existe un incremento porcentual de hasta 352.90 % para el CBR al 95 %

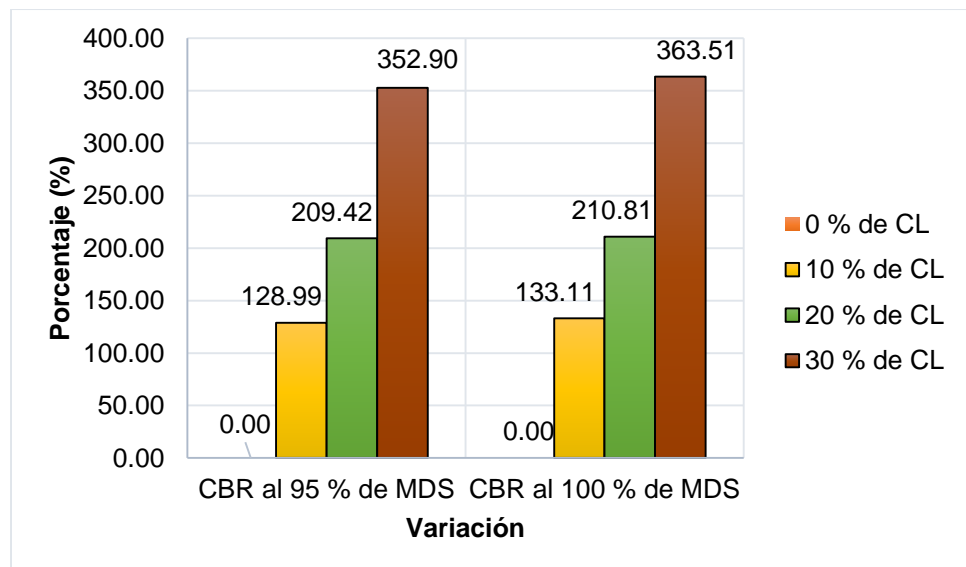


Figura 20. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad, respecto al suelo patrón.

4.3. Contrastación de hipótesis

4.3.1. Hipótesis específica "a"

La contrastación de la hipótesis fue realizada en función al análisis ANOVA de un factor. Para ello se ha planteado las siguientes proposiciones:

H_{0a}: La adición de ceniza de ladrillo no mejora las propiedades físicas de los suelos arcillosos para su estabilización, reduciendo el contenido de humedad, incrementando el contenido de gravas y reduciendo el índice de plasticidad, además del equivalente de arena.

H_{1a}: La adición de ceniza de ladrillo mejora las propiedades físicas de los suelos arcillosos para su estabilización, reduciendo el contenido de humedad, incrementando el contenido de gravas y reduciendo el índice de plasticidad, además del equivalente de arena.

Como se muestra en la Tabla 18, mediante el análisis ANOVA se ha podido determinar que todas las adiciones de ceniza de ladrillos en suelos arcillosos, influyen de manera significativa en el contenido de humedad, en el contenido de gravas, de arenas, de finos, en el límite líquido, en el límite plástico, en el índice de plasticidad y el equivalente de arena, pues la significancia obtenida es menor a 0.05 esto considerando una confiabilidad del 95 %.

Tabla 18. ANOVA de un factor para la hipótesis específica "a".

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contenido de humedad	Entre grupos	3.96	3.00	1.32	4.90	0.03
	Dentro de grupos	2.15	8.00	0.27		
	Total	6.11	11.00			
Grava	Entre grupos	276.50	3.00	92.17	20.30	0.00
	Dentro de grupos	36.32	8.00	4.54		
	Total	312.81	11.00			
Arena	Entre grupos	119.62	3.00	39.87	41.44	0.00
	Dentro de grupos	7.70	8.00	0.96		
	Total	127.32	11.00			
Finos	Entre grupos	36.80	3.00	12.27	5.05	0.03
	Dentro de grupos	19.41	8.00	2.43		
	Total	56.21	11.00			
Límite líquido	Entre grupos	492.00	3.00	164.00	1320.81	0.00
	Dentro de grupos	0.99	8.00	0.12		
	Total	493.00	11.00			

Límite plástico	Entre grupos	29.13	3.00	9.71	22.80	0.00
	Dentro de grupos	3.41	8.00	0.43		
	Total	32.54	11.00			
Índice de plasticidad	Entre grupos	302.11	3.00	100.70	130.22	0.00
	Dentro de grupos	6.19	8.00	0.77		
	Total	308.30	11.00			
Equivalente de arena	Entre grupos	27.91	3.00	9.30	41.20	0.00
	Dentro de grupos	1.81	8.00	0.23		
	Total	29.72	11.00			

Para establecer con mayor precisión la incidencia entre grupos se ha realizado la prueba post hoc de Tukey, tal como se muestra en la Tabla 19, de lo cual se tiene respecto al contenido de humedad, que sólo se presenta diferencia significativa con la adición del 30 % de ceniza de ladrillo con significancia de 0.03 (diferencia de medias de 1.49 %); en cuanto al contenido de gravas se tiene que existe diferencia significativa con 20 % y 30 % de CL con significancia de 0.02 y 0.00 (diferencia de medias de -6.80 % y -12.81 %); en cuanto a las arenas también se presenta diferencia con 20 % y 30 % de CL con significancias de 0.01 y 0.00 (diferencias de medias de 3.36 % y 8.51 %); en relación a los finos se tiene que existe diferencia significativa con 30 % de CL con una significancia de 0.04 (diferencia de medias de 4.30 %); para el límite líquido se obtuvo que existe diferencias significativas entre el suelo patrón con los suelos donde se añadió 10 %, 20 % y 30 % de ceniza de ladrillo con significancia de 0.00; para el límite plástico se obtuvo diferencias significativas al añadir 30 % de CL con significancia de 0.00; es así que, para el índice de plasticidad se encontró diferencia significativa en todos los grupos evaluados con nivel de significancia de 0.00 y diferencias de medias de 6.03 %, 10.63 % y 13.20 %; por último, para el equivalente de arena, se obtuvo que también existe diferencias significativas en todos los grupos evaluados con significancia de 0.00 y diferencias de medias de 1.87 %, 2.90 % y 4.17 %.

Tabla 19. Prueba post hoc de Tukey para la hipótesis específica "a".

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Contenido de humedad	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	0.18	0.42	0.97	-1.18	1.54
		20 % de ceniza de ladrillo	0.50	0.42	0.65	-0.86	1.86
		30 % de ceniza de ladrillo	1.49*	0.42	0.03	0.13	2.84
Grava	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	-2.89	1.74	0.40	-8.46	2.68
		20 % de ceniza de ladrillo	-6.80*	1.74	0.02	-12.37	-1.23
		30 % de ceniza de ladrillo	-12.81*	1.74	0.00	-18.38	-7.24
Arena	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	1.91	0.80	0.16	-0.65	4.48
		20 % de ceniza de ladrillo	3.36*	0.80	0.01	0.80	5.93
		30 % de ceniza de ladrillo	8.51*	0.80	0.00	5.94	11.08
Finos	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	0.98	1.27	0.87	-3.09	5.05
		20 % de ceniza de ladrillo	3.44	1.27	0.10	-0.64	7.51
		30 % de ceniza de ladrillo	4.30*	1.27	0.04	0.23	8.37
Límite líquido	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	6.43*	0.29	0.00	5.51	7.35
		20 % de ceniza de ladrillo	12.03*	0.29	0.00	11.11	12.95
		30 % de ceniza de ladrillo	17.20*	0.29	0.00	16.28	18.12
Límite plástico	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	0.40	0.53	0.87	-1.31	2.11
		20 % de ceniza de ladrillo	1.40	0.53	0.11	-0.31	3.11
		30 % de ceniza de ladrillo	4.00*	0.53	0.00	2.29	5.71
Índice de plasticidad	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	6.03*	0.72	0.00	3.73	8.33
		20 % de ceniza de ladrillo	10.63*	0.72	0.00	8.33	12.93
		30 % de ceniza de ladrillo	13.20*	0.72	0.00	10.90	15.50
Equivalente de arena	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	1.87*	0.39	0.01	0.62	3.11
		20 % de ceniza de ladrillo	2.90*	0.39	0.00	1.66	4.14
		30 % de ceniza de ladrillo	4.17*	0.39	0.00	2.92	5.41

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

Otro aspecto importante considerado fue la determinación de grupos homogéneos, es así que en relación al contenido de humedad se muestra la Tabla 20 donde se tiene dos grupos homogéneos, el primero conformado por el suelo con 30 %, 20 % y 10 % de ceniza de ladrillo, mientras que el segundo grupo lo conforma el suelo con 20 % y 10 % de ceniza de ladrillo además del suelo patrón.

Tabla 20. Grupos homogéneos según el contenido de humedad.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	9.24	
20 % de ceniza de ladrillo	3.00	10.23	10.23
10 % de ceniza de ladrillo	3.00	10.55	10.55
0 % de ceniza de ladrillo	3.00		10.73
Sig.		0.06	0.65

Para las gravas, se tiene la Tabla 21, donde se muestra tres grupos homogéneos, siendo el primer grupo conformado por el suelo patrón y el suelo con 10 % de ceniza de ladrillo, el segundo grupo está conformado por el suelo con 10 % y 20 % de ceniza de ladrillo y el tercer grupo por el suelo con 30 % de ceniza de ladrillo.

Tabla 21. Grupos homogéneos según el contenido de gravas.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
0 % de ceniza de ladrillo	3.00	13.79		
10 % de ceniza de ladrillo	3.00	16.68	16.68	
20 % de ceniza de ladrillo	3.00		20.58	
30 % de ceniza de ladrillo	3.00			26.60
Sig.		0.40	0.19	1.00

En la Tabla 22, se detalla los grupos homogéneos según el contenido de arenas, de lo cual se tiene tres, siendo el primero conformado por el suelo con 30 % de CL, el segundo grupo conformado por el suelo con 20 % y 10 % de CL, y el tercer grupo conformado por el suelo con 10 % de CL y el suelo patrón sin adición de ceniza de ladrillo.

Tabla 22. Grupos homogéneos según el contenido de arenas.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	32.93		
20 % de ceniza de ladrillo	3.00		38.08	
10 % de ceniza de ladrillo	3.00		39.53	39.53
0 % de ceniza de ladrillo	3.00			41.44
Sig.		1.00	0.34	0.16

Del mismo modo, en la Tabla 23 se muestra que según el contenido de finos se cuenta con dos grupos homogéneos, siendo el primero conformado por el suelo con 30 %, 20 % y 10 % de ceniza de ladrillo y el segundo grupo por el suelo con 20 % y 10 % de ceniza de ladrillo, además del suelo patrón.

Tabla 23. Grupos homogéneos según el contenido de finos.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	40.47	
20 % de ceniza de ladrillo	3.00	41.33	41.33
10 % de ceniza de ladrillo	3.00	43.79	43.79
0 % de ceniza de ladrillo	3.00		44.77
Sig.		0.12	0.10

En la Tabla 24, se tiene que de acuerdo al límite líquido se tiene cuatro grupos homogéneos, conformado cada uno de ellos por el tipo de suelo considerado.

Tabla 24. Grupos homogéneos según el límite líquido.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	35.40			
20 % de ceniza de ladrillo	3.00		40.57		
10 % de ceniza de ladrillo	3.00			46.17	
0 % de ceniza de ladrillo	3.00				52.60
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

No obstante, de acuerdo a la Tabla 25 se tiene dos grupos homogéneos según el límite plástico, de lo cual el primer grupo se encuentra conformado por el suelo con 30 % de ceniza de ladrillo y el grupo dos se encuentra conformado por el suelo con 20 % y 10 % de ceniza de ladrillo, además del suelo patrón sin adición de ceniza de ladrillo.

Tabla 25. Grupos homogéneos según el límite plástico.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	21.03	
20 % de ceniza de ladrillo	3.00		23.63
10 % de ceniza de ladrillo	3.00		24.63
0 % de ceniza de ladrillo	3.00		25.03
Sig.		1.00	0.11

En cuanto al índice de plasticidad se logró detectar que cada uno de los grupos evaluados no son homogéneos tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 26. Grupos homogéneos según el índice de plasticidad.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	14.37			
20 % de ceniza de ladrillo	3.00		16.93		
10 % de ceniza de ladrillo	3.00			21.53	
0 % de ceniza de ladrillo	3.00				27.57
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Por consiguiente, en la Tabla 27 se tiene tres grupos homogéneos según el equivalente de arena, de lo cual el suelo con 30 % de ceniza de ladrillo representa un grupo, el suelo con 20 % y 10 % representan otro grupo y el suelo patrón representa el tercer grupo.

Tabla 27. Grupos homogéneos según el equivalente de arena.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	39.97		
20 % de ceniza de ladrillo	3.00		41.23	
10 % de ceniza de ladrillo	3.00		42.27	
0 % de ceniza de ladrillo	3.00			44.13
Sig.		1.00	0.11	1.00

Finalmente, acorde a lo señalado anteriormente, se llega a la conclusión que se acepta la hipótesis altera y se rechaza la hipótesis nula; es decir, la adición de ceniza de ladrillos mejora las propiedades físicas de suelos arcillosos, pues se presentó una reducción del contenido de humedad, el incremento de las gravas, la reducción del índice de plasticidad y del equivalente de arena, lo cual también fue significativo según el análisis estadístico detallado en este numeral.

4.3.2. Hipótesis específica “b”

Para la prueba de hipótesis específica “b”, se ha utilizado el estadístico ANOVA de un factor. Para ello se consideró los siguientes enunciados:

H_{0b}: La adición de ceniza de ladrillo mejora las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos para su estabilización, incrementado la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementando el CBR.

H_{1b}: La adición de ceniza de ladrillo mejora las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos para su estabilización, incrementado la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementando el CBR.

Según la Tabla 28 la significancia obtenida al aplicar la prueba de ANOVA a los datos de las propiedades mecánicas del suelo, en todos los parámetros analizados es menor a 0.05; lo cual demuestra que la adición de la ceniza de ladrillo en proporciones de 10 %, 20 % y 30 % influye de manera significativa en las propiedades mecánicas del suelo, tales como la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca.

Tabla 28. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b”.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Máxima densidad seca	Entre grupos	0.04	3.00	0.01	349.86	0.00
	Dentro de grupos	0.00	8.00	0.00		
	Total	0.04	11.00			
Óptimo contenido de humedad	Entre grupos	5.82	3.00	1.94	94.28	0.00
	Dentro de grupos	0.16	8.00	0.02		
	Total	5.98	11.00			
CBR al 95%	Entre grupos	416.15	3.00	138.72	940.45	0.00
	Dentro de grupos	1.18	8.00	0.15		
	Total	417.33	11.00			
CBR al 100 %	Entre grupos	505.15	3.00	168.38	1530.76	0.00
	Dentro de grupos	0.88	8.00	0.11		
	Total	506.03	11.00			

Para determinar en qué grupos se da esta influencia, se ha procedido a realizar la prueba post hoc de Tukey, tal como se muestra en la Tabla 29, de lo cual en comparación del grupo patrón (0% de CL) con los grupos de diferentes proporciones de ceniza de ladrillos (10 %, 20 % y 30 %), se tiene para la máxima densidad seca que existe diferencia significativa en todos los grupos evaluados con significancia de 0.00 y diferencias de medias de -0.07 g/cm^3 , -0.11 g/cm^3 y -0.15 g/cm^3 en relación a las dosificaciones de 10 %, 20 % y 30 % de ceniza de ladrillo, para el óptimo contenido de humedad se encontró que sólo existe diferencias significativas con 20 % y 10 % de ceniza de ladrillo con significancia de 0.01 y 0.00, con diferencia de medias de 0.57 % y 1.73 %; respecto al CBR al 95 % de la máxima densidad seca se obtuvo que existe diferencias significativas con 10 %, 20 % y 30 % de ceniza de ladrillo pues el nivel de significancia fue de 0.00 además de diferencias de medias de -5.93 %, -9.63 % y -16.23 %; finalmente, para el CBR al 100 % de la máxima densidad seca, se presenta diferencias significativas con 10 %, 20 % y 30 % de ceniza de ladrillo con una significancia de 0.00 y diferencia de medias de -6.57 %, -10.40 % y -17.93 %.

Tabla 29. Prueba post hoc de Tukey para la hipótesis específica “b”.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Máxima densidad seca	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	-0.07*	0.00	0.00	-0.08	-0.05
		20 % de ceniza de ladrillo	-0.11*	0.00	0.00	-0.12	-0.09
		30 % de ceniza de ladrillo	-0.15*	0.00	0.00	-0.17	-0.13
Óptimo contenido de humedad	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	0.06	0.12	0.96	-0.32	0.43
		20 % de ceniza de ladrillo	0.57*	0.12	0.01	0.19	0.94
		30 % de ceniza de ladrillo	1.73*	0.12	0.00	1.36	2.11
CBR al 95%	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	-5.93*	0.31	0.00	-6.94	-4.93
		20 % de ceniza de ladrillo	-9.63*	0.31	0.00	-10.64	-8.63
		30 % de ceniza de ladrillo	-16.23*	0.31	0.00	-17.24	-15.23
CBR al 100 %	0 % de ceniza de ladrillo	10 % de ceniza de ladrillo	-6.57*	0.27	0.00	-7.43	-5.70
		20 % de ceniza de ladrillo	-10.40*	0.27	0.00	-11.27	-9.53
		30 % de ceniza de ladrillo	-17.93*	0.27	0.00	-18.80	-17.07

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

Otro aspecto considerado, fue determinar los grupos homogéneos, en tal situación, para la máxima densidad seca se tiene la Tabla 30, donde se muestra que no se presenta homogeneidad entre los grupos evaluados.

Tabla 30. Grupos homogéneos según la máxima densidad seca.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0 % de ceniza de ladrillo	3.00	1.86			
10 % de ceniza de ladrillo	3.00		1.93		
20 % de ceniza de ladrillo	3.00			1.97	
30 % de ceniza de ladrillo	3.00				2.01
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

En cuanto al óptimo contenido de humedad, se tiene tres grupos homogéneos, de lo cual, el primer grupo es conformado por el suelo con 30 % de ceniza de ladrillo, el grupo dos, está conformado por el suelo con 20 % de ceniza de ladrillo y el tercer grupo está conformado por el suelo con 10 % de ceniza de ladrillo y el suelo patrón sin ceniza de ladrillo tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 31. Grupos homogéneos según el óptimo contenido de humedad.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30 % de ceniza de ladrillo	3.00	9.38		
20 % de ceniza de ladrillo	3.00		10.54	
10 % de ceniza de ladrillo	3.00			11.06
0 % de ceniza de ladrillo	3.00			11.11
Sig.		1.00	1.00	0.96

Para el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca, se obtuvo acorde a lo especificado en la Tabla 32 y Tabla 33, que no se presenta homogeneidad entre los grupos evaluados (suelo sin adición de ceniza de ladrillo y con adición en 10 %, 20 % y 30 %).

Tabla 32. Grupos homogéneos según el CBR al 95 %.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0 % de ceniza de ladrillo	3.00	4.60			
10 % de ceniza de ladrillo	3.00		10.53		
20 % de ceniza de ladrillo	3.00			14.23	
30 % de ceniza de ladrillo	3.00				20.83
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 33. Grupos homogéneos según el CBR al 100 %.

Ceniza de ladrillo	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0 % de ceniza de ladrillo	3.00	4.93			
10 % de ceniza de ladrillo	3.00		11.50		
20 % de ceniza de ladrillo	3.00			15.33	
30 % de ceniza de ladrillo	3.00				22.87
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Finalmente, acorde a lo señalado anteriormente, se llega a la conclusión que se acepta la hipótesis altera y se rechaza la hipótesis nula; es decir, la adición de ceniza de ladrillos mejora las propiedades mecánicas de suelos arcillosos, pues se presentó un incremento de la máxima densidad seca, reducción del óptimo contenido de humedad y el incremento del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca, lo cual también fue significativo según el análisis estadístico detallado en este numeral.

4.3.3. Hipótesis general

La hipótesis general de la presente investigación está bajo las siguientes proposiciones:

H₀: La adición de ceniza de ladrillo estabiliza los suelos arcillosos en vías no pavimentadas, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.

H_i: La adición de ceniza de ladrillo no estabiliza los suelos arcillosos en vías no pavimentadas.

En función a los resultados obtenidos se ha podido determinar que las cenizas de ladrillo estabilizan los suelos arcillosos en vías no pavimentadas, modificando sus propiedades físicas y mecánicas; es por ello que se acepta la hipótesis alterna o la planteada en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Estabilización de las propiedades de suelos arcillosos adicionando cenizas de ladrillos

Las propiedades físicas del suelo son parámetros importantes para establecer a posteriori, las propiedades mecánicas del suelo. Es en este contexto la importancia de su evaluación para establecer si existe algún efecto en estas propiedades al adicionar cenizas de ladrillos en un suelo arcilloso.

Para esto, el primer aspecto que se debe tener en cuenta es que, la ceniza de ladrillo es aquel residuo de la cocción que normalmente tienen estos elementos y que, al pasarse de cocción, se convierten en “cenizas” y por ende en desperdicios que, en la actualidad, no tiene una adecuada disposición. Entre las principales características observadas es, que es un material duro, pues es un residuo del ladrillo, además que los residuos que pasan la malla N°4 resultan en un polvillo que facilita la cohesión entre las partículas del suelo arcilloso y este material.

Es en consecuencia que, al analizar las propiedades físicas del suelo se ha podido denotar que; la humedad natural del suelo tiende a disminuir a medida que se agrega mayor cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo, pues con un 30 % de este material la humedad natural puede disminuir hasta en

13.86 %; esto debido principalmente a que la ceniza de ladrillo absorbe la humedad presente en el suelo.

Con respecto a la granulometría se ha podido observar que, si existe una variación significativa siendo la cantidad de grava, el principal aspecto modificado, pues se incrementa en mayor proporción que las otras partículas del suelo. Esto ocurre debido a que se sustituye cierto porcentaje del suelo por la ceniza de ladrillo, siendo el grupo del 30 % de ceniza de ladrillo, el que presentó mayor cantidad de gravas en el suelo.

Los límites de consistencia, fue otro parámetro que sufrió modificaciones al sustituir en porcentajes de 10 %, 20 % y 30 % de ceniza de ladrillo al suelo; siendo el aspecto más resaltante de todos los parámetros analizados, el índice de plasticidad, el cual es un indicador de plasticidad de un suelo. Como se muestra en la Tabla 13 el valor inicial de este índice en el suelo patrón fue de 21.57 % el cual se puede clasificar como una subrasante no apta, según lo establece el MTC (2014); sin embargo al adicionar mayor cantidad de la ceniza de ladrillo, este valor disminuye a 14.37 %; verificándose una variación significativa que mejora las propiedades del suelo.

El último aspecto analizado en el suelo fue la cantidad del equivalente de arena en el suelo, pues es un parámetro establecido por el MTC (2014); y que indica la cantidad de elementos finos en el suelo que puede ser perjudicial para la capacidad de soporte de un suelo; en este sentido se ha podido determinar que, la adición de ceniza de ladrillo disminuye el porcentaje de equivalente de arena, lo cual es un indicador positivo en la mejora sustancial de las propiedades físicas del suelo.

5.2. Estabilización de las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo

Las propiedades mecánicas del suelo fueron determinadas mediante el desarrollo de dos ensayos: Proctor y el de CBR; los cuales son establecidos por la normativa vigente. Sin embargo; es importante señalar que existen

más ensayos para determinar más propiedades del suelo como el de corte directo, pero su uso está más ligado a estudios para cimentaciones de edificaciones y no de carreteras, como es el caso de esta tesis.

Los resultados obtenidos muestran que, de acuerdo al ensayo Proctor, la máxima densidad seca de un suelo se incrementa de manera significativa a medida que se incrementa la cantidad de ceniza de ladrillo; pues su valor aumenta de 1.86 g/cm^3 a 2.01 g/cm^3 . Estos resultados concuerdan con lo obtenido con Mamani y Yataco (2017), aunque los tipos de suelos analizados no fueron exactamente los mismos. Con respecto al óptimo contenido de humedad se ha determinado que, su valor disminuye a medida que se incrementa la cantidad de ceniza de ladrillo en el suelo; esto debido principalmente a que la adición de este material absorbe cierta cantidad de agua que perjudicaba una adecuada compactación del suelo.

