



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estabilización de la subrasante incorporando residuos de  
la calcinación de agregados calcáreos en la vía  
Andahuaylas, Ocobamaba – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Buleje Ochoa, Percy (orcid.org/0000-0001-7408-3118)

**ASESOR:**

Dr. Requis Carbajal, Luis Villar (orcid.org/0000-0002-3816-7047)

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERCITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta tesis dedico a mis padres, a mi esposa, hermanos por su apoyo incondicional quienes participaron en el desarrollo de esta investigación y formar parte de este objetivo fundamental de concluir con este proceso académico importante de mi vida profesional.

## **Agradecimiento**

Un agradecimiento infinito A Dios por darme salud y una familia maravillosa, quienes han creído siempre en mí, y un agradecimiento especial a mi esposa por motivarme en cada proceso de esta investigación y fomentar en mí ,el deseo de superación y de triunfo en la vida. Finalmente a mi Asesor Dr. Raquis Carbajal Luis Villar, por guiarme en el desarrollo de esta investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación .....	33
3.2 Variables y Operacionalización .....	33
3.3 Población, muestra y muestreo.....	36
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	36
3.4 procedimientos.....	39
3.6 Métodos de Análisis de Datos.....	42
3.7 Aspectos Éticos .....	42
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN .....	67
VI. CONCLUSIONES .....	68
VII. RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS .....	71
ANEXOS.....	75

## Índice de tablas

Tabla 1 Origen y clasificación de arcillas..	15
Tabla 2. Influencia de la cal en suelo arcilloso	16
Tabla 3. Selección del Tipo de Estabilizado	17
Tabla 4. Tipos de suelos AASHTO – SUCS.	18
Tabla 5. Clasificación SUCS.	19
Tabla 6. Clasificación AASHTO.	20
Tabla 7. SUCS (suelos finos).	22
Tabla 8. Clasificación de suelos según Tamaño de partículas	22
Tabla 9. Clasificación Granulométrica – 03 Calicatas	23
Tabla 10. Resultado LL norma ASTM	24
Tabla 11. Clasificación de suelos según su plasticidad.	24
Tabla 12 Resultados de LL, LP, IP.	25
Tabla 13. Límites de consistencia C-1, C-2 y C-3 Calicatas.	26
Tabla 14. Especificaciones de la prueba Proctor	26
Tabla 15. Gráfico de Proctor Modificado	27
Tabla 16. Proctor modificado suelo natural	27
Tabla 17. Proctor modificado con adición de cal y RC	28
Tabla 18. Categoría de subrasante	28
Tabla 19 Gráfico de CBR.	29
Tabla 20. CBR C-1 SN	30
Tabla 21. CBR con adición.	30
Tabla 22. Intervalo de confianza	31
Tabla 23. Tstudent aplicada al CBR con adición de CAL, RC.	31
Tabla 24. Estadísticas de fiabilidad	32
Tabla 25. Confiabilidad Alfa de Crombach	32

Tabla 26. El cuadro explica las variables en estudio.....	35
Tabla 27. Normas técnicas para el análisis de laboratorio.....	36
Tabla 28. Ubicación de los hornos de calcinación de Cal, RC.....	39
Tabla 29. Variables de estudio.....	41
Tabla 30. Resultado análisis granulométrico.....	42
Tabla 31. Resultado análisis granulométrico C-1.....	42
Tabla 32. Resultado análisis granulométrico C-2.....	43
Tabla 33. Resultado análisis granulométrico C-2.....	43
Tabla 34. Gráfico de resultados de ensayo de granulometría.....	44
Tabla 35. Resultados límites de consistencia.....	45
Tabla 36. Gráfico de Límite Líquido C – 1.....	45
Tabla 37. Gráfico de LL, C – 2.....	46
Tabla 38. Gráfico de LL, C – 3.....	46
Tabla 39. Resultados de límites de consistencia, C-1, C-2, C-3.....	47
Tabla 40. Proctor modificado con adición de cal y RC.....	47
Tabla 41. Gráfico proctor muestra sin adición.....	48
Tabla 42. Gráfico proctor modificado con de cal 2% y RC 3%.....	49
Tabla 43. Gráfico proctor modificado con adición de cal 4% y RC 5%.....	49
Tabla 44. Gráfico proctor modificado con adición de cal 6% y RC 7%.....	50
Tabla 45. Resultados de ensayos de proctor modificado.....	50
Tabla 46. Resumen de resultados de CBR.....	51
Tabla 47. Grafico CBR LL suelo natural.....	51
Tabla 48. Grafico CBR suelo natural.....	52
Tabla 49. Grafico limite líquido CBR de suelo con adicción.....	52
Tabla 50. Grafico CBR con adición.....	53
Tabla 51. Grafico CBR LL con adición.....	53

Tabla 52. Grafico CBR con adición.....	54
Tabla 53. Grafico CBR limite líquido con adición.....	54
Tabla 54. Grafico CBR con adición.....	55
Tabla 55. Resultados de CBR.....	55
Tabla 56. Descriptivos del CBR.....	56
Tabla 57. Descriptivos Proctor.....	57
Tabla 58. Comparativo Proctor.....	58
Tabla 59. Estadísticos de Plasticidad.....	58
Tabla 60. Prueba de Normalidad: CBR; Proctor, IP, Granulometría.....	60
Tabla 61. Tabla tstudent aplicadas al Índice de Plasticidad.....	61
Tabla 62. Prueba ANOVA.....	61
Tabla 63. Tabla tstudent aplicadas al Índice de Plasticidad.....	62
Tabla 64. Valor de significancia.....	63
Tabla 65. Tabla tstudent aplicadas al CBR.....	64
Tabla 66. Valor de significancia (p-valor) > (0.05).....	64
Tabla 67. Tabla tstudent aplicadas al CBR.....	65
Tabla 68. Nivel de significancia ANOVA.....	66

## Índice figuras

Figura 1. Superficie en mal estado de la vía Andahuaylas Ocobamba. ....	1
Figura 2. Recolección de residuos de calcinación.....	3
Figura 3. Das (2013, p 51), procedencia de suelos en diferente gradación ....	13
Figura 4 Tamices para análisis granulométrico .....	21
Figura 5. Ensayo LP según norma ASTM .....	25
Figura 6. Ensayo de penetración.....	29
Figura 7 Excavación de C -1... ..	36
Figura 8. Departamento de Apurímac. ....	37
Figura 9. Provincia de Andahuaylas.....	37
Figura 10. Mapa de Ocobamba.....	37
Figura 11. Tramo de estudio Vía Andahuaylas Ocobamba. ....	38
Figura 12 Lugar de Extracción de RC y Cal.....	38
Figura 13. Comparativo de medias CBR.....	57
Figura 14 Comparativo Proctor.. ..	58
Figura 15. Comparativo del índice de plasticidad.....	59
Figura 16.Vía Andahuaylas, Ocobamba.....	108
Figura 17. horno de calcinación de agregados calcáreos. ....	109
Figura 18. Extracción cal .....	110
Figura 19. Excavación de la Calicata C-1 .....	111
Figura 20. Excavación de Calicata C - 2. ....	112
Figura 21 Excavación de Calicata C - 3... ..	113
Figura 22. Muestras para análisis granulométrico.....	114
Figura 23. Lavado para análisis granulométrico.....	115
Figura 24.Tamizado, análisis granulométrico .....	116
Figura 25. Límites de consistencia. LL, LP e IP .....	117



Figura 26. Proceso de LL, LP Y LC. Después de 24 horas .....	118
Figura 27 Saturación para límites de Atterberg.....	119
Figura 28. Determinación de consistencia. ....	120
Figura 29. Muestra natural y con cal 2% y RC 3% para proctor.....	121
Figura 30. Proctor modificado con adición de cal 4% y RC 5%.....	122
Figura 31. Proctor modificado con adición de cal 6% y RC 7%.....	123
Figura 32. Ensayo de CBR con adición de cal 2% y RC 3%.....	124
Figura 44. Ensayo de CBR con adición de cal 4% y RC 5%.....	125
Figura 35. Ensayo de CBR con adición de cal 6% y RC 7%.....	126
Figura 36 Ensayo de LL, LP muestra con adición de Cal 6%, RC 7%,... ..	127

## Resumen

En el presente trabajo titulado “Estabilización de la subrasante incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos en la vía Andahuaylas, Ocobamaba – 2022” el comportamiento mecánico y físico del suelo que actualmente se encuentra en mal estado presenta hundimientos baches, etc. por ser un suelo arcillosos por las características que presenta esta vía se define mejorar con la incorporación de residuos de calcinación de agregados calcáreos con porcentajes de cal, en la vía a estabilizar de Andahuaylas, Ocobamba existen hornos de calcinación de agregados calcáreos donde se extrajeron los residuos de la calcinación y la cal que se utilizaran para la estabilización de la vía los RC y la cal se adicionaran en los siguientes porcentajes cal 2% RC 3%, cal 4%, RC 5%, cal 6% RC 7%, para LL, LP, Proctor Modificado 56 golpes y CBR 56, 25,12, golpes más inmersión por 4 días para determinas la absorción y la expansión, finalmente el ensayo de penetración para determinar el mejor comportamiento mecánico del suelo. Este trabajo de investigación de tipo aplicada, cuantitativa explicativa, experimental - cuasi experimental, e investigación transversal. La población son las tres calicatas excavadas para obtener la muestra en la vía Andahuaylas Ocobamba en los km 26 y 27 a una distancia de 250 metros según norma, para su respectivo estudio en laboratorio, el trabajo de auscultación es no probabilístico, las muestras extraídas fue de 90 kg para someterlo a los diferentes ensayos de laboratorio en geotecnia. Para conocer la reacción física, mecánica de la muestra, los RC y la Cal fueron normalizados para evitar el mínimo error concluye que al incorporar cal y residuos de calcinación de agregados calcáreos el suelo de ser muy malo de 3.4% al 95% del CBR mejora considerablemente al 95% del CBR a 64.2% estos dos aditivos son muy buenos la estabilización de una subrasante arcillosa.

**Palabras clave:** Estabilización, residuos de calcinación, cal, CBR

## **Abstract**

In the present work entitled "Subgrade stabilization incorporating calcination residues of calcareous aggregates on the Andahuaylas, Ocobamaba road - 2022", the mechanical and physical behavior of the soil that is currently in poor condition presents potholes, etc. Because it is a clay soil due to the characteristics that this road presents, it is defined to improve with the incorporation of residues from the calcination of calcareous aggregates with percentages of lime, in the road to be stabilized in Andahuaylas, Ocobamba there are calcination furnaces for calcareous aggregates where the calcination residues and lime used to stabilize the road, RC and lime will be added in the following percentages: 2% lime, 3% RC, 4% lime, 5% RC, 6% lime, 7% RC, to LL, LP, Modified Proctor 56 blows and CBR 56, 25,12, blows plus immersion for 4 days to determine absorption and expansion, finally the penetration test to determine the best mechanical behavior of the soil. This research work is applied, explanatory quantitative, experimental - quasi-experimental, and cross-sectional research. The population is the three pits excavated to obtain the sample on the Andahuaylas Ocobamba road at km 26 and 27 at a distance of 250 meters according to the norm, for their respective study in the laboratory, the auscultation work is of a non-probabilistic type, the samples per pit was 60 kg to submit it to the different geotechnical laboratory tests. To know the physical, mechanical reaction of the sample, the RC and the Cal were normalized to avoid the minimum error, it concludes that by incorporating lime and calcination residues of calcareous aggregates, the soil improves from being very bad from 3.4% to 95% of the CBR. Considerably at 95% CBR at 64.2% these two additives are very good at stabilizing a clayey subgrade.

Keywords: Stabilization, calcination residues, lime, CBR

## I. INTRODUCCIÓN

Kumari et al (2022, p.1), En el Perú es recurrente encontrar vías en mal estado por factores climáticos y meteorización, arrastre de material por lluvias hundimientos, etc. Las características de hinchamiento y contracción del suelo expansivo dependen de la proporción del contenido de humedad, el suelo expansivo sufre cambios volumétricos debido a la variación de humedad, dentro del suelo expansivo depende de la variación estacional. La última resistencia que desarrollarán las capas estabilizadas cuando su grado de reactividad con los suelos calcáreos pueda confirmar las propiedades mineralógicas. Luego, la estabilización del suelo ocurre una vez que la cal se convierte en un suelo reactivo para obtener una ganancia de resistencia prolongada a través de una reacción puzolánica, La adición de cenizas volantes finas y gruesas aumenta la resistencia del suelo y muestra una relación humedad-densidad comparativamente aparente. Se realiza un control de compactación y una prueba de índice de hinchamiento libre en suelo de hinchamiento mixto de cenizas volantes y cal el suelo se mezcló con un 5 % de cal y una proporción variable de cenizas volantes (5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %) para comprobar el impacto sobre la hinchazón y la faceta. Con un aumento en el contenido de cenizas volantes del 5% al 25%, el potencial de hinchamiento, la humedad y el límite líquido disminuyen.



*Figura 1. Superficie en mal estado de la vía Andahuaylas Ocobamba*

Fuente: propia, 2022.

**Bittar et al (2018, p.2)**, En las vías nacionales podemos encontrar suelos con baja capacidad portante, para mejorar la subrasante de estos terrenos deberán ser extraídos y reemplazados por otros que presenten mejor resistencia a las cargas puntuales generados por los transportes ligeros y pesados, o se deberá aplicar otros agregados para mejorar su composición haciéndolos más resistentes a la meteorización y a los cambios climáticos. El procedimiento de tratamiento de suelos con residuos industriales y domésticos como vidrio esmerilado y cenizas de carbón y cal de carburo es una práctica sustentable cuando el encargo involucra la enmienda del suelo nativo para la producción de rellenos de ingeniería y bases estabilizadas de pavimentos. Se llevó a cabo una serie de pruebas de compresión no confinada que reflejaron cantidades distintivas de puzolanas, diversas porosidades y cantidades discretas de cal. Los ensayos concluyen que la compresión no confinada mejora en forma de potencia con la reducción de equivalente a la porosidad en el que equivalente se corrige con un exponente 28 para las mezclas compactadas de suelo-aglutinante estudiadas en este documento. En la referencias podemos observar las soluciones para estabilizar suelos arcillosos suelos con baja capacidad portante, para mejorar la subrasante de estos terrenos deberán ser extraídos y reemplazados por otros que presenten mejor resistencia a las cargas puntuales generados por los transportes ligeros y pesados, o se deberá aplicar otros agregados para mejorar su composición haciéndolos más resistentes a la meteorización y a los cambios climáticos. Las carreteras tienen mucha demanda porque se transportan personas y mercancías, estas vías deberán estar diseñadas para soportar grandes cargas puntuales, esfuerzos a la compresión, tensión y flexión, el diseño debe resistir factores externos y mantenerse estable. El mejoramiento se explica cómo la alteración por medios químicos o físicos para mejorar la calidad de ingeniería del suelo. Los principales objetivos de incorporar aditivos es cambiar el comportamiento con fines de soporte de cargas puntuales, la resistencia mejora la permeabilidad del suelo. La servicialidad dependerá de la solidez de subrasante. Las estructuras arcillosas afectan en los pavimentos y estructuras. Por lo tanto, las técnicas de estabilización del suelo son necesarias para garantizar la buena estabilidad del suelo para que pueda soportar con éxito la carga de la superestructura, especialmente en el caso de suelos que son muy activos,



*Figura 2. Recolección de residuos de calcinación.*

*Fuente: propia, 2022*

Este trabajo trata del análisis completo del cambio de reacción del suelo y su estabilización con residuos de la calcinación de agregados calcáreos y cal donde encontramos las piedras calizas más la cal. en la vía Andahuaylas a Ocobamba en los meses de lluvias intensas, se ve el deterioro de la subrasante, llegando a tener baches muy profundos, hundimientos que dificultaran la circulación de vehículos de manera óptima causando malestar. La particularidad de los suelos blandos son muy difíciles de caracterizar para el proceso de estabilización cual tenemos planeado utilizar estas residuos de la calcinación de calizas, más cal en suelos blandos mediante pre tratamientos de mezcla en diferentes proporciones, 2%, 4%, 6 % de cal y residuos de calcinación en 3%, 5%, 7% para determinar el grado de la influencia, para incrementar la capacidad portante, estos materiales utilizados para la estabilización contienen oxido de calcio material que mejora su comportamiento físico mecánico de la subrasante se obtendrá las muestras en los kilómetros 26 y 27 a una distancia de 250 metros para realizar los estudios de laboratorio son. Análisis granulométrico por tamizado MTC E

De acuerdo a lo anteriormente expresado se hace la pregunta general:

¿Cómo influye la incorporación de residuos de la calcinación, en la estabilización de la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022?

Las preguntas específicas son:

- ¿Cuánto influye la incorporación de residuos de la calcinación y cal en el índice de plasticidad en la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas, Ocobamba 2022?
- ¿en qué medida influyen la incorporación de residuos de calcinación y cal en la máxima densidad seca en la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas, Ocobamba 2022?
- ¿Cómo incide la incorporación de residuos de calcinación y cal en el óptimo contenido de humedad de la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas Ocobamba -2022?
- ¿Cuánto influyen los residuos de calcinación y cal en las propiedades mecánicas de la subrasante arcillosa de la vía Andahuaylas Ocobamba 2022?

En cuando a la Justificación de la investigación tenemos:

Obiano et al (2020, p.1), Esta investigación tiene como objetivo lograr una utilización eficaz de los residuos de calcinación y cal como materiales sostenibles mediante la mejora de su resistencia, el uso de cal y residuos de calcinación. Se utilizaron diferentes porcentajes, cal (4%, 8% y 12%) y ceniza de hueso (5%, 10% y 15%). Porque se pretende utilizar residuos de calcinación y cal en los porcentajes descritos y adicionar en la vía Andahuaylas, Ocobamba los ensayos respaldan la mejora en sus características mecánicas y físicas de subrasante inestable y hacerlo sostenible en el tiempo.

**Justificación Social:** La subrasante de la vía Andahuaylas, Ocobamba favorecerá en la fluida circulación de vehículos pesados y livianos y el tránsito peatonal, evitando hundimientos en tiempos de precipitación y emisión de polvo en temporada de sequía.

La Hipótesis Nula: Los residuos de la calcinación no determinara la estabilización de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba – 2022.

También se considera las hipótesis específicas

- La incorporación de residuos de la calcinación y cal mejora el índice de plasticidad positivamente en la estabilización de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba, – 2022
- La adición de residuos de la calcinación y cal mejora la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba – 2022
- La incorporación de residuos de calcinación y cal influye de manera positiva en el óptimo contenido de humedad de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas -Ocobamba – 2022.
- La adición de residuos de calcinación y cal aumenta el CBR de manera óptima de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022.

En cuanto al objetivo general que tiene el presente estudio tenemos:

Estabilización de subrasante arcillosa incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022

Siendo los objetivos específicos:

- Establecer el índice de plasticidad en las propiedades físicas de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022.
- Determinar La densidad seca máxima en las propiedades físicas de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas, Ocobamba 2022.
- Establecer el límite plástico en las propiedades físicas de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022.
- Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante arcillosa para la estabilización en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022.



## II. MARCO TEÓRICO

Tenemos los antecedentes internacionales:

Para Salim (2021, p.1), El artículo titulado Mejora de las Propiedades Geotécnicas en suelos expansivos utilizando ceniza volante concluye que el programa de prueba estudia el impacto del uso de cenizas volantes en suelo preparado mediante la adición de diferentes porcentajes de cenizas volantes por peso seco del suelo. La influencia de estas mezclas se comparó con la de los suelos no tratados. El porcentaje óptimo de cenizas volantes fue del 5%, donde el oleaje y la presión del hinchamiento disminuyeron en gran medida”.

Ekpo y Attah ( 2021, p. 3), El Potencial de las mezclas de polvo de cemento y ceniza de cáscara de bígaro Destinado a material de carretera sostenible indica que La eliminación indiscriminada de conchas de bígaro como desechos agrícolas en los vertederos ha recomendado a los ingenieros Geo ambientales la responsabilidad de reutilizar estos desechos como materiales de construcción para el doble propósito de estabilización del suelo y eliminación efectiva de desechos. Para la prueba UCS, la resistencia máxima de 895, 1810 y 2670,45 KN /m<sup>3</sup>, respectivamente, se produjo con 8 % de cal al PSA reacción favorable para estabilizar.

Chibuzor & Duc (2018) En su artículo titulada “Predicción de la rigidez de la subrasante del suelo laterítico estabilizado con ceniza de manojo de palma nano estructurado para el transporte Geotecnia, se llevó a cabo con éxito en el suelo laterítico A-2-7 según la clasificación AASHTO. Por estas razones, el suelo se estabilizó con 5% OPC? 0%? 15% NPBA. Los resultados del ejercicio de estabilización se utilizaron para formular una relación de regresión múltiple no lineal para las variables de estabilización que finalmente se resolvió y se correlacionó con la expresión analítica de la rigidez de la subrasante... (p. 2).

Coudert et al (2019) En la revista menciona que La secuencia de reacción fisicoquímica se ha investigado considerando el aglutinante solo y el aglutinante mezclado con caolín. Un vistazo a la reactividad evidenció que las fases que contienen calcio derivadas de cenizas volantes con alto contenido de calcio representan las fases reactivas y, por lo tanto, la actividad puzolánica es el proceso dominante... (p. 1).

Baloochi et al (2020) En el artículo dice que Además, para estudiar el efecto de la reducción de agua y el tiempo de retardo sobre la resistencia, se lleva a cabo realizando estudios de laboratorio analizando diferentes mezclas. Además, disminuir el contenido de agua en un punto de Proctor puede ser fundamental para mejorar la resistencia en las muestras de suelo, incluso alcanzando los mismos valores de resistencia que las muestras de control curadas a los 7 días... (p. 1).

Babu & Poulouse (2018) El artículo nos dice que las propiedades físicas y composición de minerales determinaran el grado de reactividad con la cal y el desarrollo de la resistencia última de las capas mejoradas. La cal actúa rápidamente y cambia la resistencia del terreno asiéndolas más resistentes a las cargas externas, la resistencia a la contracción en condiciones húmedas, el hinchazón, la reducción del IP y el incremento del CBR por más tiempo... (p. 5).

Bandara et al (2020) Los materiales estabilizadores utilizados fueron residuos de la calcinación Clinker, y residuos de calcinación agregados calcáreos, ceniza volante y una combinación de FA/LKD. El suelo estabilizado con ellos representó tres tipos de suelos de subrasante de carreteras débiles que se encuentran comúnmente en Michigan, que se identificaron como A-6, A-4 y A-7-6 según la clasificación AASHTO... (p. 11).

Miraki et al (2022) La revista menciona que el cemento y cal son aglutinantes utilizados en los proyectos de mejoramiento de suelos. En los exámenes de laboratorio adicionando cal y cemento sus propiedades físicas mejoraran siendo más resistente a la compresión y la muestra será más durable frente a los ciclos húmedos - seco y de congelación-descongelación mediante el uso de pruebas mecánicas y micro estructurales... (p. 1).

Ikeagwuani et al (2019) El artículo detalla La importancia de los resultados del uso de cal en porcentajes mínimos cal 4%, SDA 16%. Si bien se reconoce que hay espacio para mejorar el método propuesto, se puede decir que el uso de la incineración a la intemperie de las virutas que suelen realizar los operadores de aserraderos... (p. 13).

Linares et al (2020) El presente artículo analiza las muestras incorporando polietileno calcinado en 4%, 8% y 12% con relación al peso volumétrico seco (yd) para las propiedades mecánicas el análisis de laboratorio que muestra mejores

resultados de T3 (mecánica de suelos) y el OCH (contenido de agua) promediara reduciendo de 18.23% a 15.46%, y los resultados del análisis de MDS aumentara de 1.800 gr/cm<sup>3</sup> a 1.807gr/cm<sup>3</sup> con respecto al CBR incrementara de 5.6% a 9.9%... (p. 1).

Bizarreta (2020) El artículo de investigación dice, que utilizando los residuos finos de partículas de concreto menores a 2mm, se puede mejorar la subrasante de suelos blandos de procedencia residual. Los resultados al añadir RC-fino, incrementa los valores paramétricos de Atterberg, mejora la densidad, OCH y el IP será óptimo con estos resultados la densidad máxima y el CBR se incrementan... (p. 1).

Martínez & Olaya (2019) Este artículo menciona que en las vías terciarias con niveles bajos de tránsito afectan directamente el desarrollo económico, en zonas rurales. El mejoramiento del suelo con subproductos industriales será una alternativa eficaz para cambiar las propiedades físicas de la subrasante que será más resistente a factores externo y minimizara la sedimentación. El análisis de costos para mejorar la subrasante adicionando subproductos industriales, en el periodo de duración de la vía es factible, considerando el fácil acceso a los materiales, supervisión técnica y geografía favorable... (p. 2).

Ñañes et al., (2021) Su objetivo general de este artículo científico, es hacer una investigación sistemática relacionada con los procedimientos de estudio para el mejoramiento de suelos inestables con presencia de filosilicatos el objetivo es mejorar el CBR (California Bearing Ratio) con objetivos de pavimentación, usando una metodología detallada. Y adicionando CCA no solo ofrece superiores características mecánicas en el CBR (California Bearing Ratio) y además ofrece beneficios para la economía y el desarrollo sostenible del medio ambiente... (p. 1).

Mahedi et al (2020) Este artículo pretende investigar la eficacia de diferentes estabilizadores químicos que fortalecen las propiedades físicas de suelos expansivos. Los resultados en las pruebas indicaron que el cemento era preferible para una mayor resistencia en tiempos de curado más breves, mientras que la cal producía la máxima resistencia en períodos de curado más prolongados. Tanto el cemento como la cal fueron propensos al ataque de los sulfatos, lo que disminuyó

significativamente la resistencia de los suelos, mientras que los tratamientos con FA y mezclas de cemento redujeron las reducciones de resistencia... (p. 1).

Amoudi et al ( 2017) Según el artículo, los hallazgos de estudio indican que las margas y arenas mezcladas con 2% de cemento más 5%, 10%, 20% o 30% estabilizadas con cemento y polvo de horno de arco eléctrico (EAFD) se pueden utilizar para la subbase de terraplenes rígidos y flexibles de carreteras. Específicamente, la adición de EAFD a las mezclas de arena y cemento aumentó la resistencia a la compresión y empapó significativamente el CBR como resultado de la producción de lixiviación de cemento o cal y el uso de EAFD, un material de desecho industrial... (p. 9).

Krishnan et al (2021) En su artículo menciona que los residuos de polímeros en polvo obtenidos de los residuos de la impresión 3D tienen la posibilidad de estabilizar y cambiar el comportamiento resistente de acción externa, el análisis empírico tiene como finalidad combinar y hacer más resistente el suelo por medio de la implementación de desperdicios... (p-1).

En este artículo podemos evidenciar que las propiedades físicas de la subrasante como el soporte al corte y la deformación mejoran, al adicionar el cemento y la cal, el proceso de curado de la mezcla influirá de diferente forma para el caso de la cal y del cemento. (Pérez et al, 2016, p. 1).

Babu & Poulouse (2018) en la revista dice que el aumento del suelo a resistir cargas se puede definir como la modificación de sus condiciones físico mecánicas según el trabajo de geotecnia realizadas, el rendimiento de cualquier obra de ingeniería la solidez del suelo es importante... (p.2).

Rodríguez (2018) En este proyecto de investigación los inconvenientes referentes a suelos expansivos son recurrentes puesto que los agrietamientos se presentaran en las construcciones realizadas sobre este tipo de terreno. El objetivo es descubrir la cantidad que determinara la capacidad portante del terreno, así como dar diferentes combinaciones en la dosificación. Posterior al estudio de laboratorio se concluyó, que para este suelo expansivo en especial, el contenido de cal, sin tener en cuenta la carga, en toda la extensión del suelo estudiado es 6%, en relación al peso seco... (p. 1).

Ekpo D. U. et al (2021) En el siguiente artículo se concluye que Los límites de Atterberg se reducen considerablemente al agregar hasta un 15 % de CKD-6 % de PSA. El microanálisis realizado a través de un microscopio electrónico de barrido mostró que los suelos tratados se agregaron junto con cambios en la orientación de la tela del suelo... (p. 9).

Ghavami & Rajabi ( 2021) En la revista se describe que en el análisis de laboratorio realizado el estudio experimental para conocer los efectos de escorias de horno, Clinker, cenizas sobre la compactación en terrenos con presencia de silicatos de alta plasticidad obtenida de un camino forestal en el norte de Irán. El estudio de resistencia se hizo en especímenes después de un tiempo de curado de 7 y 28 días... (p. 1).

Naiem et al (2021) Según el artículo, Hay tres fases de mejora del suelo: mejora sin la adición de ningún otro material, adición de ciertos materiales y suministro de refuerzo. Este estudio ha investigado el efecto de materiales aislados y combinados cemento más residuos de calcinación de palmiste en la resistencia del suelo arcilloso según lo aprobado por la prueba de relación de carga CBR... (p. 1).

Kazmi et al (2019) En el artículo dice que El suelo arcilloso también se conoce como suelo cohesivo debido a las fuertes fuerzas intermoleculares presentes entre sus partículas. En este estudio, se utilizan polvo de horno de ladrillos más cloruro de calcio para el proceso de estabilización del suelo débil y lograr la resistencia deseada. Como el polvo del horno de ladrillos es un material de desecho del horno, la adición del polvo resulta económica... (p. 1).

Alhassani et al ( 2019) Este artículo de investigación dice, que la disposición del cemento en polvo incide en el soporte a de una vía de tránsito que contiene arcillas en sus bases En este estudio se combinó las muestras extraídas en porcentajes cambiantes aproximadas a 8%, 9%, 11% y 14%. Observamos otros períodos de curado... (p. 1).

Rangan & Tumpu (2021) En este artículo que estudia el efecto del hidróxido de calcio (cal apagada) tuvo como objetivo determinar el valor del módulo elástico y la relación de terreno que se ha estabilizado con cal hidratada utilizando agua de curado y aire durante 7 días. Mientras que el valor promedio de la proporción de terreno es respectivamente... (p. 1).

Osuna (2020) La presente investigación aborda la alteración en la capacidad de carga en suelos arcillosos de alta compresibilidad de la subrasante en Bogotá Colombia podemos encontrar monumentales regiones que en sus vías de transporte están compuestas de arcillas de bajas capacidad portantes y gigantes asentamientos... (p. 12).

Los Antecedentes Nacionales son:

Terrones (2018) Según el siguiente trabajo, las cenizas de bagazo de caña de sacarosa podría utilizarse para cambiar las cualidades de un vía expansiva, compuesta de arcillas y el efecto será sustentable, disminuyendo el impacto ambiental, los estudios de geotecnia empíricas; concluyen que el LL, LP, IP, CBR de la muestra inalterada denota un aumento al añadir residuos de bagazo de caña calcinadas, en este análisis de 6 probetas que fueron sometidas al estudio de CBR... (p. 17).

Malaver & Tuesta (2020) Según la investigación, la ingeniería en el tiempo presento soluciones para mejorar la subrasante en las vías de transporte que tienen baja capacidad portante e inestables, aplicando diferentes técnicas de estabilización para suelos, se fortaleció significativamente las características físico mecánicas del suelo; el desarrollo fue significativo en el mundo, siendo los países como Ecuador, Colombia, España y Alemania, los que más usan los residuos de calcinación cenizas de cascara de café, trigo, cemento y cal, que adicionado al terreno mejoran sus propiedades físicas incrementando su resistencia al intemperismo para cumplir con el tráfico que cada vez es más grandes... (p. 9).