Con lo descrito anteriormente, se puede mencionar que adicionar ceniza de ladrillos en el suelo resulta beneficiosos en la compactación, pues los principales parámetros que lo representan (el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca), tienen una mejora significativa; lo cual se verá reflejada en el valor de soporte del suelo (CBR).

La capacidad de soporte de un suelo, es sin duda el mejor indicador de la factibilidad para su uso como subrasante. Sin embargo, este valor debe complementarse con otros parámetros físicos como el índice de plasticidad del suelo. Ante esto se ha denotado que existe una mejora significativa de esta propiedad al 95 % de la máxima densidad seca; pues su valor se incrementa de 4.60 % a 10.53 %, con 10 % de ceniza de ladrillo; pero su índice de plasticidad tiene un valor de 21.53 %, el cual es un valor elevado para su uso como subrasante, tal como lo menciona el MTC (2014). En este contexto, el valor más cercano a lo recomendado por la normativa es la proporción de ceniza de ladrillo al 30 %.

Es importante mencionar que la tendencia obtenida en los resultados para el valor de CBR al 100 % y al 95 % de la máxima densidad seca del suelo tiene una tendencia positiva, es decir que hay posibilidades que su

valor de soporte se incrementa con mayores concentraciones de este material; dejando la posibilidad a futuras investigaciones el estudio con valores superiores al 30 % de ceniza de ladrillo.

CONCLUSIONES

1. La adición de las cenizas de ladrillo estabiliza los suelos arcillosos en vías no pavimentadas, pues se logra mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo; por lo cual su uso como subrasante es factible; especialmente si la concentración de este material es del 30 %.
2. Las cenizas de ladrillo mejoran las propiedades físicas de suelos arcillosos, pues se reduce el contenido de humedad de 10.73 % a 9.24 % (variación porcentual de -13.86 %), la cantidad de grava en el suelo se incrementa de 13.79 % a 26.60 % (variación porcentual de 92.24 %), el índice de plasticidad se reduce de 27.57 % a 14.37 % (variación porcentual de -47.88 %), al igual que el equivalente de arena de 44.13 % a 39.37 % (variación porcentual de -9.44 %), esto considerando un 30 % de ceniza de ladrillo.
3. Adicionar cenizas de ladrillos en suelos arcillosos mejora de manera significativa sus propiedades mecánicas; pues de acuerdo a los resultados obtenidos, la máxima densidad seca se incrementa de 1.86 g/cm³ a 2.01 g/cm³ (variación porcentual del 8.06 %); mientras que el óptimo contenido de humedad se reduce de 11.11 % a 9.38 % (variación porcentual de -15.59 %), el CBR al 95 % se incrementa de 4.60 % a 20.83 % (variación porcentual de 352.90 %) y el CBR al 100 % pasó de 4.93 % a 22.87 % (variación porcentual de 363.51 %); esto cuando al contenido de ceniza de ladrillo de 30 % en relación al peso seco del suelo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los proyectistas la aplicación de este material en una proporción del 30 % para estabilizar suelos que posean la clasificación de suelos AASHTO tipo A-5(4).
2. Se recomienda a los investigadores la aplicación de este material en otros tipos de suelo y en proporciones superiores a los considerados en el presente trabajo de investigación.
3. Se recomienda a los productores de ladrillos, dar una adecuada disposición de las cenizas de ladrillos, debido a que su potencial como estabilizador de suelos es alta; por lo cual puede generarles ingresos adicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, M., & Navarro, J. (2019). *Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico*. Universidad Peruna de Ciencias Aplicadas.
- Coronado, J. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos* (p. 289). p. 289. Recuperado de <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4114>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Quinta Edi). México.
- Duque, G., & Escobar, C. (2002). *Mecánica de suelos*. Manizales.
- Espinoza, T., & Honores, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación*. Universidad Nacional del Santa.
- Fratelli, M. (1993). *Suelos, fundaciones y muros* (Primera; M. Fratelli, Ed.). Venezuela: ASTROM.
- Gallardo, R., Cuanalo, O., Quintero, L., Muñoz, A., & Martínez, C. (2017). Análisis del comportamiento de suelos de alta plasticidad con la adición del material de residuo en la fabricación de ladrillo cerámico. *Revista Colombiana De Tecnologías De Avanzada (Rcta)*, 1(29), 6. <https://doi.org/10.24054/16927257.v29.n29.2017.2493>
- Gómez, D. (2016). *Evaluación técnica y ambiental del proceso de almacenamiento de cenizas de carbón activadas alcalinamente para su uso como estabilizante de suelos*. Universidad de Medellín.

- Goñas, O., & Saldaña, J. (2019). *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada* (Vol. 1). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Google Earth. (2021). Google Earth Pro. Recuperado de <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
- Huayta, F. (2014). *Indicadores de gestión empresarial en la producción de ladrillo artesanal de la región Junín – 2013*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Jimenez, A., & Zamora, C. (2016). *Diseño de pavimento flexible sobre suelos expansivos usando ceniza volante y polvo de ladrillo*. Pontificia Universidad Javeriana Cali.
- Mamani, L., & Yataco, A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho*. Universidad de San Martín de Porres.
- MTC. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial* (p. 57). p. 57. Recuperado de 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)* (p. 305). p. 305. Recuperado de 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*. Recuperado de [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%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- Muñoz, F., & Hidalgo, C. (2019). *Caracterización hidráulica de un suelo residual estabilizado con polvo de ladrillo y residuos de cal*. (October), 9.
- PRODUCE. (2010). *Guía de la buenas prácticas para ladrilleras artesanales* (p. 67). p. 67. Recuperado de <http://spij.minjus.gob.pe/graficos/Peru/2010/abril/21/RM-102-2010-PRODUCE.pdf>
- Rodríguez, W. (2019). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Suelos y cimentaciones* (p. 298). p. 298. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño* (Primera). Bogotá-Colombia: Macro EIRL.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿De qué manera se modifica las propiedades físicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas? b) ¿Cómo se modifica las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar de qué manera se modifica las propiedades físicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas. b) Establecer cómo se modifica las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas.</p>	<p>Hipótesis general: La adición de ceniza de ladrillo estabiliza los suelos arcillosos en vías no pavimentadas, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La adición de ceniza de ladrillo mejora las propiedades físicas de los suelos arcillosos para su estabilización, reduciendo el contenido de humedad, incrementando el contenido de gravas y reduciendo el índice de plasticidad, además del equivalente de arena. b) La adición de ceniza de ladrillo mejora las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos para su estabilización, incrementado la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementando el CBR.</p>	<p>Variable independiente (X): ceniza de ladrillo.</p> <p>Variable dependiente (Y): estabilización de suelo arcilloso</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad. - Propiedades físicas. - Propiedades mecánicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de ceniza de ladrillo. - Contenido de humedad. - Granulometría. - Límite líquido. - Límite plástico. - Índice de plasticidad. - Equivalente de arena. - Máxima densidad seca. - Óptimo contenido de humedad. - Índice de capacidad de soporte. 	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población correspondió al suelo de subrasante de la avenida Próceres entre el canal de irrigación y el pasaje Santa Rosa, en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo del departamento de Junín.</p> <p>Muestra: De acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra correspondió a 360 kg de suelo de subrasante de la Av. Próceres del distrito de Chilca, esto para la ejecución de los ensayos sin y con la adición de ceniza que se especifican en la Tabla 8.</p>

Anexo N° 02: Ensayos de laboratorio

Anexo N° 02.01: suelo patrón sin adición de ceniza de ladrillo



Jr. Arque Fernández Quiroz N° 2029 Int. 104 Urb. El Sol Lima
 Paje N° 122-82 C/ta. Huancayo
 Telf: 94049888 / 94535584
 Correo: informes@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

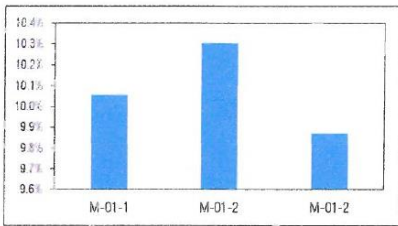
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,217.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 477503.4 N 8683512.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Patrón

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-01-1	M-01-2	M-01-2
Recipiente N°	---	---	N° 05	N° 06	N° 07
(A) Peso de Tara Vácuo	M ₂	(g)	51.16	51.16	51.16
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M ₂₊₃	(g)	196.25	206.07	195.35
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M ₂₊₃	(g)	163.00	191.60	167.40
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M ₂	(g)	131.84	140.44	131.24
(E) Peso de Agua (B-C)	M ₃	(g)	13.26	14.47	12.95
(F) Contenido Humedad (100* E/D)	w	(%)	10.06%	10.30%	9.87%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			10.08%		



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
		Humedad Recomendada ± 1%		Humedad Recomendada ± 0.1%	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 ½ pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[¾ pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[⅜ pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de Tara 200 g debe obtenerse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentación

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 01]



Jr. Ángel Fernández Quevedo N° 2009 Int. 101 Urb. Eña Lima
 Paje Norte N° 13792 Chilca Huarayo
 Telf: 914030314 / 912565514
 Correo: SilverGeoSac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	05-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN** ENSAYOS REALIZADOS: **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : **Muestreo por Laboratorio** Profundidad : **1.20 m** Altitud (Cota) : **3,217.00 m.s.n.m.**
 Método de Muestreo : **Excavación Manual** Napa freática : **N.P.** Coordenadas UTM : **E 477503.4 N 8663512.4**
 Perfil del Suelo Tipo : **S2 Suelos Intermedios** Tipo de Muestra : **Patrón**

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
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	87.00 g	6.0%	94.0%
N° 4	4.75 mm	122.00 g	14.4%	85.6%
N° 10	2.00 mm	188.00 g	27.3%	72.7%
N° 40	0.43 mm	192.00 g	40.5%	59.5%
N° 200	0.08 mm	215.00 g	55.3%	44.7%
PASA		650.00 g	100.0%	0.0%
		1454.00 g	100.0%	100%

Límites Granulométricos para el material.

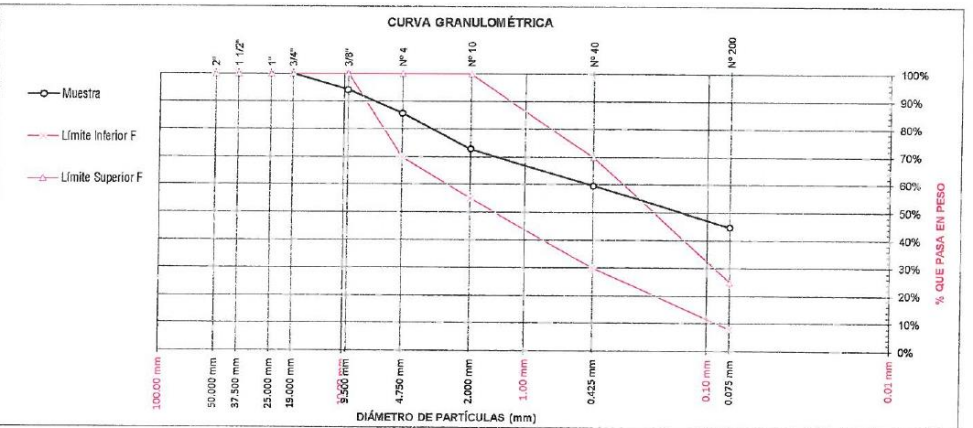
Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
90-100	100	100	100	100	100
65-100	80-100	---	---	---	---
45-80	65-100	50-65	60-100	---	---
30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Resultados de la Granometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	14.37%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	40.92%
Finos	[φ < N° 200]	44.70%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (4)
Arena arcillosa	



- El material para afirmado de Canteras, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado" Requiere zarandeo pasante tamiz de 1"

OBSERVACIONES:
 Realizado: **Bach. Denis Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geoplásica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentación
 Ing. Civil **Johnny H. RAYMUNDO OLIVERA**
 N° 17.102.0352

RUC: 20601685524
 [Pág. 02]



J. Ángel Fernández Cuevas N° 2800 Int. 304 Urb. Elío Lima
 Paje N° 125-132 Chirila Huancaayo
 Telefon: 011 444 4444 y 444 4444
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

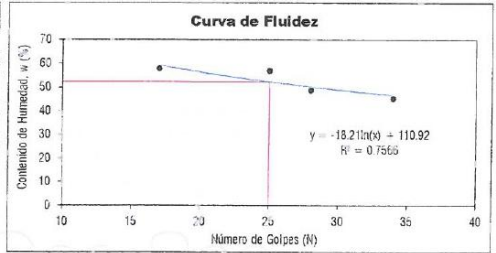
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17⁴
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,217.00 m s n m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 477503 4 N 8683512 4
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Patrón

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17⁴)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	17	25	28	34
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 06	N° 07	N° 09
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CH}	(g)	48.50	49.60	44.38	51.20
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	36.80	39.60	37.05	42.10
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	16.80	17.60	15.05	20.10
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	9.70	10.00	7.33	9.10
(F) Contenido de Humedad (100° F/D)	w	(%)	57.74	56.82	48.70	45.27



Límite Plástico (Método Manual)

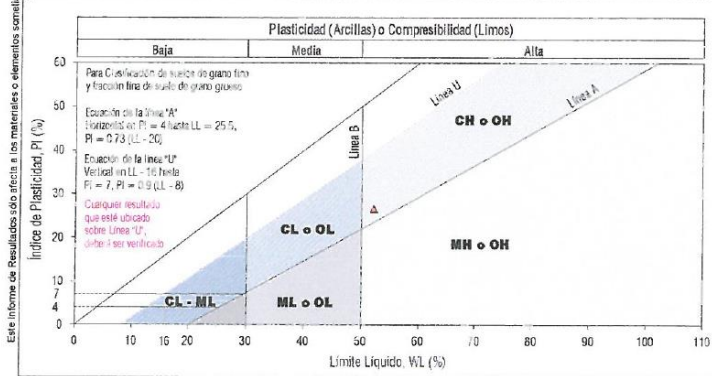
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 16	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CH}	(g)	40.20	35.00	42.00	38.60
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	36.60	32.60	37.80	35.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	14.60	10.60	15.80	13.00
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	3.60	2.40	4.20	3.60
(F) Contenido de Humedad (100° F/D)	w	(%)	24.65	22.64	26.58	27.69

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17⁴)

Liquid Limit (LL, w _L)	: 52.1%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 25.4%	Plasticity Index (PI)	: 26.7%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: SC	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (4)
Arena arcillosa			



- 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. Edición

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Ensayos de Suelos y Pavimentación

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004569-2018/DSD



M. Ángel Fernández Quiroz N° 2079101-194 Urb. El Sol, Lima
 Pje. Nuñas N° 12, 52 Chilca, Huancaayo
 Telf: 5414440274053054
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG N°151/2020

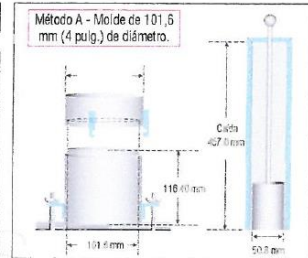
TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS.
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCEROS DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por Laboratorio Método de Preparación: Humedo Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos	Profundidad: 1.20 m. Símbolo del Suelo: SC Clasificación del Suelo: Arena arcillosa	Altitud (Cota): 3,217.00 m s.n.m. Coordenadas UTM: E 477503.4 N 8863512.4 Tipo de Muestra: Patrón
---	---	---

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

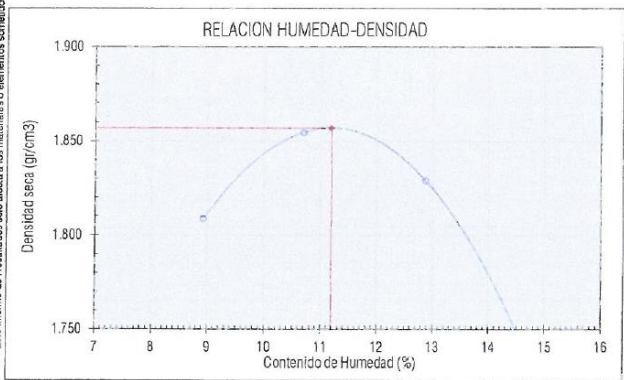
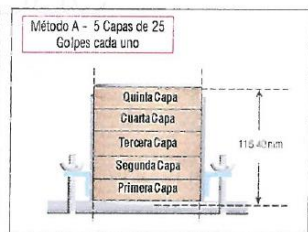
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{can}	(g)	6004.00	6082.00	6093.00	5967.00
(B) Peso del Molde	M _{mol}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1860.00	1938.00	1949.00	1843.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.970	2.053	2.065	1.952



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Resipiente N°	---	---	N° 08	N° 23	N° 105	N° 12
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.88	21.90	21.94	21.82
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu}	(g)	82.47	85.87	85.00	71.82
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	77.50	79.69	78.69	65.20
(D) Masa de Suelo Seco (C A)	M _s	(g)	55.62	57.79	56.75	43.38
(E) Masa of Water (B C)	M _w	(g)	4.97	6.18	7.31	6.62
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	8.94	10.69	12.88	15.26
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.81	1.85	1.83	1.69



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	: 1.86
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 11.18

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER-GEO SAC.
 Oficina Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685324
 [Pág. 04]



Jr. Ángel Fernández Guerra N° 2069 Int. 104 Urb. Eña, Lima
 Pse. Nariño N° 12-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 840-9998 / 923-502854
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

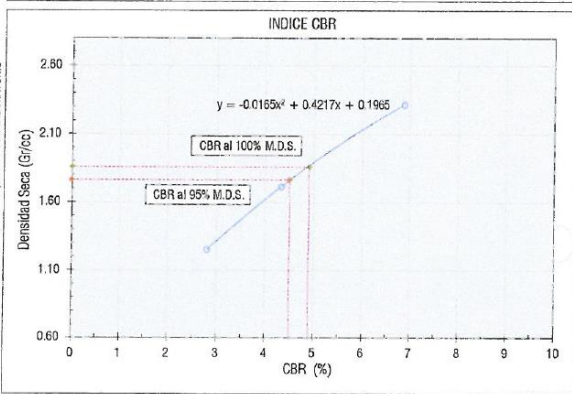
UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota) : 3.217.00 m.s.n.m.
 Método de Preparación: Húmedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM : E 477503.4 N.8663512.4
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa Tipo de Muestra : Patrón

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



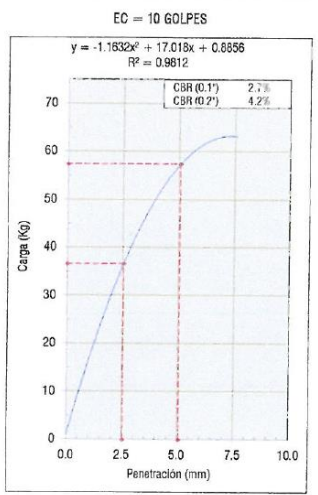
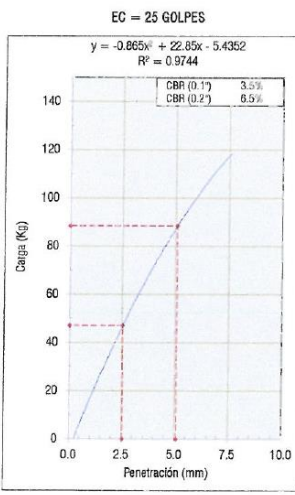
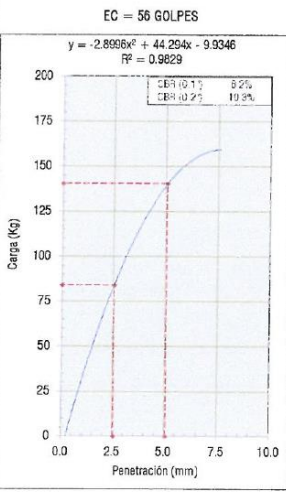
Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1337
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (G/cm^3) : 1.857
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.183
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm^3) : 1.764

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 4.9%

C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 4.5%



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Gerencia Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAMUNDO 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



Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 (Int. 304 Urb. Elío, Lima)
 Pse. Nilsón M° 124752 (Chilca, HUANCAJO)
 Telf.: 0051011 4163301964
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER	PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAJO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	
Modalidad : Muestreo por Laboratorio	Profundidad : 1.20 m.
Método de Muestreo : Excavación Manual	Napa freática : N.P.
Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios	Lugar de Muestreo : Patrón
	Altitud (Cota) : 1,599.24 m.s.n.m.
	Coordenadas UTM : E 431674.4 N.8532666.4

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° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Hora inicio de saturación	---	min	08:15 a. m.	08:17 a. m.	08:19 a. m.	08:21 a. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	08:25 a. m.	08:27 a. m.	08:29 a. m.	08:31 a. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	08:26 a. m.	08:28 a. m.	08:30 a. m.	08:32 a. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	08:46 a. m.	08:48 a. m.	08:50 a. m.	08:52 a. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	11.20	10.40	9.80	10.90
(F) Altura arena	---	pulg	5.00	4.70	4.00	5.10
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	44.6%	45.2%	40.8%	46.8%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	44.4%			

Este Informe de Resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total, parcialmente ni la aprobación por escrito del LABORATORIO

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos:

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SACS
 Geotecnia, Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

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

RUC: 20601665524
 [Pág. 06]

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



Dr. Ansel Fernández Curioz N° 2009/Int. 104 Urb. Elba Lina
 Pasa. Muñoz N° 107-102 Chirix, Huancayo
 Telf: 021446200 / 051503034
 Correo: inform@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS

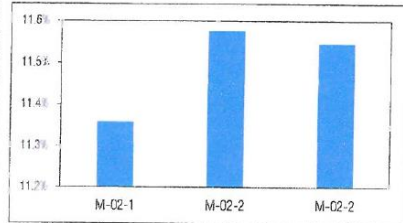
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,217.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 477503 4 N 8663512.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Patrón

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-02-1	M-02-2	M-02-2
Recipiente N°	---	---	N° 03	N° 04	N° 05
(A) Peso de Tara Vacío	M _t	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{CHH}	(g)	201.00	211.65	201.28
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	185.60	194.88	185.62
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	135.60	144.88	135.62
(E) Peso de agua (B-C)	M _w	(g)	15.40	16.77	15.66
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	11.38%	11.58%	11.55%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			11.49%		



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
		Humedad Recomendada ± 1%		Humedad Recomendada ± 0.1%	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

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: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER-GEO SAC.
 Gestión de Calidad
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

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

RUC: 20601385524
 [Pág. 07]



Av. Ferrocarril Quilicoz N° 2809 Int. 104 Urb. Dos Lomas
 Pisco, Huiles N° 122-012 Oficina, Huancayo
 Telf: 0541425806 / 054142584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios

Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Patrón

Altitud (Cota) : 3.217,00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E. 477503.4 N. 8663512.4

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18					Límites Granulométricos para el material.					
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F					
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	---	---	---	---	---	---
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	---	---	---	---	---	---
3/8"	9.50 mm	78.00 g	5.3%	94.7%	100	100	100	100	100	100
N° 4	4.75 mm	117.00 g	13.3%	86.7%	65-100	80-100	---	---	---	---
N° 10	2.00 mm	191.00 g	26.2%	73.8%	45-80	65-100	50-85	60-100	---	---
N° 40	0.43 mm	202.00 g	40.0%	60.0%	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
N° 200	0.08 mm	218.00 g	54.6%	45.2%	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
PASA		665.00 g	100.0%	0.0%	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
		1471.00 g	100.0%	100%	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

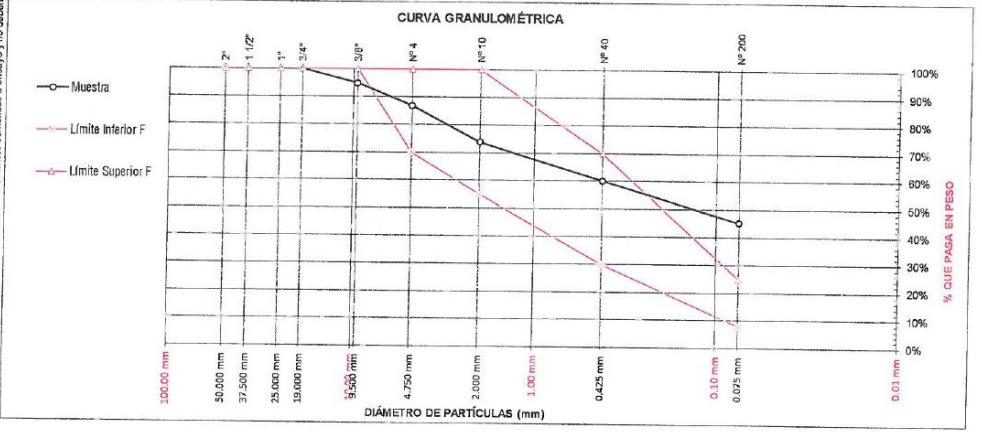
Resultados de la Granulometría

Grava [N° 4 < φ < 3"]	13.26%
Arena [N° 200 < φ < N° 4]	41.54%
Fines [φ < N° 200]	45.21%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (5)
Arena arcillosa	


Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no debena reproducirse tota. Yo parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO



- El material para afirmado de C-01, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pssante tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.


SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofisica
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentación
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 2043352
 RUC: 20601685524
 [Pág. 08]

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



H. Ángel Fernández Quiroz N° 2509 Int. 104 Urb. Edo. Lima
 Pje. Suñes N° 102-02 Chilca, Huancayo
 Telf: 064466497 / 985070524
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESTISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

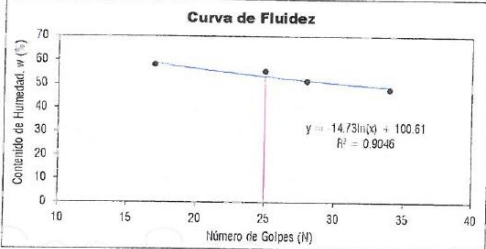
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,217.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.477503.4 N.8663512.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Patrón

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	17	25	28	34
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.03	21.48	22.07	21.71
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mo}	(g)	43.50	40.54	40.50	43.18
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ms}	(g)	35.25	33.76	34.25	36.25
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	14.22	12.28	12.18	14.54
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	8.25	6.78	6.25	6.93
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	58.02	55.21	51.31	47.66



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 16	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	27.00	27.00	27.00	27.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mo}	(g)	32.61	32.00	33.00	32.10
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ms}	(g)	31.60	31.00	31.90	31.10
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	4.60	4.00	4.90	4.10
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.21	1.00	1.10	1.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	26.30	25.00	22.45	24.39

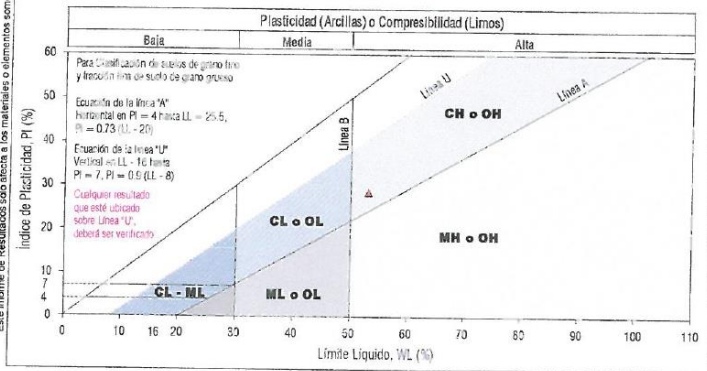
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w_L) : 53.1% Plastic Limit (PL, w_P) : 24.5% Plasticity Index (PI) : 28.6%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (5)
 Arena arcillosa

Este informe de resultados solo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.



- 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: Bach. Denís Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Gestión de la Calidad
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentación

Ing. Civil Jelany R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 09]

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



Dr. Ángel Fernández Cuatrecasas N° 2049 Int. 204 Urb. Elbe Lima
 Pige Huénoa N° 122-452 Oliva, Huancaayo
 Telf: 914049888 / 910506594
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCÉRES
 DISTRITO : 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 Laboratorio Profundidad: 1,20 m. Altitud (Cota): 3.217,00 m.s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM: E 477503,4 N 8663512,4
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos Clasificación del Suelo: Arena arcillosa Tipo de Muestra: Patrón

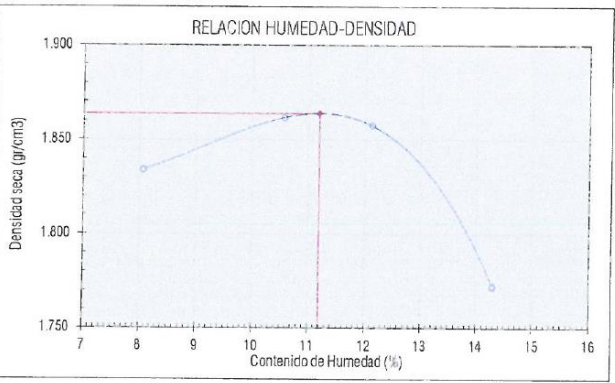
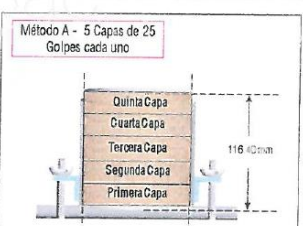
Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5,00	5,00	5,00	5,00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25,00	25,00	25,00	25,00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{Can}	(g)	6015,00	6087,00	6110,00	6056,00
(B) Peso del Molde	M _{Molde}	(g)	4144,00	4144,00	4144,00	4144,00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1871,00	1943,00	1966,00	1912,00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944,00	944,00	944,00	944,00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1,982	2,058	2,083	2,025



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 09	N° 25	N° 101	N° 52
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21,90	21,90	21,60	21,90
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{Can}	(g)	81,50	84,70	85,70	86,00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{Can}	(g)	77,05	78,70	78,79	77,98
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	55,15	56,80	56,99	56,08
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	4,45	6,00	6,91	6,02
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	8,07	10,56	12,12	14,30
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1,83	1,86	1,85	1,77



Resultados Ensayos de Compactación
 Densidad Máxima Seca (gr/cm3) : 1,86
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11,19

OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 RUC: 20601685524
 [Pág. 10]

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



Dr. Angel Fernández Cuervo N° 2809 Int. 104 Urb. Ellos Lirios
 P.O. Box N° 102452 Chino, Huancayo
 Telef. 864040048 / 864200054
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°151/2020

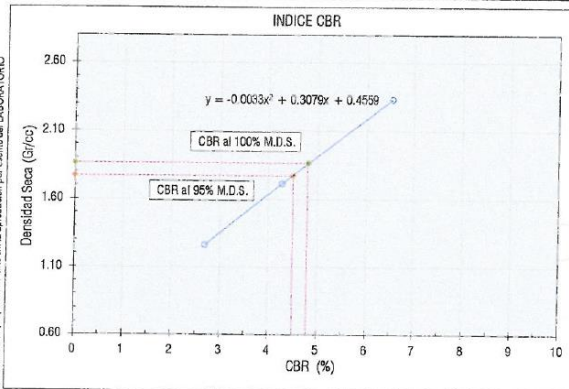
TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PROCÉRES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota) : 3.217.00 m s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM : E.477503.4 N.8863512.4
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa Tipo de Muestra: Patrón

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

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

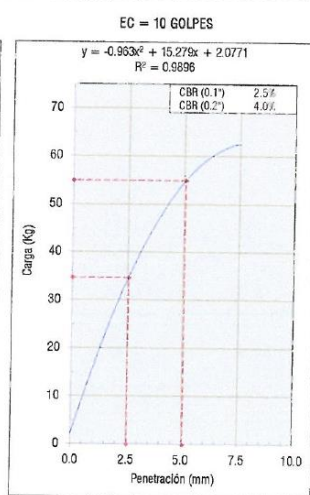
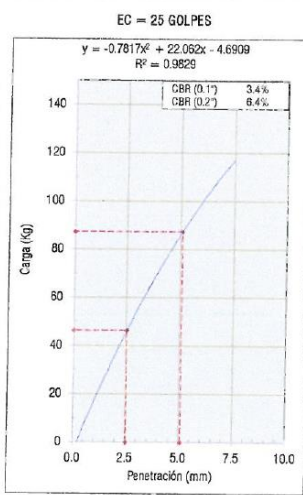
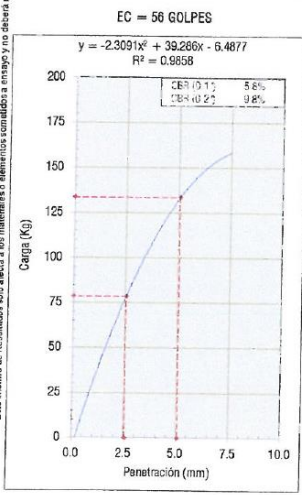


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (G/cm^3) : 1.864
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.188
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm^3) : 1.771

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 4.8%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 4.5%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Gerencia de Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA C.I.P. N° 204352 RUC: 20601685524 [Pág. 11]



Dr. Abel Fernández Quiroz N° 20591447, 704 Urb. Edif. Lima
 P.O. Box N° 123-82, Cuzco, Huancayo
 Telf: 949495953 / 949495334
 Correo: silvergeo@netcom.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 1.626.86 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.431705.4 N.8532167.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Lugar de Muestreo : Patrón

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° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Hora inicio de saturación	---	min	09:10 a. m.	09:12 a. m.	09:14 a. m.	09:16 a. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	09:20 a. m.	09:22 a. m.	09:24 a. m.	09:26 a. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	09:21 a. m.	09:23 a. m.	09:25 a. m.	09:27 a. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	09:41 a. m.	09:43 a. m.	09:45 a. m.	09:47 a. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	10.20	8.50	9.10	9.60
(F) Altura arena	---	pulg	4.50	3.60	3.50	4.60
(G) Equivalente de arena	[E ÷ F] x 100	%	44.1%	42.4%	38.5%	47.9%
(H) Promedio equivalente de arena	E ²	(%)	43.2%			

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

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimentación
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352

RUC: 2090168524
 [Pág. 12]

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



Av. Arce Fernández Chiriz N° 2009 Int. 104 Urb. Elva Liria
 P.O. Box N° 1121-10 Chicla, Huancaayo
 Telf: 96 8446989 / 955505384
 Correo: info@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

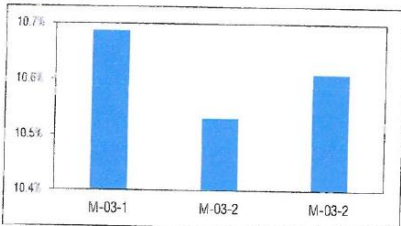
ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2, Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Patrón
 Altitud (Cota) : 3,217.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 477503.4 N 8663512.4

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deben reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-03-1	M-03-2	M-03-2
Recipiente N°	---	---	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Peso de Tara Vacio	M _t	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{CH}	(g)	192.30	199.99	195.99
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	178.56	185.70	181.99
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	128.56	135.70	131.99
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	13.74	14.29	14.00
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	10.68%	10.63%	10.61%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			10.61%		



Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	50 g

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza^A

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

^A Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de prueba de 200 g debe utilizarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geométrica
 Laboratorio de Suelos Coesivos y Pavimentación.
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 RUC: 20601685524
 [Pág. 13]

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° 2867 (Inr. 104) Urb. Elío, Lima
 Pje. Huayco N° 122-552 Chivila, Huancayo
 Telf: 900426000 / 985905584
 Correo: angel@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios

Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Patrón

Altitud (Cota) : 3,217.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E. 477503.4 N. 8663512.4

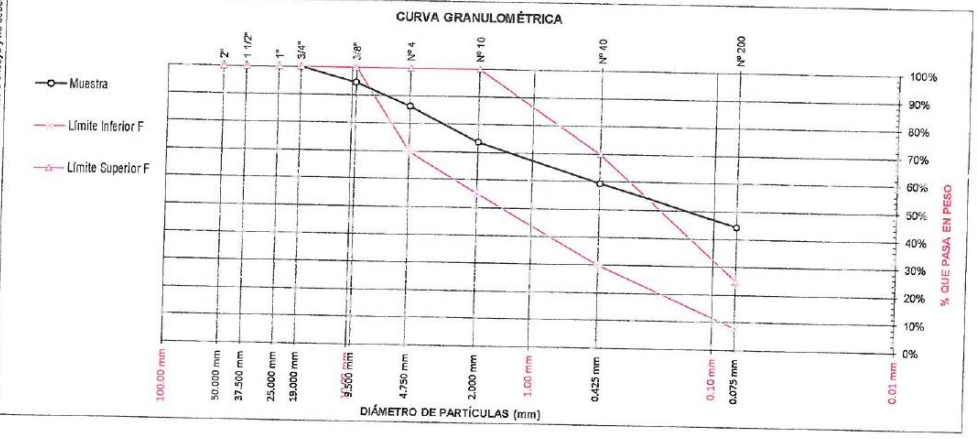
Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18					Límites Granulométricos para el material.						
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Porcentaje que pasa						
					A-1	A-2	C	D	E	F	
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---	---
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---	---
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---	---
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---	---
3/8"	9.50 mm	60.00 g	5.5%	94.5%	100	100	100	100	100	100	100
N° 4	4.75 mm	121.00 g	13.7%	86.3%	80-100	80-100	50-85	60-100	---	---	---
N° 10	2.00 mm	187.00 g	26.5%	73.5%	65-100	65-100	30-85	35-65	55-100	70-100	---
N° 40	0.43 mm	207.00 g	40.6%	59.4%	22-52	33-87	25-50	40-70	40-100	55-100	---
N° 200	0.08 mm	219.00 g	55.6%	44.4%	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70	---
PASA		650.00 g	100.0%	0.0%	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25	---
		1464.00 g	100.0%	100%							

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	13.73%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	41.87%
Finos	[φ < N° 200]	44.40%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (4)
Arena arcillosa	



- El material para afirmado de C-02, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pasante lamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 (Geotecnia Geofísica)
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204332

RUC: 20601685524
 [Pág. 14]

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



Ing. Ángel Fernández Curoz N° 29501, Urb. 104 Urb. Fin. Lima
 Ave. N° 123-152 Chila, Huancayo
 Telef. 964346693 / 955505594
 Correo: silvergeo@pernet.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

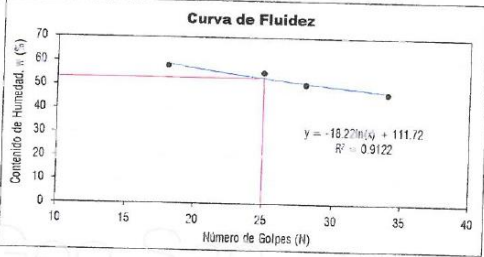
ENSAYOS REALIZADOS:
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17¹
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Patrón
 Altitud (Cota) : 3.217.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E. 477503.4 N. 8663512.4

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		Golpes			
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		18	25	28	34
Recipiente N°	---	---	N° 18	N° 21	N° 28	N° 29
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	27.00	27.00	27.00	27.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cont}	(g)	47.00	48.40	48.00	47.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sec}	(g)	39.65	40.78	40.95	40.80
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	12.65	13.78	13.95	13.30
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	7.35	7.62	7.05	6.20
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	58.10	55.30	50.54	46.62



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		Golpes			
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 30	N° 31	N° 32	N° 33
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	27.00	27.00	27.00	27.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cont}	(g)	31.00	30.00	31.00	31.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sec}	(g)	30.20	29.35	30.15	30.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	3.20	2.35	3.15	3.30
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	0.80	0.65	0.85	0.70
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	25.00	27.66	26.98	21.21

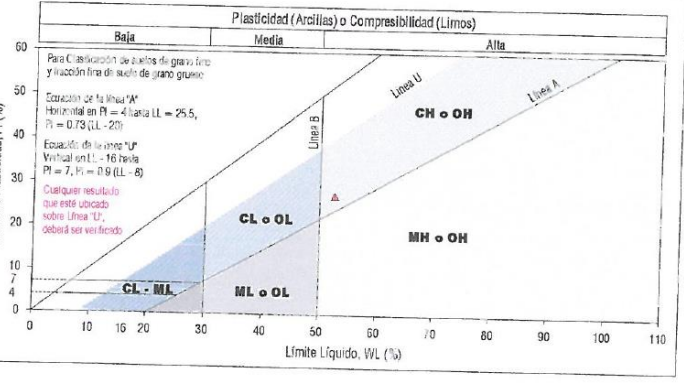
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Liquid Limit (LL, w _p)	Plastic Limit (PL, w _p)	Plasticity Index (PI)
: 52.6%	: 25.2%	: 27.4%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (4)

Arena arcillosa



- 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 - Principios de Geotécnica/ Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geografía
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 2043352

RUC: 20601665524
 [Pág. 15]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004569-2018/DSD



Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 2009 (en 104 año) E. In. Lima
 Paje Muñoz N° 120-182 Chilca, Pisco
 Telf: 504240000 / 7055500584
 Correo: info@silvergeosacs.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	05-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10**

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

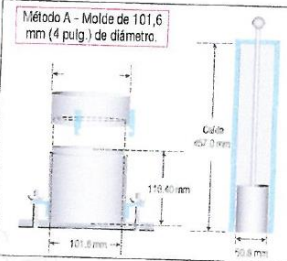
TO MA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota): 3.217,00 m s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM: E 477503.4 N.8663512.4
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos Clasificación del Suelo: Arena arcillosa Tipo de Muestra: Patrón

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

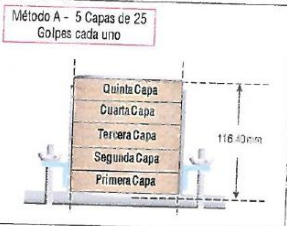
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{MS}	(g)	6010.00	6084.00	6115.00	6068.00
(B) Peso del Molde	M _{MO}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1866.00	1940.00	1971.00	1924.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C/D)	gr/cm ³	1.977	2.055	2.088	2.038

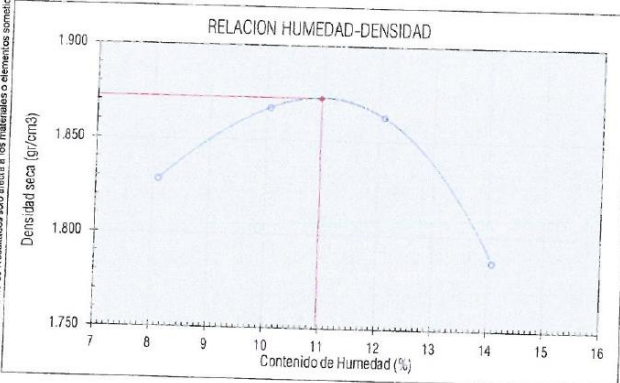


Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---		N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.00	21.90	21.90	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{OH}	(g)	86.70	87.50	88.00	88.40
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{OS}	(g)	81.85	81.50	80.87	80.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	59.85	59.60	58.97	58.20
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	4.85	6.00	7.13	8.20
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	8.10	10.07	12.09	14.09
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.83	1.87	1.86	1.79



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



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.87
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.96

OBSERVACIONES:

Realizado: **Bachi, Denis Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**

SILVER GEO SACS.
 Geotecnia Clásica
 Laboratorio de Resistencia de Materiales y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA

RUC: 20601685524
 [Pág. 16]

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



Dr. Ángel Fernández, Carretera N° 20/10 Int. 104 Urb. El Valle, Lima
 Paje, Huacho N° 10-112 Chino y Huancayo
 Telf: 31-4046065 / 42151756
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

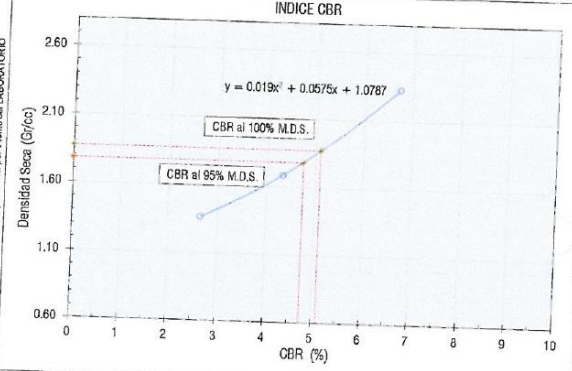
TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1683-07e2**

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Altitud (Cota) : 3.217.00 m.s.n.m.
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa Coordenadas UTM : E 477503.4 N 6663612.4
 Tipo de Muestra : Patrón

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1683-07e2

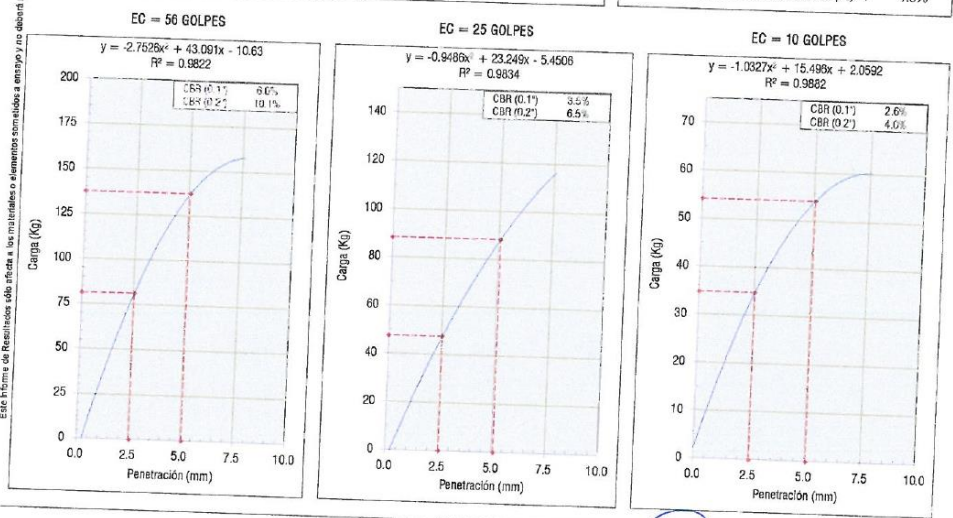


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.872
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.963
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.779

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 5.1%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 4.8%



OBSERVACIONES:

Realizado: **Bach. Denis Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Científica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos
 Ing. Civil **Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20801685524
 [Pág. 17]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004585-2018/DSD



Av. Angas Fernández Quiroz N° 2020 Int. 104 Urb. El Oro Lima
 P.O. Box N° 132-552 Centro Industrial
 Telef. 50404665 / 955075554
 Correo: huanca@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Lugar de Muestreo : Patrón
 Altitud (Cota) : 1,624.05 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.431709.8 N.8531892.6

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 D1	Muestra D2	Muestra D3	Muestra D4
Recipiente N°	---	---	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Hora inicio de saturación	---	min	10:00 a. m.	10:02 a. m.	10:04 a. m.	10:06 a. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	10:10 a. m.	10:12 a. m.	10:14 a. m.	10:16 a. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	10:11 a. m.	10:13 a. m.	10:15 a. m.	10:17 a. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	10:31 a. m.	10:33 a. m.	10:35 a. m.	10:37 a. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	9.80	11.00	8.70	10.50
(F) Altura arena	---	pulg	4.50	5.00	3.90	4.50
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	45.9%	45.5%	44.8%	42.9%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	44.8%			

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

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos:

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Gerencia Gerencial
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

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

RUC: 2060168524
 [Pág. 18]

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

Anexo N° 02.02: suelo con adición de 10 % de ceniza de ladrillo



R. Alpa Fernández, Diarco N° 2001 Int. 404 Urb. Elv. Lima
 P.O. Box N° 112-92 Ciudad Huancayo
 Tel: 964406983 / 955509542
 Correo: 207133@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

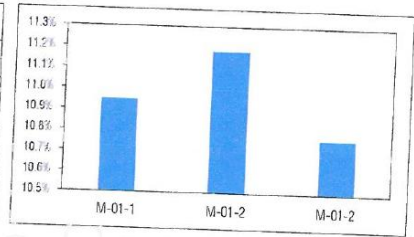
ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios
 Profundidad : 2.00 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.6661216.4

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

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-01-1	M-01-2	M-01-2
Recipiente N°	---	---	N° 10	N° 11	N° 12
(A) Peso de Tara Vacío	M _c	(g)	51.16	51.16	51.16
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{gh}	(g)	198.10	208.01	197.19
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{gs}	(g)	183.60	192.23	183.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	132.44	141.07	131.84
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	14.50	15.78	14.19
(F) Contenido Humedad (100° F/D)	w	(%)	10.95%	11.18%	10.76%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			10.96%		



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)	Método A				Método B	
	Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10	
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10	
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1	
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1	
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1	
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01	

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe disminuirse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Gerencia General
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352 RUC: 20601685524
 [Pág. 19]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2800 Int. 104 Urb. Elia, Lima
 Pte. Norte N° 122-82, Chila, Huancayo
 Telf: 043420014 / 043420014
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCEROS
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios

Profundidad : 1.20 m.
Napa freática : N.P.
Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L.