Mayta (2021) Según la investigación, se concluyó que al añadir de ceniza y cal aumenta el CBR a 23.40%, la humedad, a 14.20%, el índice de plasticidad NP la densidad seca a 1.831 gr/cm<sup>3</sup> y los porcentaje se incrementaran y se aproximan a 16% el CBR, aumenta 11% en densidad seca máxima, un incremento en el NP en la muestra del suelo... (p. 58).

Dentro de las Bases teóricas de la investigación tenemos:

Suelos: Das (2013, p.22), Define que un suelo contiene minerales y materia orgánica (partículas sólidas) presentan gases y humedad espaciados entre partículas duras y blandas este material es utilizado en muchos proyectos de

ingeniería como materia prima para la construcción, en estructuras y cimentación. Es de obligación estudiar el suelo para edificar, conocer la granulometría, saber si hay nivel freático y ser drenado, saber cuál es su capacidad de carga resistencia a la compresión, y al corte.

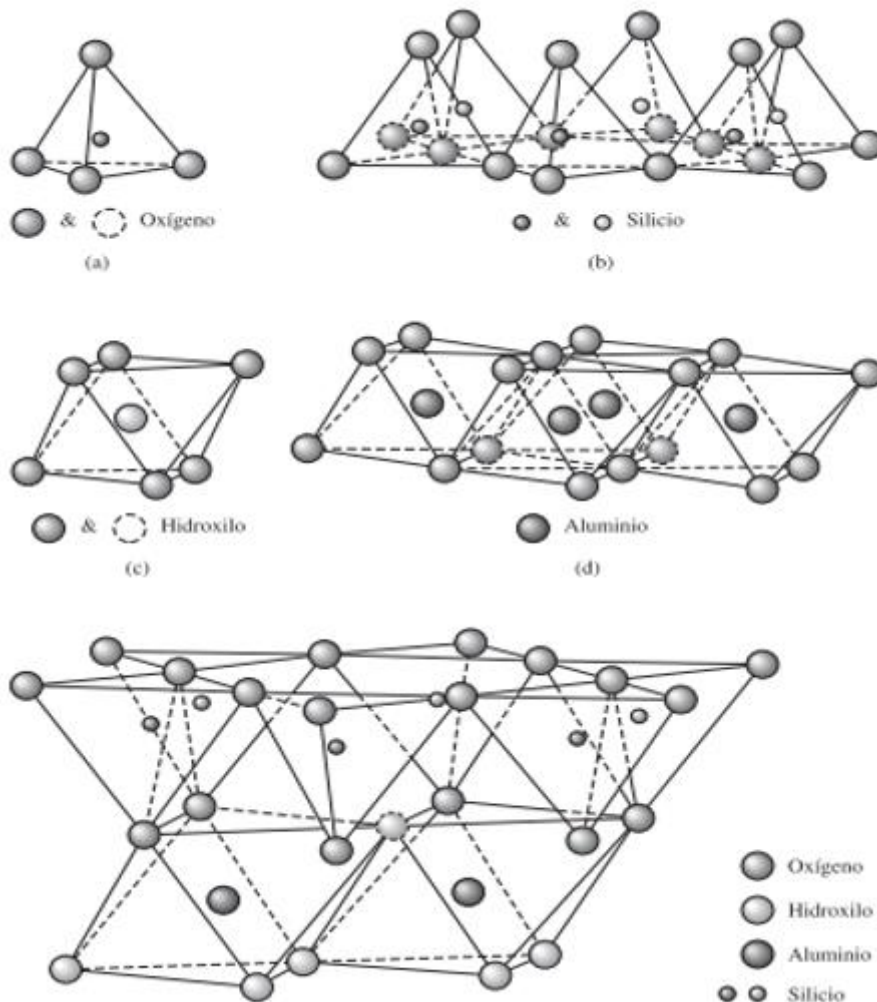


Figura 3. Das (2013, p 51), procedencia de suelos en diferente gradación

Fuente: Das (2013, p 51).

Suelos arcillosos: Higueral et al (2012, p.7). En el artículo nos detalla las características de un suelo arcilloso que dice ser la descomposición del aluminio en partículas y silicatos hidratados, de diferentes colores que dependerá de las impurezas que contengan, será blanca al no tener impurezas. Los feldespatos surgirán por la meteorización natural generadas por miles de años, estas micro partículas coloideas de un diámetro inferior a 0.002 milímetros. Estos materiales arcillosos clasificados en secundarios y primarios según su formación. Las

primarias serán denominados aquellas que no sufrió cambios ni meteorización y se mantienen tal cual desde su formación conocida como caolín, arcilla de granos de mayor diámetro y la plasticidad es menor, y de color blanco. Las arcillas secundarias son las que sufrieron cambios por fenómenos naturales de lluvias, viento, etc. Llevados fuera de su lugar donde se originó; las arcillas secundarias compuestas de partículas de hierro, mica, cuarzo son más fáciles de ubicar en la naturaleza.

### **Subrasante**

MTC (2013, p.32). En carreteras después del corte y relleno, encima de esta estructura se sobreponen el pavimento o firmamento. Al fondo del movimiento de tierras del suelo inalterado o la parte superior del terraplén se denomina subrasante., se selecciona los materiales con características aceptables para compactarlos y tenga soporte a cargas de tránsito, su espesor mayor a 30 cm y compactada al 95%.

**Estabilización de suelos arcillosos:** Bandara et al (2020). Los materiales estabilizadores utilizados fueron residuos de las calcinaciones Clinker, y residuos de calcinación agregados calcáreas, ceniza volante y una combinación de FA/LKD. El suelo estabilizado con ellos representó tres tipos de suelos de subrasante de carreteras débiles que se encuentran comúnmente en Michigan, que se identificaron como A-6, A-4 y A-7-6 según la clasificación AASHTO... (p.11). Ñañes et al (2021, p.1). La innovación constantemente brindara información suficiente, ha conducido a los profesionales en geotecnia a estabilizar suelos expansivos mejorando el CBR utilizando aditivos para facilitar la pavimentación, los resultados de los análisis nos ayudarán al proceso de mejorar el suelo. El método que se utilizara será la descriptiva. Se concluye, que al adicionar CCA sus propiedades mecánicas aumentan sustancialmente y el medioambiente y la economía se incrementan beneficiosamente.



**Tabla 1.** Origen y clasificación de arcillas.

ARCILLAS SEGÚN SU ORIGEN					
Arcillas	Materia residual	No fueron alteradas en su formación	Productos de meteorización ordinaria	De rocas Cristalinas	Arcilla residual Caolín primario
				De rocas sedimentarias	Arcilla residual impura Arcilla caolinita
			Productos de meteorización y cambio químico	De rocas cristalinas	Bauxita
				Rocas sedimentarias	Bauxita Diásporo
	Materia arrastrada	Depositado en aguas en mares, lagos, pantanos, etc.	Productos de meteorización ordinaria	meteorización ordinaria	Limo argilaceas
				sedimentario arcillosos Algunas bauxitas Arcillas bituminosas	
		Depositado por aguas de suave movimiento, arroyos, estuarios, etc.	Productos de trituración algo meteorizados	silícea Limo silíceo	
		Depositado por acción glacial	Productos de abrasión más ligera meteorizados	Arcilla glacial	
	Depositado por vientos	Productos de abrasión más ligera meteorización	Loess		

Fuente: (MTC, 2013)

## Estabilización de suelos con cal

La cal

Usedo (2015, p.5). Menciona que la cal fue el material más utilizado por el hombre Desde la antigüedad, como conglomerante, es difícil precisar el tiempo exacto de su descubrimiento de este material compuesto de dolomitas y piedras calizas. Producto de la calcinación Según estudios se hallaron residuos de cal a una antigüedad de 9,999 años. Los hititas utilizaban la cal revistiendo las cuevas donde habitaban, logrando evitar que se desprendan partículas de las paredes manteniendo la transpiración necesaria para la cueva. Los egipcios conocían las propiedades y como obtenerlos usándolos en las paredes de las pirámides.

**Tabla 2.** la cal en suelo arcilloso.

Influencia de Plasticidad de la arcilla (Complicado de Thompson 1967)					
Suelo	Clasificación de AASHTO	0%Cal		5% Cal	
		Límite Líquido	índice de Plasticidad	Límite Líquido	índice de Plasticidad
Bryce B	A-7-6 (18)	53	29	NP	NP
Cowden B	A-7-6 (19)	54	33	NP	NP
Drummer B	A-7-6 (19)	54	31	NP	NP
Huey B	A-7-6 (17)	46	29	NP	NP

Fuente : Das (2013, p. 267).

## Estabilización con cal

Das (2013, p. 267). Braja M. Das menciona que existen ocasiones donde suelen usarse aditivos para mejorar los suelos arcillosos y estabilizarlos en campo, las subrasantes que presentan partículas muy finas por lo general son mejoradas con aditivos Como La cal hidratada y la cal viva, aditivos estabilizadores que en su composición química presentan calcio, calcifica, dolomítica en algunos casos la cal será monohidratada. Las proporciones de cal utilizadas para mejorar una subrasante inestable de partículas blandas se dosifican comúnmente en proporciones de 5% y 10%. Al incorporar la cal a un suelo arcillosos dará lugar al proceso denominado intercambio de cationes ocasionando la aglomeración,

floculación. Los cationes monovalentes se asocian a las arcillas que en el proceso se remplazaran por iones de calcio divalentes.

**Tabla 3.** Tipo de Estabilizador

ARCILLAS SEGÚN SU ORIGEN					
Arcillas	Materia residual	No fueron alteradas en su formación	Productos de meteorización ordinaria	De rocas Cristalinas	Arcilla residual Caolín primario
				De rocas sedimentarias	Arcilla residual impura Arcilla caolinita
			Productos de meteorización y cambio químico	De rocas cristalinas	Bauxita
				Rocas sedimentarias	Bauxita Diásporo
	Materia arrastrada	Depositado en aguas en mares, lagos, pantanos, etc.	meteorización ordinaria		Limo argilaceas
				Productos de meteorización ordinaria	sedimentario arcillosos Algunas bauxitas Arcillas bituminosas
		Depositado por aguas de suave movimiento, arroyos, estuarios, etc.	Productos de trituración algo meteorizados	silícea Limo silíceo	
		Depositado por acción glacial	Productos de abrasión más ligera meteorizados	Arcilla glacial	
		Depositado por vientos	Productos de abrasión más ligera meteorización	Loess	

Fuente: (MTC, 2013, p.121)

### Estabilización de suelo con Cal viva

Gómez (2018, p.58) Se compara la adición en porcentajes de cal viva se tiene como guía las tablas, para mejorar el soporte y reacción mecánico de un suelo inestable la incorporación de la cal se realiza en los porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8%, el suelo reacciona favorablemente mejorando sus propiedades mecánicas.

### Residuos de la calcinación de agregados calcáreos

Labajos & Núñez (2020, p.1). En la ciudad de Chachapoyas, hay presencia de suelos arcillosos que no favorece la resistencia en subrasante. Se realizó un estudio experimental, basado en la reacción de la adición de subproductos obtenidos de hornos de calcinación de ladrillos con carbón vegetal y carbón mineral en Chachapoyas cuyos residuos son adicionados al suelo arcilloso para mejorar su resistencia mecánica del suelo. Se añade en porcentajes de 15%, 20% y 25% las cenizas de carbón.

Descripción de los suelos

### Clasificación de suelos

Las tres muestras fueron analizadas mediante la granulometría por tamizado MTC E 107 - 200 y fueron procesados por SUCS Y AASHTO.

**Tabla 4.** Clasificación AASHTO – SUCS.

Clasificación de Suelos AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D2487-2487
A-1.a	GW,GP,GM,SW,SO,SM
A-1-d	GM,GP,SM,SP
A-2	GM,GC,SM,SC
A-3	SP
A-4	CL,ML
A-5	ML,MH,CH
A-6	CL,CH
A-7	OH,MH,CH

Tabla 5. Sistema SUCS.

Clasificación SUCS						
Finos (<50 % pasa 0.08 mm)						
Tipo de suelo	Símbolo	% Retenido en 5 mm	% Pasa* en 0.08 mm	CU	CC	**IP
Gravas	GW	≥50 % de lo Retiene en 0.08 mm	<5	>4	1 a 3	
	GP			Si no cumple requisitos de GW es GP		
	GM		>12			<0.73(w l - 20) o' <4
	GC					>0.73(w l - 20) y >7
ARENAS	SW	<50% de lo Retiene en 0.08 mm	<5	>6	1 a 3	
	SP			Si no cumple requisitos de SW es SP		
	SM		>12			<0.73(w l - 20) o' <4
	SC					>0.73(w l - 20) y >7
<p>Entre 5 y 12 % usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC                      ** si IP = 0.73 (w l - 20) o' si IP entre 4 y 7                      E IP &gt;0.73 (w l - 20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC</p> <p>En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica ej. GW-GM en vez de GW-GC</p>						
Cu = D60/D10				Cc = [(D30)] <sup>2</sup> /D10xD10		

--	--

Fuente: (MTC, 2013, p.51)

Tabla 6. Clasificación AASHTO.

Sistema de clasificación AASHTO											
Clasif	Suelos Granulares (≤35 % pasa 0.08 mm)			Suelos Finos							
	General			(>35 % Bajo 0.08 mm)							
GRUPO	A - 1		A - 2	A - 3				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5**
											A-7-6**
2 mm	≤50										
0.5 mm	≤30	≤50	≥51								
0.08mm	≤15	≤25	≤10	≤35				≥36			
WL				≤40	≥41	≤40	≤41	≤40	≥41	≤40	≥41
IP	≤6		NP	≤10	≤10	≥11	≥11	≤10	≤10	≥11	≥11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
**A-7-5:IP≤(wl-30)						**A-7-6:IP>(wl-30)					

Fuente: (MTC, 2013, p.52)

### **Análisis granulométrico.**

Das (2013, p. 56) Este ensayo comienza seleccionando los tamices haciendo una pila ordenada primero la malla más gruesa finalizando en la malla 200 y la cazuela. Agitar los tamices y las partículas quedaran don les corresponden finalmente se pasa cada tamiz. Los resultados se procesan para determinar el tipo de suelo.

### **Análisis de tamiz**

Das, (2013, P. 55) La selección correcta de las mallas es muy importante para tamizar, se debe sobreponerlos primero la malla de dos pulgadas finalmente tamiz 200, se vierte la muestra del material ya lavado a chorro de agua para luego secarla, se coloca la muestra seca en los tamices y se agita hasta que las partículas pasen y sean retenidas en cada tamiz para luego pesarl as los resultados serán procesados.



Imagen 4. Tamices para análisis granulométrico.

Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022.

**Tabla 7.** SUCS (suelos finos).

SUCS suelos finos			
Finos ( $\geq 50\%$ pasa 0.08mm)			
Tipo de Suelo	Símbolo	LL.	Índice de Plasticidad
		WL	IP
Limos	ML	< 50	< 0,73 (wL-20) ó < 4
Inorgánicos	MH	> 50	< 0,73 (wL-20)
Arcillas Inorgánicos	CL	< 50	> 0,73 (wL-20) y >7
	CH	> 50	>0,73 (WI-20)
Limos y Arcillas Inorgánicos	OL	< 50	w l seco al horno
	OH	> 50	75% del w l seco al aire
Altamente	Pt	Materia orgánica fibrosa de carboniza, se quema o se pone incandescente	
Si IP= 0.73 (wL-20) ó Si IP entre 4 y 7 e IP > 0.73 (wL-20).Usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH. Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente WL seco al horno			
En casos dudosos Favorecen Clasificación más Plástica			Ej.: CH-MH en vez de CL-ML
Si WL=50:CL-CH ó ML-MH			

Fuente (Farías, 2004, p.09).

**Tabla 8.** Suelos según Tamaño de partículas.

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

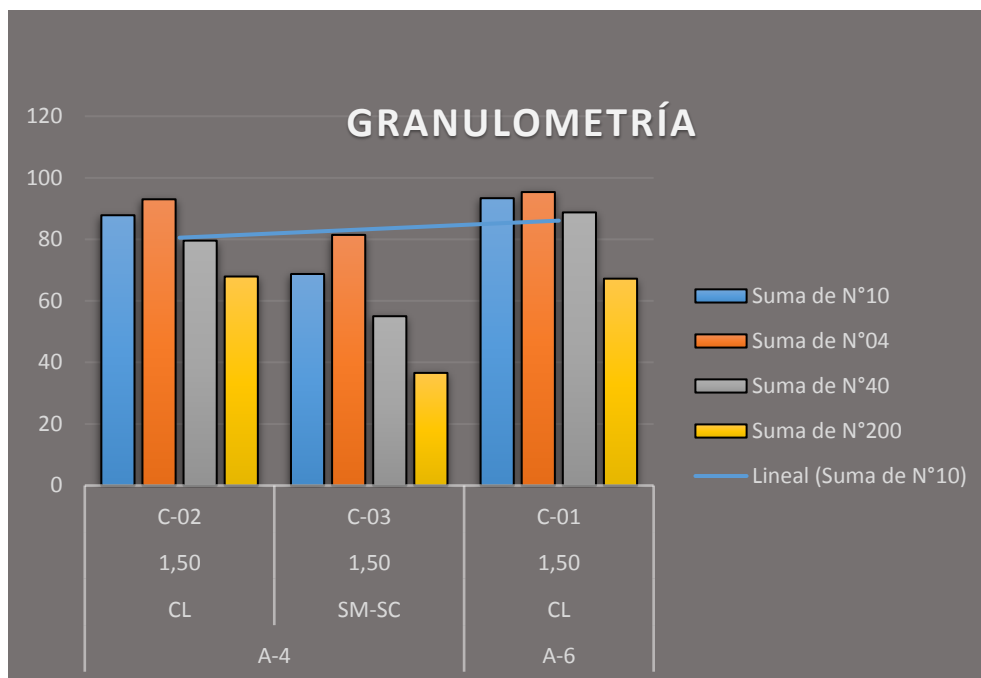
Fuente: (MTC, 2013, P.45)



## Interpretación de tabla estadística de granulometría

Se interpreta el resultado estadístico luego de digitar resulta, que el análisis granulométrico para las tres muestras, el resumen en el siguiente cuadro detallando el tipo de suelo por muestra según SUCS y AASHTO, Tenemos gravas, arenas, limos y arcillas

**Tabla 9.** Clasificación Granulométrica – 03 Calicatas.



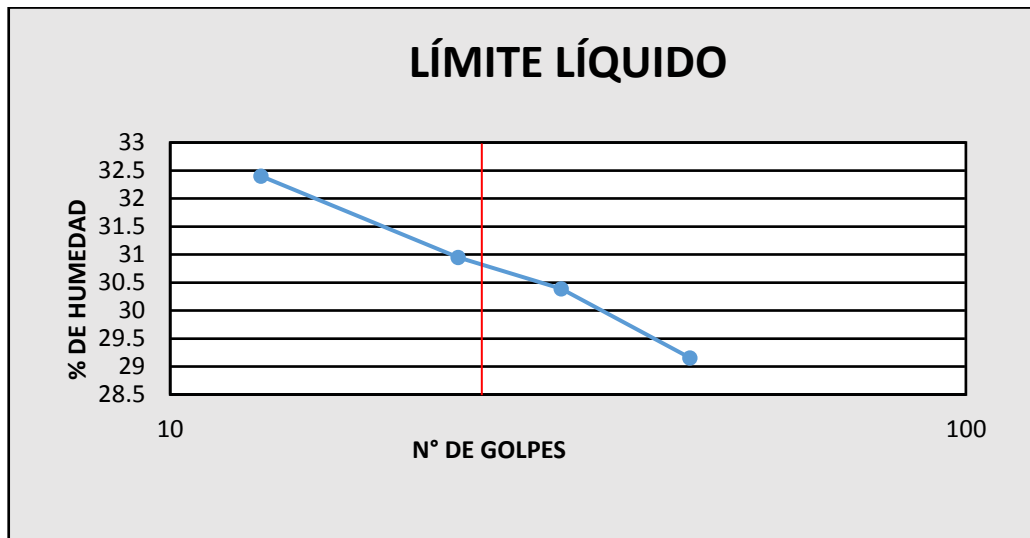
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022.

## Límites de consistencia ASTM D – 4318

### Límite Líquido (LL)

**Das (2013, P. 86)** Este análisis se expresa en porcentajes en la muestra que sufre cambios de sólido a semisólido este cambio es denominado límite de contracción. El contenido de humedad en el punto de transición del estado semisólido al estado plástico es el límite plástico, y del estado plástico al estado líquido es el límite líquido. Estos límites son también conocidos como límites de Atterberg.

**Tabla 10.** Resultado LL norma ASTM.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022

### Límite plástico (LP)

Das (2013, P. 86) Este ensayo se realiza después de determinar el LL, con la muestra húmeda después de 24 horas deberá enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro hasta ver pequeñas fisuras en el hilo. Este proceso de (LP) inferior del escenario plástico de la muestra. realiza mediante rodados repetidos con fuerza controlada para no dañar la muestra para luego colocar en el horno.

**Tabla 11.** Clasificación según su plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$1 < IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: (MTC, 2018, p. 46)

**Tabla 12.** Resultados de LL, LP, IP.



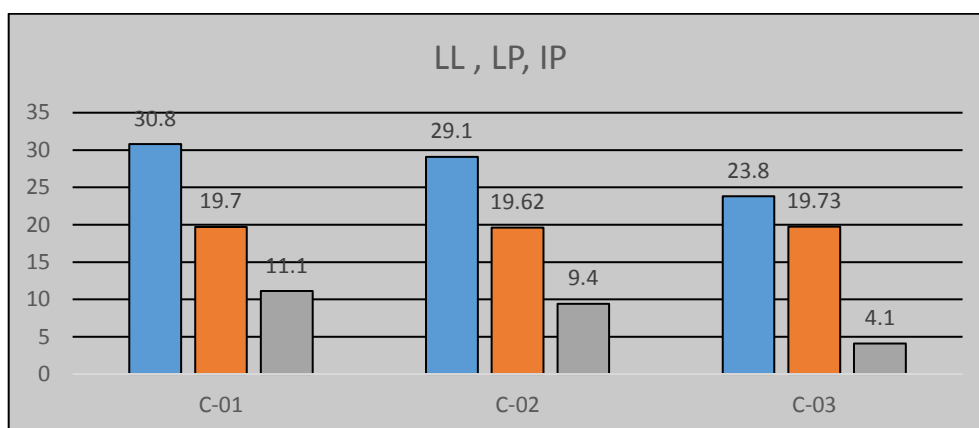
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022



Figura 5. Ensayo LP según norma ASTM.

Fuente: propia 2022.

**Tabla 13.** Límites de consistencia, C-1, C-2 y C-3 Calicatas.



Fuente: Propia 2022.

**d) Prueba Proctor modificada.**

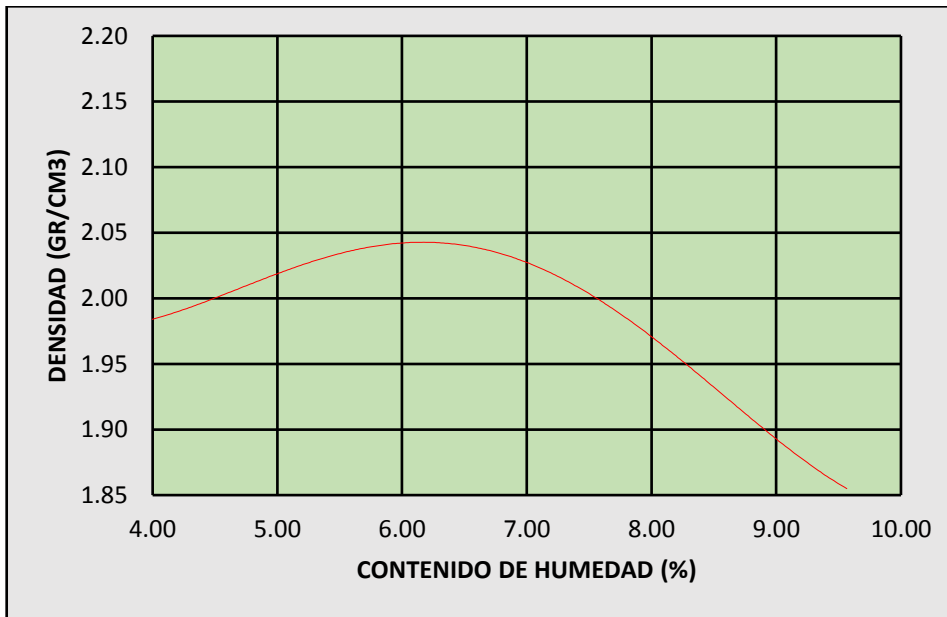
Das (2013, p. 119) Se desarrolla con aplicación de máquinas con rodillo para compactar el suelo insitu, este proceso cambiará el sopoprte a cargas externas, los instrumentos utilizados en el laboratorio Molde de compactación capacidad 1000ml Apisonador, masa 2,6 kg, Placa base desmontable, Collar, 60 mm de altura Tamiz IS 4.75 mm, Horno. Desecador, Balanza de pesaje precisión 1g, proceso que consiste en compactar 56 golpes cada capa para alcanzar la densidad óptima, humedad óptina en condiciones controladas.

**Tabla 14.** Especificaciones de ensayo de compactacion.

Especificaciones de la prueba Proctor Modificada (Basadas en Norma ASTM Prueba1577)			
Elemento	Molde A	Molde B	Método C
Diámetro del Molde	101.6 mm	106.mm	152.4mm
Volumen del Molde	943.3 cm	943.3 cm	2124 cm
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de la caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Numero de golpes de martillo por capa de Suelo	25	25	56
<b>Numero de capas de compactación</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Energía de compactación Suelo utilizado	2696 Kn-m/m. Porción que pasa el tamiz num.4 (4.57mm).Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es entendido en el tamiz núm. 4	2696. Kn-m/m. Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz num.4 es más de 20 y 20 % o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5mm.	2696 Kn-m/m. Porción que pasa el tamiz de 19+ mm. Puede utilizarse si más de 20% Del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30 % del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

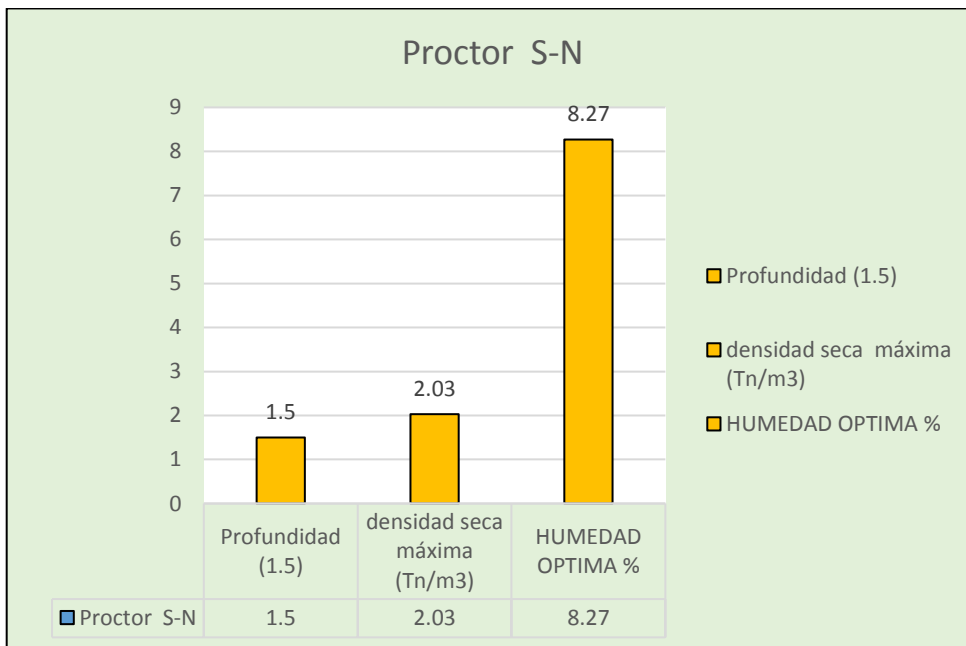
Fuente: (Das, 2013, p. 121)

**Tabla 15.** Gráfico de Proctor Modificado.



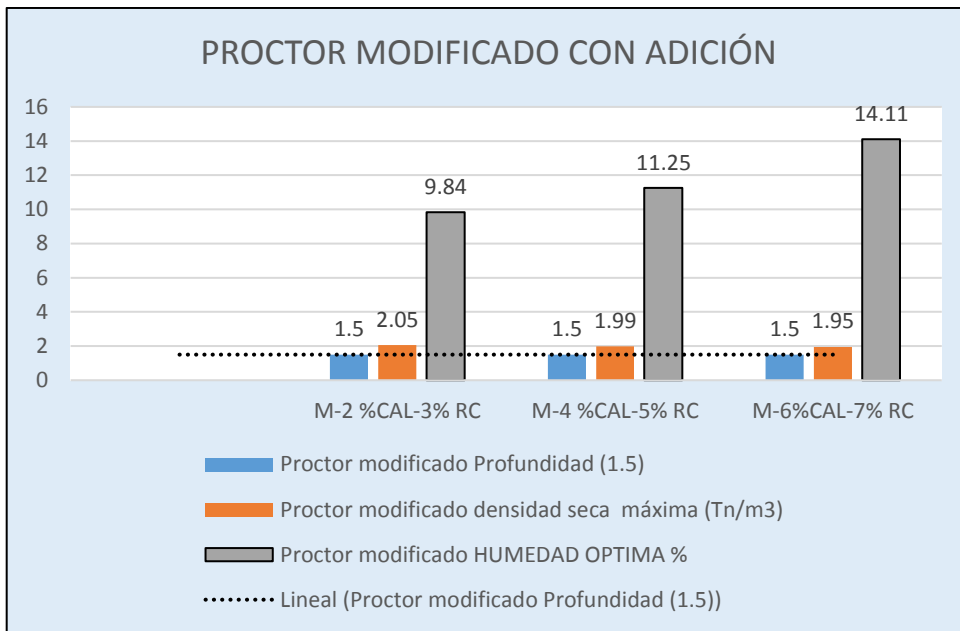
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022.

**Tabla 16.** Proctor modificado suelo natural.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022.

**Tabla 17.** Proctor modificado con adición de cal y RC.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022.

### Ensayos CBR.

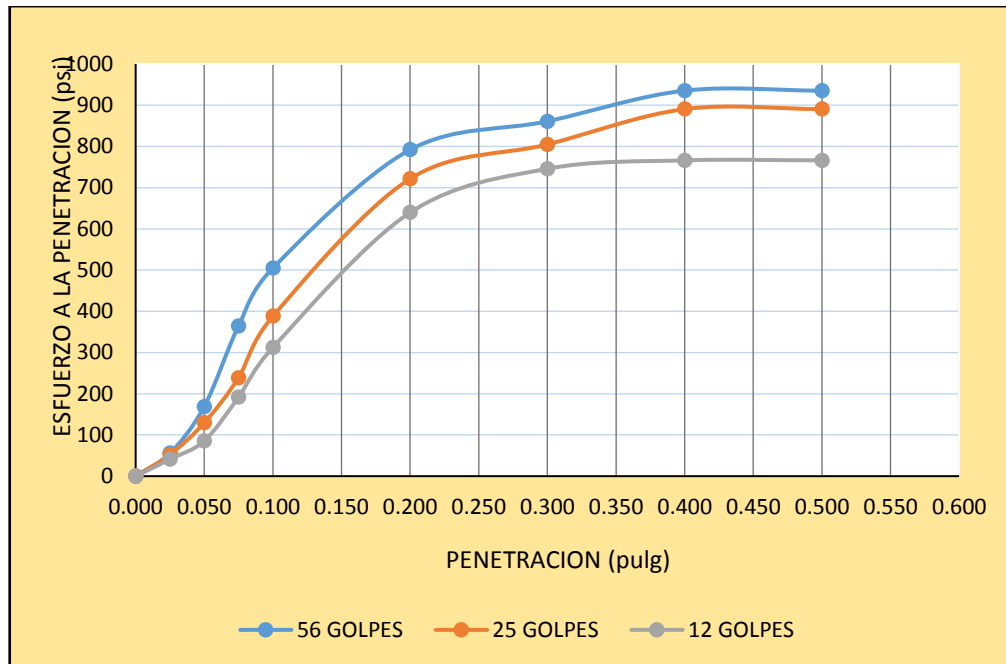
Bowles (2016, p. 1) El CBR ensayo importante que determina las propiedades mecánicas, la resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, se desarrolla en laboratorio con muestra seca de 21 Kg para tres moldes que serán compactados con 56, 25 y 12 golpes en muestra natural o adicionada para luego sumergirlos al agua por 4 días y posterior hacer en ensayo de penetración y la expansión respectivamente

**Tabla 18.** Subrasante según categoría.

Categoría de Subrasante	CBR
S0: Inadecuada	CBR < 3%
S1: Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC, 2013, p.49).

Tabla 19. Gráfico de CBR.



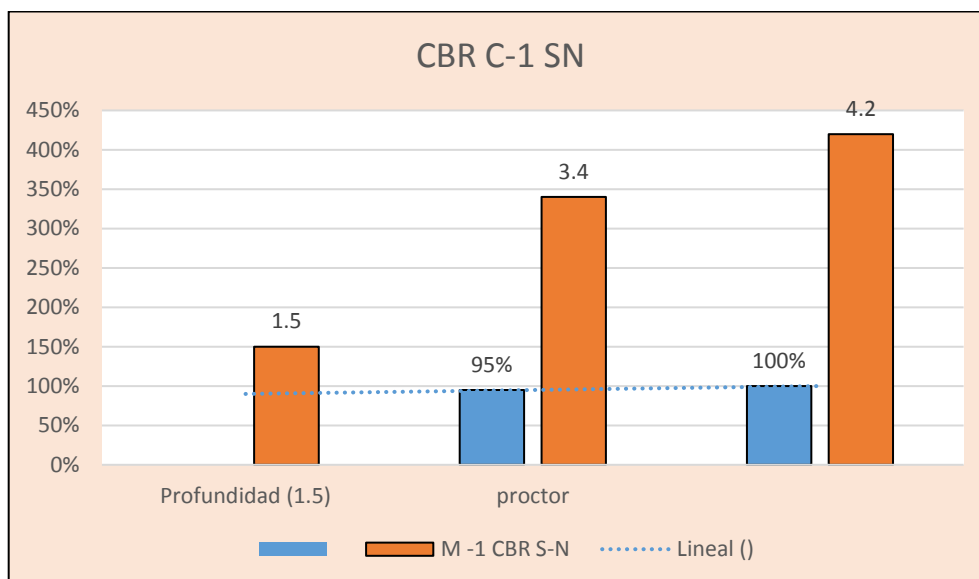
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L, 2022.



Figura 6. Ensayo de penetración.

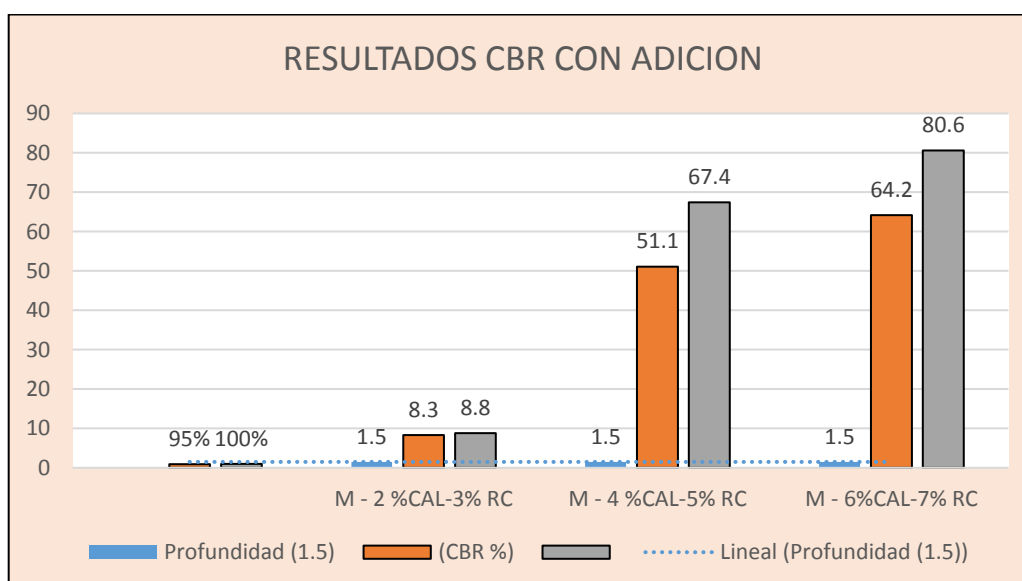
Fuente: propia 2022.

**Tabla 20.** CBR C-1 SN.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L, 2022.

**Tabla 21.** CBR con adición



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L, 2022.

### Prueba de Hipótesis

Chávez Ávila (2022, p. 73) Se detecta la existencia de dos tipos de suelos para este trabajo después de la granulometría la sub rasante de esta vía es muy mala, no cumple con lo estipulado en la norma del MTC) el CBR debe ser 30% o 40%.



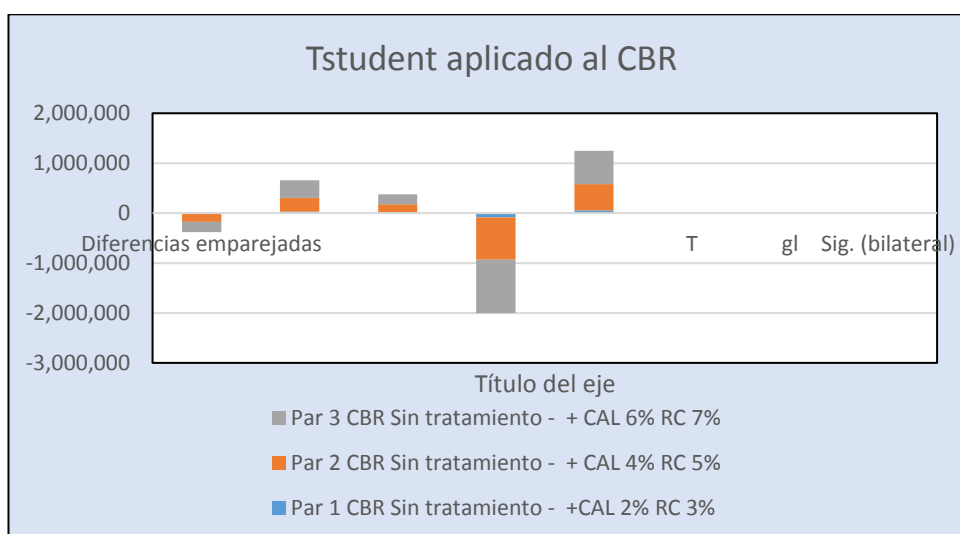
Esquivel Ibáñez & Mejía Muñoz (2020, p.31) detalle resumido del análisis granulométrico resaltando los ensayos de 4 muestras los resultados en porcentajes suelo natural. Gravas, arena y limo – arcillas.

**Tabla 22.** Intervalo de confianza.

		Diferencias Emparejadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviac. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	CBR Sin tratamiento - +CAL 2% RC 3%	-16,333	28,290	16,333	-86,610	53,943	-1,000	2	,423
Par 2	CBR Sin tratamiento - + CAL 4% RC 5%	-159,000	275,396	159,000	-843,122	525,122	-1,000	2	,423
Par 3	CBR Sin tratamiento - + CAL 6% RC 7%	-202,667	351,029	202,667	-1,074,671	669,338	-1,000	2	,423

Fuente: propia, 2022.

**Tabla 23.** Tstudent aplicada al CBR con adición de CAL, RC.



Fuente: propia, 2022.

**Validez.** La validez se define como la medida en que un concepto analizado con precisión la cual será relacionada con la veracidad de los resultados. La presente investigación será validada por los instrumentos que se desarrollaran en laboratorio

## Confiabilidad

Los instrumentos deben pasar procesos de confiabilidad antes de que se inicie los ensayos de laboratorio, para mejorar la sub rasante están calibradas y certificadas con el fin de garantizar resultados exactos y confiables. La confiabilidad se realizó por el método de alfa Cronbach ( $\alpha$ ) se validó los instrumentos entre los valores.

**Tabla 24.** Estadísticas de fiabilidad.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N° de elementos
,891	10

Fuente: programa estadístico SPSS.

**Tabla 25.** Confiabilidad Alfa de Cronbach

Rangos de $\alpha$	Magnitud
> 0,90	Excelente
0.80-089	Bueno
0.70-0,79	Aceptable
0,60-0,69	Cuestionable
0.50.0,59	Pobre
<0,050	Inaceptable

Fuente: programa estadístico SPSS.

El proceso para determinar Alfa de Cronbach se realizó con el programa SPSS, no se excluyó ni uno de los ítems y el resultado fue de ,891.

## Procedimientos

El análisis de geotecnia se realizaron en el laboratorio FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. los equipos cuentan con certificado de calibración para analizar las muestras en el proyecto denominado “Estabilización de la subrasante arcillosa incorporando residuos de calcinación de agregados calcáreos y cal en la vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

##### 3.1.1 Tipo de Investigación

El diseño es aplicado cuyo objetivo es solucionar la deficiencia de la subrasante en arcillosas en la vía de Andahuaylas, Ocobamba incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos y cal.

##### 3.1.2 Nivel de Investigación

Es de nivel Explicativo, donde se describe el proceso exponiendo los resultado, componentes, características y fenómenos puntuales que originaron la situación analizada de un determinado problema y posteriormente demostrar las conclusiones y explicaciones para demostrar la verdad, estudiando los efectos que causara la adición de los residuos de la calcinación de agregados calcáreos en suelos inestables.

##### 3.1.3 Diseño de Investigación

Este trabajo es cuantitativo, buscara resultados en laboratorio usando cálculos matemáticos para aproximarse a resultados razonables esta investigación experimental a través de un muestreo en campos, haciendo los ensayos correspondientes en el laboratorio con el procesamiento de datos y finalmente obteniendo resultados.

#### 3.2 Variables y Operacionalización

##### 3.2.1 Variable Independiente

**a) variable:** Residuos de la calcinación de agregados calcáreos y cal aditivos que se producen en los hornos de calcinación de piedras calizas en el Centro Poblado de Piscobamba en la vía Andahuaylas Ocobamba.

**b) Definición operacional:** la subrasante es la superficie de corte y relleno que soporta la carpeta asfáltica o afirmado  $6\% \leq \text{CBR} < 10\%$

**c) Dimensiones:** la incorporación en porcentajes de la cal y RC.

**d) Indicadores:** cantidades en porcentajes del suelo natural + cal y RC

**e) Instrumentos:** análisis de laboratorio, formatos para procesar datos

**f) Escala de medición:** Razón.

### 3.2.2 Variable Dependiente

Son aquellas que se modifican a causa de la intervención de la variable independiente (subrasante).

**a) Definición conceptual:** Subrasante es el asiento donde se construirá el pavimento por la cual tiene que ser un material adecuado CBR

**b) Definición conceptual:** la incorporación de residuos de calcinación y cal mejora el CBR de la subrasante arcillosa de la vía.

**c) Dimensiones:** Propiedades físico mecánicas.

**d) Indicadores:** LL, LP, IP, OCH, DMS, CBR.

**e) Instrumentos:** Ensayos de laboratorio.

**f) Escala de medición:** Razón

**Tabla 24.** Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala Medición
Variable Independiente	RC y cal	La subrasante es la superficie de corte y relleno que soporta la carpeta asfáltica o afirmado	Propiedades físicas	Límites de consistencia, peso específico	Razón
			Análisis Granulométrico	SSUCS AASHTO	Razón
			Propiedades químicas	%Cao	Razón
Variable Dependiente	Estabilización de subrasante arcillosa	La incorporación de residuos de calcinación y cal mejora el CBR de la subrasante arcillosa de la vía Andahuaylas, Ocobamba	Propiedades mecánicas	CBR	Razón
			Propiedades físicas	Densidad de Campo	Razón

Fuente: propia, 2022

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población

La recolección de muestras de tres calicatas en la vía Andahuaylas, Ocobamba tramo km 26 – 27, con fuerte presencia de suelos blandos a nivel de la subrasante.

#### 3.3.2 Muestra

Se toma las muestras a través de calicatas de la vía Andahuaylas – Ocobamba, la excavación es un método de prospección para llegar a la muestra, es un trabajo efectivo que permite la entrega de información confiable y completa, que se realizaran a cada 250 m, en un tramo de 1km, 26 y 27

**Tabla 25.** El cuadro explica las variables en estudio.

Cal y RC	Porcentaje de incorporación de residuos de Calcinación y Cal			
	Natural	Cal 2% RC 3%	Cal 4% RC 5%	Cal 6% RC 7%
Número de muestras	3	3	3	3

Fuente: Propia, 2022.

#### 3.3.3 Muestreo

No probabilístico, todas las muestras extraídas de la vía son sometidas con rigurosidad a los ensayos para conocer las diferencias entre muestras analizar y sus propiedades mecánicas, en suelo natural y con aditivos en este caso la cal y los residuos de calcinación en sayos un CBR en suelo natura y 3 CBR con cal y RC.

### 3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

#### 3.4.1 Técnicas

Los ensayos de laboratorio son diferentes para saber cada propiedad del suelo como se encuentra actualmente y hallar el porcentaje de aditivo para cambiar sus propiedades.

### 3.4.2 Instrumentos

**Tabla 26.** Normas técnicas para el análisis de laboratorio.

Formato	Clasificación
Ensayos de consistencia ASTM D - 4318	Suelo Método SUCS (ASTM D 2487)
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107 - 2000)	Suelo Método AASHTO (ASTM D 3282)
LL (MTC E 110 - ASTM D 4318)	
LP (MTC E 111 - ASTM D 4318)	
ÍP (MTC E 111 - ASTM D 4318)	
Proctor modificado (MTC E 115 - ASTM D1557)	
California Bering Ratio (MTC E 132 - ASTM D1883)	

Fuente: Propia, 2022.



Figura 7. Excavación de C-1

Fuente: propia, 2022.

Ubicación del lugar de los ensayos a estudiar:

Figura 8. Departamento de Apurímac.

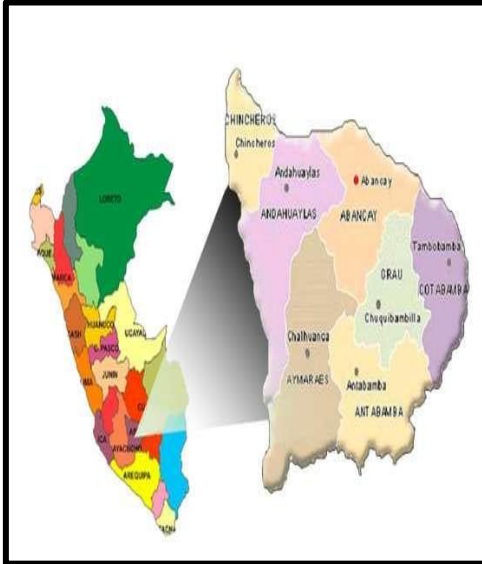


Figura 9. Provincia de Andahuaylas



Fuente: <https://docplayer.es/docs>. Fuente: <https://www.familysearch.org>.

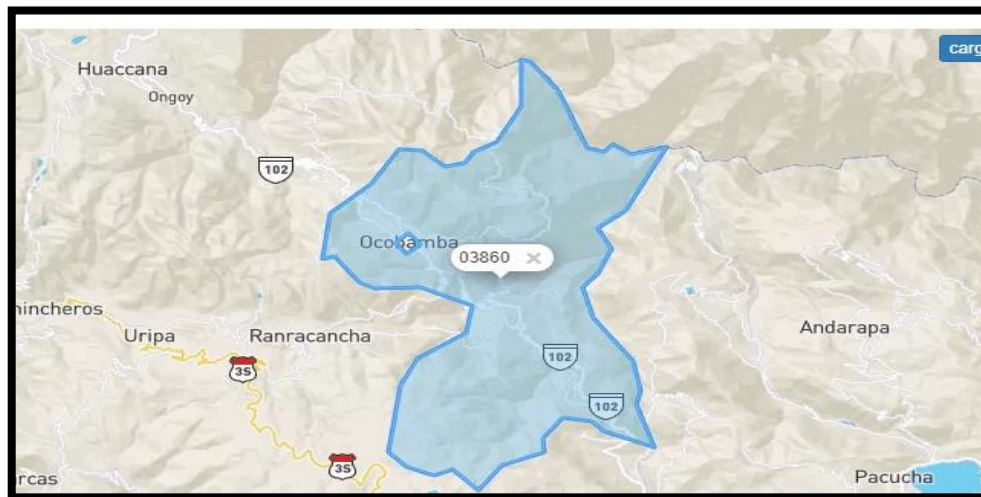


Figura 10. Mapa de Ocobamba.

Fuente: propia 2022.



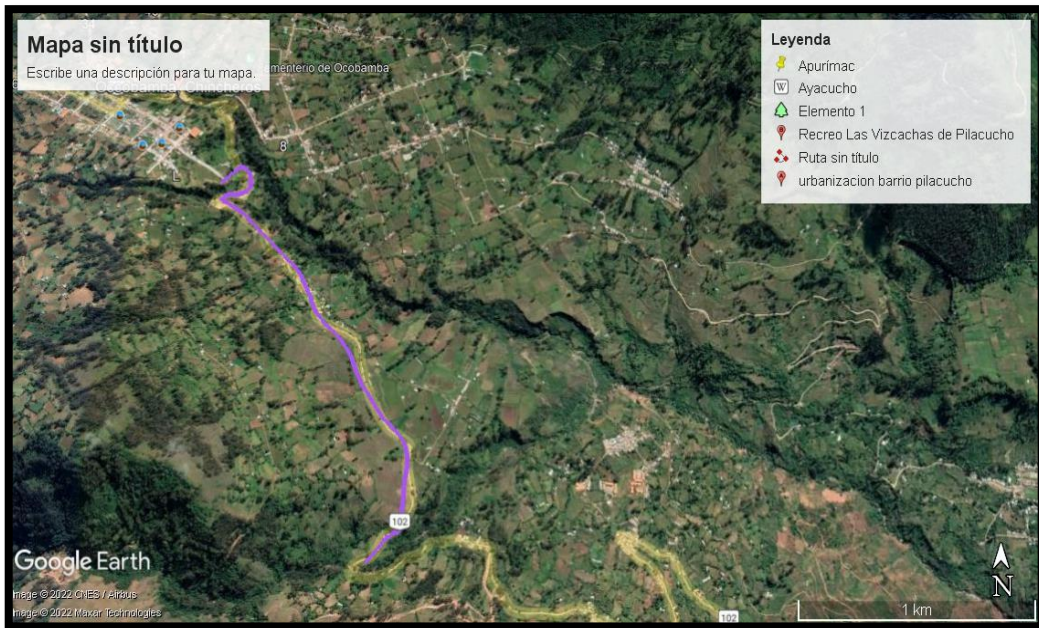


Figura 11. Tramo de estudio Vía Andahuaylas Ocobamba.

Fuente: Google Earth, 2022.

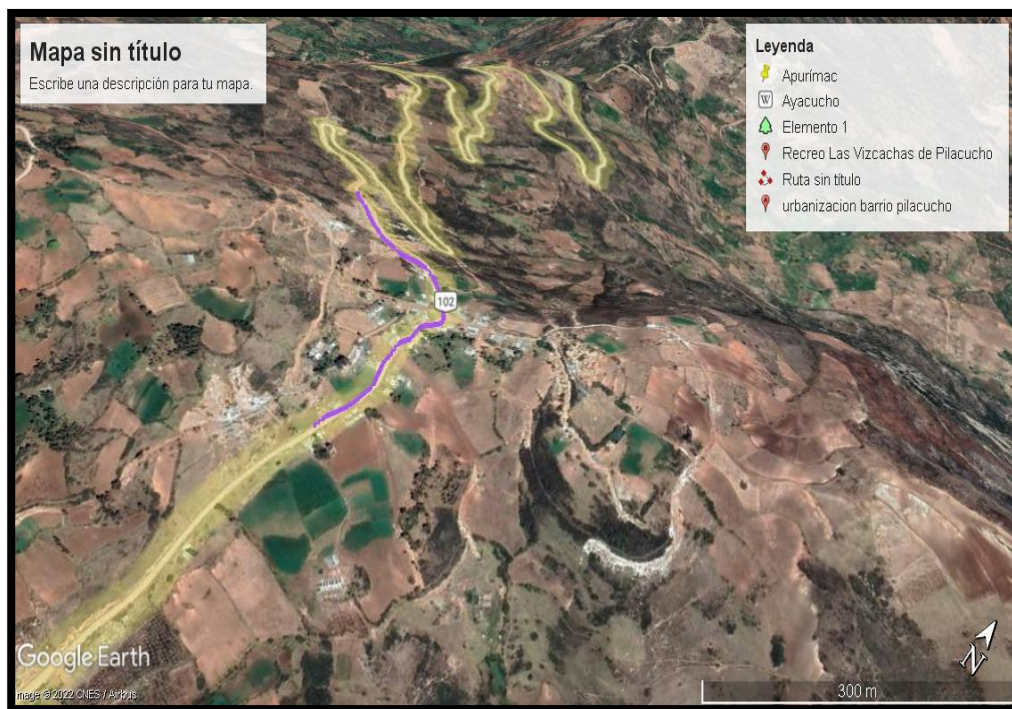


Figura 12. Lugar de Extracción de RC y Cal C.P Piscobamba.

Fuente: Google Earth, 2022.

**Tabla 27.** Coordenadas de lugar Extracción de Cal y RC en Piscobamba.

Descripción	Coordenadas UTM		Cota (msnm)
	Este	Sur	
Lugar de Inicio	661259.72	8504061.55	2648
Lugar Final	661239.79	8504107.01	2636
C – 01	661149.36	8504182.86	2629
C – 02	661097.52	8504188.84	2651
C – 03	661085.79	8504338.38	2627

Fuente: propia, 2022.

**Tabla 28.** Ubicación de los hornos de calcinación de Cal, RC.

Descripción	Coordenadas UTM		Cota (msnm)
	Este	Sur	
Lugar de Inicio	664074.24	8501457.68	3875
Lugar Final	663918.54	8501504.76	2875

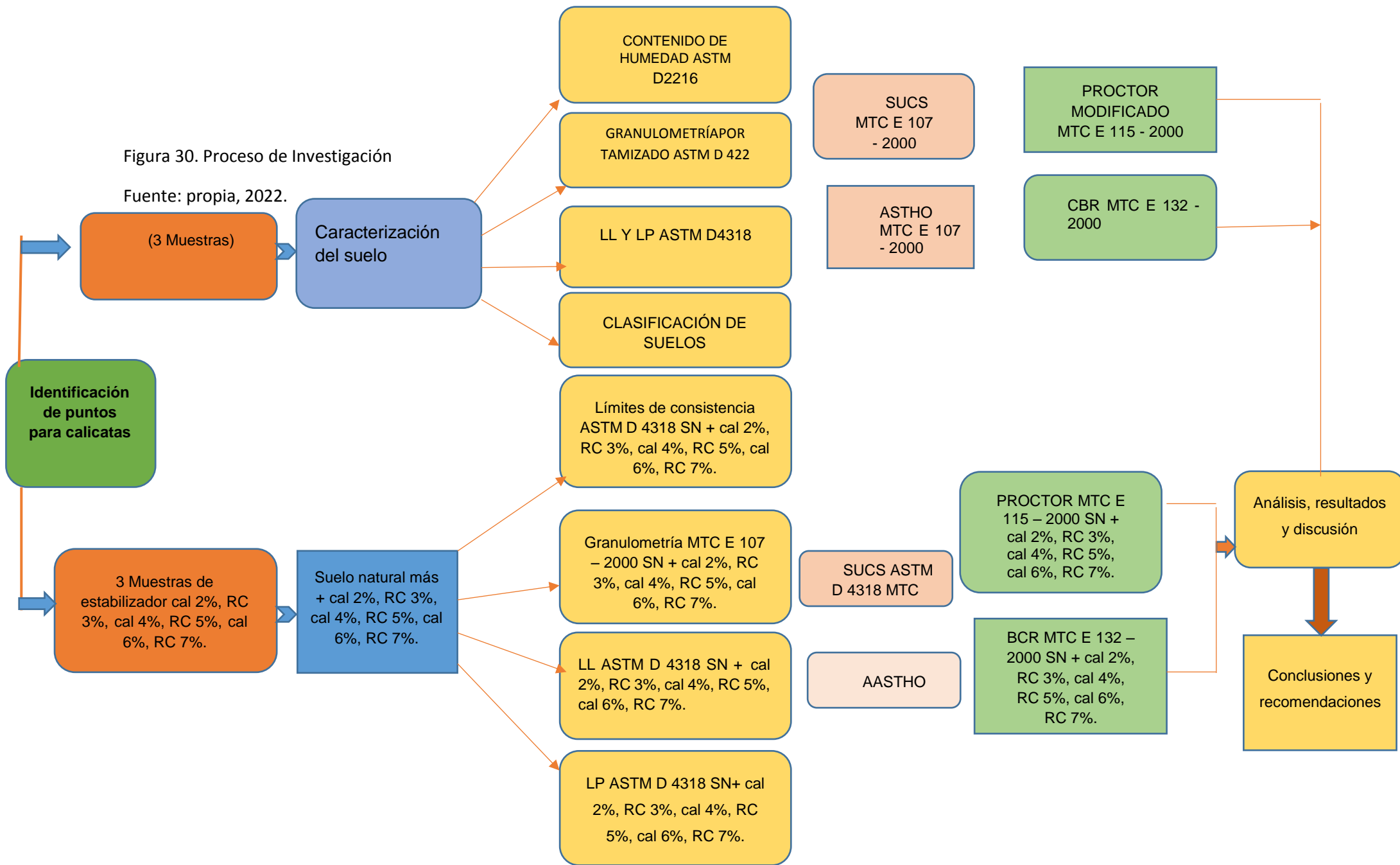
Fuente: propia 2022.

### 3.5 Procedimientos

Se realizó la búsqueda del centro de estudios de geotecnia que cumpla con los requisitos, sus equipos estén calibrados y estén en vigencia, fue elegido el laboratorio FAMI CONTRATISTAS GENERLES S.R.L, tienen los equipos necesarios para la realización de todo los ensayos concernientes a la presente investigación que lleva como título “Estabilización de la subrasante incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos en la vía Andahuaylas, Ocobamaba – 2022”. Las muestras extraídas a una 1.50 metros de profundidad, para su respectivo estudio, de granulometría, límites de consistencia, proctor y CBR. En SUCS, AASHTO y MTC.

Figura 30. Proceso de Investigación

Fuente: propia, 2022.



### 3.6 Métodos de Análisis de Datos

Este trabajo tiene por objetivo incorporar los residuos de calcinación de agregados calcáreos y la cal en porcentajes de, RC 3%, Cal 2%, RC 5%, Cal 4%, RC 7%, Cal 6%, al adicionar estos porcentajes fueron favorables al evaluar las propiedades del suelo, los estudios se realizaron en el laboratorio en geotecnia Laboratorio FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. Los programas Excel y SPSS se usaron para la estadística, hipótesis de varianza, ANOVA para el análisis científico.

### 3.7 Aspectos Éticos

Este proyecto respeta los lineamientos de la universidad César Vallejo cumpliendo las normas ISO 690, esta investigación se desarrolló con transparencia y honestidad respetando la propiedad intelectual, los resultados son auténticos emitidos por el laboratorio que favorecen a la mejora de la estabilización de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba.

## IV. RESULTADOS

Podremos interpretar las tres muestras extraídas de las calicatas de la vía Andahuaylas Ocobamba, los resultados serán procesados en el programa SPSS para la prueba estadística y hacer el análisis científico.

### 4.1 Recolección de las muestras

**Tabla 29.** Variables de estudio.

Nombre del Proyecto de Tesis	“Estabilización de la subrasante incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos en la vía Andahuaylas, Ocobamaba – 2022”
Departamento	Apurímac
Provincia - Distrito	Andahuaylas
Distrito	Ocobamba

Fuente: propia, 2022

## 4.2 Características del tipo de suelo Humedad natural

### 4.2.1 Granulometría por Tamizado

Das (2013, p. 56) Este ensayo comienza seleccionando los tamices haciendo una pila ordenada, primero la malla más gruesa finalizando en la malla 200 y la cazuela. Agitando los tamices y las partículas quedaran donde corresponden, finalmente se pesa cada tamiz y los resultados se procesan para determinar el tipo de suelo.

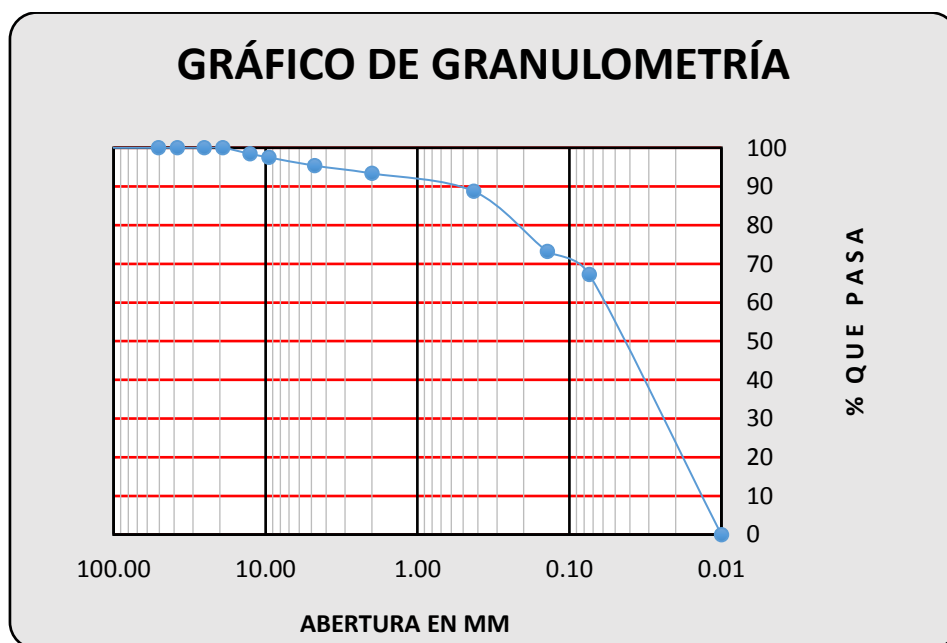
#### a) Análisis granulométrico suelo natural SUCS Y AASHTO.