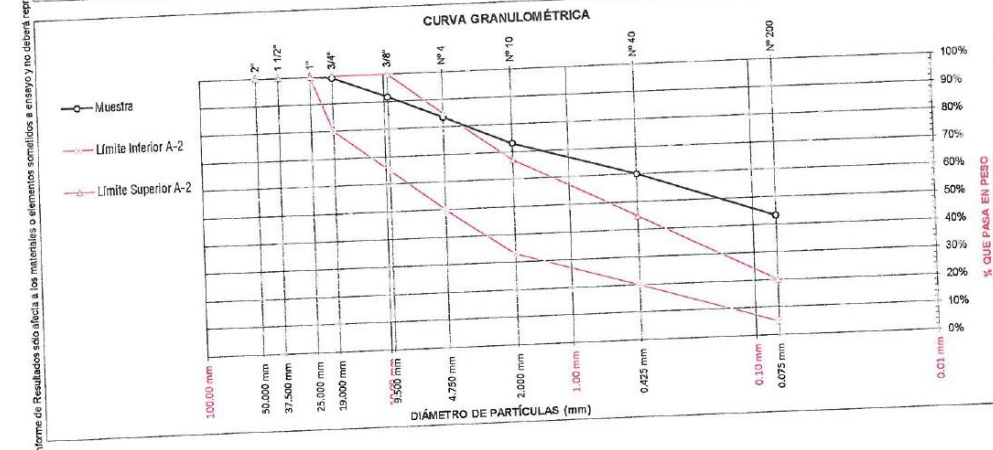
Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
Coordenadas UTM : E.478532.5 N.8661216.4

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-16
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18					Límites Granulométricos para el material.					
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Porcentaje que pasa					
					A-1	A-2	C	D	E	F
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	100	100	100	100	100
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	90-100	100	100	100	100	100
3/4"	19.00 mm	12.00 g	0.6%	99.2%	65-100	80-100	---	---	---	---
N° 4	4.75 mm	119.00 g	16.5%	83.5%	45-80	65-100	50-85	60-100	---	---
N° 10	2.00 mm	153.00 g	27.0%	73.0%	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
N° 40	0.43 mm	189.00 g	40.0%	60.0%	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
N° 200	0.08 mm	245.00 g	56.8%	43.2%	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
PASA		630.00 g	100.0%	0.0%	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25
		1458.00 g	100.0%	100%						

Resultados de la Granulometría		Clasificación de Suelos	
Grava	[N° 4 < φ < 3"]	SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (3)
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	Arena arcillosa con grava	
Finos	[φ < N° 200]		



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

El material para afirmado de Canteras, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pasante tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.P.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Civilística
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Cyril Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 043420014

RUC: 2060168524 [Pág. 20]

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



Dr. Ángel Fernández Quezú N° 2709 Int. 104 Urb. Elío Lima
 Paje. N° 122 102 Chila, Huancayo
 Telf: 043434547 / 04343554
 Correo: angel@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N° 151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

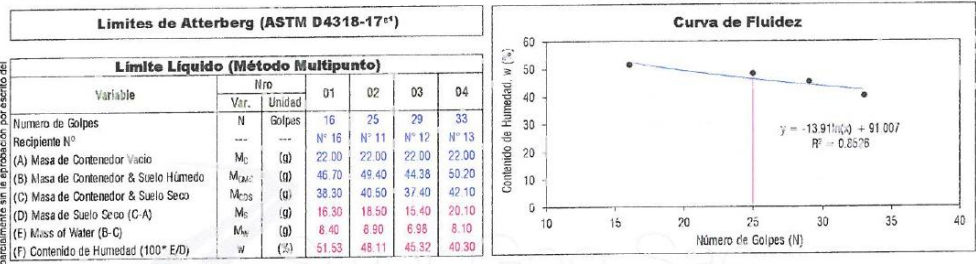
UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17¹
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1,20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 476532.5 N. 8661216.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L.



Límite Plástico (Método Manual)

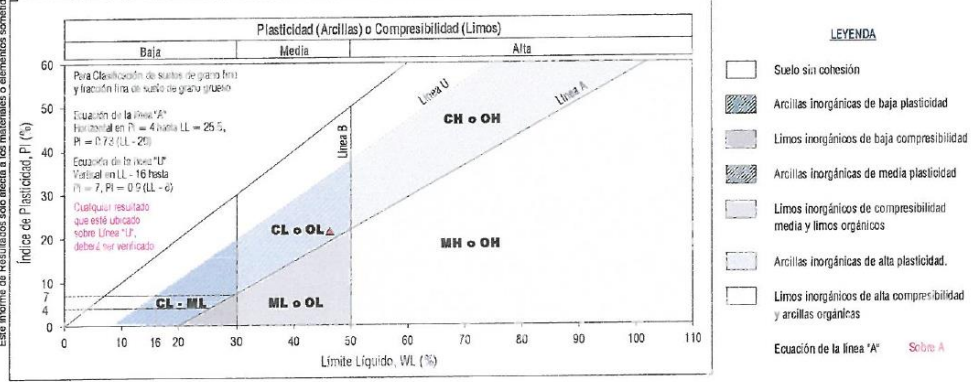
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 14	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	39.45	36.00	40.00	39.60
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	36.00	33.00	36.30	36.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	14.00	11.00	14.30	14.50
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	3.45	3.00	3.70	3.10
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	24.64	27.27	25.87	21.38

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Liquid Limit (LL_{wp}) : 46.3% Plastic Limit (PL_{wp}) : 24.8% Plasticity Index (PI) : 21.5%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (3)
 Arena arcillosa con grava



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

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Consultoría Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 4352

RUC: 20601685524
 [Pág. 21]



Dr. Argos Fernández Cuervo N° 2009 (In. 104.04), Esp. Lima
 Paje Huancayo N° 137-952, Chilca, Huancayo
 Telf: 043486616 / 0151705564
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCEROS
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

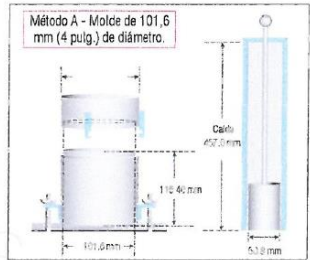
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota): 3.210.00 m s.n.m.
 Método de Preparación: Húmedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM: E.476532.5 N.8661216.4
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra: Adición del 10% de C.L.

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

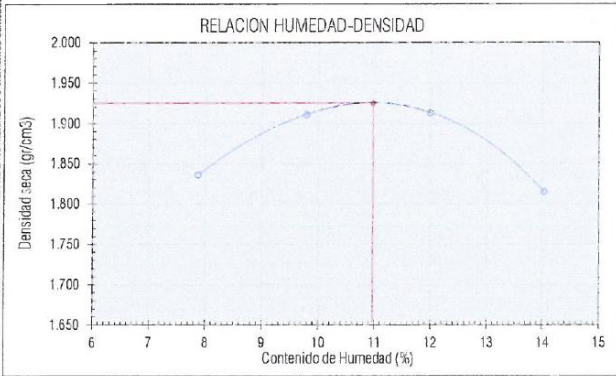
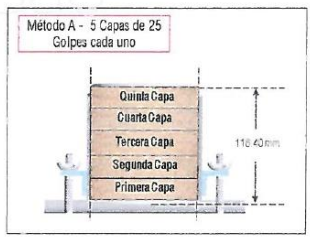
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{total}	(g)	6014.00	6125.00	6167.00	6098.00
(B) Peso del Molde	M _{molde}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1870.00	1981.00	2023.00	1954.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	g/cm ³	1.981	2.099	2.143	2.070



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 08	N° 23	N° 105	N° 12
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.88	21.90	21.94	21.82
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{total}	(g)	83.50	83.90	84.50	70.26
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sec}	(g)	79.00	78.37	77.80	64.30
(D) Masa de Suelo Seco (G-A)	M _S	(g)	57.12	56.47	55.86	42.48
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	4.50	5.53	6.70	5.96
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	7.88	9.79	11.99	14.03
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.84	1.91	1.91	1.82



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.93
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.87

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 22]

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



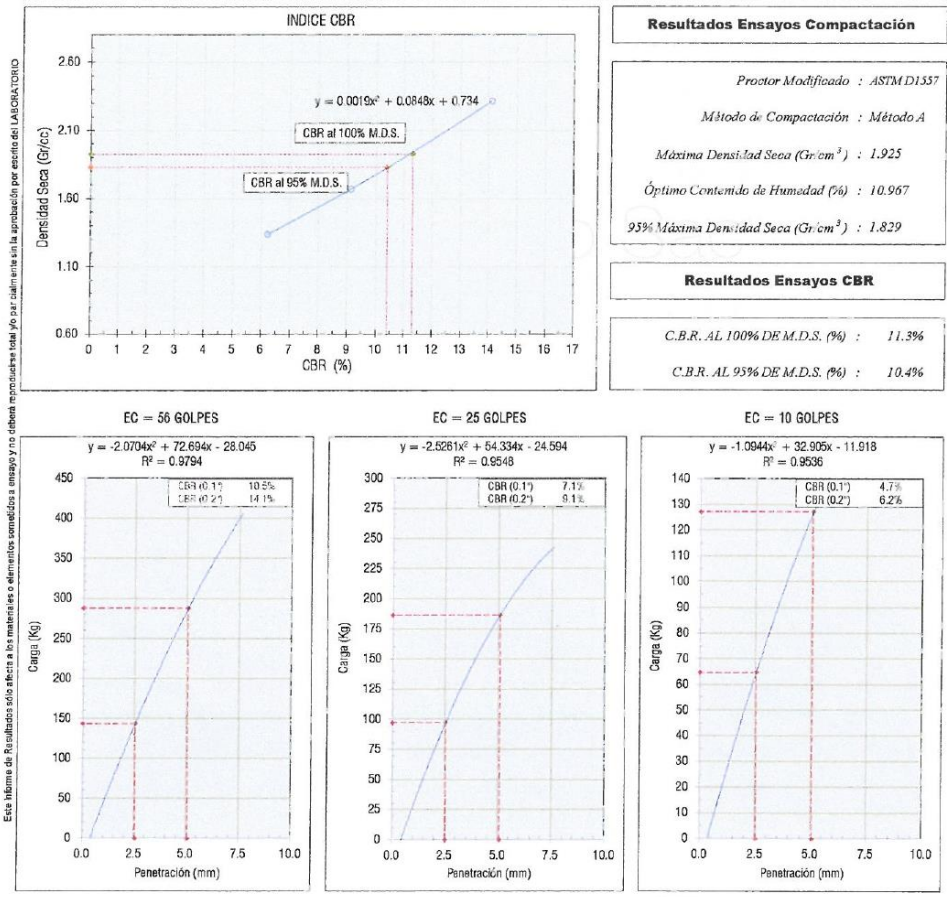
B. Ángel Fernández Cuevas N° 22049196, Urb. El Bosque, Lima
 Pse. Rufina N° 10-102 Chota, Huancaayo
 Telef. 960402527 / 960402524
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PROCÉRES DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por Laboratorio Método de Preparación: Humedo Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Terniz N° 4	Profundidad: 1.20 m. Símbolo del Suelo: SC Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava
	Altitud (Cota) : 3.210.00 m s.n.m. Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8661216.4 Tipo de Muestra: Adición del 10% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos Cuercos y Pavimentación

Ing. Civil **JOHNNY R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 23]



Dr. Angel Fernández Ochoa, N° 2860 Int. 134 Urb. El Rio Limu
 Punt. N° 122-192 Chirca, Huancayo
 Telf: 014 4260011 / 014 27554
 Correo: info@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER	PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1,20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m. Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8961216.4 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Lugar de Muestreo : Adición del 10% de C.L.	

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° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Hora inicio de saturación	---	min	10:50 a. m.	10:52 a. m.	10:54 a. m.	10:56 a. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	11:00 a. m.	11:02 a. m.	11:04 a. m.	11:06 a. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	11:01 a. m.	11:03 a. m.	11:05 a. m.	11:07 a. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	11:21 a. m.	11:23 a. m.	11:25 a. m.	11:27 a. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	10.60	9.80	9.20	9.50
(F) Altura arena	---	pulg	4.20	4.10	3.80	4.00
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	39.6%	41.8%	41.3%	42.1%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	41.2%			

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

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos:

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johny R. O.

SILVER GEO SAC
 Geotecnia Geofrítica
 Laboratorio de Ensayos de Concreto y Pavimentación
 Ing. Civil Johny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 24]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004589-2018/DSD



V. Angelo Fernández Cuatrecasas N° 2009 Int. 204 Urb. Elva Lima
 Paje N° 102-102 Chila, Huancaayo
 Telf: 0542499816 / 955505584
 Correo: g@silvergeo.com.pe / i@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

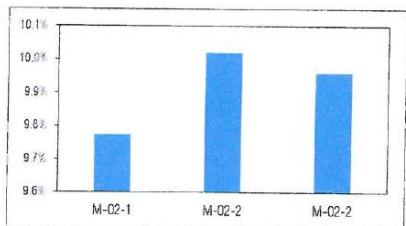
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8661216.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L.

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-02-1	M-02-2	M-02-2
Recipiente N°	---	---	N° 11	N° 12	N° 13
(A) Peso de Tara Vtulo	M _t	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	205.00	215.87	205.29
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	191.20	200.76	191.22
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	141.20	150.76	141.22
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	13.80	15.11	14.06
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	9.77%	10.02%	9.98%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad					9.92%



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular estas relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no cubren reproducciones total y/o parcialmente en la aplicación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Geotecnia Geomínica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentación

Ing. Civil **Johann R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 2043352 RUC: 20601685524
 [Pág. 25]



Dr. Angel Fernandez Cuevas N° 9869 Ins. T.4 Ins. E.10 Lima
 Pse. Nudes N° 12182 Cuzco, Huancayo
 Telef. 984026588 / 985605984
 Correo: angel@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.476532 5 N.8961216 4
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 10% de CL

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

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18					Límites Granulométricos para el material.					
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Porcentaje que pasa					
					A-1	A-2	C	D	E	F
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	---	---	---	---	---	---
3/4"	19.00 mm	12.00 g	0.8%	99.2%	90-100	100	100	100	100	100
3/8"	9.50 mm	112.00 g	8.4%	91.6%	65-100	80-100	---	---	---	---
N° 4	4.75 mm	120.00 g	16.5%	83.5%	45-80	65-100	50-85	60-100	---	---
N° 10	2.00 mm	148.00 g	26.4%	73.6%	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
N° 40	0.43 mm	191.00 g	39.3%	60.7%	22-52	35-67	25-50	40-70	40-100	55-100
N° 200	0.08 mm	240.00 g	55.5%	44.5%	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
PASA		660.00 g	100.0%	0.0%	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25
		1483.00 g	100.0%	100%						

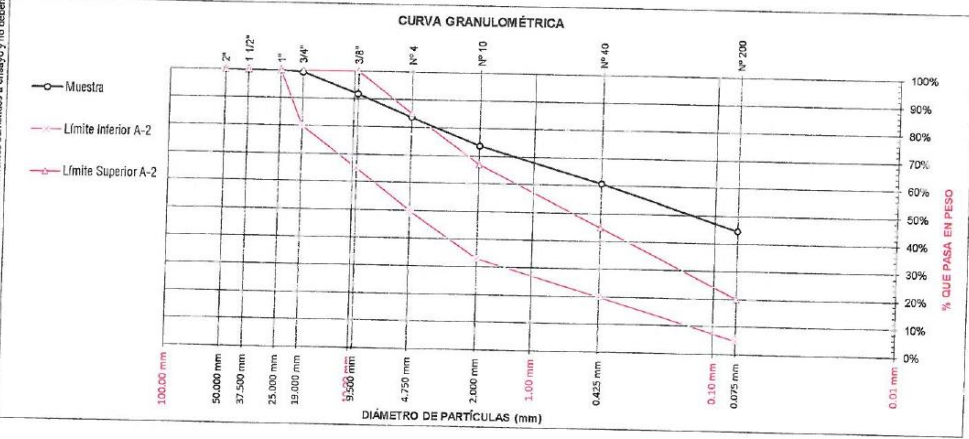
Resultados de la Granulometría

Grava [N° 4 < φ < 3"]	16.45%
Arena [N° 200 < φ < N° 4]	39.04%
Finos [φ < N° 200]	44.50%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (3)
---------------------------	----------------------------------

Arena arcillosa con grava



- El material para afirmado de C-01, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pasará tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia, Geofísica
 Laboratorio de Bases, Cimentación y Pavimentación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C. N. N° 204352 RUC: 20601665524
 [Pág. 26]



Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 2500 Int. 314 Urb. Los Lirios
 P.O. Box N° 122-152 Chivilta, Huancaayo
 Telf: 944946988 / 944936384
 Correo: SilverGeoSac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios

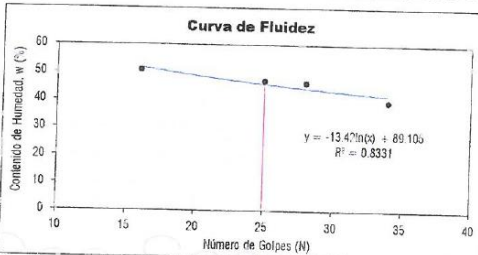
ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17^{e1}
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 478532.5 N.8661216.4
 Tipo de Muestra : Adición del 10% de CL

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^{e1})

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	Golpes	16	25	28	34
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 19	N° 20	N° 21
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.03	21.48	22.07	21.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	44.00	42.10	41.00	43.20
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	36.25	35.50	35.00	36.90
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	15.22	14.02	12.93	15.90
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	7.75	6.60	6.00	6.30
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	50.99	47.08	45.40	39.62



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 _C	(g)	27.00	27.00	27.00	27.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	33.50	32.60	31.80	33.30
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	32.20	31.40	30.80	32.20
Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	5.20	4.40	3.80	5.20
Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.30	1.20	1.00	1.10
Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	25.00	27.27	26.32	21.15

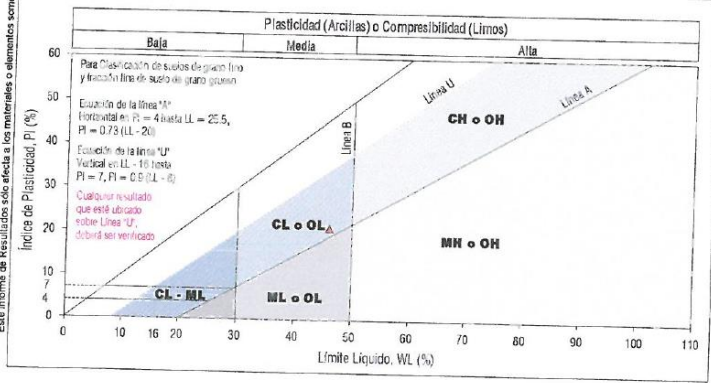
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^{e1})

Liquid Limit (LL _{wp})	: 46.0%	Plastic Limit (PL _{wp})	: 24.9%	Plasticity Index (PI)	: 21.1%
----------------------------------	---------	-----------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: SC	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (3)
Arenas arcillosas con grava			

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.



- 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

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Consultoría Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentación

Ing. Civil Johnny R. RAMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352

RUC: 2060168524
 [Pág. 27]

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



K. Angel Fernández Quiroz N° 16101101, 104 Urb. Elba Luján
 Paje Huayco N° 123-152 Chilo, Huancayo
 Telef: 04344666 y 255005594
 Correo: info@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO GENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 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 Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota): 3.210,00 m s.n.m.
 Método de Preparación: Húmedo Simbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM: E 476532.5 N.6661216.4
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra: Adición del 10% de C.L.

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

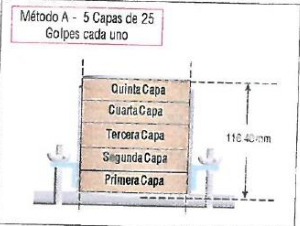
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{hms}	(g)	6012.00	6122.00	6171.00	6004.00
(B) Peso del Molde	M _{ms}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1868.00	1978.00	2027.00	1860.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	g/cm ³	1.979	2.095	2.147	1.970

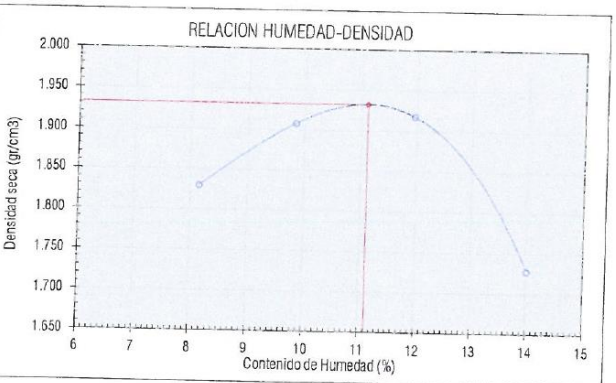


Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 101	N° 102	N° 103	N° 104
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.80	21.90	21.80	21.90
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{oh}	(g)	81.50	84.40	84.50	87.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	77.00	78.80	77.80	79.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	55.20	56.90	56.00	57.10
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	4.50	5.60	6.70	8.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	8.15	9.84	11.95	14.01
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.83	1.91	1.92	1.73



Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no debe ser reproducido, total o parcialmente, en la web o en cualquier otro medio de comunicación.