**Tabla 30.** Resultado análisis granulométrico

Granulometría							
Muestra	Profundidad (M)	N°04	N°10	N°40	N°200	Clasificación SUCS	AASHTO
C-01	1,50	95.37	93.37	88.75	67.22	CL	A-6
C-02	1,50	93.02	87.83	79.59	67.92	CL	A-4
C-03	1,50	81.44	68.74	55.02	36.6	SM-SC	A-4

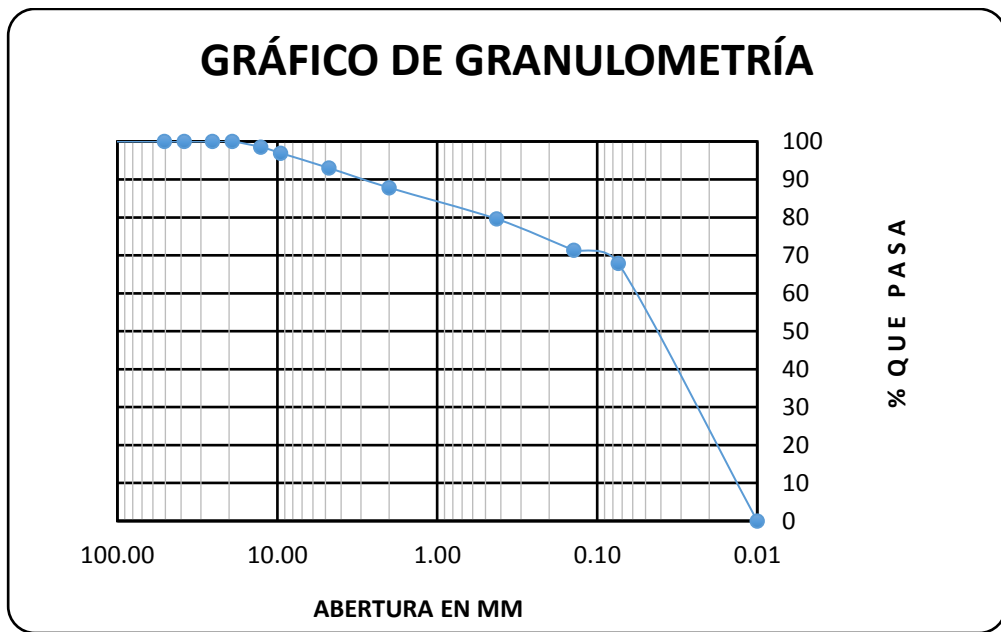
Fuente: propia, 2022.

**Tabla 31.** Resultado análisis granulométrico C-1.



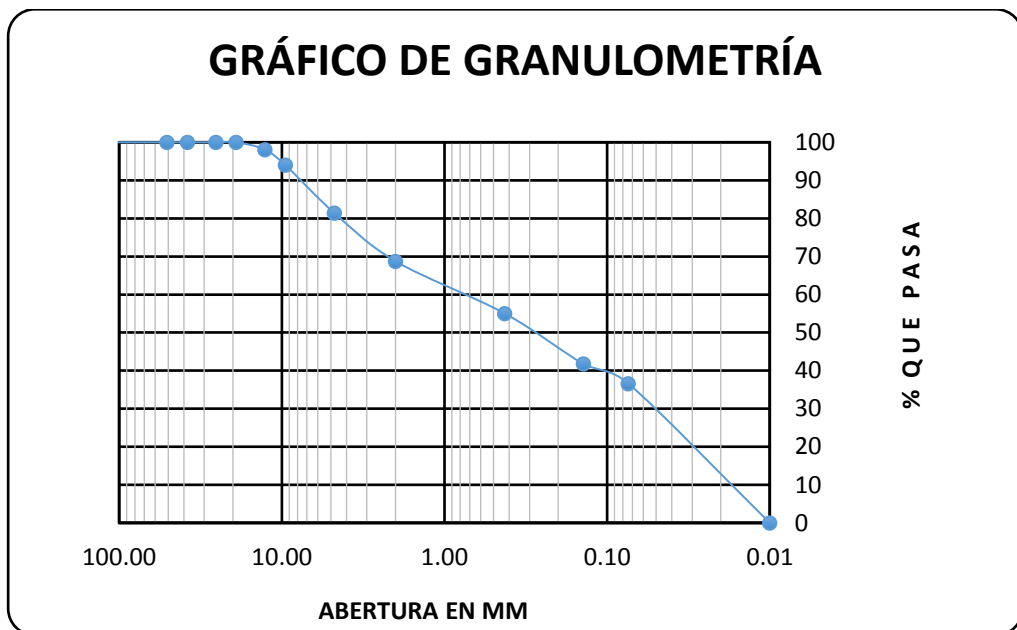
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

**Tabla 32.** Resultado análisis granulométrico C-2.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022.

**Tabla 33.** Resultado análisis granulométrico C-3.

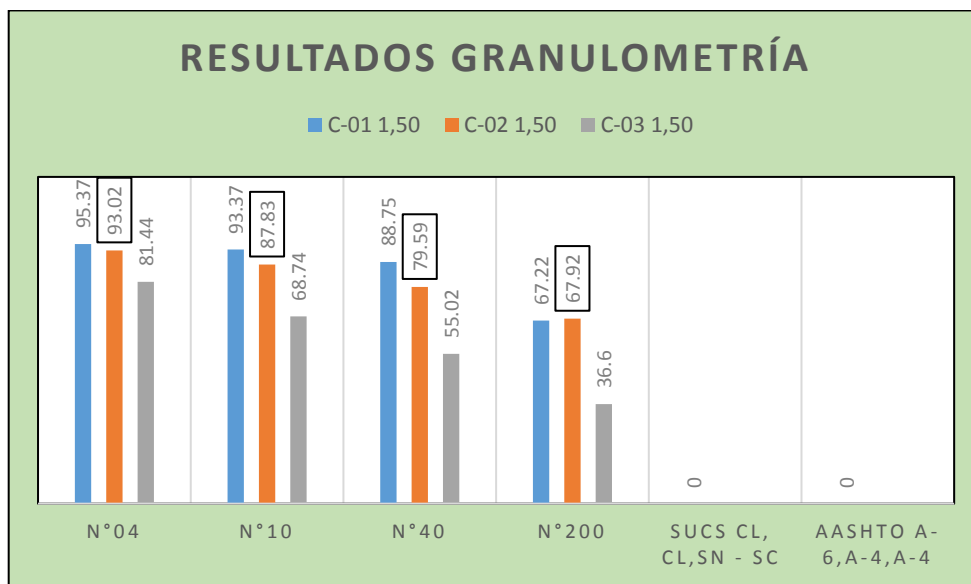


Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

## Resultados de laboratorio define el tipo de suelo de las 3 muestras.

- Clasificación: (C-1) ASSTHO. A-6.
- Clasificación: (C-1) SUCS. CL.
- Clasificación: (C-2) ASSTHO. A-4.
- Clasificación: (C-2) SUCS. CL.
- Clasificación: (C-3) ASSTHO. A-4.
- Clasificación: (C-3) SUCS. SN-SC.

**Tabla 34.** Gráfico de resultados de ensayo de granulometría.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022.

### 4.2.2 Ensayo de límites de consistencia ASTM D - 4318

#### a) Límite Líquido (LL)

Das (2013, P. 86) Este análisis se expresa en porcentajes, en el proceso la muestra sufre cambios de sólido a semisólido este cambio es denominado límite de contracción. El contenido de humedad en el punto de transición del estado semisólido al estado plástico, el límite plástico, límite líquido. Son también conocidos como límites de Atterberg.

## b) Límite Plástico (LP)

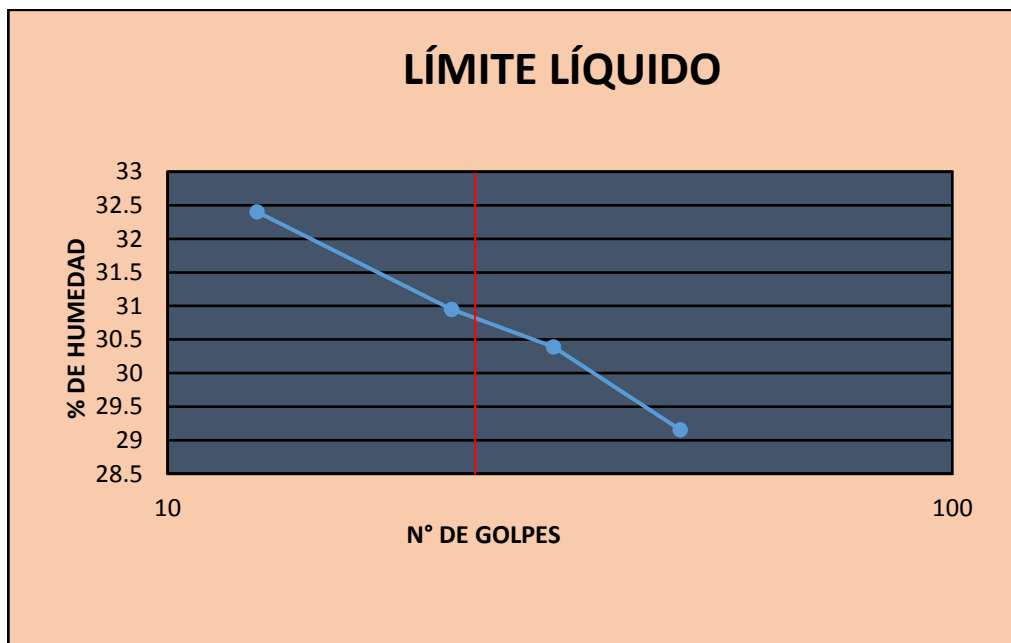
Das (2013, P. 86) Este ensayo se realiza después de determinar el LL, con la muestra húmeda después de 24 horas se hacen hilos de 3.2 mm de diámetro hasta ver pequeñas fisuras, el proceso de límite plástico es el inferior del escenario plástico de la muestra, y se realiza mediante rodados repetidos con fuerza controlada para no dañar la muestra para luego colocar en el horno.

**Tabla 35.** Resultados límites de consistencia.

límites de consistencia			
Muestra	LL	LP	IP
<b>C-01</b>	30.8	19.7	11.1
<b>C-02</b>	29.1	19.62	9.4
<b>C-03</b>	23.8	19.73	4.1

Fuente: propia, 2022.

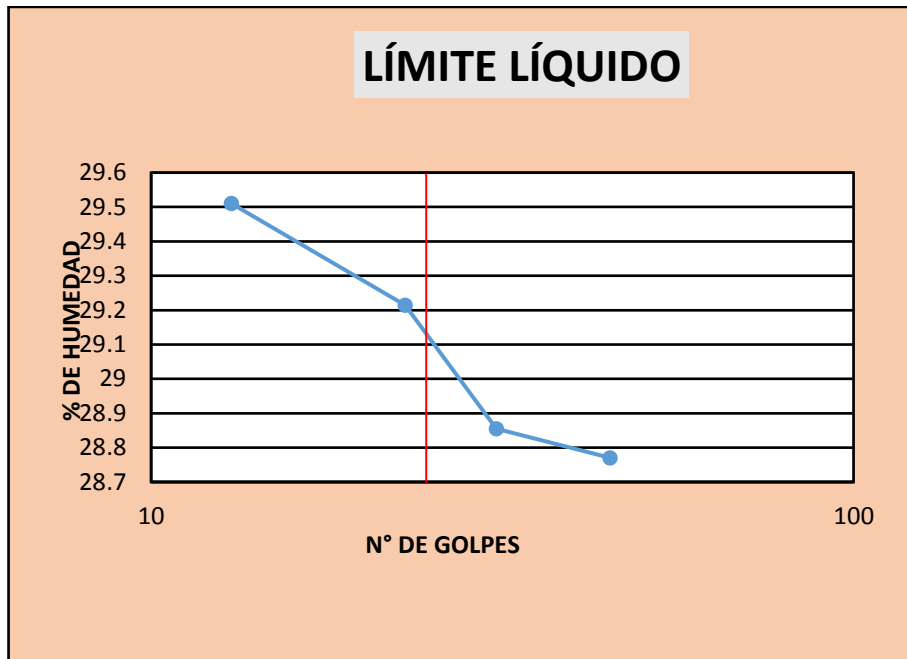
**Tabla 36.** Gráfico de Límite Líquido C – 1



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

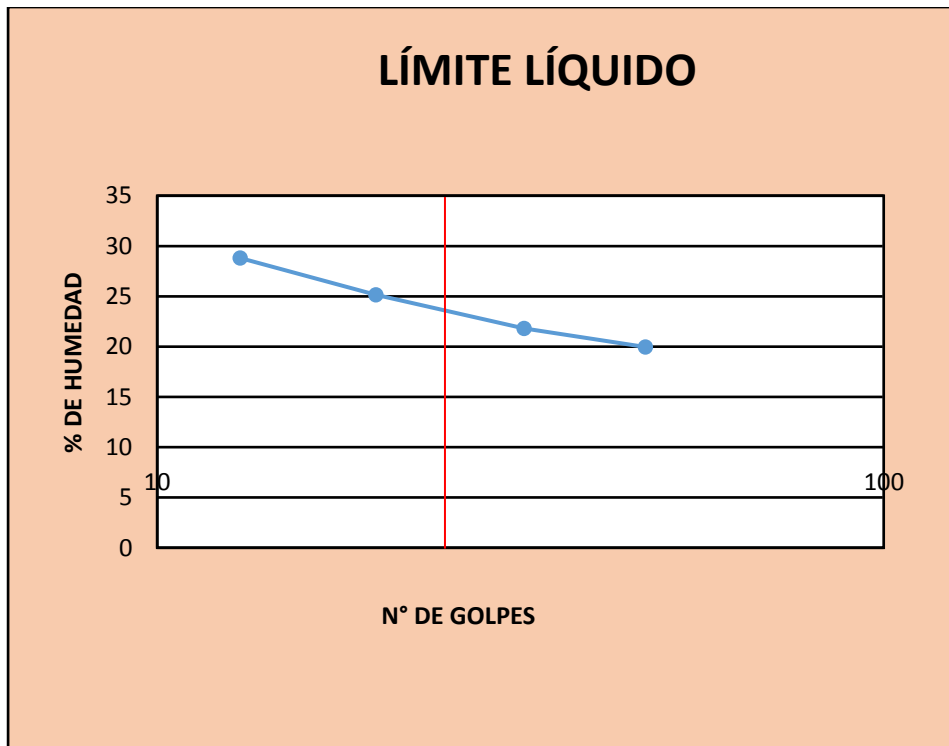


**Tabla 37.** Gráfico de LL, C - 2



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

**Tabla 38.** Gráfico de LL, C - 3

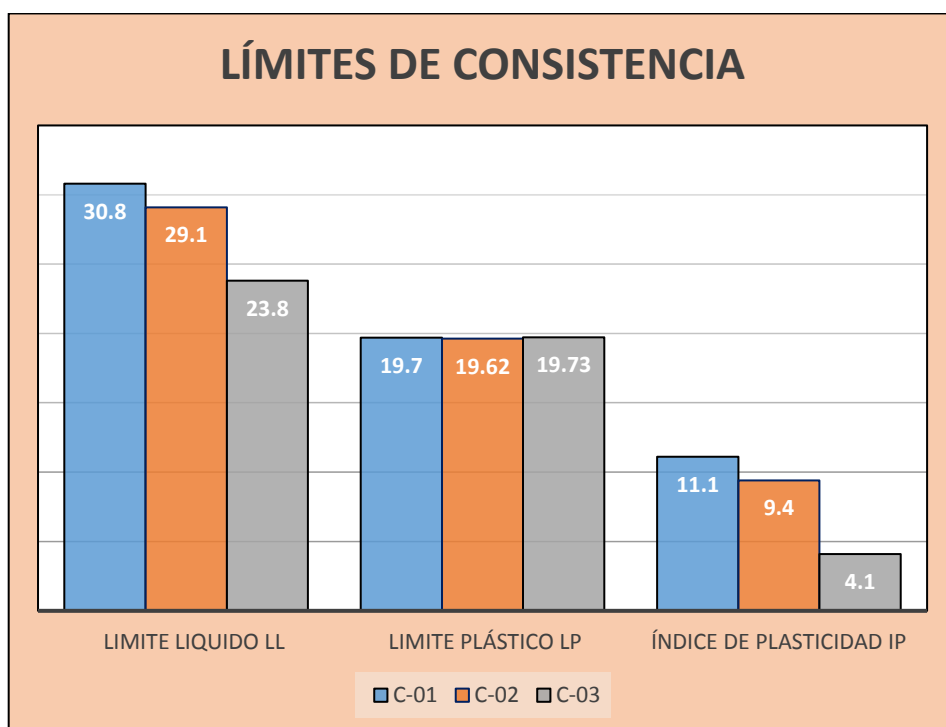


Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

**b) Resultados de LL, LP, ASTM D – 4318 cada calicata.**

- Limite líquido. (C-1) 30.8%.
- Limite líquido. (C-2) 29.1%.
- Limite líquido. (C-3) 19.7%.
- Límite plástico. (C-1) 19.7%.
- Límite plástico (C-2) 19.7%.
- Límite plástico (C-3) 19.7%

**Tabla 39.** Resultados de límites de consistencia, C-1, C-2, C-3.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

**4.2.3 Ensayo de Proctor modificada.**

Das (2013, p. 119) Se desarrolla con aplicación de máquinas con rodillo para compactar el suelo insitu, este proceso cambiará el comportamiento a cargas externas. los instrumentos del laboratorio son el molde, pizon, enrrasador, espátulas, el proceso consiste en compactar con 56 golpes cada capa para alcanzar la densidad óptima, humedad óptina en condiciones controladas.

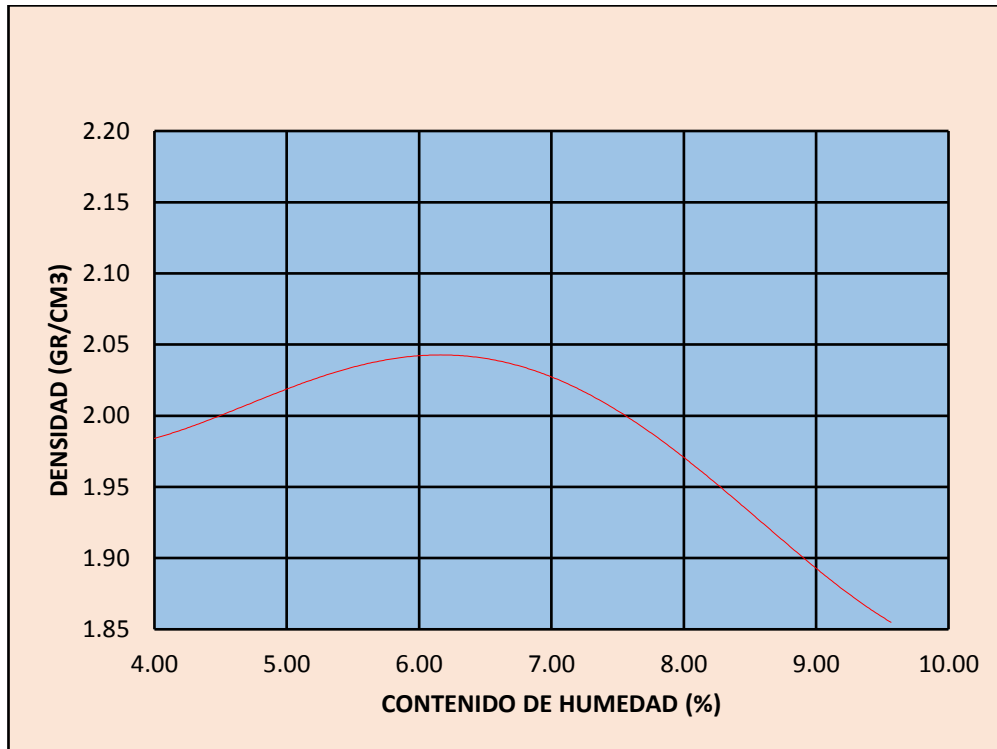
**Tabla 40.** Proctor modificado con adición de Cal y RC.

Proctor Modificado			
Muestra	Profundidad (m)	MDS (Tn/m <sup>3</sup> )	Humedad Óptima %
Proctor S-N	1.5	2.03	8.27
M-2 %CAL-3% RC	1.5	2.05	9.84
M-4 %CAL-5% RC	1.5	1.99	11.25
M-6%CAL-7% RC	1.5	1.95	14.11

Fuente: Propia, 2022.

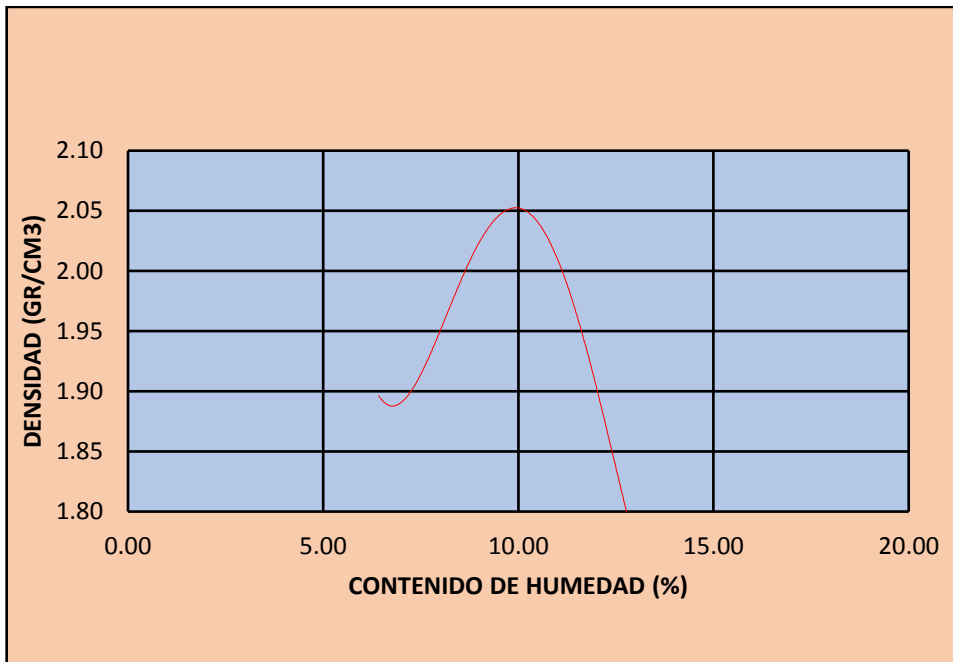
### Muestra para compactación de suelo Natural

**Tabla 41.** Gráfico proctor muestra sin adición.



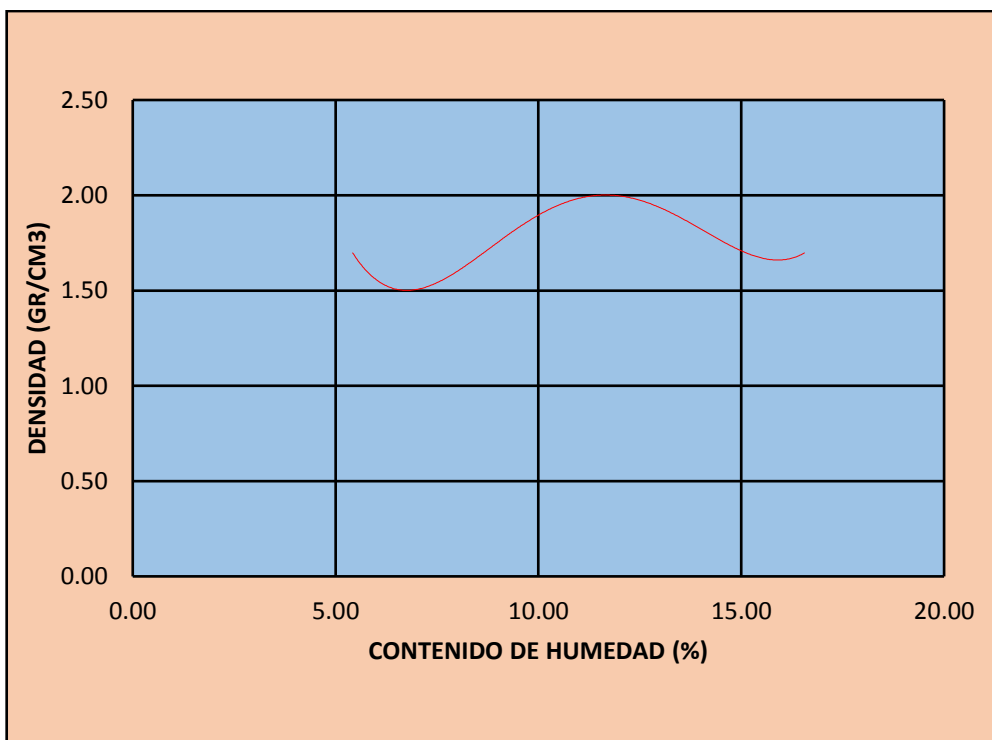
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022

**Tabla 42.** Gráfico proctor modificado con adición de Cal 2% y RC 3%.



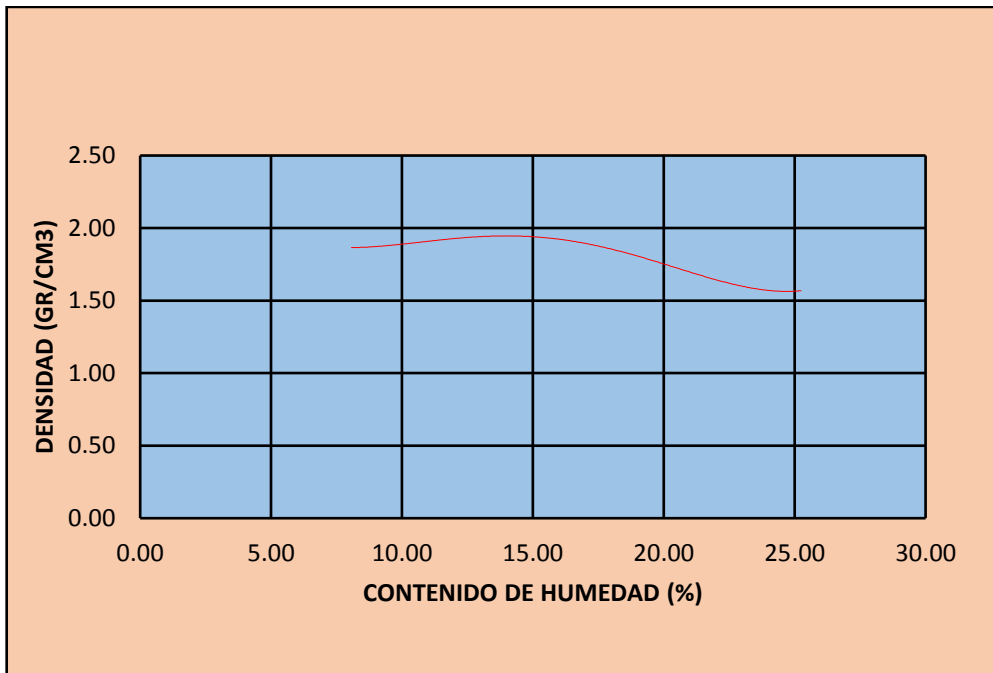
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

**Tabla 43.** Gráfico proctor modificado con adición de Cal 4% y RC 5%.



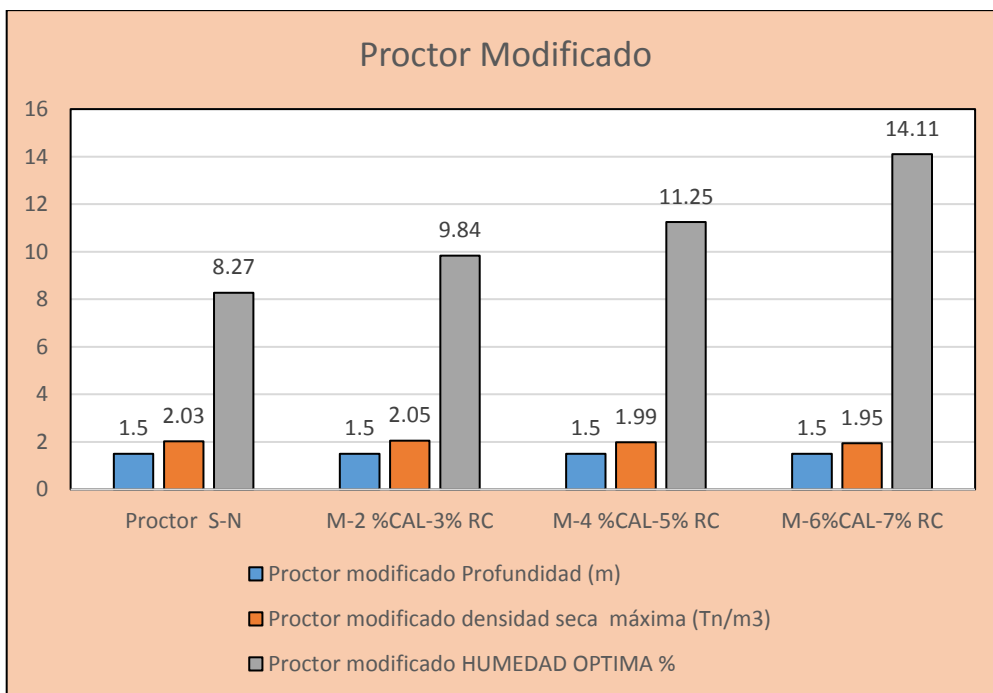
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022

**Tabla 44.** Gráfico proctor modificado con adición de cal 6% y RC 7%.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

**Tabla 45.** Ensayos de proctor modificado



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

#### 4.2.4 Ensayos CBR.

Bowles (2016, p. 1) El CBR ensayo importante que determina las propiedades mecánicas del suelo, valor de la relación de soporte se desarrolla en laboratorio con muestra seca de 21 Kg para tres moldes, que serán compactados con 56, 25 y 12 golpes en muestra natural o adicionada para luego sumergirlos al agua por 4 días y posterior realizar el ensayo de penetración y la expansión respectivamente.

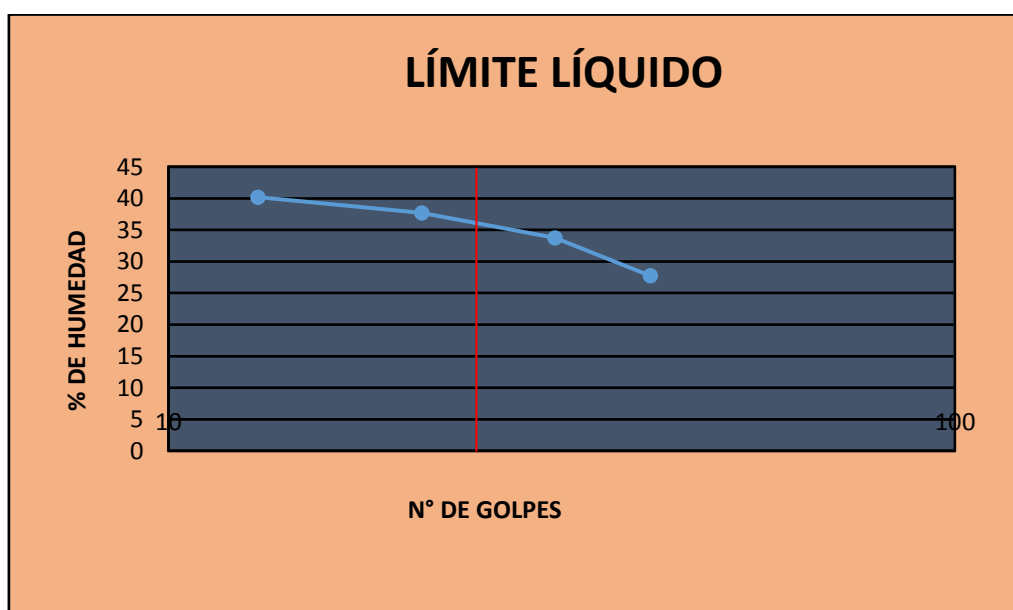
**Tabla 46.** Resultados de CBR.

CBR			
Muestra	Profundidad (m)	(CBR %)	
		95%	100%
CBR S-N	1.5	3.4	4.2
M - 2 %CAL-3% RC	1.5	8.3	8.8
M - 4 %CAL-5% RC	1.5	51.1	67.4
M - 6%CAL-7% RC	1.5	64.2	80.6

Fuente: propia, 2022.

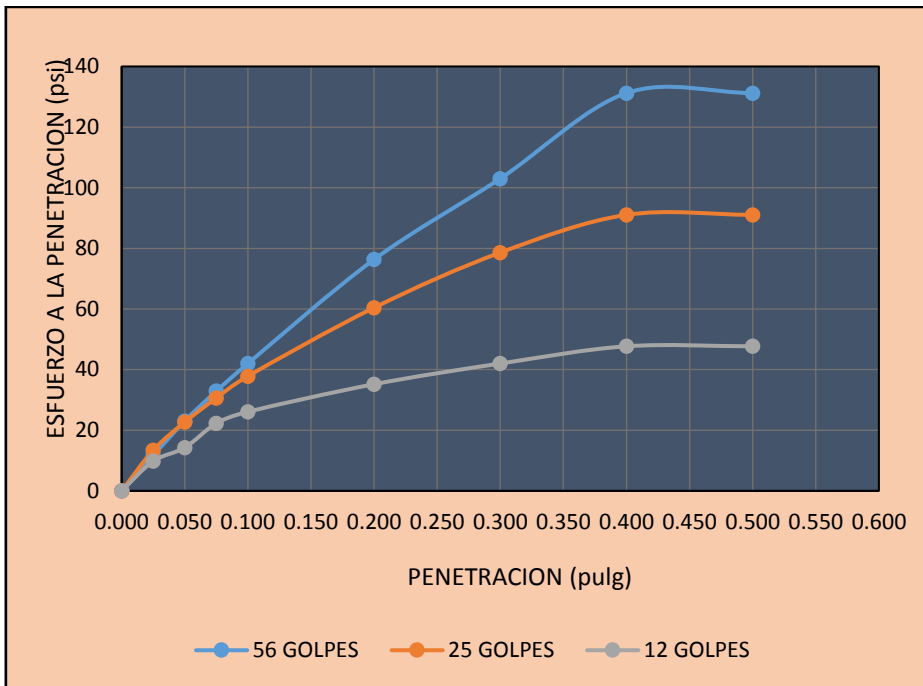
#### a) Muestra CBR suelo natural

**Tabla 47.** Gráfico CBR LL suelo natural



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022

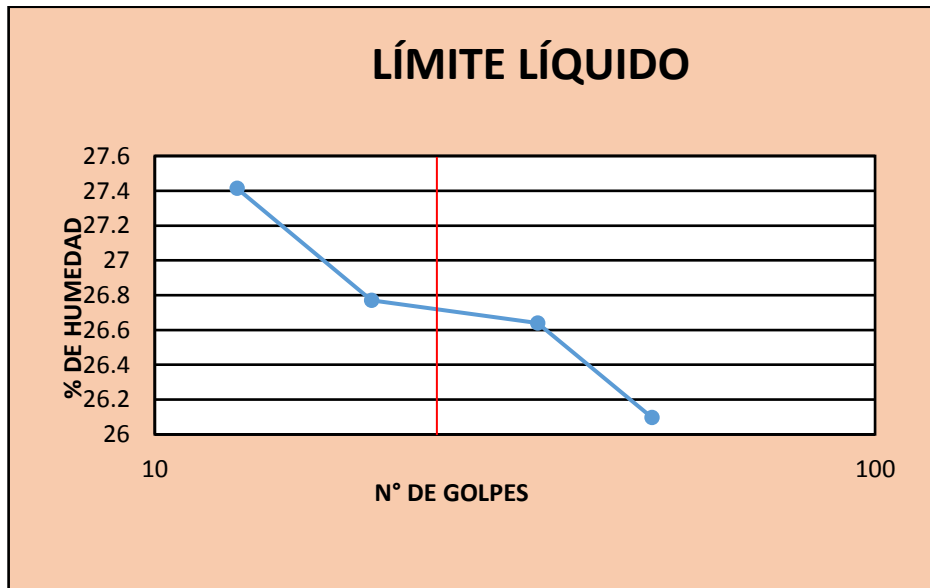
**Tabla 48.** Gráfico CBR suelo natural



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022.

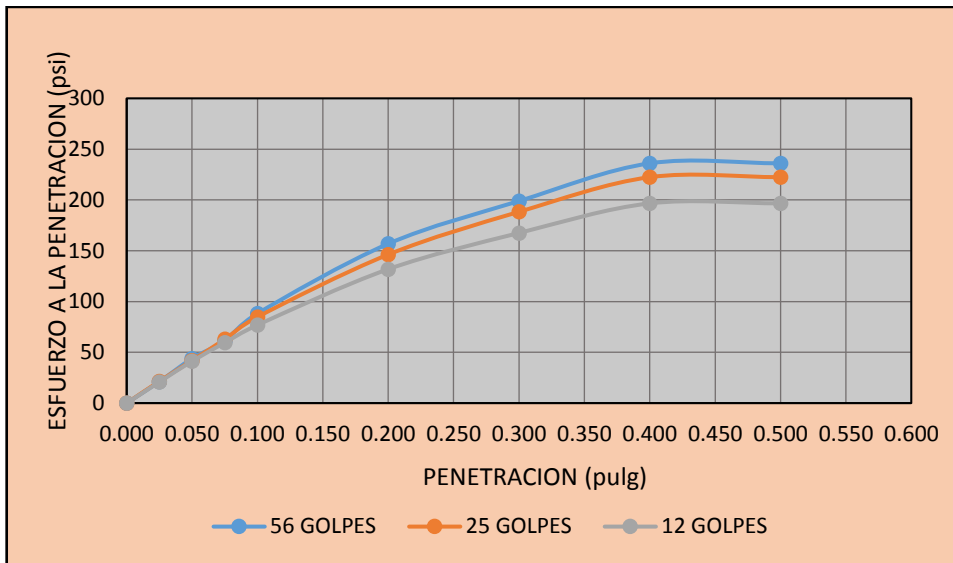
**b) Muestra CBR con adición de 2% CAL – 3%RC**

**Tabla 49.** Gráfico límite líquido CBR de suelo con adicción.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022

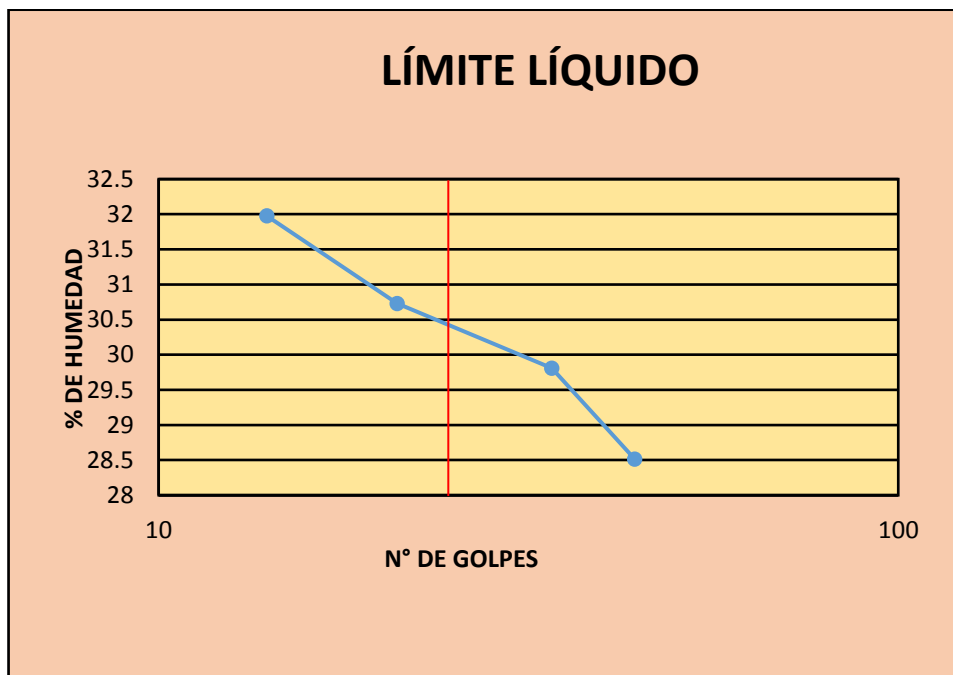
**Tabla 50.** Gráfico CBR con adición.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022

**c) Muestra CBR con adición de 4% CAL – 5% RC**

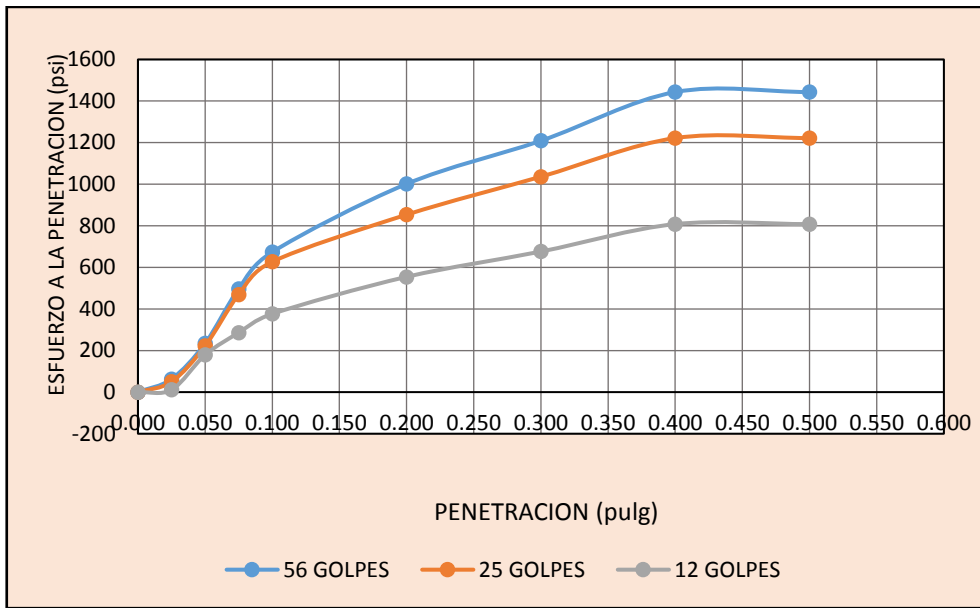
**Tabla 51.** Gráfico CBR LL con adición.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R.L. 2022



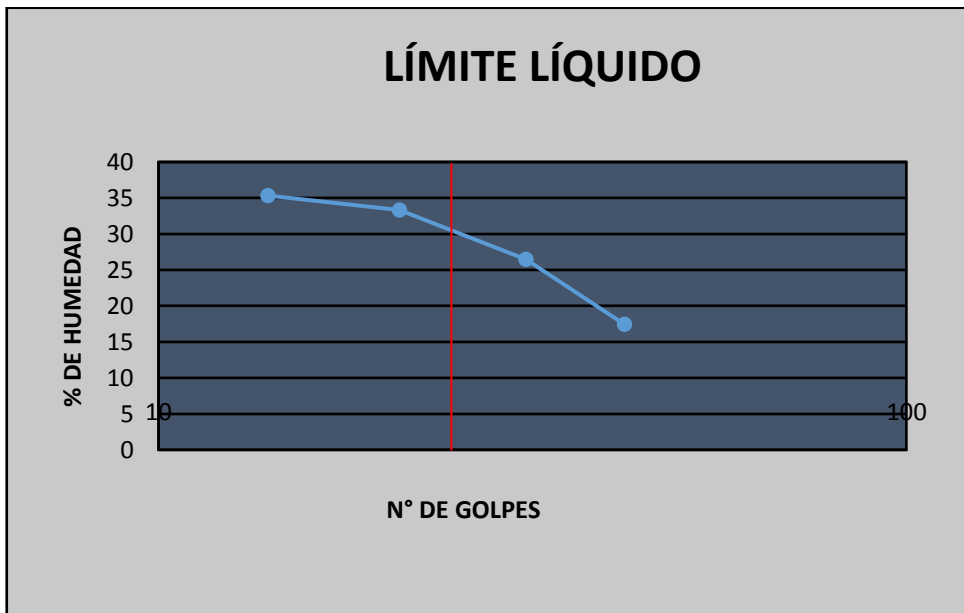
**Tabla 52.** Gráfico CBR con adición.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022

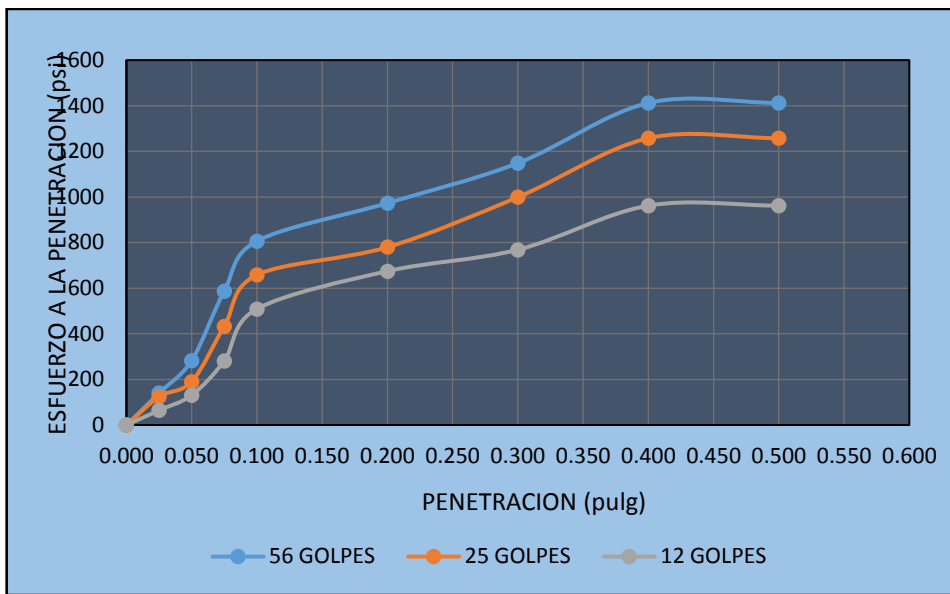
**d) Muestra CBR con adición de 6% CAL – 7%RC**

**Tabla 53.** Gráfico CBR límite líquido con adición.



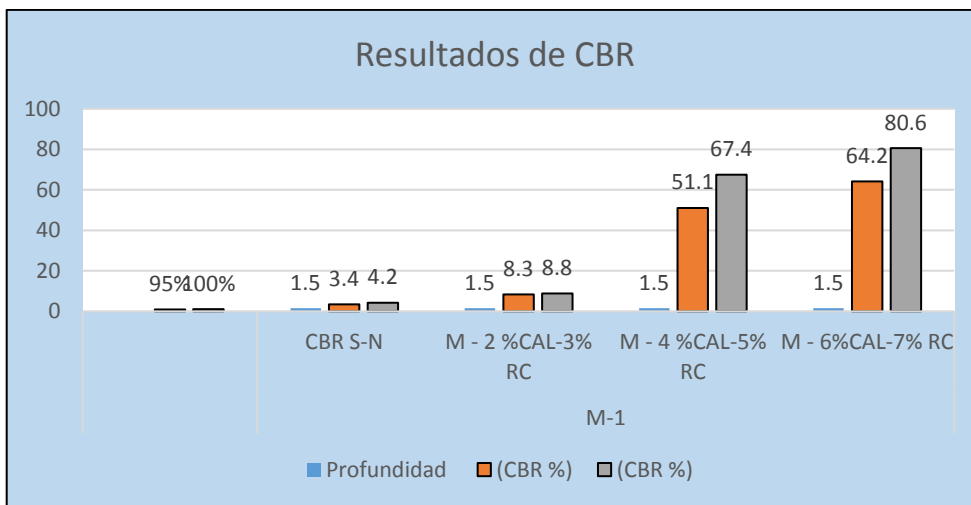
Fuente: Laboratorio fami contratistas generales S.R L. 2022

**Tabla 54.** Gráfico CBR con adición.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales, 2022.

**Tabla 55.** Resultados de CBR.



Fuente: Laboratorio fami contratistas generales, 2022.

### 4.3 Prueba Estadística.

El trabajo de estadística realizado en el programa SPSS para la estadística los valores, se desarrolló con un nivel de significancia de 5% (0.05), la confiabilidad del 95% (0.95), estos valores son usados por la comunidad científica. Para el trabajo estadístico.

### Test de normalidad.

Para comprobar si la prueba estadística tiene distribución normal o no se realizó el test de normalidad de Shapiro-Wilk, las nuestras presentadas para su análisis son menores a 50 datos. El análisis científico para saber si hay normalidad se trabajó con software estadístico SPSS.

### Descriptivos del CBR

Luego de aplicar el SPSS, estos son los datos que arrojaron los ensayos realizados a las muestras en los diferentes ensayos.

**Tabla 56.** Descriptivos del CBR

CBR	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Sin tratamiento	0.0	3.4	1.133	1.9630
+CAL 2% RC 3%	0.0	8.3	2.767	4.7920
+ CAL 4% RC 5%	0.0	51.1	17.033	29.5026
+ CAL 6% RC 7%	0.0	64.2	21.400	37.0659

Fuente: propia, 2022.

Se visualiza un crecimiento del valor promedio en CBR, a medida en que se agrega más % de CAL y RC

Ahora se puede ver en forma gráfico los valores obtenidos:

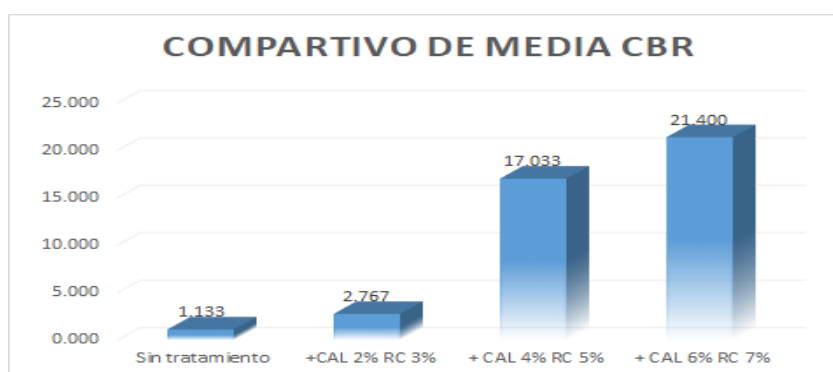


Figura 13. Comparativo de medias CBR

Fuente: propia, 2022.

Se alcanza un valor más alto del CBR con el agregado de CAL 6% - RC 7%, el valor llega a 21.4

### Descriptivo del Proctor

Luego de aplicar el SPSS, estos son los datos obtenidos de los Residuos de calcinación y cal.

**Tabla 57.** Descriptivos Proctor

Proctor	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PR Sin tratamiento	0.00	2.03	.6767	1.17202
PR +CAL 2% RC 3%	0.00	2.05	.6833	1.18357
PR + CAL 4% RC 5%	0.00	1.99	.6633	1.14893
PR + CAL 6% RC 7%	0.00	1.95	.6500	1.12583

Fuente: propia, 2022.

El valor medio mayor del Proctor corresponde a los agregados de cal 2% RC 3% y de CAL 4% RC 5%.

Ahora se puede ver en forma gráfico los valores obtenidos:

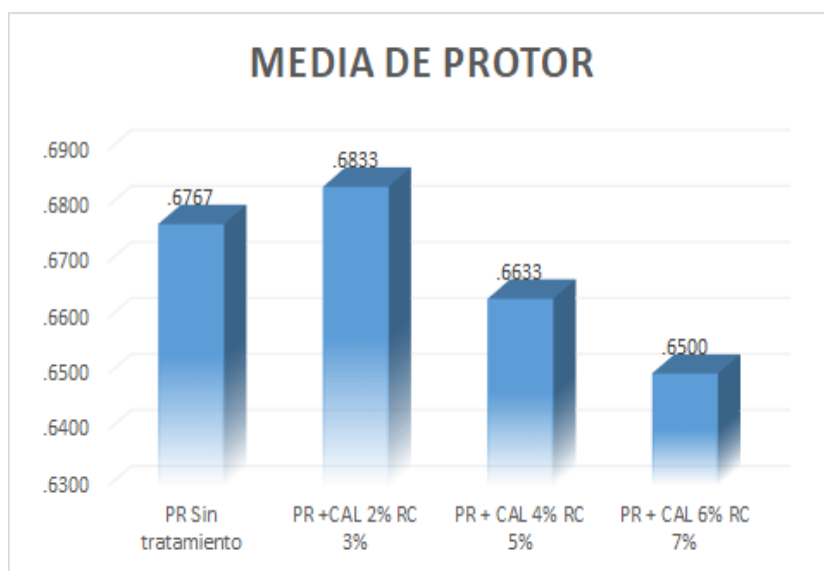


Figura 14. Comparativo Proctor.

Fuente: propia, 2022.

## Descriptivo de la Plasticidad

Luego de aplicar el SPSS, estos son los datos obtenidos con los RC y cal.

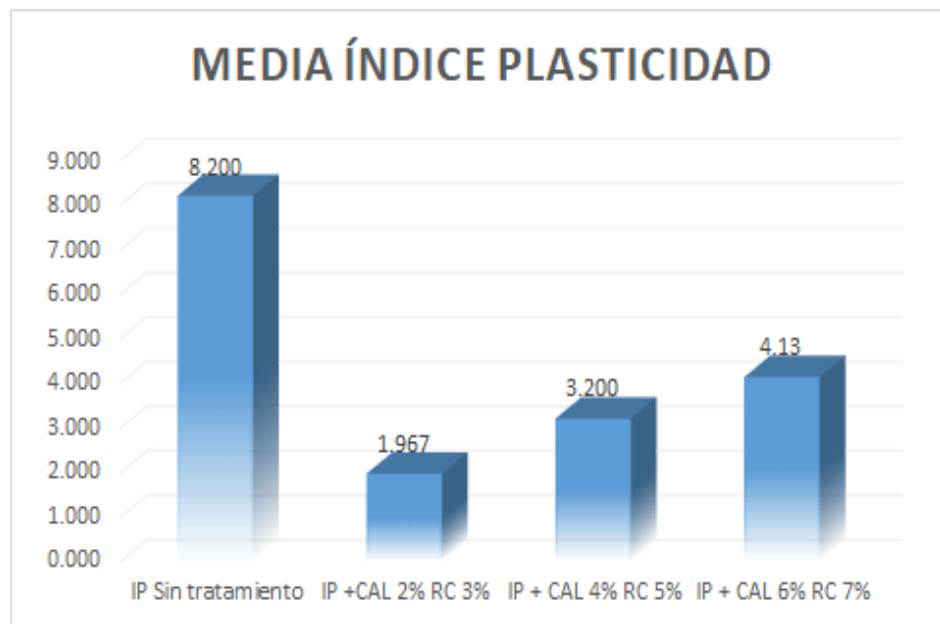
**Tabla 58.** Estadísticos de Plasticidad

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
IP Sin tratamiento	4.1	11.1	8.200	3.6510
IP +CAL 2% RC 3%	0.0	5.9	1.967	3.4064
IP + CAL 4% RC 5%	0.0	9.6	3.200	5.5426
IP + CAL 6% RC 7%	0	12	4.130	7.159

Fuente: propia, 2022.

Se nota un decrecimiento del valor medio del índice de plasticidad, cuando se agregó el CAL y la RC.

Ahora se puede ver en forma gráfico los valores obtenidos:



**Figura 15.** Comparativo del índice de plasticidad

Fuente: propia, 2022.

## Análisis Inferencial

### a) Prueba de Normalidad

Dado que se tiene una cantidad de ítems menor a 50, se trabajó con Shapiro - Wilk, con una significancia de 5%, el mismo que fueron procesados con SPSS 24.

### Tomando decisión

P-sig >  $\alpha$ : datos con distribución normal (H0)

P-sig  $\leq$   $\alpha$ : datos sin distribución normal (H1)

**Tabla 59.** Prueba de Normalidad: CBR; Proctor, IP, Granulometría

Dosificación		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR	Sin tratamiento	,378	3	.	,767	3	,096
	+CAL 2% RC 3%	,385	3	.	,750	3	,065
	+ CAL 4% RC 5%	,298	3	.	,916	3	,435
	+ CAL 6% RC 7%	,385	3	.	,750	3	,065
PROCT	PR Sin tratamiento	,385	3	.	,750	3	,109
	PR +CAL 2% RC 3%	,305	3	.	,750	3	,421
	PR + CAL 4% RC 5%	,304	3	.	,750	3	,429
	PR + CAL 6% RC 7%	,365	3	.	,750	3	,109
INDICE PLAST	IP Sin tratamiento	,295	3	.	,919	3	,449
	IP +CAL 2% RC 3%	,385	3	.	,750	3	,071
	IP + CAL 4% RC 5%	,385	3	.	,750	3	,065
	IP + CAL 6% RC 7%	,304	3	.	,750	3	,071
GRAN	GR Sin tratamiento	,378	3	.	,767	3	,037
	GR +CAL 2% RC 3%	,298	3	.	,916	3	,439
	GR + CAL 4% RC 5%	,303	3	.	,908	3	,413
	GR + CAL 6% RC 7%	,303	3	.	,908	3	,413

Fuente: propia SPSS

Los datos que se obtuvieron son mayores a  $\alpha$ , por lo que se acepta la hipótesis nula, lo que indica que se aplique la prueba paramétrica de t-student, dado que los datos se distribuyen con normal.

## a) Prueba Inferencial

### b) Granulometría

H0 (P-valor> $\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal en granulometría la influencia no es significativa en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la vía Andahuaylas Ocobamba.

Ha (P-valor $\leq\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal la granulometría la influencia no es significativa en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la vía Andahuaylas Ocobamba.

Con un nivel de confianza: 95% -> Valor t = 2.920

Nivel de error: 5%

**Luego de aplicar el estadístico, se obtuvieron los datos siguientes:**

**Tabla 60.** Tabla tstudent aplicadas al Índice de Plasticidad

		Diferencias emparejadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviac. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	GR Sin tratamiento - GR +CAL 2% RC 3%	-27,3300	6,0709	3,5050	-42,4110	-12,2490	-7,797	2	,016
Par 2	GR Sin tratamiento - GR + CAL 4% RC 5%	-26,0667	6,1154	3,5307	-41,2582	-10,8751	-7,383	2	,018
Par 3	GR Sin tratamiento - GR + CAL 6% RC 7%	-26,0667	6,1154	3,5307	-41,2582	-10,8751	-7,383	2	,018

Fuente: propia datos SPSS

Los valores obtenidos reflejan que las 3 mezclas (CAL 2%- RC 3%, CAL 4%-RC 5% y CAL 6% RC 7%) obtuvieron un valor de significancia (p-valor) son  $< \alpha$  (0.016, 0.018 y 0.18), la cual implica rechazar la Ho por el valor encontrado en la zona de rechazo y aceptar la Ha, donde la adición de RC y CAL la influencia no es significativa en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Región Apurímac vía Andahuaylas Ocobamba.

Luego de la aplicación de la prueba de ANOVA, se obtuvieron estos datos:

**Tabla 61.** Prueba ANOVA.

ANOVA					
Valor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1581,797	3	527,266	2,550	,129
Dentro de grupos	1653,862	8	206,733		
Total	3235,659	11			

Fuente: propia, 2022

Según ANOVA, el valor de significancia ( $p$ -valor)  $>$  (0.05), lo que implica la aceptación de la hipótesis nula ( $H_0$ ), donde la adición de residuos de calcinación y cal en la granulometría no influye significativamente en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Región Apurímac.

### Índice de plasticidad

$H_0$  ( $P$ -valor $>$  $\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal la plasticidad la influencia no es significativa en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la vía Andahuaylas Ocobamba.

$H_a$  ( $P$ -valor $\leq$  $\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal la plasticidad influye significativamente en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la vía Andahuaylas Ocobamba.

Con un nivel de confianza: 95% -> Valor  $t = 2.920$

Nivel de error: 5%

Luego de aplicar el estadístico, se obtuvieron los datos siguientes:



**Tabla 62.** Tabla t-student aplicadas al Índice de Plasticidad

		Diferencias emparejadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviac. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	IP Sin tratamiento - IP +CAL 2% RC 3%	6,2333	4,2253	2,4395	-4,2629	16,7296	2,555	2	,125
Par 2	IP Sin tratamiento - IP + CAL 4% RC 5%	5,0000	5,7035	3,2929	-9,1683	19,1683	1,518	2	,268
Par 3	IP Sin tratamiento - IP + CAL 6% RC 7%	4,0667	7,0501	4,0704	-13,4467	21,5800	,999	2	,423

Fuente: Propia, 2022.

Se acepta la hipótesis  $H_0$ , dado que los valores obtenidos reflejan que ninguna de las mezclas (CAL 2%- RC 3%, CAL 4%-RC 5% y CAL 6% RC 7%) obtuvieron un valor de significancia (p-valor) son  $< \alpha$ , donde la adición de residuos de la calcinación y cal no influye significativamente en el IP de la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022, esto debido a que los valores de las muestras fueron similares.

Luego de la aplicación de la prueba de ANOVA, se obtuvieron esto datos:

**Tabla 63.** Valor de significancia.

ANOVA					
Valor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	65,609	3	21,870	,818	,519
Dentro de grupos	213,813	8	26,727		
Total	279,423	11			

Fuente: Propia, 2022.

Según ANOVA, el valor de significancia (p-valor)  $> (0.05)$ , lo que implica aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), donde al aplicar residuos de calcinación y cal en el IP no hay predominio significativo en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Región Apurímac.

**a. CBR**

H0 (P-valor> $\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal el CBR no hay predominio significativo en la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022

Ha (P-valor $\leq\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal el CBR la influencia no es significativa en la estabilización de la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022.

Con un nivel de confianza: 95% -> Valor t = 2.920

Nivel de error: 5%

Luego de aplicar el estadístico, se obtuvieron los datos siguientes:

**Tabla 64.** Tstudent aplicadas al CBR

		Diferencias emparejadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviac. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	CBR Sin tratamiento - +CAL 2% RC 3%	-1,6333	2,8290	1,6333	-8,6610	5,3943	-1,000	2	,423
Par 2	CBR Sin tratamiento - + CAL 4% RC 5%	-15,9000	27,5396	15,9000	-84,3122	52,5122	-1,000	2	,423
Par 3	CBR Sin tratamiento - + CAL 6% RC 7%	-20,2667	35,1029	20,2667	-107,4671	66,9338	-1,000	2	,423

Fuente: propia, 2022.

Se acepta la hipótesis Ho, dado que los valores obtenidos reflejan que ninguna de las mezclas (CAL 2%- RC 3%, CAL 4%-RC 5% y CAL 6% RC 7%) obtuvieron un valor de significancia (p-valor) son <  $\alpha$ , donde la adición de residuos de la calcinación y cal la influencia no es significativa en el CBR de la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022, esto debido a que los valores de las muestras fueron similares.

Luego de la aplicación de la prueba de ANOVA, se obtuvieron esto datos:

**Tabla 65.** Valor de significancia (p-valor) > (0.05).

<b>ANOVA</b>					
CBR Valor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	927,017	3	309,006	,544	,665
Dentro de grupos	4540,507	8	567,563		
Total	5467,524	11			

Fuente: propia datos SPSS, 2022

Según ANOVA, el valor de significancia (p-valor) > (0.05), lo que implica la aceptación de la hipótesis nula ( $H_0$ ), donde la adición de RC Y Cal en el CBR la influencia no es significativa en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Región Apurímac.