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.93
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.12

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Colección Geotecnia
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 N° 20601665524

RUC: 20601665524
 [Pág. 28]



Dr. Ángel Fernández, Cuzco N° 28091, 104 Lys, E. de Lima
 P.O. Box N° 102-157, Chino, Huancayo
 Telf: 064046689 / 955302564
 Correo: silvergeo@peru.net

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°151/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER**

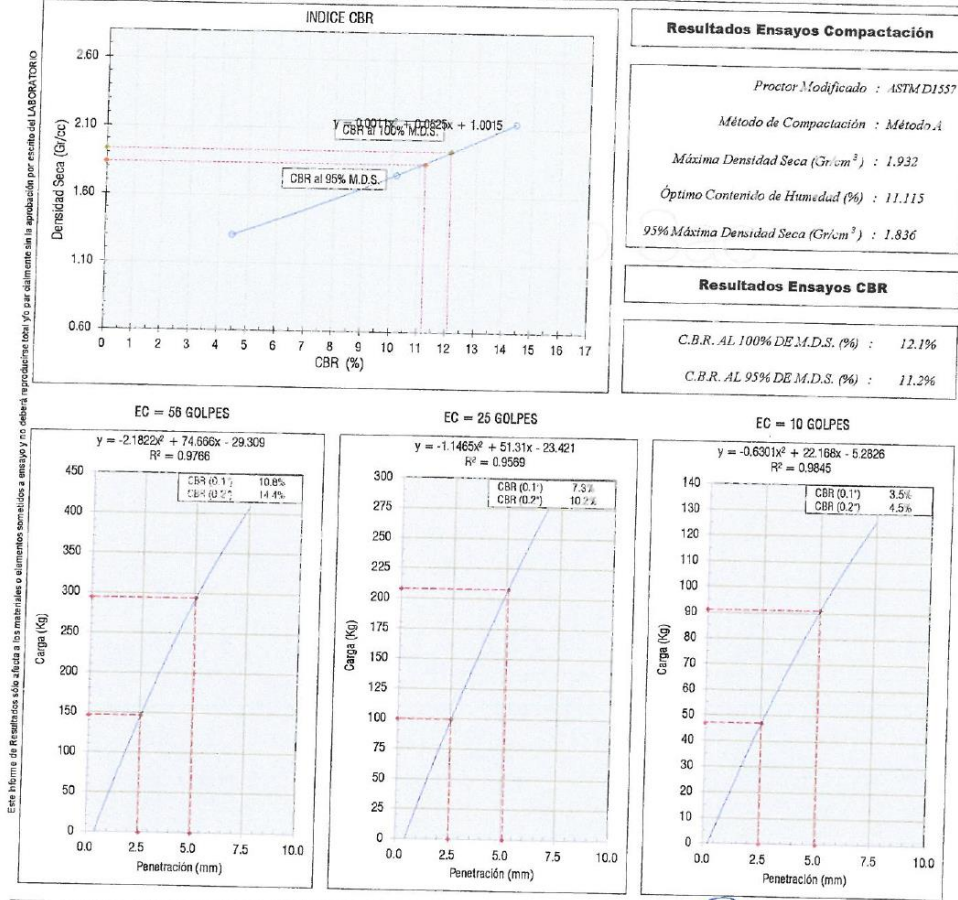
UBICACIÓN DEL PROYECTO: **AV. PRÓCEROS, DISTRITO CHILCA, PROVINCIA HUANCAYO, DEPARTAMENTO JUNÍN**

ENSAYOS REALIZADOS: **ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m Altitud (Cota): 3.210 00 m.s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Simbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM: E 476532 5 N.8661216 4
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra: Adición del 10% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



OBSERVACIONES:

Realizado: *Bach. Denis Y.R.*
 Revisado: *Ing. Johnny R. O.*

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofisica
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimento

Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 RUC: 20601885524
 [Pág. 29]



Dr. Angel Fernández Quince N° 2869 Int. 104 Urb. El Rio Lima
 Pq. N° 101-102-103 Ch. Huancayo
 Telf: 914048888 y 915517154
 Correo: info@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCEROS
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3.210.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 476532.5 N. 8861216.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Lugar de Muestreo : Adición del 10% de CL

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° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Hora inicio de saturación	---	min	11:35 a. m.	11:37 a. m.	11:39 a. m.	11:41 a. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	11:45 a. m.	11:47 a. m.	11:49 a. m.	11:51 a. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	11:46 a. m.	11:48 a. m.	11:50 a. m.	11:52 a. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:06 p. m.	12:08 p. m.	12:10 p. m.	12:12 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	9.60	11.00	10.20	10.00
(F) Altura arena	---	pulg	4.10	4.60	4.20	4.30
(G) Equivalente de arena	[E ÷ F] x 100	%	42.7%	41.8%	41.2%	43.0%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	42.2%			

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

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYARANDO OLIVERA
 4352

RUC: 20601685524
 [Pág. 30]

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



J. Ángel Fernández Durán, N° 2203 Int. 104 Urb. Cso. Lima
 Pje. Huancayo N° 121-112 Chus. Huancayo
 Telf: 064046685 / 915104444
 Correo: silvergeo@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios

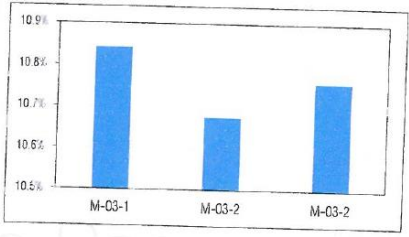
Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L.

Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4

Este informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no debiera reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-03-1	M-03-2	M-03-2
Recipiente N°	---	---	N° 12	N° 13	N° 14
(A) Peso de Tara Vacío	M _t	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{mois}	(g)	187.00	194.46	190.50
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	173.60	180.54	178.93
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	123.60	130.54	128.93
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	13.40	13.94	13.65
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	10.84%	10.66%	10.76%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			10.76%		



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	50 g

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)	Media en, mm	Media en, pulg.	Método A		Método B	
			Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm		[3 pulg]	5 kg	10		
37.5 mm		[1 1/2 pulg]	1 kg	10	50 kg	10
19.0 mm		[3/4 pulg]	250 g	1	10 kg	10
9.50 mm		[3/8 pulg]	50 g	0.1	3 kg	1
4.75 mm		[N° 4]	20 g	0.1	500 g	0.1
2.00 mm		[N° 10]	20 g	0.1	100 g	0.1
					20 g	0.01

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de 100 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizada: Bach. Denis Y.R.
 Revisada: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Gerencia Gerencial
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

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

RUC: 20601885524
 [Pág. 31]



Av. Angari Fernández Quiroz N° 2039 km. 104 Urb. Elío, Lima
 P.O. Box 11123, 10110 Chicla, Ica
 Telf: 964040505 y 965505544
 Correo: silvergeosacs@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m.
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L. Coordenadas UTM : E 476532.5 N.6661216.4

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
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	10.00 g	0.7%	99.3%
3/8"	9.50 mm	115.00 g	8.5%	91.5%
N° 4	4.75 mm	125.00 g	17.1%	82.9%
N° 10	2.00 mm	152.00 g	27.4%	72.6%
N° 40	0.43 mm	195.00 g	40.7%	59.3%
N° 200	0.08 mm	228.00 g	55.3%	43.7%
PASA		640.00 g	100.0%	0.0%
		1466.00 g	100.0%	100%

Límites Granulométricos para el material.

Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
90-100	100	100	100	100	100
65-100	80-100	---	---	---	---
45-80	65-100	50-85	80-100	---	---
30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Resultados de la Granulometría

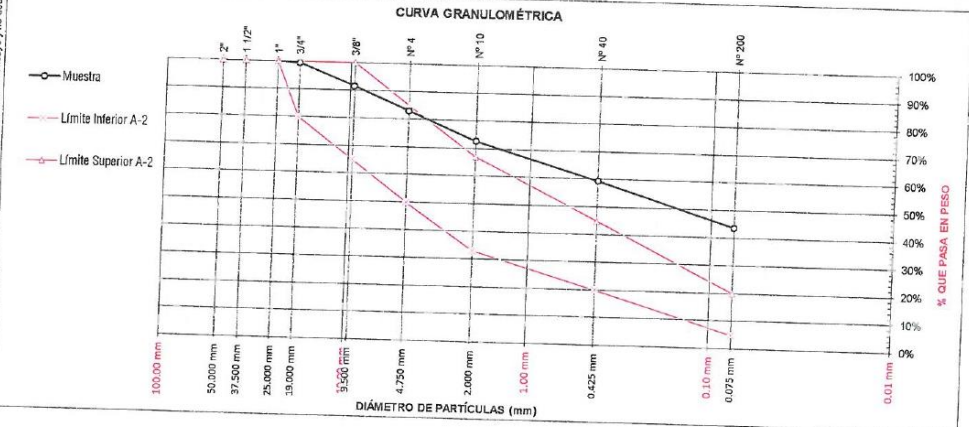
Grava	[N° 4 < φ < 3"]	17.05%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	39.29%
Finos	[φ < N° 200]	43.66%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (3)

Arena arcillosa con grava

Este informe de Resultados solo afecta a los materiales e elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO



- El material para alfirmado de C-02, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de alfirmado". Requiere zarandeo pasante tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SACS
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Jehne R. RAYMONDO OLIVERA

RUC: 20601685524
 [Pág. 32]

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



J. Ángel Fernández Cuevas N° 2009 Ins. SCS Urb. Elba Lima
 Paje. Huancayo N° 12-102 Oficina Huancayo
 Telef. 964144693 y 965005584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

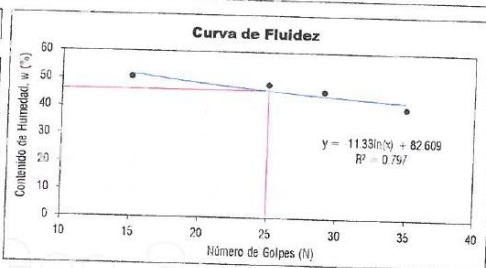
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17e1
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E. 476532.5 N.8661216.4

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17e1)

Variable	Nro		Hros			
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	Golpes	15	25	29	35
Recipiente N°			N° 15	N° 27	N° 28	N° 29
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	27.00	27.50	27.00	27.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{um}	(g)	46.00	48.40	48.00	45.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ss}	(g)	39.60	41.60	41.40	40.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	12.60	14.10	14.40	12.50
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.40	6.80	6.60	5.00
(F) Contenido de Humedad (100° F/D)	w	(%)	50.79	48.23	45.83	40.00



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		Hros			
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°			N° 30	N° 32	N° 33	
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	27.00	27.00	27.00	
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{um}	(g)	32.00	33.00	32.00	
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ss}	(g)	31.40	31.80	31.00	
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	4.40	4.80	4.00	
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	0.60	1.20	1.00	
(F) Contenido de Humedad (100° F/D)	w	(%)	13.64	25.00	25.00	

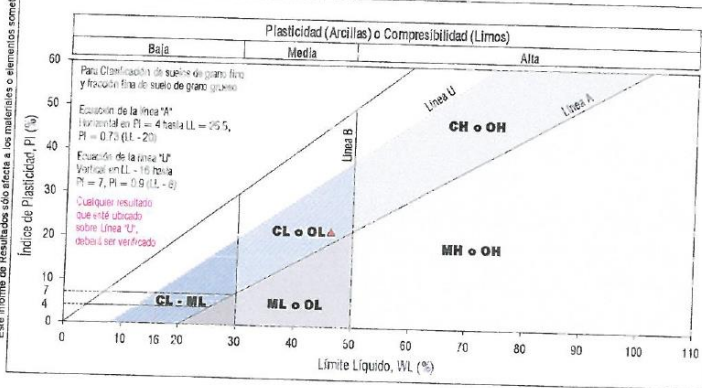
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17e1)

Liquid Limit (LL _{w_L}) : 46.2%	Plastic Limit (PL _{w_p}) : 24.2%	Plasticity Index (PI) : 22.0%
---	--	-------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (3)
Arenas arcillosas con grava	

Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no cubren ni reproducen los resultados en la actualidad.



- 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" *Sólo A*

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

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geodésica
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 N° 204352

RUC: 20601685824
 [Pág. 33]

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



Y. Angel Fernández Córdova N° 20004901, 104 Urb. El Sol, Lima
 Pape Nombres N° 121-512, Av. La Victoria, Huancayo
 Telfax: 844246968, 721645054
 Correo: silvergeo@comcast.net

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : 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 Laboratorio
 Método de Preparación: Humedo
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos

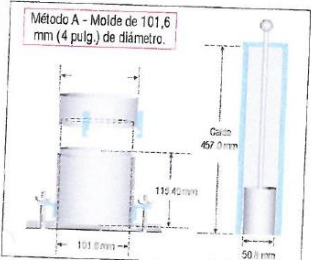
Profundidad: 1.20 m.
 Símbolo del Suelo: SC
 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava

Altitud (Cota): 3.210,00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 476532.5 N 8661216.4
 Tipo de Muestra: Adición del 10% de C.L.

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

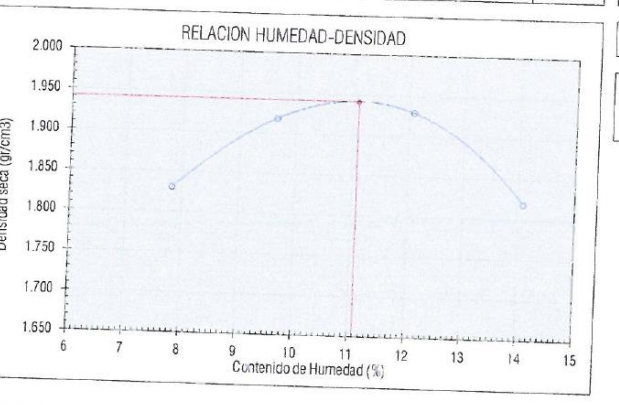
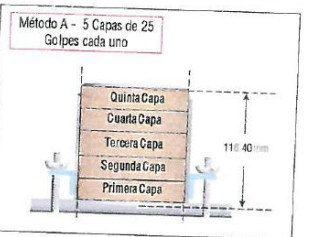
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{cap}	(g)	6007.00	5139.00	6185.00	5103.00
(B) Peso del Molde	M _{mol}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1863.00	1995.00	2041.00	1959.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C/D)	gr/cm ³	1.974	2.104	2.162	2.075



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°			N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vácuo	M _c	(g)	22.00	21.90	21.90	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cap}	(g)	86.70	87.50	88.00	88.40
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cap}	(g)	82.00	81.72	80.87	80.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	60.00	59.82	58.97	58.20
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	4.70	5.78	7.13	8.20
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	7.83	9.66	12.09	14.09
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.83	1.92	1.93	1.82



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.94
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.08

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente en la publicación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Jahmy R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Pruebas Control y Partes

Ing. Civil Jahmy R. RAYMUNDO OLIVERA
 RUC: 20601685524
 1.3.5.2 [Pág. 34]



Dr. Angel Fernando Cordero, 1960-01-19, 194 Liro, E. Lima
 Pje. Roma N° 123-MS, C. Lima, Huancayo
 Telf: 95460000 / 95515554
 Correo: angelcordero@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

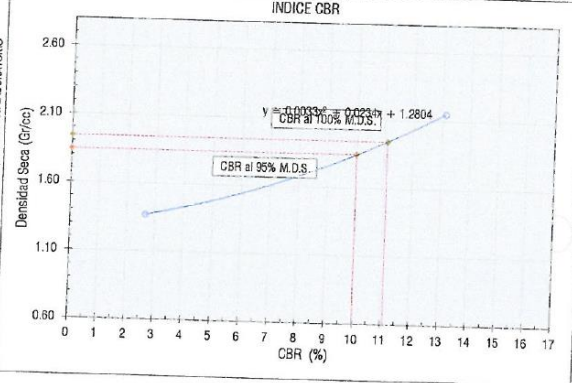
TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: **Modalidad: Muestreo por Laboratorio
 Método de Preparación: Humedo Profundidad: 1.20 m.
 Simbolo del Suelo: SC Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m.
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra : Adición del 10% de C.L.**

ENSAYOS REALIZADOS: **ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2**

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

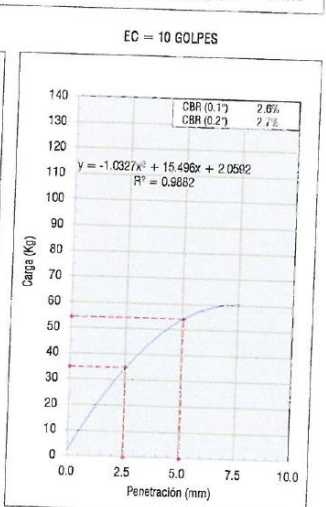
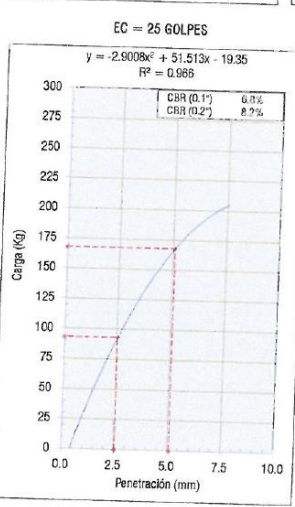
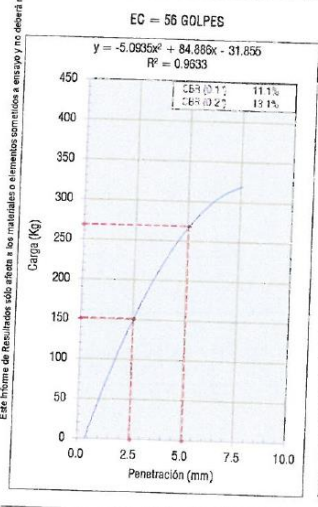


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.942
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.085
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.845

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 11.196
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 10.096



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Gerencia Coordinadora
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentación

Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 RUC: 20601685524
 [Pág. 35]

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



Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 2007186 504 Urb. El Sol, Esca
 Págs. N° 05 N° 122-012 Casilla 8000000
 Telef. 944466337 / 4554944
 Correo: info@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa fraestra : N.P. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Lugar de Muestreo : Adición del 10% de C.L. Coordenadas UTM : E. 476532.5 N. 8661216.4

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° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:20 p. m.	12:22 p. m.	12:24 p. m.	12:26 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:30 p. m.	12:32 p. m.	12:34 p. m.	12:36 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:31 p. m.	12:33 p. m.	12:35 p. m.	12:37 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:51 p. m.	12:53 p. m.	12:55 p. m.	12:57 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pu/g	9.40	9.00	11.00	10.40
(F) Altura arena	---	pu/g	4.00	3.60	4.30	4.80
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	42.6%	42.2%	39.1%	46.2%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	42.5%			

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

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos;

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Jonny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofracción
 Laboratorio de Bases, Cimientos y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA

RUC: 20601685524
 [Pág. 36]

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

Anexo N° 02.03: suelo con adición de 20 % de ceniza de ladrillo



J. Argon Fernández Quiroz N° 2007 Ins. 204 Urb. Elva Lima
 Tigo: Nubes N° 122-102 Chivilco, Huancayo
 Telfer: 964746888 / 962509584
 Correo: informes@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	05-10-20	M-01	SG N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios

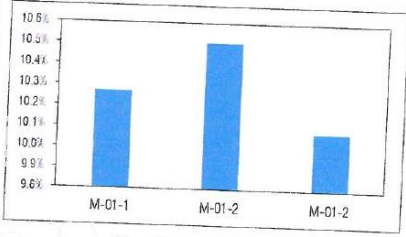
Profundidad : 1,20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4

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

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-01-1	M-01-2	M-01-2
Recipiente N°	---	---	N° 30	N° 31	N° 32
(A) Peso de Tara Vacío	M _c	(g)	51.16	51.16	51.16
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	180.00	189.90	179.17
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	168.00	175.90	167.45
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	116.84	124.74	116.29
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	12.00	13.10	11.72
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	10.27%	10.51%	10.08%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			10.28%		



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)	Método A				Método B	
	Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10	
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10	
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1	
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1	
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1	
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01	

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe dividirse entre utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I. N° 2: 4332

RUC: 20601685524
 [Pág. 37]

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



Dr. Ángel Fernández Quinto N° 20007 Int. 104 Urb. Eiro Lima
 P.O. Box 112 101 Chila, Huancayo
 Telf: 061426287 / 0614262514
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1,20 m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L. Coordenadas UTM : E. 478532.5 N. 8661216.4

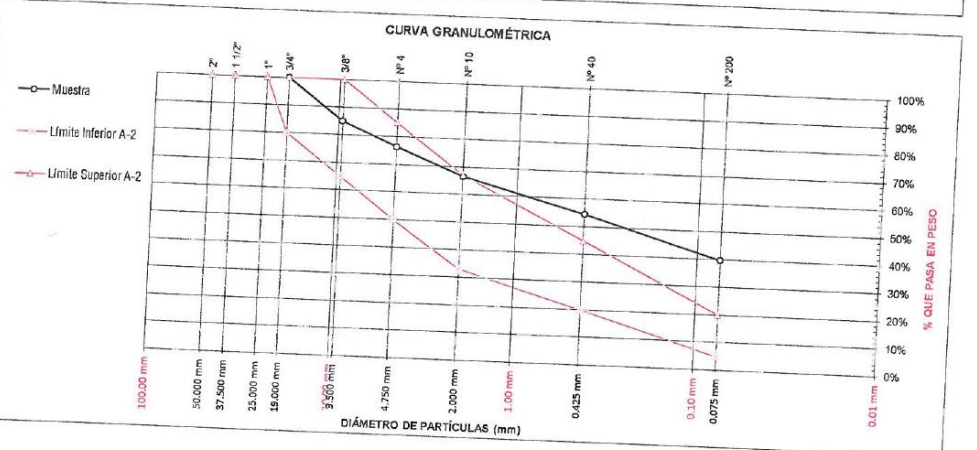
Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18					Límites Granulométricos para el material.					
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Porcentaje que pasa					
					A-1	A-2	C	D	E	F
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	100	---	---	---	---	---
3/8"	9.50 mm	238.00 g	15.1%	84.9%	100	100	100	100	100	100
N° 4	4.75 mm	135.00 g	23.7%	76.3%	100	100	100	100	100	100
N° 10	2.00 mm	154.00 g	33.5%	66.5%	100	100	100	100	100	100
N° 40	0.43 mm	190.00 g	45.5%	54.5%	100	100	100	100	100	100
N° 200	0.08 mm	233.00 g	60.3%	39.7%	100	100	100	100	100	100
PASA		625.00 g	100.0%	0.0%	100	100	100	100	100	100
		1575.00 g	100.0%	100%						

Resultados de la Granulometría

Grava [N° 4 < φ < 3"]	23.68%
Arena [N° 200 < φ < N° 4]	36.63%
Finos [φ < N° 200]	39.69%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (1)
Arena arcillosa con grava	



- El material para afirmado de Cantera, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pasante tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: **Bach. Denis Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Civil **Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I. N° 201352 RUC: 20601685524
 [Pág. 38]

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° 2509 km. 104 Urb. El Sol
 Pte. Puente N° 122-82 Chilca, Huancayo
 Telf: (0434) 41610 / 955705584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 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 Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios

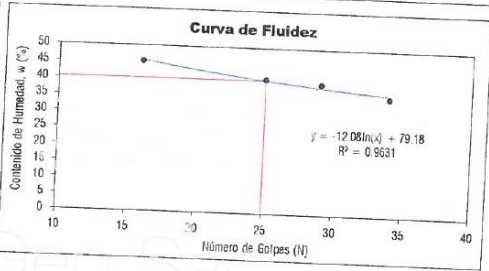
Profundidad : 1,20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 478532.5 N 8661216.4

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes			16	25	29	34
Recipiente N°			N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.00	21.50	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{um}	(g)	45.70	47.50	41.80	48.60
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	38.30	40.00	36.20	41.60
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	16.30	18.50	14.20	19.60
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	7.40	7.50	5.60	7.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	45.40	40.54	39.44	35.71



Límite Plástico (Método Manual)

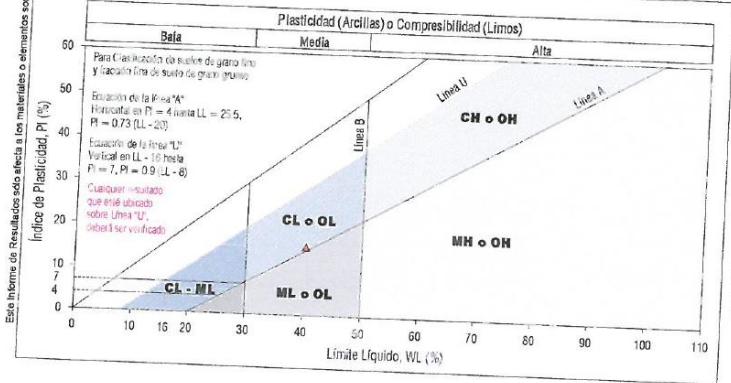
Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°			N° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.50	21.50	22.00	21.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{um}	(g)	39.50	35.80	39.70	39.60
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	36.00	33.00	36.20	36.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	14.50	11.50	14.20	14.50
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	3.50	2.80	3.50	3.60
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	24.14	24.35	24.65	24.83

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _p)	: 40.3%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 24.5%	Plasticity Index (PI)	: 15.8%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: SC	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (I)
Arena arcillosa con grava			



- 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: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia, Geofísica
 Laboratorio de Estudios Geotécnicos y Pavimentación

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

RUC. 20601685524
 [Pág. 39]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD



Dr. Angel Fernandez Cuervo N° 2859 Int. 114 Urb. El Rio Lirio
 Punt. N° 15 N° 152 Chilca, Huanuco
 Telf: 56 444655 / 975001364
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESES: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

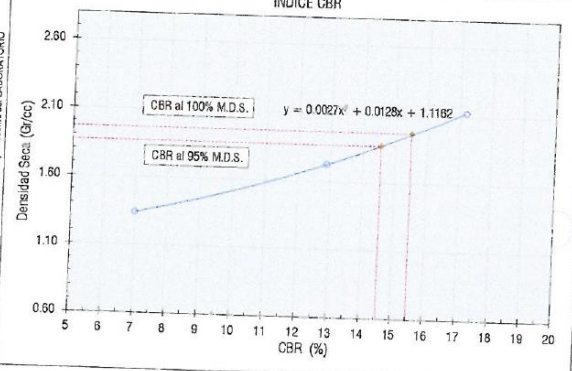
UBICACIÓN : AV. PROCÉRES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557

Método de Compactación : Método B

Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.97

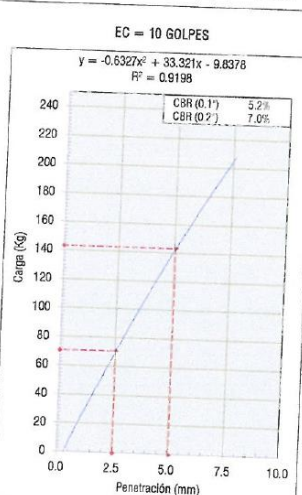
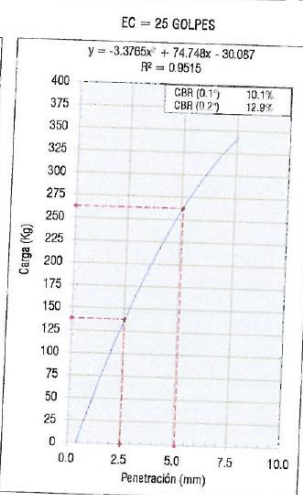
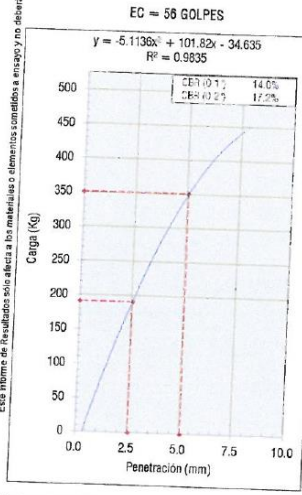
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.52

95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.867

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 15.5%

C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 14.6%



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Ensayos de Suelos y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA RUC: 20801685524
 C.I.P.A. N° 204332 [Pág. 41]

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



Dr. Angel Fernandez Quiroz N° 28 03 Int. 104 Urb. Elip. Lima 1
 P.O. Box N° 12-055, Curva, Huancayo
 Telf: 964040035 / 965000564
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	05-10-20	M-01	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Lugar de Muestreo : Adición del 20% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4

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° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Hora inicio de saturación	---	min	01:20 p. m.	01:22 p. m.	01:24 p. m.	01:26 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	01:30 p. m.	01:32 p. m.	01:34 p. m.	01:36 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	01:31 p. m.	01:33 p. m.	01:35 p. m.	01:37 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	01:51 p. m.	01:53 p. m.	01:55 p. m.	01:57 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	10.00	11.30	9.70	8.90
(F) Altura arena	---	pulg	4.00	4.60	4.20	3.70
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	40.0%	40.7%	43.3%	41.6%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	41.4%			

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del UBICADOR

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Dan's L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia, Geofísica
 Laboratorio de Bases, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYCÓ INIRO OLIVERA

RUC. 20601685324
 [Pág. 42]

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



V. Alegre Fernández Chávez N° 2809 Hic. 104 Urb. Elid. Lucha
 Paje. N° 12-1-302 Chisos, Huancayo
 Telf: 964646066 / 963303584
 Correo: administracion@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios

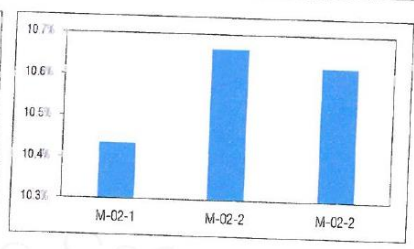
Profundidad : 1,20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4

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

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Var.	Unidad	Muestras		
			M-02-1	M-02-2	M-02-2
Recipiente N°	---	---	N° 31	N° 32	N° 33
(A) Peso de Tara Vacío	M _c	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{hu}	(g)	195.00	205.34	195.27
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{ss}	(g)	181.30	190.37	181.32
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	131.30	140.37	131.32
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	13.70	14.97	13.95
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	10.43%	10.67%	10.62%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad				10.57%	



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)	Método A				Método B	
	Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10	
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10	
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1	
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1	
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1	
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01	

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de prueba 200 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia, Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 43]

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



Ingeniero Fabricación de Cimentación N° 2009 In: 104 Urb. El Oro, Lima
 Pte. N° 127-182 Chica, Huancayo
 Telf: 964049582 / 965543584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
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	150.00 g	10.1%	89.9%
N° 4	4.75 mm	130.00 g	18.8%	81.2%
N° 10	2.00 mm	154.00 g	29.1%	70.9%
N° 40	0.43 mm	173.00 g	40.7%	59.3%
N° 200	0.08 mm	240.00 g	56.8%	43.2%
PASA		645.00 g	100.0%	0.0%
		1492.00 g	100.0%	100%

Límites Granulométricos para el material.

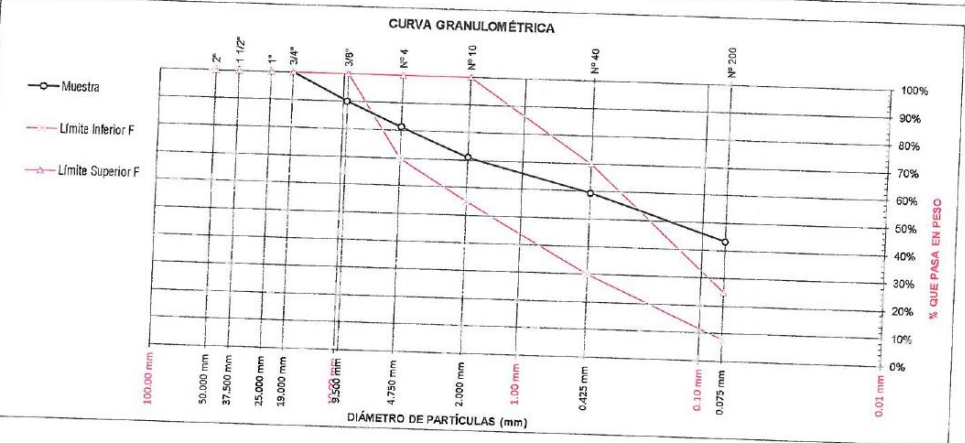
Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
90-100	100	100	100	100	100
65-100	80-100	---	---	---	---
45-80	65-100	50-85	60-100	---	---
30-65	50-85	35-85	50-85	55-100	70-100
22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	18.77%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	38.00%
Finos	[φ < N° 200]	43.23%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (2)
Arena arcillosa con grava	



- El material para afirmado de C-01, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pasante tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Resacas Concreto y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 2080168524
 [Pág. 44]

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



Dr. Jorge Fernández Quiroz N° 2900 Imp. 101 Av. Elio Larrea
 Paje. N° 121-112 Chilca, Huancayo
 Telf: 964046033 / 953342584
 Correo: silvergeo36@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN: AV. PRÓCERES
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN: AV. PRÓCERES
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios

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

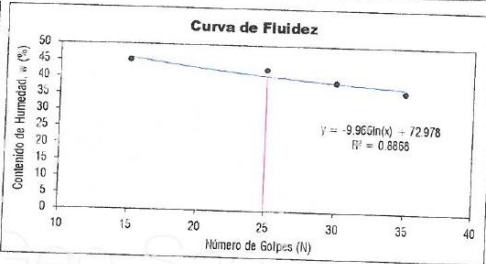
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS.

Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Altitud (Cota) : 3.210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4
 Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	15	25	30	35
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 11	N° 12	N° 13
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.03	21.48	22.02	21.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CH}	(g)	44.30	41.20	40.00	42.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	37.05	35.30	34.95	36.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	16.02	13.82	12.88	15.40
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	7.25	5.90	5.05	5.60
(F) Contenido de Humedad (100° F/D)	w	(%)	45.26	42.89	39.21	36.36



Límite Plástico (Método Manual)

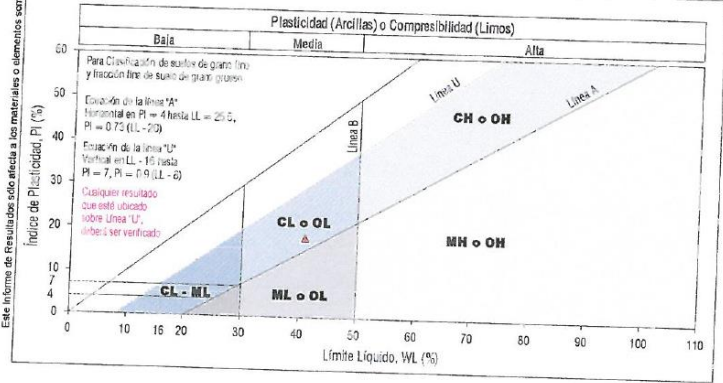
Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 14	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.00	21.00	21.50	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CH}	(g)	34.90	34.10	33.20	33.30
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	32.30	31.80	31.00	31.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	11.30	10.80	9.50	9.20
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	2.60	2.30	2.20	2.10
(F) Contenido de Humedad (100° F/D)	w	(%)	23.01	21.30	23.16	22.83

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L)	: 40.9%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 22.6%	Plasticity Index (PI)	: 18.3%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: SC	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (2)
Arenu arcillosa con grava			



- 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" $S_{olub} A$

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

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil **Jesús R. RAYMUNDO OLIVEA**
 C.I.P. N° 203352

RUC: 20601685524
 [Pág. 45]

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° 1629 Ind. 104 y L. Edo. Lima
 Paje. Huancayo N° 131-132 Chivila, Huancayo
 Telf: 944446186 / 945301594
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

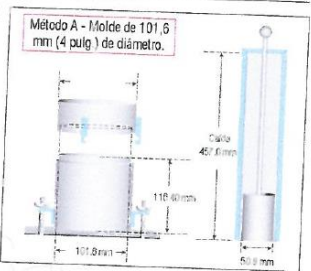
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota): 3.210,00 m s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Simbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM: E. 476532.5 N. 8661216.4
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra: Adición del 20% de C.L.

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

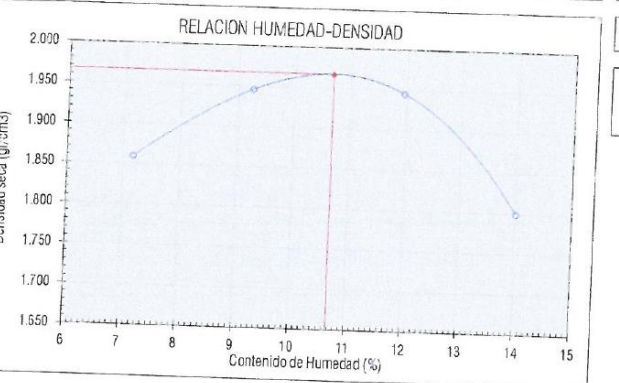
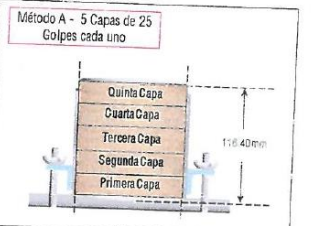
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos húmedo & Molde	M _{capas}	(g)	6025.00	6151.00	6200.00	6081.00
(B) Peso del Molde	M _{molde}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1881.00	2007.00	2056.00	1937.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.993	2.126	2.178	2.052



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 102	N° 113	N° 114	N° 115
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.80	21.90	21.80	21.90
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{capas}	(g)	81.50	84.40	84.50	87.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{capas}	(g)	77.50	79.10	77.80	79.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	55.70	57.20	56.00	57.10
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	4.00	5.30	6.70	8.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.18	9.27	11.96	14.01
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.86	1.95	1.95	1.80



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.97
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.68

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER-GEO SAC.
 Científica, Científica
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentación

Ing. Civil Jahng R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 46]

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



Dr. Ángel Fernández Quiroz, N° 25191411, 104 Urb. Elío, Lima
 Paje, N° 101, 102, 103, Chilca, Huancayo
 Telf: 564241620 / 955321364
 Correo: angel@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER**

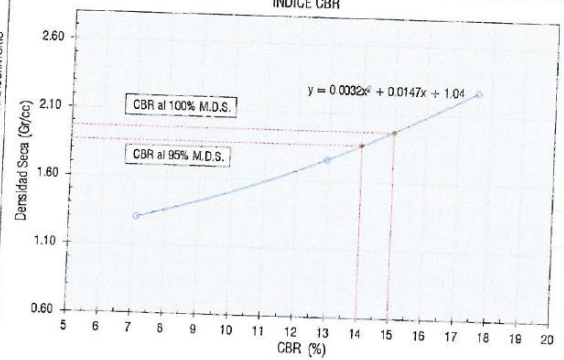
UBICACIÓN DEL PROYECTO: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

ENSAYOS REALIZADOS: **ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2**

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



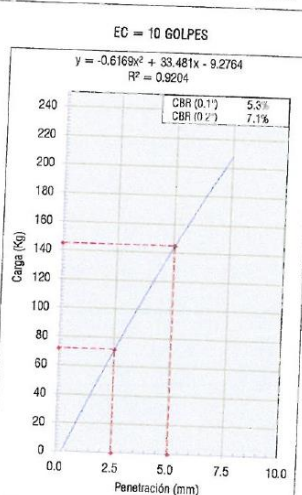
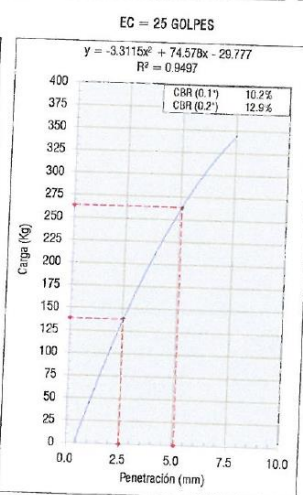
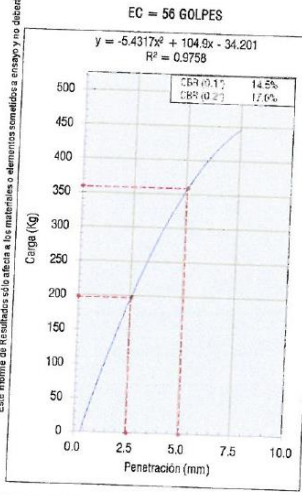
Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm^3) : 1.97
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.68
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm^3) : 1.869

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 15.0%

C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 14.0%



OBSERVACIONES:

Realizado: **Bach. Denis Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofisica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentación

Ing. Civil **Johny R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 201332

RUC: 20601685524
 [Pág. 47]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/OSD



Ing. Jorge Fernández Cuevas N° 2339 Int. 104 Urb. El Sol Lima
 Paje N° 105 N° 122-102 Ciudad. Huancayo
 Telf: 044 046688 / 05003384
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Medialidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Lugar de Muestreo : Adición del 20% de CL.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4

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° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Hora inicio de saturación	---	min	02:10 p. m.	02:12 p. m.	02:14 p. m.	02:16 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	02:20 p. m.	02:22 p. m.	02:24 p. m.	02:26 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	02:21 p. m.	02:23 p. m.	02:25 p. m.	02:27 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.	02:47 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	8.70	10.60	11.10	10.70
(F) Altura arena	---	pulg	3.50	4.20	4.50	4.70
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	40.2%	39.6%	40.5%	43.9%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	41.1%			

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

Especificación : Para Gradación C, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos;

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny P. O.

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.O.P. N° 1352
 RUC: 2060158524 [Pág. 48]

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



V. Argon Fernández Quiroz N° 2009 Int. 104 Urb. El Centro
 Calle N° 121-152 Chimu, Huancayo
 Telef. 86404888 / 86502584
 Correo: info@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

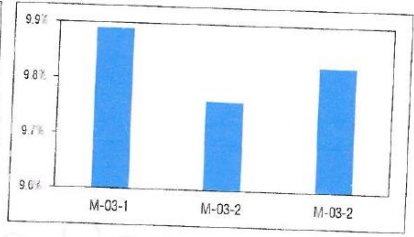
ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8661216.4

Este informe de resultados solo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente en la publicación por cuenta del LABORATORIO

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-03-1	M-03-2	M-03-2
Recipiente N°	---	---	N° 32	N° 33	N° 34
(A) Peso de Tara Vacío	M _c	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _h	(g)	210.00	218.40	214.03
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _o	(g)	195.60	203.42	199.36
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	145.60	153.42	149.36
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	14.40	14.98	14.68
(F) Contenido Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.89%	9.76%	9.83%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad				9.83%	



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	50 g

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A				Método B	
		Humedad Recomendada ± 1%		Legibilidad de Balanza (g)		Humedad Recomendada ± 0.1%	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen		Masa Mínima de Especimen		Legibilidad de Balanza (g)	
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg		10	
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg		10	
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg		1	
9.50 mm	[1/2 pulg]	50 g	0.1	500 g		0.1	
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g		0.1	
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g		0.01	

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular coeficientes de relación, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Soles Cuadros y Pavimento

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

RUC: 2060188524
 [Pág. 49]

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



Dr. Angel Fernandez Cuevas N° 2009 Inv. 104 Urb. Elco Lima
 Pje. N° 11 170-362 Chusca, Huancayo
 Telf: 04454685 / 05450554
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

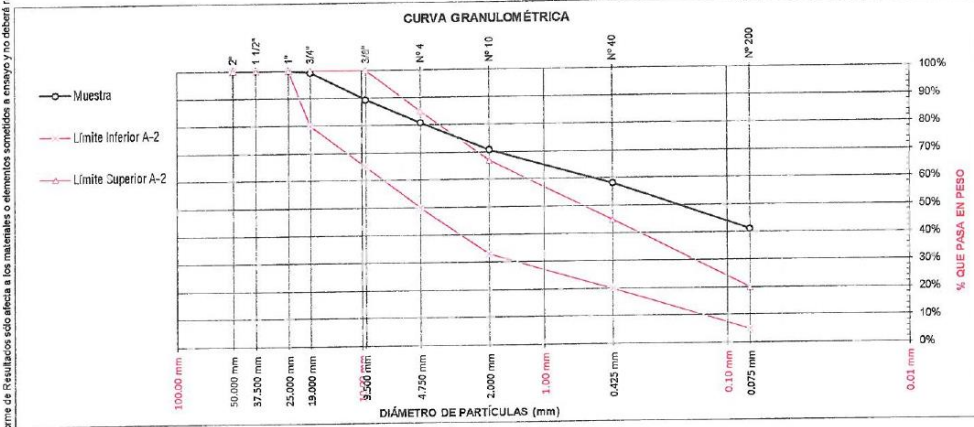
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1,20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
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	12.00 g	0.8%	99.2%
3/8"	9.50 mm	148.00 g	10.7%	89.3%
N° 4	4.75 mm	128.00 g	19.3%	80.7%
N° 10	2.00 mm	150.00 g	29.4%	70.6%
N° 40	0.43 mm	187.00 g	41.9%	58.1%
N° 200	0.08 mm	254.00 g	58.9%	41.1%
PASA		613.00 g	100.0%	0.0%
		1492.00 g	100.0%	100%

Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
90-100	100	100	100	100	100
65-100	80-100	---	---	---	---
45-60	65-100	50-85	60-100	---	---
30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	19.30%
Areña	[N° 200 < φ < N° 4]	39.61%
Finos	[φ < N° 200]	41.09%

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (2)
Arena arcillosa con grava	



- El material para afirmado de C-02, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarando pasante tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204135

RUC: 20601685324
 [Pág. 50]



Dr. Angel Fernández Cuevas N° 2809181154 Urb. Elío, Lima
 Paje N° 100-052 Chila, Huancayo
 Telfax: 044 0400000 y 044 0000564
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER **TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

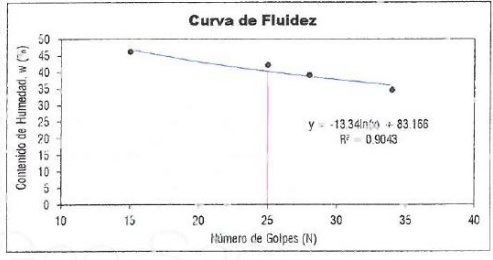
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m Altitud (Cota) : 3.210.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8661216.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Número de Golpes	N	Golpes	15	25	28	34
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 19	N° 20	N° 21
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	27.00	27.50	27.00	27.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{hms}	(g)	46.30	48.40	48.00	45.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ms}	(g)	40.20	42.20	42.10	40.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	13.20	14.70	15.10	13.00
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.10	6.20	5.90	4.50
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	46.21	42.18	39.07	34.62



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.00	22.00	21.00	21.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{hms}	(g)	33.00	34.10	32.00	32.10
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ms}	(g)	30.60	31.80	29.50	30.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	9.60	9.80	8.90	9.00
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	2.40	2.30	2.10	2.10
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	25.00	23.47	23.60	23.33

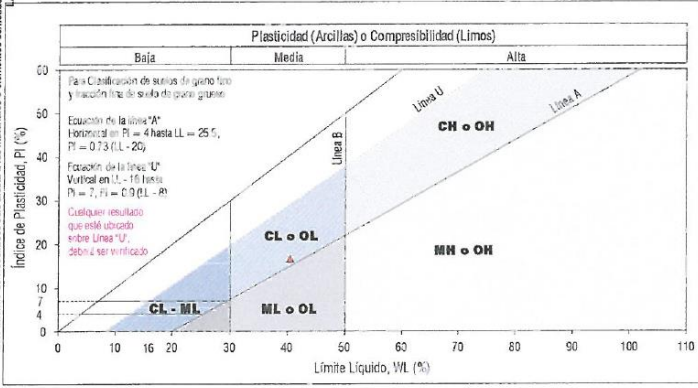
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _p) : 40.5%	Plastic Limit (PL, w _p) : 23.8%	Plasticity Index (PI) : 16.7%
--	---	-------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (2)
---------------------------	----------------------------------

Arena arcillosa con grava

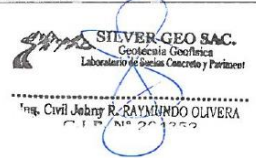


- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta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

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

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 51]

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



Dr. Angel Fernández Curioso N° 2860 Int. 404 Urb. El Sol, Lima
 Paje: Números 112-113 Chilca, Huancayo
 Telf: 054-2040000 / 054-2040000
 CORREO: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

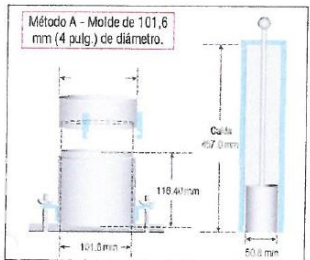
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCEROS
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1,20 m Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM: E.476532.5 N.8661216.4
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra: Adición del 20% de C.L.

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

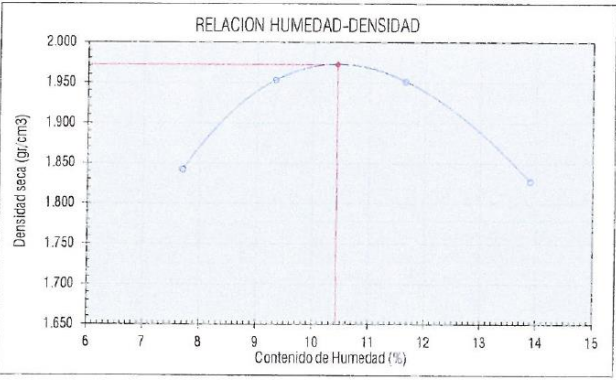
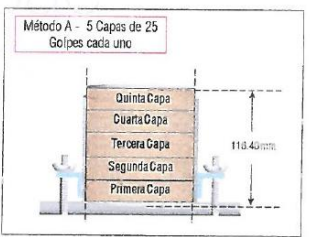
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molida	M _{mois}	(g)	6017.00	6160.00	6201.00	6109.00
(B) Peso del Molde	M _{molde}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1873.00	2016.00	2057.00	1965.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	g/cm ³	1.984	2.136	2.179	2.082



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.00	21.90	21.90	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mois}	(g)	86.70	87.50	88.00	88.40
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{mois}	(g)	82.00	81.90	81.10	80.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	61.00	60.00	59.20	58.30
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	4.70	5.60	6.90	8.10
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	7.70	9.33	11.66	13.89
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.84	1.95	1.95	1.83



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.97
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.43

OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Bases, Cimientos y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I. N° 2011352
 RUC: 20601685524
 [Pág. 52]



Dr. Ángel Fernández Cuervo N° 2809 Int. 104 Urb. Elito, Lima
 Calle Mules N° 422-152 Chino, Huancayo
 Telf: 011 740686 / 74050156
 Correo: 2013@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG N°151/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **ENSAYOS REALIZADOS:**

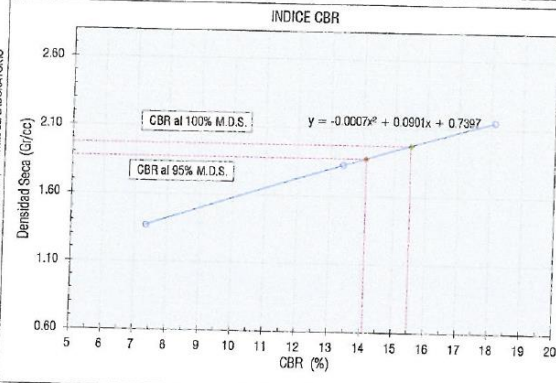
UBICACIÓN : AV PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8661216.4
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Tipo de Muestra : Adición del 20% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

Este informe de Resultados solo afecta a los muestreos o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

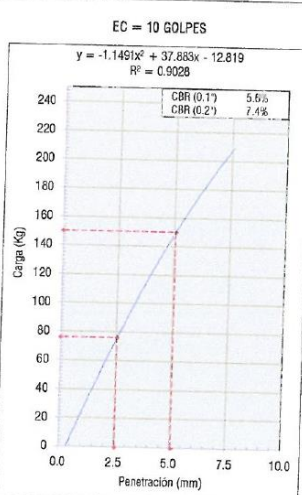
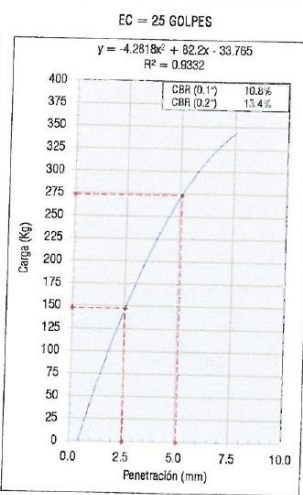
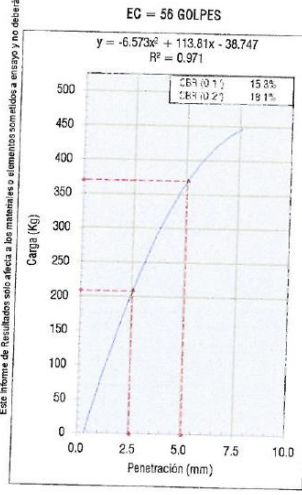


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.97
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.43
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.874

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 15.5%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 14.1%



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofluidas
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I. N° 204359

RUC: 20601685524
 [Pág. 53]



Jr. Angeles Fernandez Quiroz N° 2819 Int. 104 Ave. Fisco Lima
 P.O. Box N° 127-052 Chusca Miraflores
 Telef: 944240280 y 955505554
 Correo: silvergeo@terra.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios
 Profundidad : 1,20 m.
 Napa freática : N.P.
 Lugar de Muestreo : Adición del 20% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4

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° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Hora inicio de saturación	---	min	03:15 p. m.	03:17 p. m.	03:19 p. m.	03:21 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	03:25 p. m.	03:27 p. m.	03:29 p. m.	03:31 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	03:26 p. m.	03:28 p. m.	03:30 p. m.	03:32 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	03:46 p. m.	03:48 p. m.	03:50 p. m.	03:52 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	9.50	10.40	11.00	10.60
(F) Altura arena	---	pulg	3.90	4.20	4.50	4.50
(G) Equivalente de arena	[E ÷ F] x 100	%	41.1%	40.4%	40.9%	42.5%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	41.2%			

Este Informe de Resultados solo afecta al los materiales o elementos sometidos a ensayo y no otorga aprobación total y/o parcial en la aprobación por escrito del LABORATORIO

Especificación : Para Gradación C, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.P.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 2080168524
 [Pág. 54]

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

Anexo N° 02.04: suelo con adición de 30 % de ceniza de ladrillo



Ing. Aníbal Fernández Quiroz N° 204352 Ing. Luis Díaz Lima
 Pse. Juan Carlos Rodríguez Quiroz N° 19550584
 Correo: administracion@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

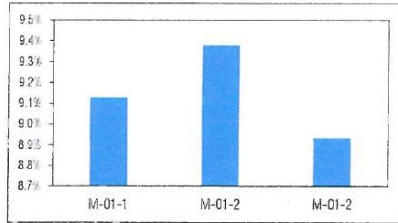
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 476532.5 N. 8861216.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L.

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-01-1	M-01-2	M-01-2
Recipiente N°	---	---	N° 04	N° 05	N° 06
(A) Peso de Tara Vacío	M _c	(g)	51.16	51.16	51.16
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	174.30	183.02	173.50
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	164.00	171.71	163.47
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	112.84	120.55	112.31
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	10.30	11.31	10.03
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	9.13%	9.38%	8.93%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			9.15%		



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
		Humedad Recomendada ± 1%		Humedad Recomendada ± 0.1%	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 ½ pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[¾ pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[¾ pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

⁴ Si los datos de cohesión de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de Partida 201, g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 55]

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



Dr. Angel Fernando Cuevas N° 20291 en 104 Urb. Eric Lima
 Pje. Huayco N° 12790 Chilca, Huancayo
 Telef: 964466683 / 964466684
 Correo: silvergeo@netcom.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESES: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freatica : N.P. Coordenadas UTM : E. 476532.5 N. 8661216.4
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L.

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
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	50.00 g	3.5%	96.5%
3/8"	9.50 mm	159.00 g	15.1%	84.9%
N° 4	4.75 mm	145.00 g	25.1%	74.9%
N° 10	2.00 mm	165.00 g	36.5%	63.5%
N° 40	0.43 mm	195.00 g	50.0%	50.0%
N° 200	0.08 mm	130.00 g	59.0%	41.0%
PASA		594.00 g	100.0%	0.0%
		1448.00 g		100%

Límites Granulométricos para el material.

Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
90-100	100	100	100	100	100
65-100	80-100	---	---	---	---
45-60	65-100	50-85	60-100	---	---
30-65	50-85	35-55	50-85	55-100	70-100
22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	6-25

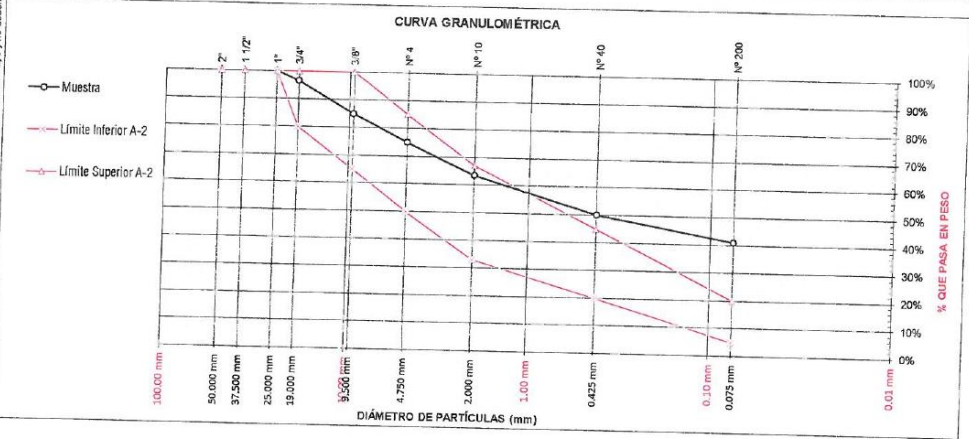
Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	25.14%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	33.84%
Finos	[φ < N° 200]	41.02%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (1)

Arena arcillosa con grava




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

* El material para afirmado de Carretera, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo por tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.


SILVER GEO SAC
 Coordinación Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 RUC: 20601685524
 [Pág. 56]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004589-2018/DSD



M. Angel Fernandez Cordero N° 2009 Ine. 304 Urb. E.Te. Lima
 Calle Huérfanos N° 123-132 Chirca, Huancayo
 Telf: 04348918 / 043203364
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°140/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

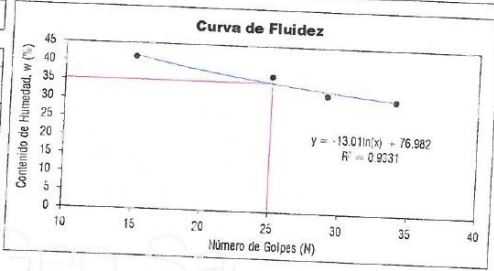
ENSAYOS REALIZADOS: **LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L. Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		15	25	29	34
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 25	N° 27	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.00	21.50	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{MSH}	(g)	44.70	47.50	41.80	48.20
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{MS}	(g)	38.05	40.50	37.00	42.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	16.05	19.00	15.00	20.00
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.64	7.00	4.80	6.20
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	41.34	36.84	32.00	31.00



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 29	N° 30	N° 31	N° 32
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.50	21.50	22.00	21.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{MSH}	(g)	37.00	35.00	40.00	39.60
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{MS}	(g)	34.50	33.30	36.90	35.60
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	13.00	11.80	14.90	15.10
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	2.50	2.50	3.10	3.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	19.23	21.19	20.81	19.81

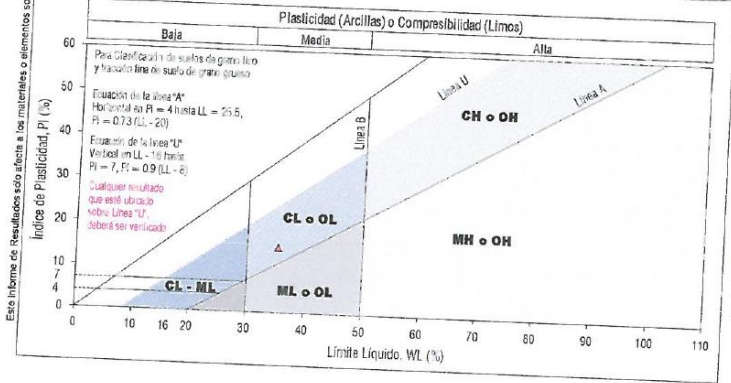
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _p) : 35.3%	Plastic Limit (PL, w _p) : 20.3%	Plasticity Index (PI) : 15.0%
--	---	-------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (1)
---------------------------	----------------------------------

Arena arcillosa con grava



- 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

Realizado: **Bach. Denis Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. G.**

SILVER GEO SAC
 (Código Geotécnico)
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimento

Ing. Civil **Jehny R. RAYUNDO OLIVERA**
 N° 12332

RUC: 20601685524
 [Pág. 57]

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



Dr. Angel Fernández Olivera N° 2009 en C. (E) C. U. E. G. Lima
 P.º 1111-11-83 Chila, Arequipa
 Telf: 964274581 y 964274582
 Correo: angel.fernandez@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : 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:

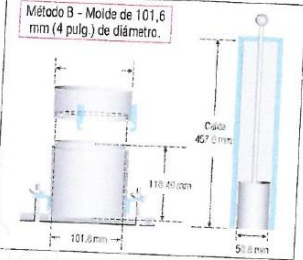
Modalidad: Muestreo por Laboratorio
 Método de Preparación: Humedo
 Profundidad: 1.20 m
 Simbolo del Suelo: SC
 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava
 Altitud (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 476532.5 N 8651216.4
 Tipo de Muestra: Adición del 30% de C.L.

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

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales e elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse tal y como se muestra en la reproducción por escrito del LABORATORIO

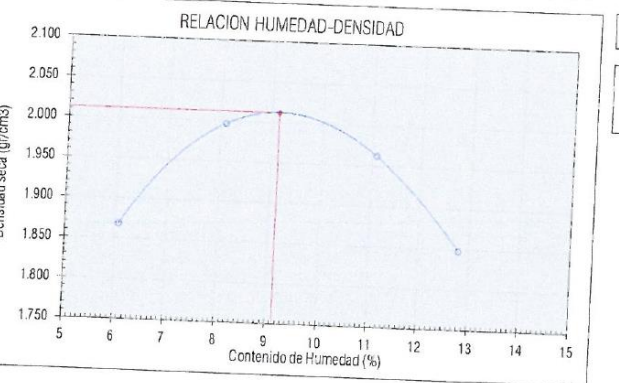
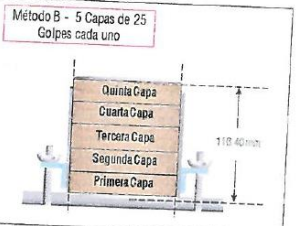
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo humedo & Molde	M _h	(g)	6015.00	6181.00	6202.00	6112.00
(B) Peso del Molde	M _m	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1871.00	2037.00	2058.00	1968.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C/D)	gr/cm ³	1.992	2.156	2.180	2.085



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 11	N° 12	N° 25	N° 26
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.85	21.90	21.94	21.82
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{ch}	(g)	83.00	82.00	81.00	80.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	79.50	77.50	75.10	73.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	57.62	55.60	53.16	51.58
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	3.50	4.50	5.90	6.60
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	6.07	8.09	11.10	12.80
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.87	2.00	1.95	1.85



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 2.01
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.14

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geoloxia
 Laboratorio de Ensayo de Concreto y Pavimento

Ing. Civil **Johany R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 58]

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



R. Ángel Fernández, Quercus N° 2359 int. 101 Urb. Elva Lina
 P.O. Box N° 12-152 Chivilco, Huancayo
 Telf: 064060606 / 055520304
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

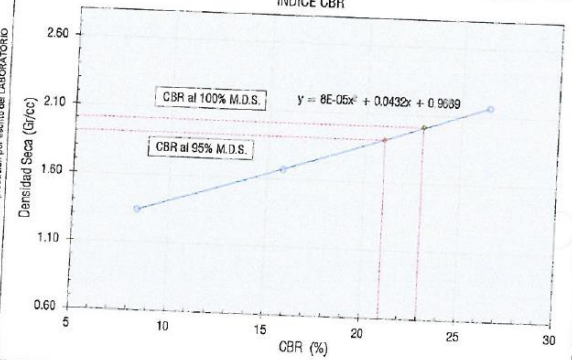
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m.
 Procedimiento Utilizado: Remoldado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Coordenadas UTM : E 478532.5 N 8861216.4
 Tipo de Muestra: Adición del 30% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

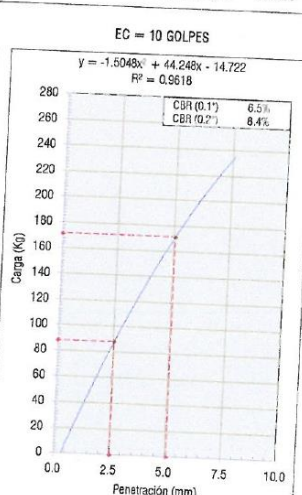
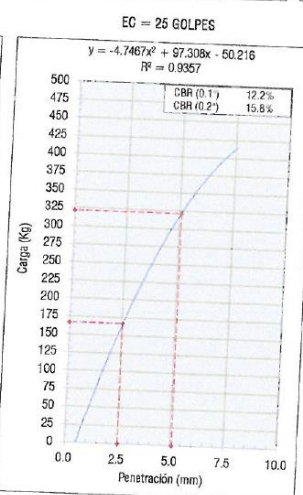
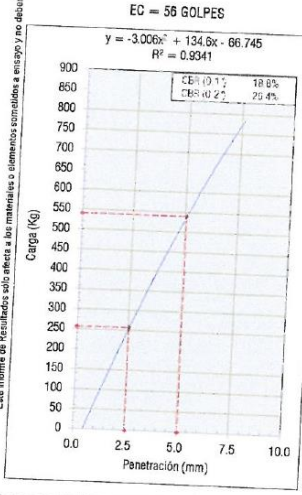


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método B
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 2,012
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9,138
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1,911

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 23,09%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 21,06%



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVERGEO SAC.
 Geotecnia Geofisica
 Laboratorio de Suelos Coarcado y Permeable

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352 RUC: 20601685524 [Pág. 59]

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



Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 38071 Inc. 104 Urb. Elva Lima
 Pje. Huérfanos N° 122-102, Chivilta, Huancaayo
 Telf: 984046966 / 985616584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-01	SG. N°151/2020
SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER		PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.	
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PROCERES DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN		ENSAYOS REALIZADOS: DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14	
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:			
Modalidad : Muestreo por Laboratorio		Profundidad : 1.20 m.	
Método de Muestreo : Excavación Manual		Napa freática : N.P.	
Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios		Altitud (Cota) : 3.210.00 m s.n.m.	
		Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8861216.4	
Lugar de Muestreo : Adición del 30% de C.L.			

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° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Hora inicio de saturación	---	min	04:00 p. m.	04:02 p. m.	04:04 p. m.	04:06 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	04:10 p. m.	04:12 p. m.	04:14 p. m.	04:16 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	04:11 p. m.	04:13 p. m.	04:15 p. m.	04:17 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	04:31 p. m.	04:33 p. m.	04:35 p. m.	04:37 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	11.00	10.50	10.30	11.00
(F) Altura arena	---	pulg	4.20	4.20	4.00	4.60
(G) Equivalente de arena	[E ÷ F] x 100	%	38.2%	40.0%	38.8%	41.8%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	39.7%			

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

Especificación : Para Gradación C, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



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

RUC: 20601685524
 [Pág. 60]

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



Jr. Aníbal Fernández Quiroz N° 1401 Int. 104 Urb. Elías Uribe
 Písaq, Moquegua, Perú 05010
 Telf: 964319688 / 955005344
 Correo: informes@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios

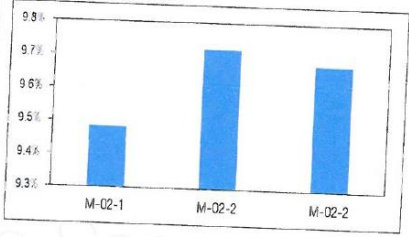
Profundidad : 1.20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L.

Altitud (Cota) : 3.210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4

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

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Var.	Unidad	Muestras		
			M-02-1	M-02-2	M-02-2
Resolvente N°	---	---	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Peso de Tara Vacío	M _c	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	177.00	186.38	177.25
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	166.00	174.30	166.02
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _L	(g)	116.00	124.30	116.02
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	11.00	12.08	11.23
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	9.48%	9.72%	9.68%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			9.63%		



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	9.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)	Método A				Método B	
	Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima Recomendada ± 1% de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima Recomendada ± 0.1% de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10	
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10	
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1	
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1	
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1	
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01	

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda/seca, peso líquido/húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de prueba (200 g) debe diferir en ± 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 (Consultoría Geotécnica)
 Laboratorio de Ensayos de Suelos y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 2014352

RUC: 20601885524
 [Pág. 61]



Av. Arce Fernández, Ciudad N° 2609 Int. 104 Urb. Elva Lora
 P.O. Box N° 117-112 Ciudad Huancayo
 Telf: 944-495445 / 955615584
 Correo: Silvergeo@terra.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	05-10-20	M-02	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCÉRES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios

Profundidad : 1,20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L.

Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 478532.5 N.8661216.4

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
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	70.00 g	4.9%	95.1%
3/8"	9.50 mm	145.00 g	15.1%	84.9%
N° 4	4.75 mm	131.00 g	24.3%	75.7%
N° 10	2.00 mm	121.00 g	32.9%	67.1%
N° 40	0.43 mm	188.00 g	46.1%	53.9%
N° 200	0.08 mm	161.00 g	57.4%	42.6%
PASA		605.00 g	100.0%	0.0%
		1421.00 g	100.0%	100%

Límites Granulométricos para el material.

Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
90-100	100	100	100	100	100
65-100	80-100	---	---	---	---
45-80	65-100	50-85	60-100	---	---
30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

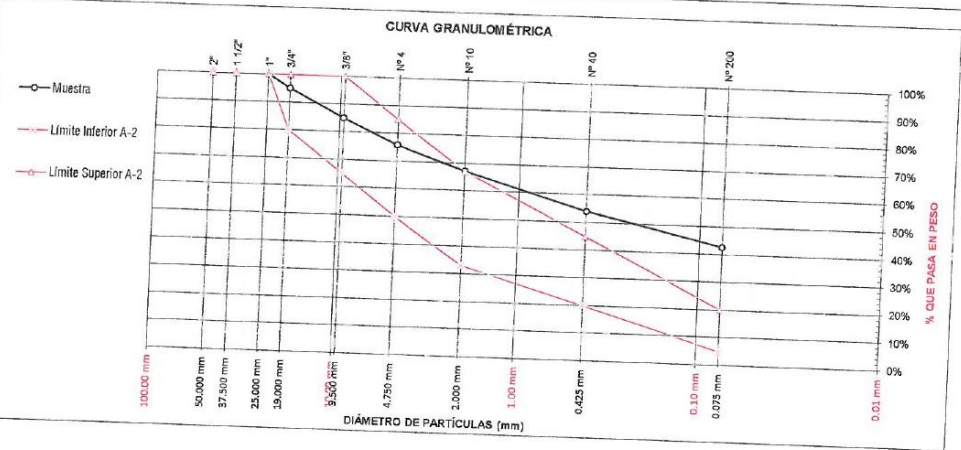
Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	24.35%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	33.08%
Fino	[φ < N° 200]	42.58%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (2)

Arena arcillosa con grava



- El material para afirmado de C-01, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pasando tamiz de 1"

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Científica y Tecnológica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

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

RUC: 2060168524
 [Pág. 62]

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



M. Ángel Fernández Corzo N° 2909 int. 134 Urb. Elío, Lima
 P.O. Box N° 112-02 Chila, Huancayo
 Telf: 0446603798505082
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

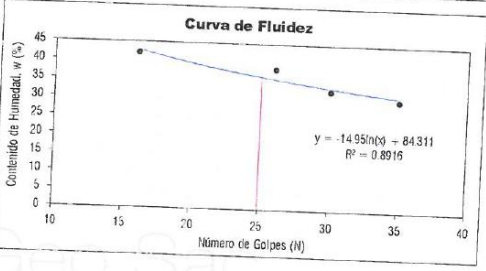
ENSAYOS REALIZADOS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios
 Profundidad : 1,20 m
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.866126.4

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Variable	Nro.					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	Golpes	16	26	30	35
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 34	N° 35	N° 36
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.03	21.48	22.07	21.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{ch}	(g)	43.50	41.00	40.00	40.80
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	36.65	35.60	35.60	36.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	15.82	14.12	13.53	15.20
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.65	5.40	4.40	4.60
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	42.04	38.24	32.52	30.26



Variable	Nro.					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 37	N° 38	N° 39	N° 40
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.00	21.00	21.50	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{ch}	(g)	34.80	33.80	32.90	33.10
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	32.25	31.60	31.00	31.05
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	11.25	10.60	9.50	9.05
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	2.55	2.20	1.90	2.05
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	22.67	20.75	20.00	22.65

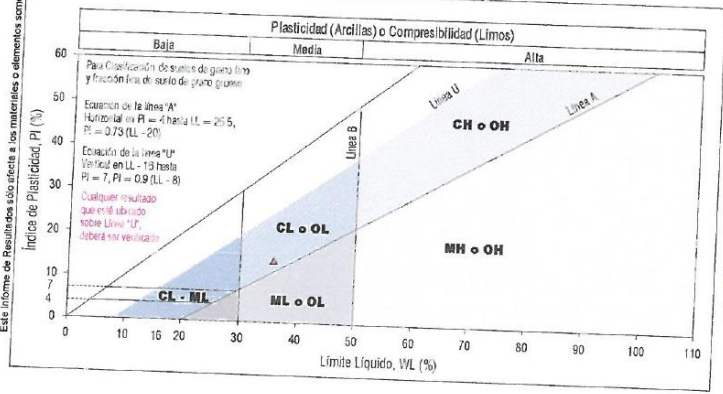
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Liquid Limit (LL, w _L)	: 35.8%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 21.5%	Plasticity Index (PI)	: 14.3%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: SC	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (2)
----------------------	------	------------------------	-----------

Arena arcillosa con grava



- 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: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia-Geotextiles
 Laboratorio de Bases, Calceos y Pavimentación

Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 C.R. N° 204952

RUC: 20601685524
 [Pág. 63]

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



Dr. Aron Fernández Cuevas N° 20694, 304 Urb. Elba, Lima
 Paje: Huancayo N° 121, 352 Oficina, Huancayo
 Telf: 504910101 y 955701001
 Correo: f.fernandez@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACION DEL PROYECTO:

UBICACION: AV. PROCERES
DISTRITO: 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 Laboratorio
 Método de Preparación: Humedo
 Procedimiento Utilizado: B - Malla N° 4 > 20% y 3/8" < 20%

Profundidad: 1.20 m.
 Símbolo del Suelo: SC
 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava

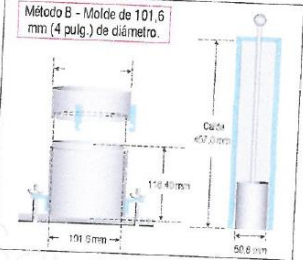
Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 476532.5 N.8681216.4
 Tipo de Muestra: Adición del 30% de C.L.