**b. Proctor:**

$H_0$  (P-valor> $\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal el proctor no influye significativamente en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la vía Andahuaylas Ocobamba.

$H_a$  (P-valor $\leq\alpha$ ): Con la incorporación de residuos de la calcinación y cal el proctor la influencia no es significativa en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la vía Andahuaylas Ocobamba.

Con un nivel de confianza: 95% -> Valor t = 2.920

Nivel de error: 5%

Luego de aplicar el estadístico, se obtuvieron los datos siguientes:

**Tabla 66.** Tabla t-student aplicadas al CBR

		Diferencias emparejadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviac. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PR Sin tratamiento - PR +CAL 2% RC 3%	-,00667	,01155	,00667	-,03535	,02202	-1,000	2	,42
Par 2	PR Sin tratamiento - PR + CAL 4% RC 5%	,01333	,02309	,01333	-,04404	,07070	1,000	2	,42
Par 3	PR Sin tratamiento - PR + CAL 6% RC 7%	,02667	,04619	,02667	-,08807	,14140	1,000	2	,42

Fuente: propia datos SPSS, 2022

Se acepta la hipótesis  $H_0$ , dado que los valores obtenidos reflejan que ninguna de las mezclas (CAL 2%- RC 3%, CAL 4%-RC 5% y CAL 6% RC 7%) obtuvieron un valor de significancia (p-valor) son  $< \alpha$ , donde la adición de residuos de calcinación y cal en el CBR no influye significativamente en la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022, esto debido a que los valores de las muestras fueron similares.

Luego de la aplicación de la prueba de ANOVA, se obtuvieron estos datos:

**Tabla 67.** Nivel de significancia ANOVA.

ANOVA					
Proctor Valor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,002	3	,001	,001	1,000
Dentro de grupos	9,681	8	1,210		
Total	9,683	11			

Fuente: propia datos SPSS, 2022

Según ANOVA, el valor de significancia (p-valor)  $> (0.05)$ , lo que implica que se aceptara la hipótesis nula ( $H_0$ ), donde la adición de residuos de calcinación y cal en el CBR no influye significativamente en el nivel de servicios de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Región Apurímac.

## V. DISCUSIÓN

D1: Das (2013, p.267). Braja M. Das menciona que existen ocasiones donde suelen usarse aditivos para mejorar los suelos arcillosos y estabilizarlos en campo, las subrasantes que presentan partículas muy finas por lo general son mejoradas con aditivos. Como la cal hidratada y la cal viva, aditivos estabilizadores que en su composición química presentan calcio, calcifica, dolomítica en algunos casos la cal será monohidratada. Las proporciones de cal utilizadas para mejorar una subrasante inestable de partículas blandas se dosifican comúnmente en proporciones de 5% y 10%. Al incorporar la cal a un suelo arcillosos dará lugar al proceso denominado intercambio de cationes ocasionando la aglomeración, floculación. Los cationes monovalentes se asocian a las arcillas que en el proceso se remplazaran por iones de calcio divalentes.

D2: Para el ensayo de compactación proctor modificado (MTC E 115 – 2000) el investigador Percy Buleje Ochoa, al realizar los ensayos respectivos en distintas adiciones (cal 2%, RC 3%, cal 4%, RC 5%, cal 6%, y RC 7%). en suelo natural OCH 8.27% MDS 2.03 con adición de 2% de cal y RC 3%, OCH 9.84% MDS 2.05, con adición de 4% de cal y RC 5%, OCH 11.25% MDS 1.99, y con adición de 4% de cal y RC 5%, OCH 14.11% NDS 1.95. La mejora es sustancial en comparación al suelo natural.

D3: En el artículo científico de Bandara, et al (2020). Los materiales estabilizadores utilizados fueron residuos de las calcinaciones Clinker, y residuos de calcinación, ceniza volante y una combinación de FA/LKD. El suelo estabilizado con ellos representó tres tipos de suelos de subrasante de carreteras débiles que se encuentran comúnmente en Michigan, que se identificaron como A-6, A-4 y A-7-6 materiales lio arcillosos más del 35% pasa el tamiz número 200... (p. 11).

D4: Según (Linares et al 2020, p.). El presente artículo analiza las muestras incorporando polietileno calcinado en proporciones de 4%, 8% y 12% con relación al peso volumétrico seco (yd) para las propiedades mecánicas el análisis de laboratorio que muestra mejores resultados de T3 (mecánica de suelos) y el OCH (contenido de agua) promediara reduciendo de 18.23% a 15.46%, y los resultados del análisis de MDS aumentara de 1.800 gr/cm<sup>3</sup> a 1.807gr/cm<sup>3</sup> con respecto al CBR incrementara de 5.6% a 9.9%... (p. 1)

## VI. CONCLUSIONES

Para los estudios del suelo ha sido seleccionado la vía Andahuaylas Ocobamba que presentan peores condiciones y son los Km 26 y 27, donde se realizaron las calicatas a una distancia de 250 metros entre sí a una profundidad de 1.50 metros extrayendo por calicata 80 kilos de terreno natural arcilloso para su respectivo ensayo en laboratorio.

Los ensayos de laboratorio aplicados a las muestras para determinar las propiedades físico mecánicas, fueron para iniciar los ensayos de análisis granulométrico por tamizado MTC E 107 - 2000, ensayo de límites de consistencia ASTM D - 4318, ensayo de compactación de proctor modificado MTC E 115 - 2000 y el CBR Ensayo de valor de soporte de los suelos (CBR) MTC E 132 – 2000.

Realizamos el análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107 – 2000). Para conocer cuál de las muestras está en peores condiciones físico mecánicas, los ensayos se expresaron en el siguiente resultado para (C-1) SUCS (CL), (C-2) SUCS (CL) Y (C-3) SUCS (SN-SC). En Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes los resultados (C-1) ASSTHO (A-6), (C-2) ASSTHO (A-4) y (C-3) ASSTHO (A-4). La calicata uno con peores condiciones denominada arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas. Muy mala para el soporte mecánico de una vía.

Los estudios de límites de consistencia (ASTM D – 4318) LL, LP se inicia con la extracción de tres muestras, después del cuarteo para luego tamizar, las partículas retenidas en el tamiz número 40 serán saturadas por 24 horas se hace una muestra homogénea para ponerlo en la chuchara de Casagrande para los respectivos golpes de 13, 23, 31,45 para 4 cápsulas para LL y dos cápsulas para los hilos, para el límite plástico una vez pesados fueron puestos al horno, siendo los resultados LL (C-1) 30.8%, (C-2) 29.1%, (C-3) 19.7%. Resultados de LP (C-1) 19.7%,(C-2) 19.7%,(C-3) 19.7%. El suelo de la calicata uno presenta mayor % de humedad.

Para el ensayo de compactación proctor modificado (MTC E 115 – 2000), se tiene la muestra seca y es humedecida en porcentajes controlados ya en el molde es compactado con 56 golpes por capa, se realizarán 5 repeticiones en diferentes porcentajes de humedad extrayendo dos muestras de la parte superior y una de la parte inferior del molde que no deben exceder el ras de la capsula para pesarlos y colocarlas al horno, los resultados fueron. Proctor en suelo natural OCH 8.27% MDS 2.03 con adición de 2% de cal y RC 3%, OCH 9.84% MDS 2.05, con adición de 4% de cal y RC 5%, OCH 11.25% MDS 1.99, y con adición de 4% de cal y RC 5%, OCH 14.11% MDS 1.95. La mejora es sustancial en comparación al suelo natural.

En el ensayo de valor de soporte de los suelos (CBR) MTC E 132 – 2000. El resultado de CBR. Para suelo natural, MDS 2.03, OCH 8.27%, CBR al 95% MDS 3.4% CBR al 100% MDS 4.2%. Para suelo con adición de RC 3%, cal 2% MDS 2.05, OCH 9.84%, CBR al 95% MDS 8.3% CBR al 100% MDS 8.8%. Para suelo con adición de RC 5%, cal 4% MDS 1.99, OCH 11.25%, CBR al 95% MDS 51.1% CBR al 100% MDS 67.4%.y Para suelo con adición de RC 7%, cal 6% MDS 1.95, H O 14.11%, CBR al 95% MDS 64.2% CBR al 100% MDS 80.6% basado en estos resultados se concluye que al incorporar cal y residuos de calcinación de agregados calcáreos el suelo de ser muy malo de 3.4% al 95% del CBR mejora considerablemente al 95% del CBR a 64.2% estos dos aditivos son muy buenos para estabilizar una subrasante arcillosa.

## **VII. RECOMENDACIONES**

La recomendación es realizar futuras investigaciones incorporando residuos de calcinación de agregados calcáreos y la cal por rápida reacción de los aditivos ionizando las partículas del suelo arcilloso, Los resultados de laboratorio certifican que las propiedades físicas del suelo sufrirán un cambio positivo.

Se recomienda hacer una investigación para mejorar otros tipos de suelos que presenten problemas en la subrasante, ya que los residuos de calcinación y cal incidieron positivamente en una superficie arcillosa mejorando sus propiedades mecánicas, esta investigación se realizó solo para suelo arcilloso.

Se recomienda utilizar los residuos de calcinación de agregados calcáreos y cal por ser un material accesible y abundante en la zona de estudio, se debe realizar un detallado presupuesto para determinar cuan económico resultara estabilizar una subrasante arcillosa de una vía con problemas.

Se recomienda el uso de residuos de calcinación de agregados calcáreos y cal como aditivo estabilizador de subrasante arcillosa, Aplicar en porcentajes mínimos para su efectiva acción en mejorar el CBR.



## REFERENCIAS

- Alhassani, Kadhim, Fattah Adeyanju & Okeke (2019). Estabilización de suelos arcillosos mediante polvo de horno de cemento. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/640/1/012080>
- Amoudi, Al-Homidy, Maslehuddin & Saleh (2017). Método y Mecanismos de Estabilización de Suelos Utilizando Polvo de Horno de Arco Eléctrico. <https://doi.org/10.1038/srep46676>
- Avila Chavez Karina Margarita (2021). Evaluation of the subgrade applying stabilization methods with Lime and Calcium Chloride in the Humachucho Highway. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/8019>
- Babu & Poulouse (2018) effect of lime on soil properties. 1-6. [www.irjet.net](http://www.irjet.net)
- Baloochi, Aponte & Barra (2020). Estabilización de suelos mediante cenizas volantes de papel usado. <https://doi.org/10.3390/APP10238750>
- Bandara, Hettiarachchi, Jensen & Binoy (2020). Upcycling Potential of Industrial Waste in Soil Stabilization. <https://doi.org/10.3390/SU12177226>
- Bittar, Heineck, Consoli, José (2018). *Use of Sustainable Binders in Soil Stabilization*. <https://doi.org/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0002571>
- Bizarreta Ortega, julio Césa(2020). Experimental Study on the Stabilization of Soft Subgrade Soil with Fine Concrete Residue. <https://doi.org/10.18502/epoch.v1i2.9530>
- Bowles, E. (2016). *CBR ASTM D - 1883*.
- Chibuzor & Duc, and B. Van. (2018). Predicción de la rigidez de la subrasante del suelo laterítico estabilizado con cenizas de manojo de palma nanoestructurado para fines geotécnicos de transporte. <https://doi.org/10.6310>.
- Coudert, Paris, Deneele, Russo & Tarantino (2019). Uso de aglutinante de cenizas volantes con alto contenido de calcio activado con álcali para la estabilización de suelos de arcilla. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.12.188>
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de la Ingeniería, geotecnia*.
- David, Pizco, Fernando, Ochoa & Fernando Diaz Cruz (2021). Comparison of

stabilization alternatives with lime, cement, sodium silicate and sulfonated oil. <http://hdl.handle.net/11634/32040>

Ekpo & Attah (2021). *Evaluation of lateritic soil stabilized with lime and periwinkle shell ash (PSA) admixture bound for sustainable road materials*. <https://doi.org/10.1007/s41062-021-00665-z>

Ekpo, Fajobi, Ayodele & Etim (2021). Potenciales de las mezclas de polvo de horno de cemento y ceniza de cáscara de bigaro sobre las propiedades de plasticidad de dos suelos tropicales. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1036/1/012033>

Esquivel & Mejía (2020). Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de cáscara de arroz Huancabamba, Piura 2021. <http://repositorio.ucv.edu.pe/4710>

Ghavami, S., & Rajabi, M. (2021). Investigación de la influencia de la combinación de polvo de horno de cemento y cenizas volantes en las características de compactación y resistencia de las arcillas de alta plasticidad. <https://doi.org/10.22034/JCEMA.2020.250727.1040>

Gomez, (2018). estabilizacion de un suelo con cal y ceniza volante. <https://hdl.handle.net/10983/22856> 2018.

Higuera, Gómez & Naranjo (2012). Characterization of a clay soil treated with Calcium Hydroxide. <https://www.redalyc=413940771003>

Juan Carlos Rodríguez Uribe. (2018). Abatement of expansion through soil modification and load application. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1168>

Kazmi, Abhishek & Madni (2019). Mejora de la resistencia del suelo expansivo utilizando polvo de horno de ladrillos y cloruro de calcio. [www.ijraset.com](http://www.ijraset.com)

Krishnan, Sruthi Reddy & Mohammed (2021). *Experimental study on properties of mechanical resistance of polyamide in clay soil Estudio*. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i1.2538>

Kumari, Aishwarya, Anitha, Hasanthika & Naghina Baanu (2022). *Soil stabilization using lime and fly ash assistant*. [www.ijnrd.org](http://www.ijnrd.org)

Labajos & Núñez, (2020). Soil stabilization with coal ash for use as an improved subgrade. <https://doi.org/10.25127/UCNI.V3I1.589>

- Mahedi, Cetin, White, Asce & White (2020). *Cement, Lime, and Fly Ashes in Stabilizing Expansive Soils*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003260](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003260)
- Malaver Vásquez & Tuesta Campoverde (2020). *Aplicación de ceniza de cascara de café, para suelos arcillosos en la carretera José Gálvez - Chanchamayo* <https://hdl.handle.net/67990>
- Martínez Murillo & Olaya Morales (2019). Estimation of life cycle costs for the stabilization of tertiary roads with industrial by-products. <https://doi.org/10.17533/UDEA.LE.N91A08>
- Mayta, W. C. (2021). *Estabilización de subrasantes blandas con insumos inorgánicos, avenida Integración Este - Torre Torre, Huancayo, Junín 2021*. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10457>
- Miraki, Shariatmadari, Ghadir, Jahandari, Tao & Siddique (2022). Estabilización de suelos arcillosos mediante cenizas y escorias volcánicas activadas con álcali. <https://doi.org/10.1016/J.JRMGE.2021.08.012>
- Moale Quispe & Rivera Justo (2019). Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. <http://hdl.handle.net/10757/648846>
- MTC. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS*.
- Naiem, Jumaili & Fakhraldin (2021). Fortalecimiento de la capa de suelo de subrasante arcilloso blando utilizando polvo de horno de cemento y materiales de ceniza de palmiste. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/856/1/012004>
- Ñañes, Lafitte & Perez (2021). *Métodos de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el CBR con fines de pavimentación*. [https://doi.org/10.47864/SE\(51\)2021p77-92](https://doi.org/10.47864/SE(51)2021p77-92)
- Obianyó, Onwualu & Soboyejo (2020). Comportamiento mecánico de suelos lateríticos estabilizados con ceniza de hueso y cal hidratada para aplicaciones de construcción sostenible. <https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2020.E00331>
- Osuna (2020). *Estabilización de un suelo arcilloso con adición de cal hidratada*. <https://hdl.handle.net/10983/26612>

- Pérez, Acosta & Amaya (2016). *Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante*.  
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.SE1.a07>
- Rangan, R., & Tumpu, M. (2021). *Effect calcium hydroxide to stabilization of laterite soil*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1088/1/012105>
- Rene Linares Chavez, & Enrique Rojas (2020). *Estabilización de suelos arcillosos con adición de bolsas de polietileno fundido*.  
<https://doi.org/10.25127/ucni.v3i2.612>
- Salim, N. M. (2021). Improvement of the Geotechnical Properties of Expansive Soils Using Fly Ash. <https://doi.org/ISSN.0258>
- Terrones, A. T. (2018). Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas De Bagazo De Caña 2018. <https://bit.ly/3dOvaXC>
- Usedo, R. (2015). Estudio y análisis de la utilización de la cal.  
<https://riunet.upv.es:443/handle/10251/60200>



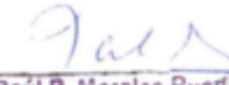
**ANEXO 1**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TITULO: Estabilización de la subrasante incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos en la vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>			<b>METODOLOGÍA</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Tipo de estudio:</b> Aplicada  <b>Nivel:</b> Explicativo  <b>Método de investigación:</b> Hipotético deductivo  <b>Diseño de investigación:</b> experimental  <b>Población:</b> Las tres muestras extraídas en los Km 26 y 27 de la vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022  <b>Muestreo:</b> No probabilístico
<p>¿Cómo influye la incorporación de residuos de la calcinación y cal en la estabilización de la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022?</p>	<p>Estabilización de la subrasante arcillosa incorporando residuos de calcinación y cal en la vía Andahuaylas Ocobamba – 2022.</p>	<p>La incorporación de los residuos de la calcinación y cal mejora significativamente en la estabilización de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas, Ocobamba - 2022.</p>	<p>Residuos de la calcinación de agregados calcáreos y cal</p>	<p>Porcentajes</p>	<p>Adición de cal 2%, RC 3%, cal 4%, RC 5% y cal 6%, RC 7%, de residuos de la calcinación</p>	
<b>Problema Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
<p>¿Cuánto influye la incorporación residuos de calcinación y cal en el índice de plasticidad en la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas, Ocobamba 2022?</p>	<p>Establecer el índice de plasticidad en las propiedades físicas de la arcillosa en la vía subrasante Andahuaylas Ocobamba 2022.</p>	<p>La incorporación de residuos de la calcinación y cal mejora el índice de plasticidad positivamente en la estabilización de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba, – 2022.</p>	<p>Estabilización De la vía Andahuaylas, Ocobamba - 2022</p>	<p>Análisis Granulométrico</p>	<p>Clasificación SUCS o AASHTO %LL %LP %IP</p>	
<p>¿En qué medida influyen la incorporación de residuos de calcinación y cal en la máxima densidad seca en la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas, Ocobamba 2022?</p>	<p>Determinar La densidad seca máxima en las propiedades físicas de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas, Ocobamba 2022.</p>	<p>La adición de residuos de la calcinación y cal mejora la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba – 2022.</p>		<p>Límites de Consistencia</p>	<p>Máxima densidad seca</p>	
<p>¿Cómo incide la incorporación de residuos de calcinación y cal en el óptimo contenido de humedad de la subrasante arcillosa en vía Andahuaylas Ocobamba -2022?</p>	<p>Establecer el límite plástico en las propiedades físicas de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022.</p>	<p>La incorporación de residuos de calcinación y cal influye de manera positiva en el óptimo contenido de humedad de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas -Ocobamba – 2022.</p>		<p>Humedad optima</p>		
<p>¿Cuánto influyen los residuos de calcinación y cal en las propiedades mecánicas de la subrasante arcillosa de la vía Andahuaylas Ocobamba 2022?</p>	<p>Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante arcillosa para la estabilización en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022.</p>	<p>La adición de residuos de calcinación y cal aumenta el CBR de manera óptima de la subrasante arcillosa en la vía Andahuaylas Ocobamba 2022.</p>	<p>Proctor Modificado</p>	<p>CBR</p>		

## **ANEXOS 2**

### **Validación de los instrumentos para la obtención de datos**

FICHA DE VALIDACION						
TITULO				AUTOR		
"Estabilización de subrasante arcillosa incorporando residuos de la calcinación de agregados calcareos y cal en la vía Andahuaylas Ocobamba-2022"				Buleje Ochoa, Percy		
VARIABLES EMPLEADAS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS		
				INGENIERO N° 1	INGENIERO N° 2	INGENIERO N° 3
Residuos de calcinación	Análisis granulométrico	3% 5% 7%	Formato de ensayo de análisis de los agregados	0.93	0.93	0.92
Incorporación de cal	Porcentajes	2% 4 % 6 %	Formato de ensayo de análisis de los agregados	0.85	0.85	0.87
Estabilización de suelos	Propiedades físico mecánicas	Granulometría, límites, proctor y CBR	Formato de análisis de ensayos según MTC	0.95	0.93	0.89
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (según Hernández, 2014)			Sumatoria	2.73	2.71	2.70
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria/(n° de instrumentos)	0.91	0.92	0.91
De 0 a 0.60		Inaceptable				
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente	Promedio de la validez obtenida	0.91		
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable				
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena				
Mayor a 0.90		Excelente				
 Mg. Ing. Miguel Chan Heredia C.L.P N° 88837						
 Patricia Reto Salinas Reto INGENIERA CIVIL CIP N° 68782 CONSULTORA DE OBRAS						
 Raúl R. Morales Rueda INGENIERO CIVIL CIP N° 85006						
Ingeniero N° 01		Ingeniero N° 02		Ingeniero N° 03		





## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis: "Estabilización de subrasante arcillosa incorporando residuos de la calcinación de agregados calacareos y cal en la vía Andahuaylas Ocobamba-2022"

Autor: Buleje Ochoa Percy

Fecha: 09/04/2022

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulada con lenguaje comprensible												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación												X	
4. Organización	Existe una organización lógica											X		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												X	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

Promedio de valoración

94%

Luego de revisar el instrumento:

procede su aplicación



debe corregir



Nombre del especialista:

Ms C. Ing. Miguel Angel Chan Heredia

N° CIP: 88837

Firma y sello:

  
Mg. Ing. Miguel Chan Heredia  
C.I.P. N° 88837



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis: "Estabilización de subrasante arcillosa incorporando residuos de la calcinación de agregados calcaricos y cal en la vía Andahuaylas Ocobamba-2022"

Autor: Buleje Ochoa, Percy

Fecha: 09/04/2022

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulada con lenguaje comprensible										X			
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X			
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación											X		
4. Organización	Existe una organización lógica											X		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis											X		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X		

Promedio de valoración

91%

Luego de revisar el instrumento:

procede su aplicación



debe corregir



Nombre del especialista:

Ing. Patricia Inés Salinas Reto

Nº CIP: 110792

Firma y sello:

  
Patricia Inés Salinas Reto  
INGENIERA CIVIL  
CIP: 110792  
CONSULTORA DE OBRAS



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis: "Estabilización de subrasante arcillosa incorporando residuos de la calcinación de agregados calacarios y cal en la vía Andahuaylas Ocobamba-2022"

Autor: Buleje Ochoa, Percy

Fecha: 09/04/2022

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esté formulada con lenguaje comprensible											X		
2. Objetividad	Esté adecuado a las leyes y principios científicos												X	
3. Actualidad	Esté adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación												X	
4. Organización	Existe una organización lógica												X	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. Intencionalidad	Esté adecuado para valorar las variables de la hipótesis												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

Promedio de valoración

94%

Luego de revisar el instrumento:

procede su aplicación

debe corregir

Nombre del especialista:

Ing. Morales Rueda Raúl Ronald

Nº CIP: 85896

Firma y sello:

  
Raúl R. Morales Rueda  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85896



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Declaratoria de Autenticidad del Autor**

Yo, Buleje Ochoa Percy, alumno de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI: N° 80153482, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada "**Estabilización de subrasante arcillosa incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos y cal en la vía Andahuaylas, Ocobamba – 2022**". Son:

1. De mi autoría.
2. El presente Trabajo de Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

APELLIDOS Y NOMBRES	Buleje Ochoa Percy
DNI	80153482
ORCID	0000-0001-7408-3118
FIRMA	 

Andahuaylas, 8 de agosto de 2022.



## **ANEXOS 3**

### **Resultados de ensayos de laboratorio**



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**PROYECTO:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:**

C-1

**PROF. :**

1,50 m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

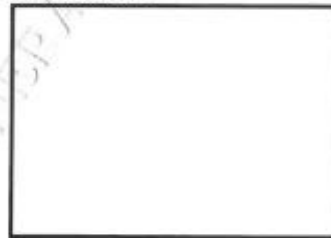
PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :**

JULIO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

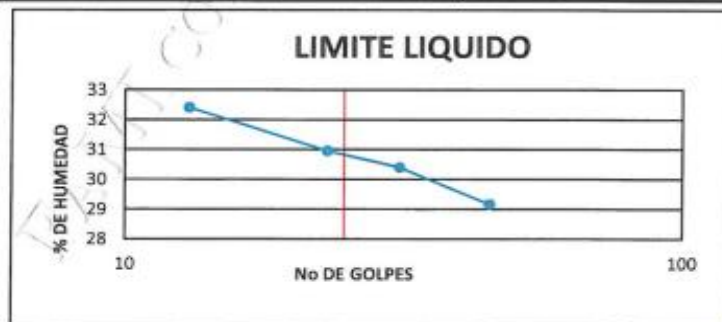
Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	23.74	24.20	19.92	22.01
Peso capsula. + suelo humedo	38.58	38.83	38.79	38.60
Peso capsula + suelo seco	35.23	35.42	34.33	34.54
Numero de golpes	45	31	23	13
Peso suelo seco	11.49	11.22	14.41	12.53
Peso agua	3.35	3.41	4.46	4.06
% humedad	29.2	30.4	31.0	32.4

**OBSERVACIONES:****LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.52	13.41	13.47
Peso capsula. + suelo humedo	23.92	23.38	23.65
Peso capsula + suelo seco	22.21	21.74	21.98
Peso suelo seco	8.69	8.33	8.51
Peso agua	1.71	1.64	1.68
% humedad	19.7	19.7	19.7

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	30.8
LIMITE PLASTICO	19.7
INDICE PLASTICO	11.1



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado



**FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.

Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIP. N° 17317  
GERENTE



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

**ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107- 2000**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022

**MUESTRA:** C-1  
**PROF. :** 1.50 m  
**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA  
**FECHA :** JULIO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	100.00
1/2"	12.70	35.00	65.00
3/8"	9.52	21.00	79.00
Nº 4	4.76	48.00	52.00
Nº 10	2.00	45.00	55.00
Nº 40	0.43	104.00	0.00
Nº 100	0.14	349.00	0.00
Nº 200	0.07	135.00	0.00
CAZUELA		1,511	67.22
<b>TOTAL :</b>	<b>2,248</b>	<b>100</b>	<b>0.00</b>



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION			
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS						
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRUESO, más del 50% retenido sobre Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº 4	95.37	
	ARENAS Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa sobre Nº 4	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº10	93.37	
		GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº40	88.75	
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	PASA Nº200	67.22	
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	RETIENE Nº4	4.63	
	SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	ARCILLAS (LL-50)	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	D10	0.011
ARCILLAS (UL-50)		CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas,	D30	0.03	
		OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	D60	0.07	
		OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	Cu	6.00	
Altamente Orgánico		ARCILLAS (UH-50)	MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o elastomizados, Limos elásticos	Cc	1.500
			CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.	LL	30.8%
		PI	Turba y otros suelos altamente orgánicos	LP	19.7%	
				IP	11.1%	
				<b>CLASIFICACION</b>		
				ASSTHO	A-6	
				SUCS	CL	

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

  
**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 DNI Nº 77217  
 GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**PROYECTO:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:**

C-2

**PROF. :**

1,50 m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :**

JULIO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	23.56	24.50	21.53	23.92
Peso capsula. + suelo humedo	39.27	40.71	37.32	40.86
Peso capsula + suelo seco	35.76	37.08	33.75	37.00
Numero de golpes	45	31	23	13
Peso suelo seco	12.20	12.58	12.22	13.08
Peso agua	3.51	3.63	3.57	3.86
% humedad	28.8	28.9	29.2	29.5

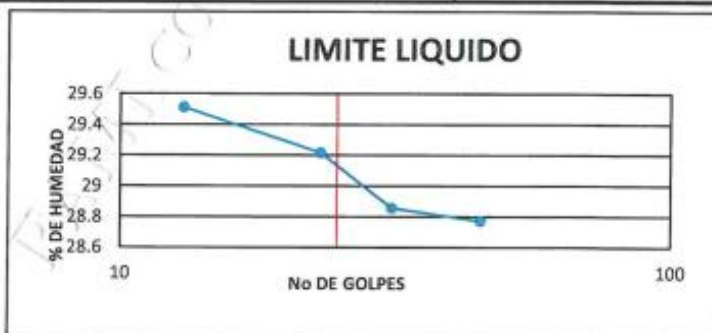
**OBSERVACIONES:**

**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.52	13.41	13.47
Peso capsula. + suelo humedo	23.92	23.38	23.65
Peso capsula + suelo seco	22.21	21.74	21.98
Peso suelo seco	8.69	8.33	8.51
Peso agua	1.71	1.64	1.68
% humedad	19.7	19.7	19.7

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	29.1
LIMITE PLASTICO	19.7
INDICE PLASTICO	9.4



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP: 317737  
 GERENTE





# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

**ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107- 2000**

**PROYECTO:** "ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** C-2  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA  
**FECHA :** JULIO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	35.00	1.46	98.54
3/8"	9.52	38.00	1.59	96.95
Nº 4	4.75	94.00	3.93	93.02
Nº 10	2.00	124.00	5.19	87.83
Nº 40	0.43	197.00	8.24	79.59
Nº 100	0.14	196.00	8.20	71.39
Nº 200	0.07	83.00	3.47	67.92
CAZUELA		1,624	67.92	0.00
<b>TOTAL :</b>		<b>2,391</b>	<b>100</b>	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION		
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS					
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 80% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 80% retenido sobre Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº 4	93.02
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº10	87.83
		GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº40	79.59
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	PASA Nº200	67.92
				RETIENE Nº4	6.98
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	ARENAS Y SUELO ARENOSO, más del 80% pasa sobre Nº 4	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D10	0.011
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D30	0.03
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	D60	0.07
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	Cu	6.00
				Cc	1.500
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	LIMOS Y ARCILLAS (LL-OL)	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	LL	29.1%
		CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas,	LP	19.7%
		OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	IP	9.4%
		MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diamonizados, Limos elásticos	<b>CLASIFICACION</b>	
		CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.	ASSTHO	A-4
Altamente Orgánico	ARCILLAS (UH-OH)	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	SUCS	CL
		Pt	Turbo y otros suelos altamente orgánicos		

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

  
**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
 Ing. Edwin Ricardo Palomino  
 CIP. N° 7717  
 C. DIRECTOR



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**PROYECTO:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:**

C-3

**PROF. :**

1,50 m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :**

JULIO DEL 2022

### LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	23.95	23.44	22.39	23.87
Peso capsula. + suelo humedo	40.78	40.92	40.00	40.86
Peso capsula + suelo seco	37.98	37.79	36.46	37.06
Numero de golpes	47	32	20	13
Peso suelo seco	14.03	14.35	14.07	13.19
Peso agua	2.80	3.13	3.54	3.80
% humedad	20.0	21.8	25.2	28.8

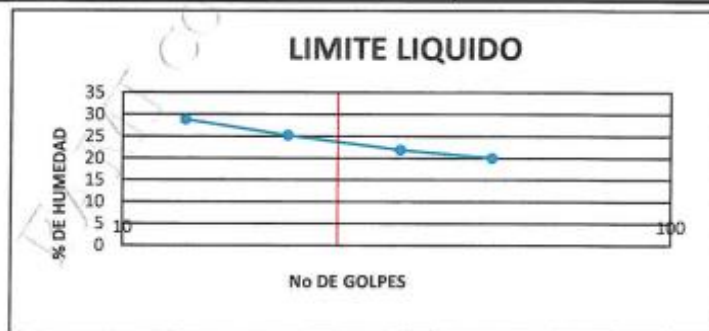
### OBSERVACIONES:

### LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.52	13.41	13.47
Peso capsula. + suelo humedo	23.92	23.38	23.65
Peso capsula + suelo seco	22.21	21.74	21.98
Peso suelo seco	8.69	8.33	8.51
Peso agua	1.71	1.64	1.68
% humedad	19.7	19.7	19.7

### RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	23.8
LIMITE PLASTICO	19.7
INDICE PLASTICO	4.1



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado





# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

**ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107- 2000**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCIÓN DE CAL AGREGADOS CALCAREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022

**MUESTRA:** C-3

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :** JULIO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	41.00	1.91	98.09
3/8"	9.52	88.00	4.09	94.00
Nº 4	4.76	270.00	12.56	81.44
Nº 10	2.00	273.00	12.70	68.74
Nº 40	0.43	295.00	13.72	55.02
Nº 100	0.14	285.00	13.26	41.77
Nº 200	0.07	111.00	5.16	36.60
CAZUELA		767	36.60	0.00
<b>TOTAL :</b>		<b>2,150</b>	<b>100</b>	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION		
<b>SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS</b>			PASA Nº 4	81.44	
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 60% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	ARENAS Y SUELO ARENOSO, más de 50% pasa malla Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº10	68.74
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº40	55.02
		GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº200	36.60
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	RETIENE Nº4	18.56
		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D10	0.020
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	LIMOS Y ARCILLAS (LL-CL)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D30	0.06
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	D60	1.00
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	Cu	49.31
		ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	Cc	0.183
		CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas,	LL	23.8%
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	LIMOS Y ARCILLAS (MH-CH)	OL	Limos Orgánicas y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	LP	19.7%
		MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos	IP	4.1%
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.	<b>CLASIFICACION</b>	
		OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	ASSTHO	A-4
		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	SUCS	SM-SC

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR NATURAL

**PROF. :** 1,50 m

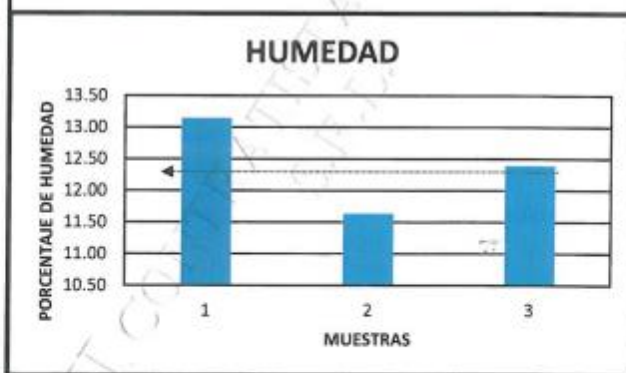
**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :** JULIO DEL 2022

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	14.69	14.35	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	74.08	92.42	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	67.18	84.28	
Peso del Agua gr.	6.90	8.14	
Peso de Suelo Seca gr.	52.49	69.93	
Porcentaje de Humedad %	13.15	11.64	12.39

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 12.39



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIP N° 7736  
GERENTE



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

## ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALDINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR NATURAL

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :** JULIO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) : **2,910.00**      Golpes por capa: **56.00**  
 Diametro del molde (Cm) : **15.20**      Altura (Cm) : **11.60**      Volumen (c.c.) : **2105**

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6968.00	7225.00	7467.00	7360.00	7195.00					
Peso del Molde (gr)	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4121.00	4378.00	4620.00	4513.00	4348.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.96	2.09	2.19	2.14	2.07					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.50	23.68	20.96	23.14	22.70	22.86	11.36	23.32	23.38	23.04
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	61.74	68.93	62.80	60.78	65.18	63.94	48.07	56.50	60.94	69.36
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	60.80	67.77	60.52	58.33	61.92	60.82	44.83	53.51	56.98	64.19
Peso Suelo Humedo (gr)	0.94	1.16	2.28	2.45	3.26	3.12	3.24	2.99	3.96	5.17
Peso Suelo Seco (gr)	37.30	44.09	39.56	35.19	39.22	37.96	33.47	30.19	33.62	41.15
Contenido de Humedad (w)	2.52	2.63	5.76	6.96	8.31	8.22	9.68	9.90	11.78	12.56
Contenido de Humedad real	2.58	6.36	8.27	9.79	12.17					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.81	1.96	2.03	1.95	1.84					

HUMEDAD OPTIMA (%) = <b>8.27</b>
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> ) = <b>2.03</b>



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Rodríguez  
 C.P. N° 72317  
 GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR NATURAL

**PROF.:** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGIÓN APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA:** JULIO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.03	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Óptima	8.27%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	12.39%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,687	8,554	8,169
Peso del Molde (gr)	4,055	4,070	4,043
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,632	4,484	4,126
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.18	2.11	1.94
Densidad Seca (gr/cm3)	1.96	1.91	1.77

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	23.66	22.76	23.74	22.70	23.90	23.18
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	66.78	67.84	68.08	70.94	61.46	79.11
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	62.47	63.28	63.77	66.37	85.42	74.38
Peso del Agua (gr)	4.31	4.56	4.31	4.57	6.04	4.73
Peso del Suelo Seco (gr)	38.81	40.52	40.03	43.67	61.52	61.20
Contenido de Humedad	11.1%	11.3%	10.8%	10.5%	9.8%	9.2%
Contenido de Humedad Promedio	11.2%		10.6%		9.6%	

DATOS DE ABSORCIÓN	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,040	8,900	8,633
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,687	8,554	8,169
Porcentaje de Absorción	7.62%	7.72%	11.26%



ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANS.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	432.00	0.432	9.38%	512.00	0.512	11.12%	637.00	0.637	13.83%
15/06/2021	16.00	48 horas	549.00	0.549	11.92%	670.00	0.670	14.55%	675.00	0.675	14.66%
16/06/2021	16.00	72 horas	632.00	0.632	13.72%	743.00	0.743	16.13%	686.00	0.686	14.94%
17/06/2021	16.00	96 horas	690.00	0.690	14.98%	767.00	0.767	16.65%	696.00	0.696	15.11%

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
	(mm)	(pulg)		Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI
0.5 min	0.64	0.025	35	35	12	40	40	13	29	29	10
1.0 min	1.27	0.050	69	69	23	67	68	23	42	43	14
1.5 min	1.91	0.075	98	99	33	91	92	31	66	67	22
2.0 min	2.54	0.100	125	126	42	112	114	38	78	78	26
4.0 min	5.08	0.200	227	229	76	179	181	60	106	106	35
6.0 min	7.62	0.300	306	309	103	233	236	79	125	126	42
8.0 min	10.16	0.400	389	394	131	270	273	91	142	143	48
10.0 min	12.70	0.500	389	394	131	270	273	91	142	143	48



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCIACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

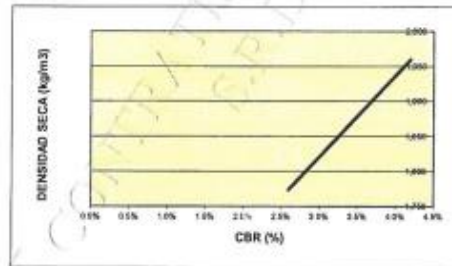
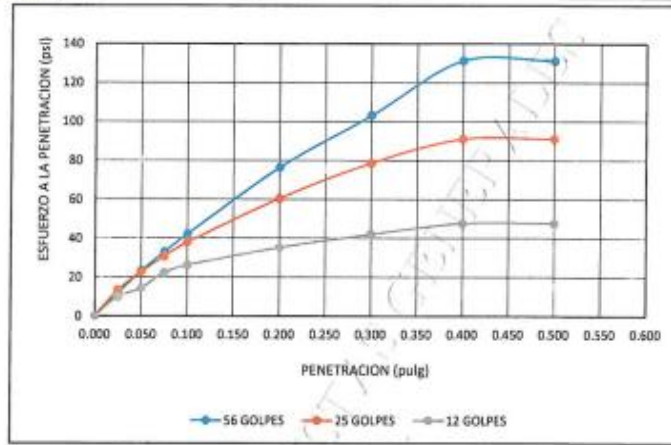
**MUESTRA:** CBR NATURAL

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :** JULIO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>2.03</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>3.4%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>8.27%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>4.2%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	14.98%	7.62%
25 GOLPES	16.65%	7.72%
12 GOLPES	15.11%	11.25%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:  
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.82  
OBSERVACION: **CONFORME**

V\*B\*

LABORATORISTA:

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
RIP. N° 77211  
GERENTE



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR 2% CAL - 3% RC

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :** JULIO DEL 2022

### LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.37	13.59	13.42	13.52
Peso capsula. + suelo humedo	29.75	29.23	29.00	29.88
Peso capsula + suelo seco	26.36	25.94	25.71	26.36
Numero de golpes	49	34	20	13
Peso suelo seco	12.99	12.35	12.29	12.84
Peso agua	3.39	3.29	3.29	3.52
% humedad	26.1	26.6	26.8	27.4

### OBSERVACIONES:



### LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	12.58	12.78	12.68
Peso capsula. + suelo humedo	28.06	27.37	27.72
Peso capsula + suelo seco	25.41	24.84	25.13
Peso suelo seco	12.83	12.06	12.45
Peso agua	2.65	2.53	2.59
% humedad	20.7	21.0	20.8

### RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	26.7
LIMITE PLASTICO	20.8
INDICE PLASTICO	5.9



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

  
**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. PERCY BULEJE OCHOA  
 GERENTE





## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

TESIS:

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCIACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

MUESTRA: CBR 2% CAL - 3% RC  
 PROF.: 1,50 m  
 UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: PERCY BULEJE OCHOA  
 FECHA: JULIO DEL 2022

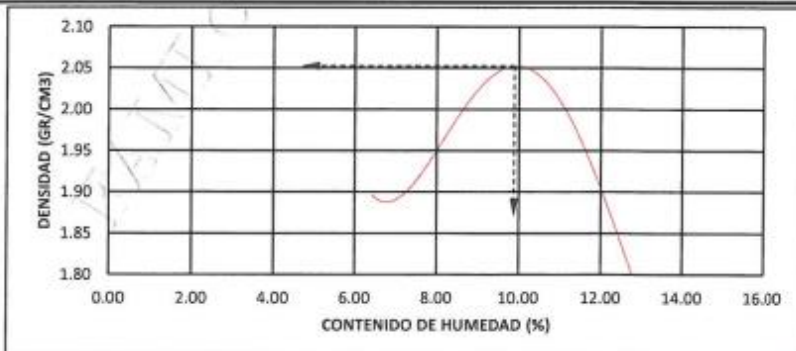
Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60
		Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7095.00	7417.00	7592.00	7260.00	7050.00					
Peso del Molde (gr)	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4248.00	4570.00	4745.00	4413.00	4203.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	2.02	2.17	2.25	2.10	2.00					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.67	22.69	23.75	22.71	21.94	23.15	23.52	23.51	23.44	23.29
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	68.26	65.55	69.53	64.22	77.71	77.33	60.98	57.37	65.69	56.31
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	65.52	63.01	65.87	60.95	72.75	72.44	56.84	53.71	60.23	51.97
Peso Suelo Humedo (gr)	2.74	2.54	3.66	3.27	4.96	4.89	4.14	3.66	5.46	4.34
Peso Suelo Seco (gr)	41.85	40.32	42.12	38.24	50.81	49.29	33.32	30.20	36.79	28.68
Contenido de Humedad (w)	6.55	6.30	8.69	8.55	9.76	9.92	12.42	12.12	14.84	15.13
Contenido de Humedad real	6.42	8.62	9.84	12.27	14.99					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.90	2.00	2.05	1.87	1.74					

HUMEDAD OPTIMA (%) =	9.84
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> ) =	2.05



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Percy Buleje Ochoa  
 CIP. 7737  
 GENE. TIC



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

### TESIS:

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

MUESTRA: CBR 2% CAL - 3% RC

PROF.: 1,50 m

UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

SOLICITADO: PERCY BULEJE OCHOA

FECHA: JULIO DEL 2022

### DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.05	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	9.84%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	12.39%	Número de Capas	5 capas

### DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
56 GOLPES		25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

### DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
56 GOLPES		25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,690	8,472	8,290
Peso del Molde (gr)	3,944	3,938	3,933
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,746	4,534	4,357
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.24	2.14	2.05
Densidad Seca (gr/cm3)	2.07	1.97	1.89

### DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.59	12.78	12.61	12.96	12.56	12.88
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	54.41	52.47	59.41	49.34	56.69	64.29
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	51.35	49.48	56.05	46.30	53.18	60.45
Peso del Agua (gr)	3.06	2.99	3.36	3.04	3.51	3.84
Peso del Suelo Seco (gr)	38.76	36.70	43.44	33.34	40.62	47.57
Contenido de Humedad	7.9%	8.1%	7.7%	9.1%	8.6%	8.1%
Contenido de Humedad Promedio	8.0%					

### DATOS DE ABSORCIÓN

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,861	8,721	8,615
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,690	8,472	8,290
Porcentaje de Absorción	3.60%	5.49%	7.46%



### ENSAYO DE EXPANSION

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANS.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	218.00	0.218	4.73%	279.00	0.279	6.06%	318.00	0.318	6.90%
15/06/2021	16.00	48 horas	473.00	0.473	10.27%	485.00	0.485	10.53%	489.00	0.489	10.62%
16/06/2021	16.00	72 horas	615.00	0.615	13.35%	695.00	0.695	15.09%	574.00	0.574	12.46%
17/06/2021	16.00	96 horas	742.00	0.742	16.11%	775.00	0.775	16.82%	632.00	0.632	13.72%

### ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
AREA PISTON			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	63	63	21	64	65	22	62	62	21
1.0 min	1.27	0.050	130	132	44	125	126	42	123	124	41
1.5 min	1.91	0.075	162	184	61	167	189	63	176	178	59
2.0 min	2.54	0.100	262	265	88	252	255	85	228	231	77
4.0 min	5.08	0.200	465	471	157	434	439	146	391	395	132
6.0 min	7.62	0.300	590	597	199	559	565	188	497	502	167
8.0 min	10.16	0.400	700	708	236	660	667	222	583	590	197
10.0 min	12.70	0.500	700	708	236	660	667	222	583	590	197



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCIACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:**

CBR 2% CAL - 3% RC

**PROF. :**

1.50 m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

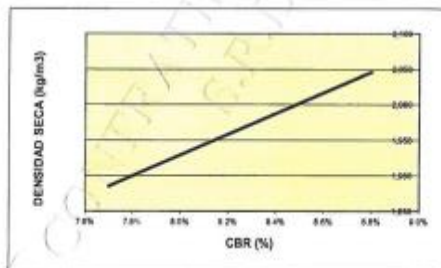
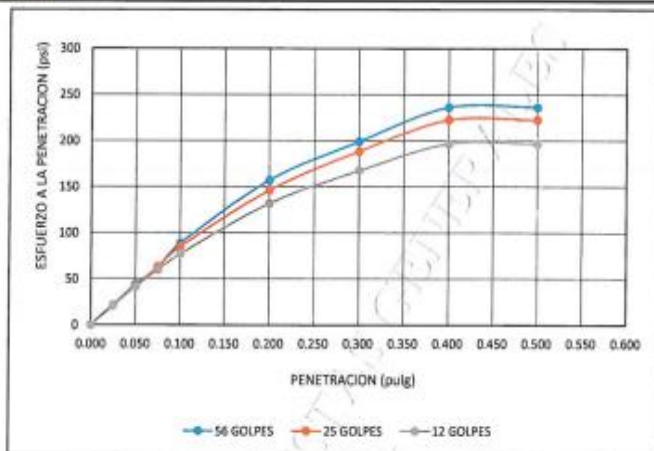
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :**

JULIO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>2.05</b>	CBR AL 85% DE MDS =	<b>8.3%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>9.84%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>8.8%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	16.11%	3.60%
25 GOLPES	16.82%	5.49%
12 GOLPES	13.72%	7.46%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") =	<b>0.84</b>
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V°B°

LABORATORISTA:

  
**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
 Ing. Edwin Miranda Pacheco  
 CIP. N° 72217  
 GERENTE



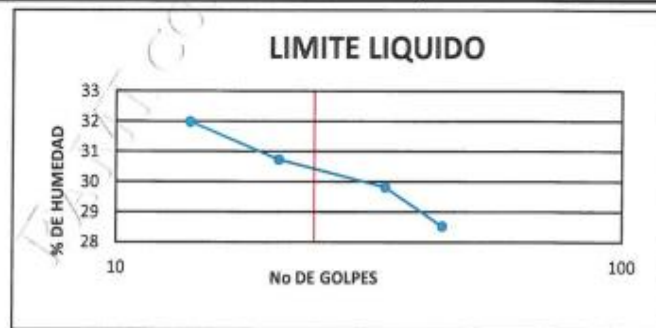
## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

<b>ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318</b>	
<b>TESIS:</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALVINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, COCOBAMBA-2022"
<b>MUESTRA:</b>	CBR 4% CAL - 5% RC
<b>PROF. :</b>	1,50 m
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC
<b>SOLICITADO:</b>	PERCY BULEJE OCHOA
<b>FECHA :</b>	JULIO DEL 2022

<b>LIMITE LIQUIDO</b>					<b>OBSERVACIONES:</b>
Muestra N°	4	3	2	1	<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
Peso de la capsula	20.96	23.75	22.69	23.66	
Peso capsula. + suelo humedo	37.86	38.86	38.77	39.88	
Peso capsula + suelo seco	34.11	35.39	34.99	35.95	
Numero de golpes	44	34	21	14	
Peso suelo seco	13.15	11.64	12.30	12.29	
Peso agua	3.75	3.47	3.78	3.93	
% humedad	28.5	29.8	30.7	32.0	
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
Muestra	1	2	3		
Peso de la capsula	12.58	12.78	12.68		
Peso capsula. + suelo humedo	28.06	27.37	27.72		
Peso capsula + suelo seco	25.41	24.84	25.13		
Peso suelo seco	12.83	12.06	12.45		
Peso agua	2.65	2.53	2.59		
% humedad	20.7	21.0	20.8		

<b>RESULTADOS</b>	
LIMITE LIQUIDO	30.4
LIMITE PLASTICO	20.8
INDICE PLASTICO	9.6



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
   
 Msc. Percy Buleje Ochoa
   
 GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

### ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR 4% CAL - 5% RC

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :** JULIO DEL 2022

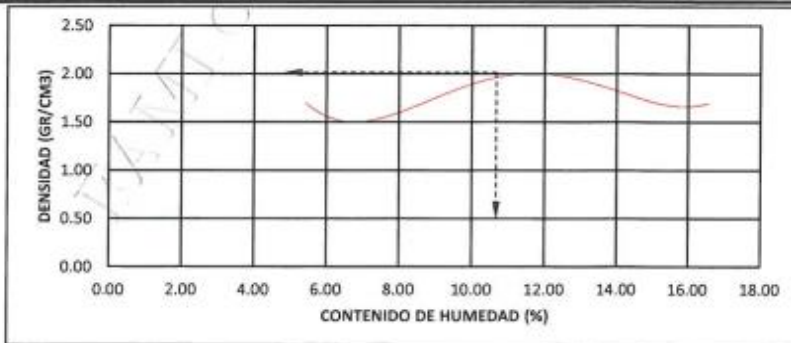
Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56,00
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60
		Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6615.00	7216.00	7518.00	7227.00	7010.00					
Peso del Molde (gr)	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3768.00	4369.00	4671.00	4380.00	4163.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.79	2.08	2.22	2.08	1.98					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.50	22.76	20.97	23.69	22.69	22.57	11.36	23.33	23.36	23.04
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	72.78	64.72	61.86	76.03	67.87	66.87	51.70	74.90	70.83	86.51
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	70.32	62.50	58.18	71.28	63.22	62.47	46.81	68.50	63.64	79.84
Peso Suelo Humedo (gr)	2.46	2.22	3.68	4.75	4.65	4.40	4.89	6.40	7.19	8.67
Peso Suelo Seco (gr)	46.82	39.74	37.21	47.59	40.53	39.90	35.45	45.17	40.28	56.80
Contenido de Humedad (w)	5.25	5.59	9.89	9.98	11.47	11.03	13.79	14.17	17.85	15.26
Contenido de Humedad real	5.42		9.94		11.25		13.98		16.56	
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.70	1.89	1.99	1.83	1.70					

HUMEDAD OPTIMA (%) =	11.25
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> ) =	1.99



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
   
 Ing. Edwin Buleje Ochoa
   
 GERENTE



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR 4% CAL - 5% RC

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :** JULIO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1,99	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	11,25%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	12,39%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11,70	11,70	11,70
Diámetro	15,20	15,20	15,20
Volumen	2123,10	2123,10	2123,10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,738	8,588	8,389
Peso del Molde (gr)	4,055	4,069	4,035
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,683	4,519	4,354
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,21	2,13	2,05
Densidad Seca (gr/cm3)	2,04	1,97	1,87

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12,83	13,05	12,94	13,18	13,37	13,20
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	66,07	54,10	60,00	63,61	60,60	58,23
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	62,24	50,79	56,33	60,16	56,33	54,51
Peso del Agua (gr)	3,83	3,31	3,67	3,45	4,27	3,72
Peso del Suelo Seco (gr)	49,41	37,74	43,39	46,98	42,98	41,31
Contenido de Humedad	7,8%	8,8%	8,5%	7,3%	9,9%	9,0%
Contenido de Humedad Promedio	8,3%	7,9%	8,5%	7,9%	9,5%	9,0%

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,847	8,737	8,627
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,738	8,588	8,389
Porcentaje de Absorción	2,33%	3,30%	5,47%

**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
 Ing. Percy Buleje Ochoa  
 CIP. N° 71.117  
 INGENIERO

**ENSAYO DE EXPANSION**

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
0,001											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	61.00	0.061	1.32%	87.00	0.087	1.89%	111.00	0.111	2.41%
15/06/2021	16.00	48 horas	143.00	0.143	3.10%	161.00	0.161	3.50%	195.00	0.195	4.23%
16/06/2021	16.00	72 horas	187.00	0.187	4.06%	203.00	0.203	4.41%	242.00	0.242	5.25%
17/06/2021	16.00	96 horas	234.00	0.234	5.08%	238.00	0.238	5.17%	284.00	0.284	6.17%

**ENSAYO DE PENETRACION**

CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	187	188	63	148	150	50	34	34	11
1.0 min	1.27	0.050	895	702	234	659	666	222	531	536	179
1.5 min	1.91	0.075	1475	1492	497	1393	1409	470	848	857	286
2.0 min	2.54	0.100	1999	2021	674	1860	1882	627	1116	1129	376
4.0 min	5.08	0.200	2970	3004	1001	2531	2560	853	1644	1663	554
6.0 min	7.62	0.300	3586	3627	1209	3073	3108	1036	2005	2028	676
8.0 min	10.16	0.400	4280	4329	1443	3824	3865	1222	2398	2424	808
10.0 min	12.70	0.500	4280	4329	1443	3824	3865	1222	2398	2424	808



# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

## GRAFICOS CBR

TESIS:

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALVINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

MUESTRA: CBR 4% CAL - 5% RC

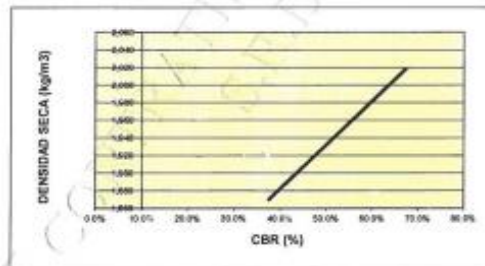
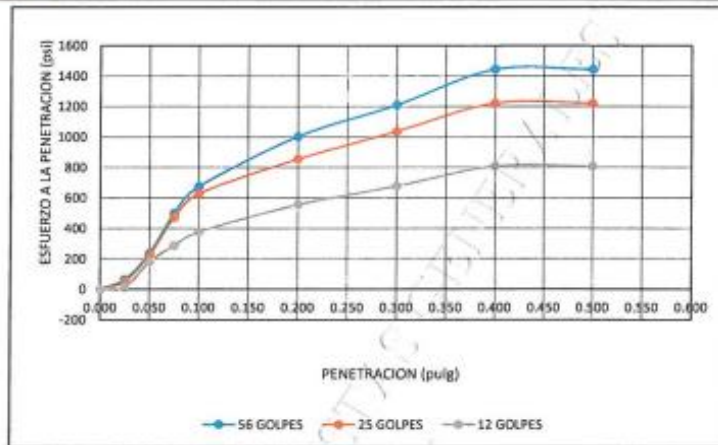
PROF.: 1,50 m

UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

SOLICITADO: PERCY BULEJE OCHOA

FECHA: JULIO DEL 2022



### RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m<sup>3</sup>) = **1.99**      CBR AL 95% DE MDS = **51.1%**  
 HUMEDAD OPTIMA (%) = **11.25%**      CBR AL 100% DE MDS = **67.4%**

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	5.08%	2.33%
25 GOLFES	5.17%	3.30%
12 GOLFES	6.17%	5.47%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:  
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = **1.01**

OBSERVACION: **CONFORME**

V\*B\*

LABORATORISTA:

  
**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Gerente



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

### ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CAL CINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:**

CBR 6% CAL - 7% RC

**PROF. :**

1,50 m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA :**

JULIO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	21.96	23.92	23.74	11.35
Peso capsula. + suelo humedo	34.43	39.21	40.02	28.01
Peso capsula + suelo seco	32.58	36.01	35.95	23.66
Numero de golpes	42	31	21	14
Peso suelo seco	10.62	12.09	12.21	12.31
Peso agua	1.85	3.20	4.07	4.35
% humedad	17.4	26.5	33.3	35.3

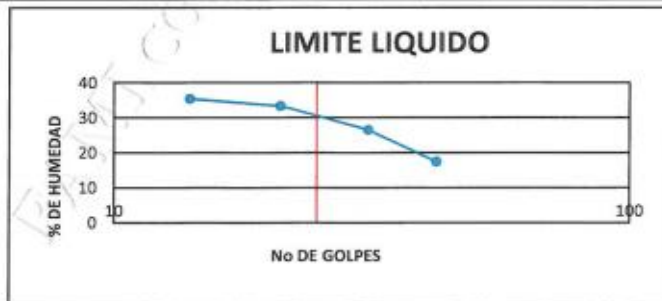
**OBSERVACIONES:**

**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	23.31	22.88	23.10
Peso capsula. + suelo humedo	35.48	34.02	34.75
Peso capsula + suelo seco	33.66	32.26	32.96
Peso suelo seco	10.35	9.38	9.86
Peso agua	1.82	1.76	1.79
% humedad	17.6	18.8	18.1

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	30.6
LIMITE PLASTICO	18.2
INDICE PLASTICO	12.4



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

  
**FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
 Ing. Edwin Ancochea Estrella  
 C.P. N° 72314  
 GERENTE





# FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- Puentes
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

**TESIS:**  
"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCIACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR 6% CAL - 7% RC  
**PROF.:** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA  
**FECHA:** JULIO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7091.00	7321.00	7521.00	7178.00	6981.00
Peso del Molde (gr)	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4244.00	4474.00	4674.00	4331.00	4134.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	2.02	2.13	2.22	2.06	1.96

CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.49	22.75	23.95	23.68	23.89	22.57	24.50	23.56	23.87	22.40
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	63.36	65.77	58.55	61.80	42.21	39.21	59.10	57.60	59.25	52.93
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	60.53	62.40	55.20	57.84	39.98	37.12	53.07	51.76	52.15	46.75
Peso Suelo Humedo (gr)	2.63	3.37	3.35	3.96	2.23	2.09	6.03	5.84	7.10	6.18
Peso Suelo Seco (gr)	37.04	39.85	31.25	34.18	16.09	14.55	28.57	28.20	28.28	24.35
Contenido de Humedad (w)	7.64	8.50	10.72	11.59	13.86	14.36	21.11	20.71	25.11	25.38
Contenido de Humedad real	8.07	11.16	14.11	20.91	25.24					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.87	1.91	1.95	1.70	1.57					

HUMEDAD OPTIMA (%) = 14.11  
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m<sup>3</sup>) = 1.95



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado





## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CAL CINACIÓN DE AGREGADOS CALCÁREOS Y CAL EN LA VIA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR 6% CAL - 7% RC

**PROF.:** 1.50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA:** JULIO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m <sup>3</sup> )	1.95	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	14.11%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	12.39%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,123	9,006	8,605
Peso del Molde (gr)	4,437	4,541	4,507
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,686	4,465	4,098
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.21	2.10	1.93
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	1.92	1.76

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	19.48	19.72	19.29	19.34	19.64	19.80
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	38.13	39.40	37.66	38.50	38.14	39.16
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	36.17	37.28	37.09	37.55	37.15	37.08
Peso del Agua (gr)	1.96	2.12	0.57	0.95	0.99	2.10
Peso del Suelo Seco (gr)	16.69	17.56	31.30	34.21	33.51	34.26
Contenido de Humedad	11.7%	12.1%	9.9%	9.1%	9.3%	9.4%
Contenido de Humedad Promedio	11.9%		9.5%		9.4%	

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,196	9,160	8,978
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,123	9,006	8,605
Porcentaje de Absorción	1.56%	3.45%	9.10%



**ENSAYO DE EXPANSION**

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	90.00	0.090	1.95%	79.00	0.079	1.72%	99.00	0.089	2.15%
15/06/2021	16.00	48 horas	145.00	0.145	3.15%	122.00	0.122	2.65%	150.00	0.150	3.26%
16/06/2021	16.00	72 horas	177.00	0.177	3.84%	180.00	0.180	3.91%	224.00	0.224	4.86%
17/06/2021	16.00	96 horas	192.00	0.192	4.17%	203.00	0.203	4.41%	254.00	0.254	5.73%

**ENSAYO DE PENETRACION**

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 1.0115"/DIV-0.1772											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadrados											
TIEMPO	PENETRACION		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	(mm)	(pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.84	0.025	416	421	140	366	370	123	191	193	64
1.0 min	1.27	0.050	839	848	263	564	571	190	389	393	131
1.5 min	1.91	0.075	1742	1762	587	1284	1298	433	834	843	281
2.0 min	2.54	0.100	2392	2419	806	1951	1974	658	1510	1527	509
4.0 min	5.08	0.200	2887	2920	973	2313	2340	780	2001	2024	675
6.0 min	7.62	0.300	3406	3445	1148	2963	2997	999	2280	2306	769
8.0 min	10.16	0.400	4188	4236	1412	3730	3772	1257	2853	2885	962
10.0 min	12.70	0.500	4188	4236	1412	3730	3772	1257	2853	2885	962



## FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- MECANICA DE SUELOS
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

### GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALINACIÓN DE AGREGADOS CALCAROS Y CAL EN LA VÍA DE ANDAHUAYLAS, OCOBAMBA-2022"

**MUESTRA:** CBR 6% CAL - 7% RC

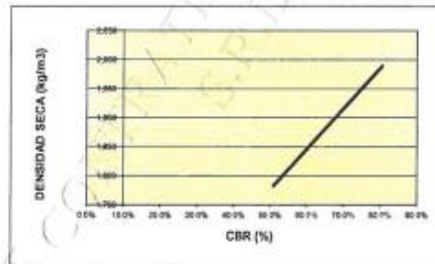
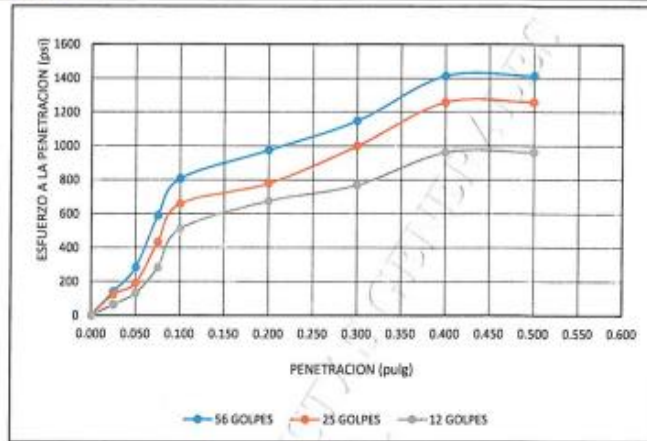
**PROF.:** 1,50 m

**UBICACIÓN:** DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** PERCY BULEJE OCHOA

**FECHA:** JULIO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m <sup>3</sup> ) =	1.95	CBR AL 95% DE MDS =	64.2%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	14.11%	CBR AL 100% DE MDS =	80.6%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	4.17%	1.56%
25 GOLFES	4.41%	3.45%
12 GOLFES	5.73%	9.10%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:  
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.24

OBSERVACION: CONFORME

V"B"

LABORATORISTA:

**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Percy Buleje Ochoa  
 Gerente

**INGEOLAB S.R.L.**  
**INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS SOCIEDAD**  
**COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA - INGEOLAB S.R.L.**

**FACTURA ELECTRONICA**  
**RUC: 20527626693**  
**E001-43**

JR. GMO.CECERES 482 CERCADO CT DE ENIGMA PUB  
 ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURIMAC

Fecha de Emisión : **19/07/2022** Forma de pago : Contado  
 Señor(es) : **BULEJE OCHOA PERCY**  
 RUC : **10801534827**  
 Establecimiento del Emisor : **JR. GMO.CECERES 482 ----**  
**CERCADO CT DE ENIGMA PUB**  
**APURIMAC-ANDAHUAYLAS-**  
**ANDAHUAYLAS**  
 Tipo de Moneda : **SOLES**  
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS PARA LA TESIS ESTABILIZACION DE SUBRAZANTE ARCILLOSA INCORPORANDO RESIDUOS DE CALCINACION DE AGREGADOS CALCAREOS Y CAL EN LA VIA ANDAHUAYLAS OCOBAMBA 2022	1100.00	0.00

Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00

**SON: UN MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO Y 00/100 SOLES**

Sub Total :	S/ 1,100.00
Ventas :	
Anticipos :	S/ 0.00
Descuentos :	S/ 0.00
Valor Venta :	S/ 1,100.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 198.00
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 1,298.00

*Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.*

**ANEXOS 4**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



Figura 16. Vía Andahuaylas, Ocobamba.