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

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no debiera reproducirse total o parcialmente en la impresión por correo electrónico LABORATORIO

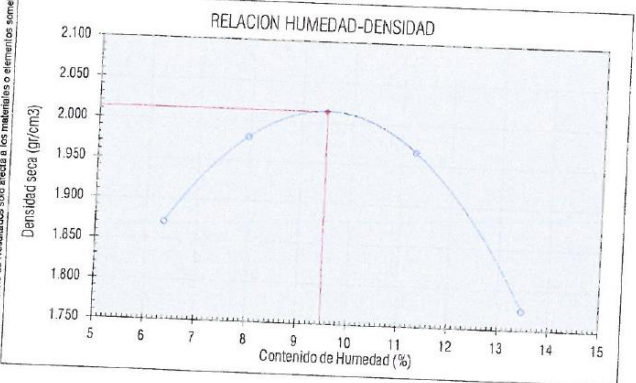
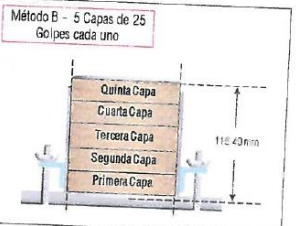
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{húmedo}	(g)	6023.00	6161.00	6210.00	6045.00
(B) Peso del Molde	M _{molde}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1879.00	2017.00	2066.00	1901.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C/D)	gr/cm ³	1.990	2.137	2.189	2.014



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 102	N° 113	N° 114	N° 115
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.80	21.90	21.80	21.90
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	82.00	83.00	83.00	85.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	78.40	78.50	76.60	77.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	56.60	56.60	55.00	55.60
(E) Masa de Water (B-C)	M _w	(g)	3.60	4.50	6.20	7.50
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	6.36	7.95	11.27	13.49
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.87	1.98	1.97	1.77



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 2.01
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.3

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 (Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentación)

Ing. Civil **Jesús R. RAMÍREZ OLIVERA**
 C.I.F. N° 204332

RUC: 20601665524
 [Pág. 64]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004563-2018/DSD



Ingeniero Fernando Duran N° 2609 InC. 154 Urb. El Bosque Lima
 Calle Mariscal N° 12-112 Chosica, Huancayo
 Telef: 940440006 / 940433514
 Correo: fduros@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

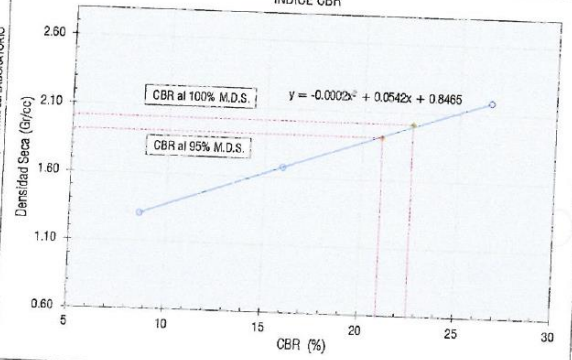
UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 1.20 m
 Método de Preparación: Humedo Simbolo del Suelo: SC Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m.
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4
 Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557

Método de Compactación : Método B

Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 2.014

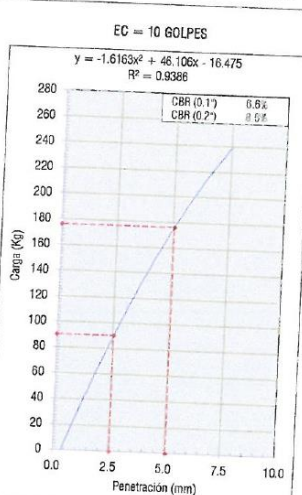
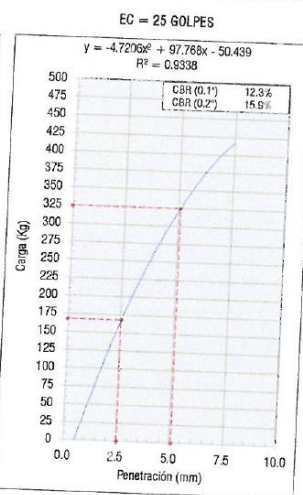
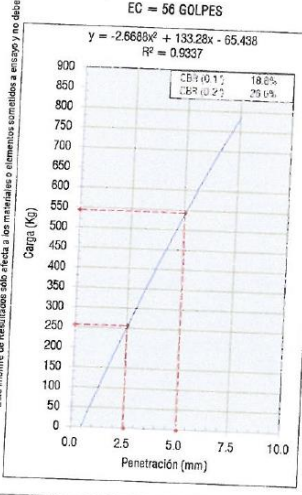
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.485

95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.913

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 22.6%

C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 21.0%



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentación

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 65]

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



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2009 Ing. 104 Urb. Ego Lima
 Pse. Rúnos N° 122-52 Divisa, Huancaayo
 Telef: 914240400 / 915590514
 Correo: info@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-02	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: VILCAS DE LA CRUZ EVER

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios
 Profundidad : 1,20 m.
 Napa freática : N.P.
 Lugar de Muestreo : Adición del 30% de C.L.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4

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° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Hora inicio de saturación	---	min	04:50 p. m.	04:52 p. m.	04:54 p. m.	04:56 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	05:00 p. m.	05:02 p. m.	05:04 p. m.	05:06 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	05:01 p. m.	05:03 p. m.	05:05 p. m.	05:07 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	05:21 p. m.	05:23 p. m.	05:25 p. m.	05:27 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	9.70	9.85	10.20	9.90
(F) Altura arena	---	pulg	3.90	4.00	4.10	4.00
(G) Equivalente de arena	[E ÷ F] x 100	%	40.2%	40.6%	40.2%	40.4%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	40.4%			

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deben reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

Especificación : Para Gradación 0, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos:

OBSERVACIONES:

Realizado: Dach, Denis L.P.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Geotecnia Gradación
 Laboratorio de Ensayo de Concreto y Pavimento

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

RUC: 2060168524
 [Pág. 66]

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



Y. Anís Fernández Olvera # 2009 Int. 204 Urb. Elías López
 Pje. Huancayo N° 101-302 Chila, Huancayo
 Telf: 96 8049588 / 955005324
 Correo: gpm@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°140/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN**

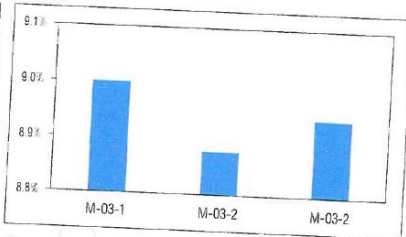
ENSAYOS REALIZADOS: **CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACION DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 1.20 m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L. Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8661216.4

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

Humedad evaporable según ASTM D2216-19

Variable	Nro		Muestras		
	Var.	Unidad	M-03-1	M-03-2	M-03-2
Recipiente Nº	---	---	N° 07	N° 08	N° 09
(A) Peso de Tara Vacío	M _t	(g)	50.00	50.00	50.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M ₁	(g)	202.60	210.70	206.49
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M ₂	(g)	190.00	197.60	193.65
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	140.00	147.60	143.65
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	12.60	13.10	12.84
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	9.00%	8.88%	8.94%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad				8.94%	



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	3.50 mm
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	50 g

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)	Método A				Método B	
	Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]		5 kg	10		
37.5 mm	[1 1/2 pulg]		1 kg	10	50 kg	10
19.0 mm	[3/4 pulg]		250 g	10	10 kg	10
9.50 mm	[3/8 pulg]		50 g	1	3 kg	1
4.75 mm	[N° 4]		20 g	0.1	500 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]		20 g	0.1	100 g	0.1
				0.1	20 g	0.01

⁴ El uso de los contenidos de agua se van a utilizar para calcular las relaciones, como masa húmeda a seca, peso unitario húmedo o seco y densidad total a seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe disminuirse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: **Bach. Denis Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**


SILVER GEO SAC.
 Gerencia Gerencial
 Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimento
 Ing. Civil **Johany R. RAYALUNO OLIVERA**
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 67]

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



Dr. Ángel Fernández Quiroz N° 2007 (In. 104) Urb. Efra. Lima
 Pje. Nuevos N° 120-152 China. Huancaayo
 Telf: 914049088 / 915507654
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°140/2020

TESISTA: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** TESIS: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual Profundidad : 1,20 m.
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L. Coordenadas UTM : E 476532.5 N.8661216.4

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
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	93.00 g	5.9%	94.1%
3/8"	9.50 mm	215.00 g	19.4%	80.6%
N° 4	4.75 mm	173.00 g	30.3%	69.7%
N° 10	2.00 mm	164.00 g	40.6%	59.4%
N° 40	0.43 mm	201.00 g	53.3%	46.7%
N° 200	0.08 mm	141.00 g	62.2%	37.8%
PASA		600.00 g	100.0%	0.0%
		1587.00 g	100.0%	100%

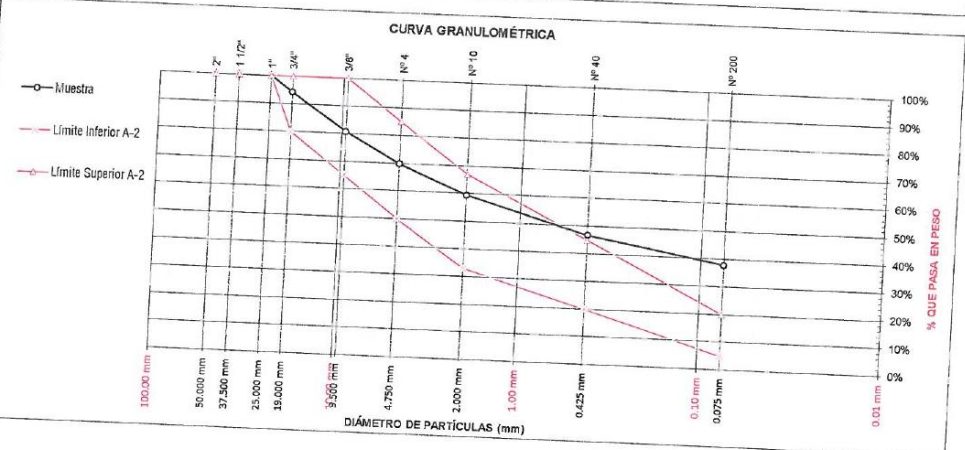
Límites Granulométricos para el material.

Porcentaje que pasa					
A-1	A-2	C	D	E	F
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
100	---	---	---	---	---
90-100	100	100	100	100	100
65-100	80-100	---	---	---	---
45-80	65-100	50-65	60-100	---	---
30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	30.31%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	31.88%
Fines	[φ < N° 200]	37.81%

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (1)
 Arena arcillosa con grava



- El material para afirmado de C-02, cumple con la especificación de "Límites Granulométricos para material de afirmado". Requiere zarandeo pasante luz de 1"

OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Ensayos Geotécnicos
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentación
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 68]

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



Av. Ángel Fernández Cuervo N° 2900 Int. 104 Urb. Elina Lima
 Pje. Naranjos N° 123-182 Ciudad Huancayo
 Telf: 0510462087755503504
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

ENSAYOS REALIZADOS: ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios

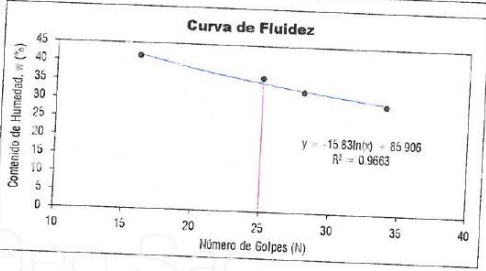
Profundidad : 1,20 m.
 Napa freática : N.P.
 Tipo de Muestra : Adición del 30% de C.L.

Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 476532.5 N 8661216.4

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^e)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		16	25	28	34
Recipiente N°			N° 16	N° 42	N° 43	N° 44
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.50	22.00	21.00	21.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHMS}	(g)	44.50	43.00	44.50	46.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHMS}	(g)	37.75	37.40	38.70	40.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	16.25	15.40	17.70	19.30
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.75	5.60	5.60	5.70
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	41.54	36.38	32.77	29.53



Límite Plástico (Método Manual)

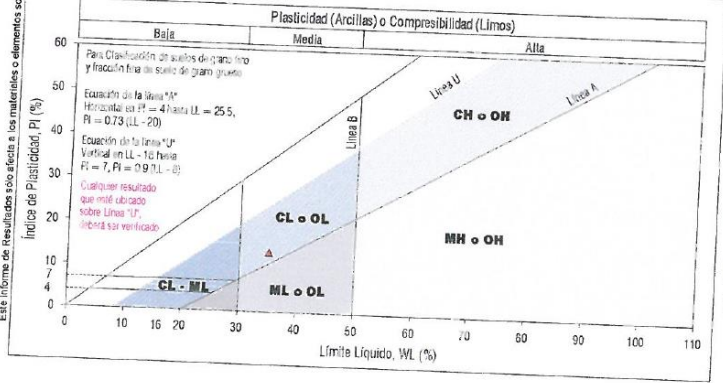
Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°			N° 45	N° 46	N° 47	N° 48
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.00	22.00	21.00	21.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHMS}	(g)	33.00	36.00	34.00	35.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHMS}	(g)	30.90	33.50	31.80	32.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	9.90	11.50	10.80	11.50
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	2.10	2.50	2.20	2.50
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.21	21.74	20.37	21.74

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^e)

Liquid Limit (LL, w_p) : 35.1% Plastic Limit (PL, w_p) : 21.3% Plasticity Index (PI) : 13.8%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (I)
 Arena arcillosa con grava



- 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

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Geotecnia Geofisica
 Laboratorio de Suelos Controlado y Paramétrico
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA

RUC: 20601685524
 [Pág. 69]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004569-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2820 Int. 104 Urb. El Sol Lima
 Punt. N° 125-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 960406667 / 960505664
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : 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 Laboratorio
 Método de Preparación: Humedo
 Procedimiento Utilizado: B - Malla N° 4 > 20% y 3/8" < 20%

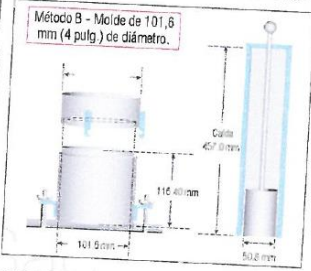
Profundidad: 1.20 m
Simbolo del Suelo: SC
Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava

Altitud (Cota): 3.210,00 m s.n.m.
Coordenadas UTM: E 476532.5 N. 8661216.4
Tipo de Muestra: Adición del 30% de C.L.

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

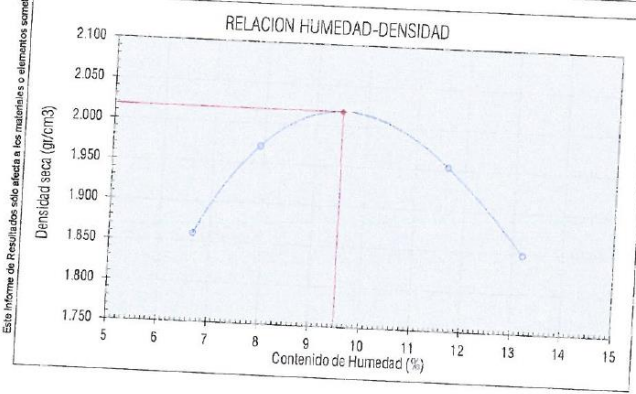
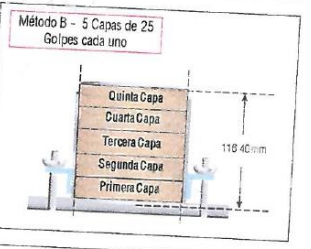
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{mo}	(g)	6017.00	6152.00	6203.00	6119.00
(B) Peso del Molde	M _{molde}	(g)	4144.00	4144.00	4144.00	4144.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1873.00	2008.00	2059.00	1975.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	944.00	944.00	944.00	944.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C/D)	gt/cm ³	1.994	2.127	2.181	2.092



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 16	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.00	21.90	21.90	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mo}	(g)	85.00	86.00	89.00	82.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	81.00	81.30	82.00	75.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	60.00	59.40	60.10	53.00
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	4.00	4.70	7.00	7.00
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	6.67	7.91	11.65	13.21
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.86	1.97	1.95	1.85



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 2.02
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.51

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Ensayos de Suelos y Pavimentos

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 70]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004583-2018/DSD



R. Ángel Fernández Cuatrecasas N° 2010 Int. 104 Urb. Edif. Lima
 Paje Alunas N° 123-141 Chino Alunco
 Telf: 98404655 / 98404656
 Correo: info@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°140/2020

TESISTA: VILCAS DE LA CRUZ EVER

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VIAS NO PAVIMENTADAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

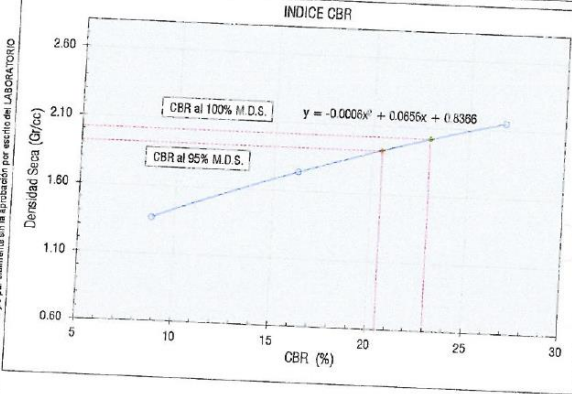
UBICACIÓN : AV. PROCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 120 m.
 Método de Preparación: Humedo Símbolo del Suelo: SC
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava
 Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8661216.4
 Tipo de Muestra: Adición del 30% de C.L.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

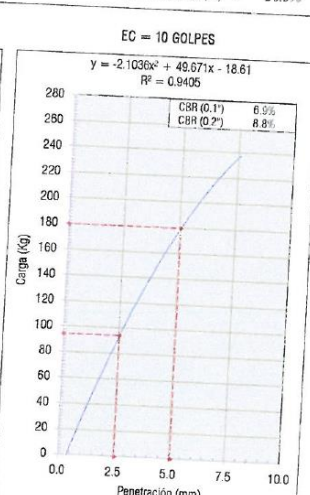
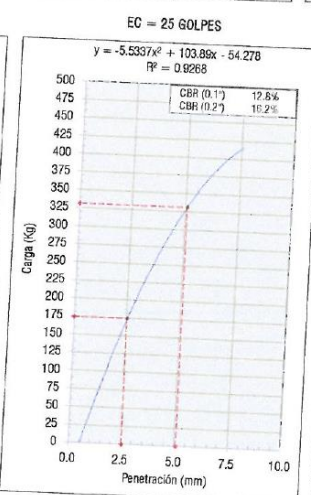
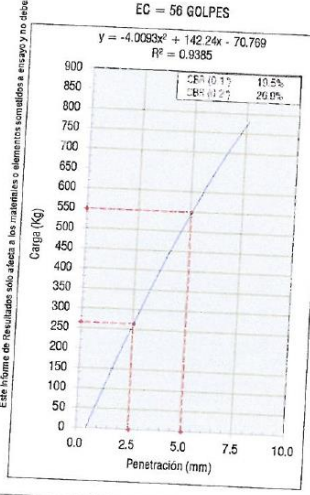


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método B
 Máxima Densidad Seca (G/cm^3) : 2.018
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.513
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm^3) : 1.917

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 23.0%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 20.5%



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revísado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Ensayos de Suelos, Concreto y Pavimentación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 71]

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



J. Angel Fernández Guzmán N° 26170161-134 Urb. El Rio Lima
 Paje Surtes N° 122-722 Ciudad Huancayo
 Telf: 944066657 / 955095264
 Correo: silvergeo@pernet.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
05-10-20	06-10-20	M-03	SG. N°151/2020

SOLICITANTE: **VILCAS DE LA CRUZ EVER** PROYECTO: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : AV. PRÓCERES
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: **DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14**

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Método de Muestreo : Excavación Manual Profundidad : 1,20 m.
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3,210,00 m.s.n.m
 Lugar de Muestreo : Adición del 30% de C.L. Coordenadas UTM : E.476532.5 N.8681216.4

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° 05	N° 06	N° 07	N° 08
(A) Hora inicio de saturación	---	min	05:45 p. m.	05:47 p. m.	05:49 p. m.	05:51 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	05:55 p. m.	05:57 p. m.	05:59 p. m.	06:01 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	05:56 p. m.	05:58 p. m.	06:00 p. m.	06:02 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	06:16 p. m.	06:18 p. m.	06:20 p. m.	06:22 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	11.00	9.80	10.00	10.50
(F) Altura arena	---	pulg	4.30	4.00	4.10	4.00
(G) Equivalente de arena	[E ÷ F] x 100	%	39.1%	40.6%	41.0%	38.1%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	39.8%			

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

Especificación : Para Gradación 0, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos.

OBSERVACIONES:

Realizado: *Bach. Denis L.R.*
 Revisado: *Ing. Johnny R. O.*

SILVER GEO SAC.
 Colección Geotécnicas
 Laboratorio de Ensayos de Suelos y Pavimentación

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

RUC: 20601685524
 [Pág. 72]

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

Anexo N° 03: Panel fotográfico



Fotografía 1. Extracción de muestras de suelo en la zona de estudio.



Fotografía 2. Recipiente para la extracción de muestras de suelos.



Fotografía 3. Recolección de las cenizas de ladrillos.



Fotografía 4. Inspeccionando la calidad de las cenizas de ladrillo.



Fotografía 5. Vista de los ladrillos pasados de cocción y descartados para la venta.



Fotografía 6. Análisis granulométrico de las muestras de suelo.



Fotografía 7. Realización del ensayo para la determinación del límite líquido del suelo.



Fotografía 8. Colocación de las muestras de suelos en el horno.



Fotografía 9. Ejecución del ensayo Proctor.



Fotografía 10. Ejecución del ensayo de CBR.