Fuente: propia, 2022



Figura 17. horno de calcinación de agregados calcáreos.

Fuente: propia, 2022.



Figura 18. Extracción de cal

Fuente: propia, 2022





Figura 19. Excavación de la Calicata C-1.

Fuente: propia, 2022.



Figura 20. Excavación de Calicata C - 2.

Fuente: propia, 2022.



Figura 21. Excavación de Calicata C - 3.

Fuente: propia, 2022.



Figura 22. Muestras para análisis granulométrico.

Fuente: própia, 2022.



Figura 23. Lavado para análisis granulométrico

Fuente: propia, 2022



Figura 24. Tamizado, análisis granulométrico.

Fuente: propia, 2022.



Figura 25. Límites de consistencia. LL, LP e IP

Fuente: propia, 2022.



Figura 26. Proceso de LL, LP Y LC. Después de 24 horas

Fuente: propia, 2022.





Figura 27. Saturación para límites de Atterberg.

Fuente: propia, 2022.

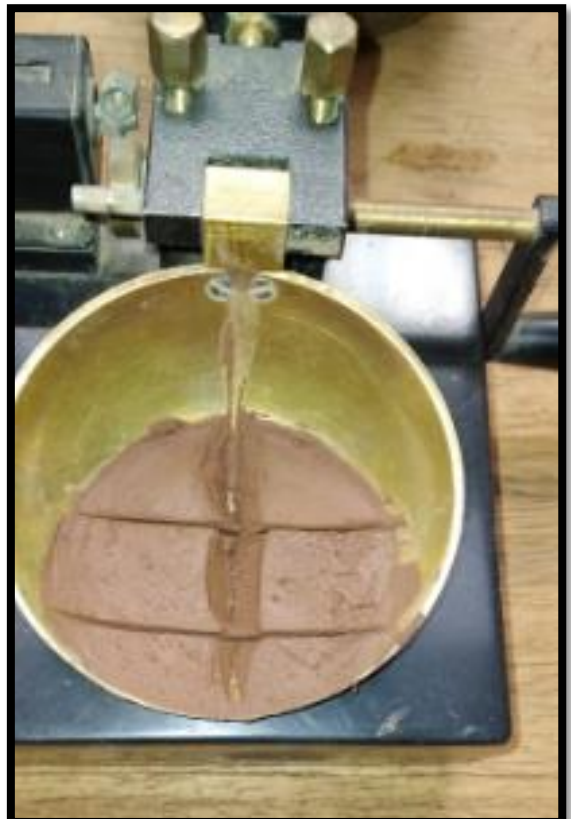


Figura 28. Determinación de límites de consistencia  
Fuente: propia, 2022



Figura 29. Muestra natural y con cal 2% y RC 3% para proctor.

Fuente: propia, 2022.



Figura 30. Proctor modificado con adición de cal 4% y RC 5%.

Fuente: propia, 2022.



Figura 31. Proctor modificado con adición de cal 6% y RC 7%.

Fuente: propia, 2022.



Figura 32. Ensayo de CBR con adición de cal 2% y RC 3%.

Fuente: propia, 2022



Figura 33. Ensayo de CBR con adición de cal 4% y RC 5%

Fuente: propia, 2022.

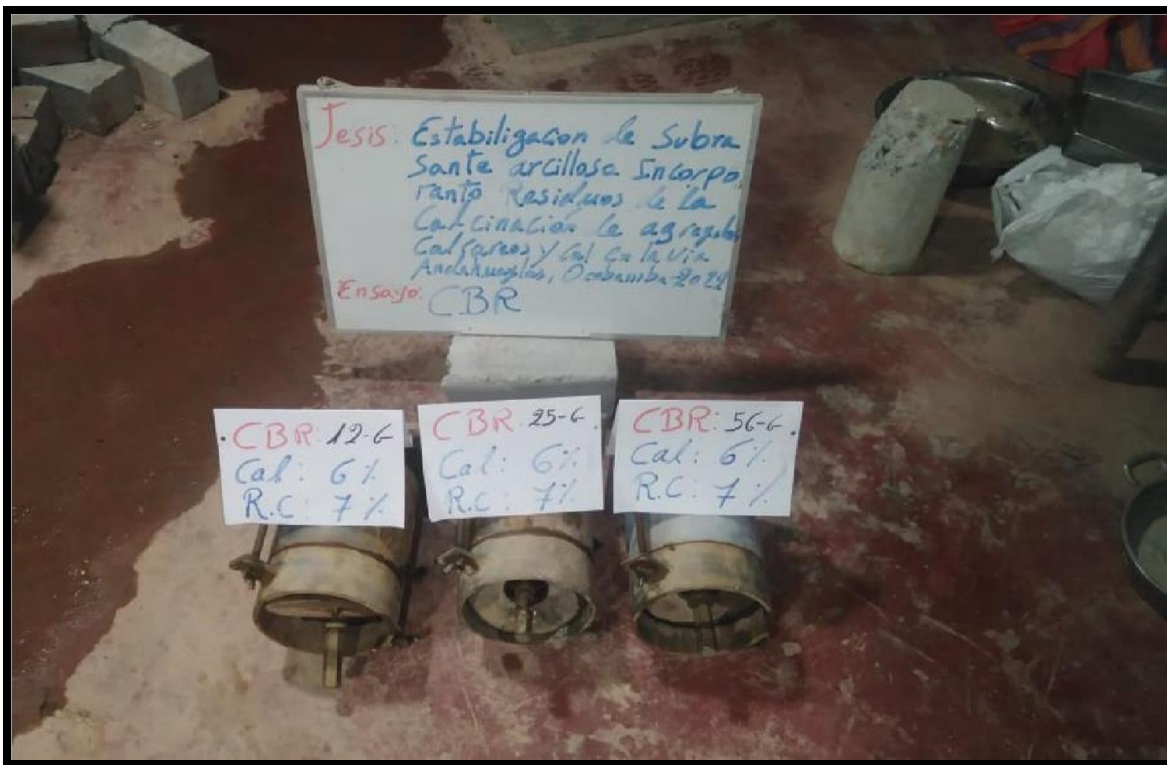


Figura 34. Ensayo de CBR con adición de cal 6% y RC 7%.

Fuente: propia, 2022.





Figura 35. Ensayo de CBR con adición de cal 6% y RC 7%.

Fuente: propia, 2022.



Figura 36. Ensayo de LL, LP muestra con adición de Cal 6%, RC 7%,

Fuente: propia, 2022.

## **ANEXOS 5**

### **Certificados de calibración de laboratorio de suelos**

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	821,21	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	866,34	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	566,43	µm
MAILLA No. MESH No.	20	
SERIE No. SERIAL No	81848	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 11,14	µm

FECHA  
DATE

2021 / 03 / 17

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Planta**

km 2 vía Puente Piedra  
Parque Industrial **San Isidro**  
Bodega C1  
(Madrid, Cundinamarca).

**TEL: (571) 7454555**  
**www.pinzuar.com.co**

**PINZUAR**  
WWW.PINZUAR.COM.CO



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 336 - 2019

Página : 1 de 4

Expediente : T 250-2019  
 Fecha de emisión : 2019-07-06

1. Solicitante : INGEOLAB S.R.L.

Dirección : JR. G.MO.CECERES NRO. 482 CERCADO -  
 ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURIMAC

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : VIVISA  
 Modelo del Equipo : NO INDICA  
 Serie del Equipo : NO INDICA  
 Capacidad del Equipo : 150 L

Marca de indicador : AUTONICS  
 Modelo de indicador : TCN4S  
 Temperatura calibrada : 110 °C  
 Procedencia : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
 PROLONGACION AYACUCHO NRO.199 - SAN MIGUEL - LIMA  
 05 - JULIO - 2019

4. Método de Calibración  
 La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,2
Humedad %	78	78

### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 029 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : 017-2020  
Fecha de Emisión : 2020-01-25

1. Solicitante : INGEOLAB S.R.L.

Dirección : JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO -  
ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURIMAC

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8339530170

Alcance de Indicación : 30000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LOCAL

Fecha de Calibración : 2020-01-24

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.


### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

PROLONGACIÓN AYACUCHO N° 199 SAN MIGUEL - LIMA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

## **ANEXOS 6**

### **CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE GRADOS Y TÍTULOS DE PROFESIONALES QUE VALIDARON INSTRUMENTOS**



PERÚ

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos

### CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE GRADOS Y TÍTULOS

La Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos, a través del Jefe (e) de la Unidad de Registro de Grados y Títulos, deja constancia que la información contenida en este documento se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Grados y Títulos administrado por la Sunedu.

#### INFORMACIÓN DEL CIUDADANO

Apellidos	CHAN HEREDIA
Nombres	MIGUEL ANGEL
Tipo de Documento de Identidad	DNI
Numero de Documento de Identidad	18166174

#### INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Nombre	UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Rector	DR. CESAR AUGUSTO REYES PEÑA
Secretario General	DR. DENNYS RAFIN SILVA VALDIVIEZO
Director De La Escuela De Post Grado	DR. SANTOS LEANDRO MONTAÑO ROALCABA

#### INFORMACIÓN DEL DIPLOMA

Grado Académico	MAESTRO
Denominación	MAESTRO/MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL
Fecha de Expedición	16/02/18
Resolución/Acta	040-CU-2018
Diploma	UNP007749
Fecha Matricula	05/09/2011
Fecha Egreso	10/01/2014

Fecha de emisión de la constancia:  
11 de Julio de 2022



CÓDIGO VIRTUAL 9008910886

**JORGE MARÍN VEINTIMILLA VEGA**  
JEFE (E)  
Unidad de Registro de Grados y Títulos  
Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - Sunedu



Firmado digitalmente por:  
Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria  
Módulo: Servidor de Agente automatizado.  
Fecha: 11/07/2022 13:05:35-0500

Esta constancia puede ser verificada en el sitio web de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - Sunedu ([www.sunedu.gob.pe](http://www.sunedu.gob.pe)), utilizando lectores de códigos o teléfono celular enfocando al código QR. El celular debe poseer un software gratuito descargado desde internet.  
Documento electrónico emitido en el marco de la Ley N° 27269 - Ley N° 27269 - Ley de Firmas y Certificados Digitales, y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 052-2008-PCM.  
(\*) El presente documento deja constancia únicamente del registro del Grado o Título que se señala.





PERÚ

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos

## CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE GRADOS Y TÍTULOS

La Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos, a través del Jefe (a) de la Unidad de Registro de Grados y Títulos, deja constancia que la información contenida en este documento se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Grados y Títulos administrada por la Sunedu.

### INFORMACIÓN DEL CIUDADANO

Apellidos	MORALES RUEDA
Nombres	RAUL RONALD
Tipo de Documento de Identidad	DNI
Numero de Documento de Identidad	40942797

### INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Nombre	UNIVERSIDAD DE PIURA
Rector	ANTONIO ABRUÑA PUYOL
Secretario General	CARLOS HAKANSSON NIETO
Decano	SUSANA VEGAS CHIYON

### INFORMACIÓN DEL DIPLOMA

Título profesional	INGENIERO CIVIL
Fecha de Expedición	14/12/2005
Resolución/Acta	CS-1096-2005
Diploma	A595003

Fecha de emisión de la constancia:  
11 de Julio de 2022



CÓDIGO VIRTUAL 9008815835

**JORGE MARTÍN VEINTIMILLA VEGA**  
JEFE (E)  
Unidad de Registro de Grados y Títulos  
Superintendencia Nacional de Educación  
Superior Universitaria - Sunedu



Firmado digitalmente por:  
Superintendencia Nacional de Educación  
Superior Universitaria  
Motivo: Servidor de  
Agente automatizado.  
Fecha: 11/07/2022 22:50:40-0500

Esta constancia puede ser verificada en el sitio web de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - Sunedu ([www.sunedu.gob.pe](http://www.sunedu.gob.pe)), utilizando lectores de códigos o teléfono celular enfocando al código QR. El celular debe poseer un software gratuito descargado desde internet.

Documento electrónico emitido en el marco de la Ley N° Ley N° 27269 - Ley de Firmas y Certificados Digitales, y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 062-2009-PCM.

(\*) El presente documento deja constancia únicamente del registro del Grado o Título que se señala.



PERÚ

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos

### CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE GRADOS Y TÍTULOS

La Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos, a través del Jefe (a) de la Unidad de Registro de Grados y Títulos, deja constancia que la información contenida en este documento se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Grados y Títulos administrada por la Sunedu.

#### INFORMACIÓN DEL CIUDADANO

Apellidos	<b>SALINAS RETO</b>
Nombre	<b>PATRICIA INES</b>
Tipo de Documento de Identidad	<b>DNI</b>
Número de Documento de Identidad	<b>41056482</b>

#### INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Nombre	<b>UNIVERSIDAD DE PIURA</b>
Rector	<b>ANTONIO ABRUÑA PUYOL</b>
Secretario General	<b>DANTE ARTURO MARTIN GUERRERO CHANDUVI</b>
Decano	<b>BERTHA SUSANA VEGAS CHIVON</b>

#### INFORMACIÓN DEL DIPLOMA

Título profesional	<b>INGENIERO CIVIL</b>
Fecha de Expedición	<b>29/05/2009</b>
Resolución/Acta	<b>CS 1043/09</b>
Diploma	<b>A1070661</b>

Fecha de emisión de la constancia:  
11 de Julio de 2022



CÓDIGO VIRTUAL 9008915864

**JORGE MARTÍN VEINTIMILLA VEGA**  
JEFE (E)  
Unidad de Registro de Grados y Títulos  
Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - Sunedu



Firmado digitalmente por:  
Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria  
Módulo: Servidor de Agentes automatizado.  
Fecha: 11/07/2022 22:35:07-0500

Esta constancia puede ser verificada en el sitio web de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - Sunedu ([www.sunedu.gob.pe](http://www.sunedu.gob.pe)), utilizando lectores de códigos o teléfono celular enfocando al código QR. El celular debe poseer un software gratuito descargado desde internet.

Documento electrónico emitido en el marco de la Ley N° 27269 - Ley de Firmas y Certificados Digitales, y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 053-2009-PCM.

(\*) El presente documento deja constancia únicamente del registro del Grado o Título que se señala.

## CURRICULUM VITAE



# MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA

INGENIERO CIVIL

CIP N° 88837

### **I.- DATOS GENERALES:**

- 1.1.- Nombres y Apellidos : MIGUEL ÁNGEL CHAN HEREDIA  
1.2.- Profesión : **INGENIERO CIVIL**  
1.3.- Documento de Identidad : 18166174  
1.4.- Fecha de Nacimiento : 12 DE OCTUBRE DE 1975  
1.5.- Estado Civil : CASADO  
1.6.- Correo Electrónico : [mchangheredia@hotmail.com](mailto:mchangheredia@hotmail.com)  
1.7.- Teléfono : Cel. 938192113

### **II.- ESTUDIOS:**

#### 2.1.- Estudios Universitarios:

- Institución : UNIVERSIDAD ANTONOR ORREGO – TRUJILLO  
Profesión : **INGENIERO CIVIL**  
Año : 1992 – 1997

#### 2.2.- Estudios de Maestría:

- Maestría : MAESTRIA EN EDUCACIÓN Y GESTIÓN EDUCATIVA  
Institución : Universidad César Vallejo -Piura  
Año : 2004 – 2005

Estudios : MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL

Institución : Universidad Nacional de Piura

Año : 2012 - 1013

2.2.- Estudios Secundarios:

Institución : G. U. E. "JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN"

Año : 1987- 1991

2.3.- Estudios Primarios:

Institución : "PEDRO M. UREÑA" – 81014

Año : 1980 - 1986

**III.- EXPERIENCIA EN DOCENCIA:**

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SULLANA"

Cargo : DOCENTE

Lugar : Carretera Sullana Tambo grande – Km. 06 / SULLANA

Años : Desde el 2002 al 2019

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "LUIS F.  
AGURTO OLAYA"

Cargo : DOCENTE

Lugar : Distrito de Villa Santa Ana – La Huaca / PAITA

Años : Desde el 2003 al 2008

Institución : UNIVERSIDAD LOS ANGELES CHIMBOTE – PIURA

Cargo : DOCENTE CATEDRÁTICO

Año : Desde el 2006 al 2018

Institución : UNIVERSIDAD SAN PEDRO – FILIAL SULLANA

Cargo : DOCENTE CATEDRÁTICO

Año : Desde el 2008 al 2015

Institución : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA – FILIAL SULLANA

Cargo : DOCENTE CATEDRÁTICO

Año : Desde el 2011 al 2017

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SULLANA

Cargo : ADJUNTO – COMITÉ DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
PÚBLICA

Año : 2003 – 2004 – 2005 – 2006 – 2007- 2008- 2009 – 2013

#### **IV.- EXPERIENCIA LABORAL:**

Obra : CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO –  
PLANTA DE ALIMENTOS CHIMU AGROPECUARIA

Cargo : SUPERVISOR DE OBRA

Constructora: CHIMU CONTRATISTAS GENERALES – 2005

Institución : BANCO DE MATERIALES – U. O. TRUJILLO

Cargo : INSPECTOR

Año : 1998

Institución : CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS SAN VICENTE E.I.R.L

Cargo : ASESOR DE ELABORACION DE EXPEDEINTES TECNICOS

Año : 2004

Institución : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA

Cargo : PROYECTISTA DE ELABORACIÓN DE EXPEDEINTE  
TÉCNICO DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE LIMA.

Año : 2004

Institución : H Y P CONSTRUCTORA

Cargo : SUPERVISOR DE OBRA / INGENIERO PROYECTISTA

Año : 2005

Institución : GALA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION S.R.L

Cargo : SUPERVISOR DE OBRA

Año : 2005

Institución : GOBIERNO REGIONAL DE PIURA  
Cargo : SUPERVISOR DE OBRA: Protección de Dique Margen Izquierda  
Del Río Piura tramo Pte Independencia - San Ernesto  
Año : 2007

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA-SULLANA  
Cargo : PROYECTISTA – AMC, EXP TECNICO: CAMBIO DE RED DE  
DESAGUE Y PAVIMENTO DE LA CALLE LIBERTAD 3ra Cda  
Y TRANSVERSAL MORROPON  
Año : 2007

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA-SULLANA  
Cargo : PROYECTISTA – ALAMEDA AA. HH. JOSE MARIATEGUI  
EL PORVENIR.  
Año : 2007

Institución : TPCH - TUBOS Y POSTES CHICLAYO S. R. L.  
Cargo : ASESORÍA - Calculo Estructural de Tuberías.  
Año : 2007

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACAOS  
Cargo : SUPERVISOR OBRA: CONSTRUCCION DE VEREDAS  
CALLE  
COMERCIO Cdra. 13, HASTA CAPILLA SAN MIGUEL,  
MONTE  
SULLÓN.  
Año : 2008

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA – LA UNION  
Cargo : PROYECTISTA: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL  
ESTADIO MUNICIPAL DE SAN CLEMENTE  
Año : 2008

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA SANTA ANA – LA HUACA

Cargo : PROYECTISTA EXPEDIENTE TECNICO: CONSTRUCCIÓN DE SERVICIOS HIGIÉNICOS Y CULMINACIÓN DEL CERCO PERIMÉTRICO DE LA P. N. P. DE LA HUACA

Año : 2008

Institución : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SECHURA

Cargo : PROYECTISTA ENSPECIALISTA EN ESTRUCTURAS PROYECTO

A NIVEL DE PERFIL: CONSTRUCCION DEL PALACIO MUNICIPAL DE SECHURA

Año : 2008

Institución : SUB REGIÓN DE OBRAS DE MORROPÓN

Cargo : PROYECTISTA ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS DEL PROYECTO A NIVEL DE PERFIL: CONSTRUCCION DEL TERMINAL TERRESTRE DE CHULUCANAS.

Año : 2008

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA - PIURA

Cargo : PROYECTISTA – PROYECTO A NIVEL DE PERFIL: MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EN LA I. E. N° 20133 DE LA URB. POPULAR FELIPE COSSIO DEL POMAR

Año : 2008

Institución : INEI – PIURA

Cargo : JEFE DE APLICADORES – EVALUACIÓN DOCENTE PARA EL NOMBRAMIENTO 2008

Año : 2008

Institución : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PIURA

Cargo : SUPERVISOR DE LA OBRA: PLATAFORMA DEPORTIVA DE  
A.A. H.H.

Año : 2009

Institución: MUNICIPALIDAD DE CHULUCANAS

Cargo : SUPERVISOR DE OBRA: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
ELIMINACION DE EXCRETAS – LETRINAS SECTOR CRUZ DE  
CAMPANAS

Año : 2011

Institución: MUNICIPALIDAD DE MARCAVELICA

Cargo : SUPERVISOR DE OBRA: MEJORAMIENTO SISTEMA DE  
Y PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE SANTA VICTORIA

Año : 2013

Institución : MUNICIPALIDAD DE VICE

Cargo : SUPERVISOR DE OBRA: CONSTRUCCION DE CERCO DE  
COLISEO RECREACIONAL

Año : 2013

#### **V.- CURSOS:**

Curso : DIPLOMADO EN CONSTRUCCION CIVIL

Institución: UNIVESIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Año : 2013

Curso : DIPOMADO EN INSTALACIONES SANITARIAS

Institución : UNIVESIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Año : 2013



Curso : DIPLOMADO EN ESTRUCTURAS  
Institución : CAPI – Universidad Nacional de Piura.  
Año : 2012

Curso : DIPLOMADO EN RESIDENCIA Y SUPERVISION DE OBRAS  
Institución : CAPI – Universidad Nacional de Piura.  
Año : 2012

Curso : DIPLOMADO EN EVALUACION CURRICULAR  
Institución : Universidad San Pedro – Sullana  
Año : 2010

Curso : DIPLOMADO EN GESTION DE CONTRATACIONES DEL  
ESTADO  
Institución: UNIVESIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Año : 2014

Curso : DIPLOMADO EN SEFURIDAD E HIGIENE EN OBRAS DE  
CONSTRUCCION  
Institución: UNIVESIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Año : 2014

Curso : DIPLOMADO EN GESTION AMBIENTAL Y EQUILIBRIO  
ECOLOGICO  
Institución: UNIVESIDAD NACIONAL DE EDUCACION ENRIQUE  
GUZMAN VALLE  
Año : 2014

Curso : AUTOCAD  
Institución : Colegio de Ingenieros del Perú – Piura  
Año : 2007

Curso : S-10  
Institución : Colegio de Ingenieros del Perú – Piura.  
Año : 2007

Curso : MS PROJECT  
Institución : Colegio de Ingenieros del Perú – Piura.  
Año : 2007

Curso : EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE  
INVERSIÓN PÚBLICA  
Institución : Colegio de Ingenieros del Perú – Piura.  
Año : Agosto, 2006

Curso : INGLÉS BÁSICO  
Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Año : Marzo, 2004

Curso : INGLÉS BÁSICO  
Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Año : Marzo, 2004

Curso : COMPUTACIÓN BÁSICO  
Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Año : Marzo, 2004

Curso : INNOVACIONES PEDAGOGICAS – PLANEAMIENTO  
ESTRATEGICO  
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN  
Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - PIURA  
Año : Marzo – Julio, 2004

Curso : CALIDAD EDUCATIVA – GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS-  
DISEÑO CURRICULAR

Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - PIURA

Año : Agosto, 2004 – Enero, 2005

Curso : EVALUACIÓN CURRICULAR – DISEÑO DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN

Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - PIURA

Año : Abril – Noviembre, 2005

Curso : MS – DOS \ WINDOWS

Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - PIURA

Año : Agosto, 1995

Curso : LECTURA DE PLANOS DE ARQUITECTURA

Institución : SENCICO - TRUJILLO

Año : Julio, 1994

Curso : GUÍA METODOLÓGICA DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE  
PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA

Institución : PARTIDO APRISTA PERUANO – PAP – SULLANA

Año : Mayo, 2005

Curso : PROCESO DOCENTE EDUCATIVO Y SU DIDÁCTICA

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SULLANA

Año : Agosto, 2005

Curso : POLYMATH COMO HERRAMIENTA DEL CÁLCULO NUMÉRICO  
COMPUTARIZADO

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SULLANA

Año : Diciembre, 2003

Curso : PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN CURRICULAR EN LA  
FORMACION

PROFESIONAL

Institución : DIRECCIÓN REGIONAL DE PIURA

Año : Abril, 2003

Curso : SUPERVISIÓN DE OBRAS DE CONCRETO

Institución : AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – ACI. CAPITULO  
PERUANO – TRUJILLO / UPAO

Año : Julio, 1995

Curso : SANEAMIENTO BÁSICO Y MEDIO AMBIENTE

Institución : CIP-LA LIBERTAD / UPAO TRUJILLO

Año : Mayo, 1994

Curso : LOSAS DE CONCRETO ARMADO

Institución : INSTITUTO DE INGENIERÍA SÍSMICA

Año : Diciembre, 1993

## **VI.- SEMINARIOS:**

Seminario : I SEMINARIO INTERNACIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Institución : Universidad Los Ángeles Chimbote - Piura

Año : Diciembre, 2011

Seminario : LA MINERÍA EN LA REGIÓN PIURA

Institución : Colegio de Ingenieros del Perú - Piura

Año : Mayo, 2008

Seminario : Sembrando Empresarios para el Desarrollo Regional

Institución : PRODUCE – Ministerio de la Producción - Piura

Año : Junio, 2008

Seminario : I SEMINARIO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS APLICADAS EN  
INFRAESTRUCTURA VIAL

Institución : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PIURA

Año : Octubre, 2007

Seminario: MOTIVACIÓN Y MARKETING PARA EL DESARROLLO  
PERSONAL

Institución: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA

Año : Mayo, 2006

Seminario: HERRAMIENTAS Y METODOLOGIAS EMPLEADAS POR LAS  
TECNOLOGÍAS Y LA COMUNICACIÓN PARA EL  
DESARROLLO DE APLICACIONES EN LA EMPRESA

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO SULLANA

Año : Diciembre, 2005

Seminario : TECNOLOGÍA DE LA SOLDADURA MIG – MAG

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SULLANA

Año : Diciembre, 2003

Seminario : TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA EMPRESAS LÍDERES DEL  
3er MILENIO

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SULLANA

Año : Noviembre, 2004

Seminario : TENDENCIAS INFORMÁTICAS DEL MANEJO DE INFORMACION EN EL  
MUNDO PROFESIONAL

Institución : INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SULLANA

Año : Diciembre, 2003

Seminario : AVANCES RECIENTES EN EL DISEÑO SISMO – RESISTENTE DE  
EDIFICACIONES EN CONCRETO ARMADO

Institución : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Año : Octubre, 1997

Seminario: ASPECTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTES  
RETICULADOS

MODERNOS EN EL PERÚ

Institución : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Año : Octubre, 1997

Seminario : PROMOCIÓN A LA INVERSIÓN MINERA REGIONAL

Institución : CAMARA DE COMERCIO Y PRODUCCIÓN LA LIBERTAD

Año : Junio, 1995

## **VII. CONGRESOS:**

Congreso : V CONGRESO INTERNACIONAL DE ESTRUCTURAS

Institución : Instituto de la Construcción y Gerencia - LIMA

Año : 2012

Congreso : CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL - CONIC

Institución : CIP - CHICLAYO

Año : 2009

Congreso : I CONGRESO NACIONAL DE EDUCACIÓN

Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – TRUJILLO

Año : 2005

Congreso : IV CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

CIVIL

Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – TRUJILLO  
Año : 1995

Congreso : III CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA  
CIVIL

Institución : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA – LIMA  
Año : 1994

Congreso : II CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA  
CIVIL

Institución : UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO – CHIMBOTE  
Año : 1993

#### **VIII.- OTRAS CAPACITACIONES:**

Empresa : SIKA - PERU  
Conferencia : SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN HACIA UNA  
VISIÓN DE FUTURO  
Año : Junio, 2008

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA - PIURA  
Charla : SEGURIDAD EN DEFENSA CIVIL  
Año : Marzo, 2007

Institución : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – DREP PIURA  
Programa : PLAN DE EMERGENCIA EDUCATIVA  
Año : Mayo, 2004

Institución : TREBOL – CELIMA  
Conferencia : CALIDAD DE CELIMA Y TREBOL EN EL MERCADO  
PERUANO  
Año : Sullana, 200



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LUIS VILLAR REQUIS CARBAJAL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de la subrasante incorporando residuos de la calcinación de agregados calcáreos en la vía Andahuaylas, Ocobamaba – 2022"

", cuyo autor es BULEJE OCHOA PERCY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 11 de Setiembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUIS VILLAR REQUIS CARBAJAL <b>DNI:</b> 04067813 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3816-7047	Firmado electrónicamente por: LREQUIS el 11-09- 2022 22:40:45

Código documento Trilce: TRI - 0428100