



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estabilización de la Sub Rasante Empleando Cenizas de Eucalipto en  
la Trocha Carrozable Desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho,  
Puno – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Paricahua Paricahua, Petter Daniel (ORCID: [0000-0002-8955-1831](https://orcid.org/0000-0002-8955-1831))

**ASESOR:**

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: [0000-0002-5043-6510](https://orcid.org/0000-0002-5043-6510))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

ATE VITARTE – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a Dios, a mis queridos padres: Aurelio y Julia por el esfuerzo y el apoyo incondicional que me brindaron.

A mis hermanos Ángel, Erika y Yovanna que en todo momento me dieron una mano de apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de ser parte a esta casa de estudios.

A mis docentes de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez por las enseñanzas de sus conocimientos.

A mi asesor de tesis Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio por la paciencia, tiempo y apoyo brindado en la elaboración del presenta trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLA.....	iv
ÍNDICE DE FIGURA.....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	27
3.2. Variables y Operacionalización .....	28
3.3. Población, muestra y muestreo .....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos .....	32
3.6. metodos de analisis de datos.....	55
3.7. Aspectos eticos.....	55
IV. RESULTADOS.....	56
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES .....	76
VII. RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS .....	82
ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de suelos según índice de plasticidad .....	15
Tabla 2. Mallas comunes usualmente utilizadas .....	16
Tabla 3. Valores de la Profundidad efectiva basados en hidrómetro y cilindro de sedimentación de dimensiones especificadas.....	17
Tabla 4. Valores de la Profundidad efectiva basados en hidrómetro y cilindro de sedimentación de dimensiones especificadas.....	17
Tabla 5. Valores de $c_t$ para la corrección por temperatura de las lecturas del hidrómetro. ....	18
Tabla 6. Valores de $k$ para el cálculo del diámetro de partículas en el análisis hidrométrico.....	19
Tabla 7. Valores de coeficientes de corrección para distintos pesos específicos de las partículas del suelo .....	20
Tabla 8. Similitud de los dos tipos de clasificación .....	20
Tabla 9. Símbolos de Grupo (SUCS) .....	21
Tabla 10. Símbolos de Grupo (SUCS) .....	21
Tabla 11. Clasificación de suelos método AASHTO .....	22
Tabla 12. Cuadro resumen.....	23
Tabla 13. Categorías de Sub rasante.....	25
Tabla 14. Cantidad de especímenes .....	30
Tabla 15. Componentes químicos de las cenizas de eucalipto .....	35
Tabla 16. Ubicación de las calicatas donde se extrajeron las muestras. ....	35
Tabla 17. Ensayos realizados a los tres suelos extraídos de las tres calicatas....	37
Tabla 18. Contenido de Humedad Natural .....	38
Tabla 19. Análisis granulométrico de los suelos patrón .....	39
Tabla 20. Límites de consistencia de los suelos patrón .....	40
Tabla 21. Proctor modificado de los tres suelos patrón.....	41
Tabla 22. Resultados el ensayo de CBR para S1D0 y S2D0 .....	42

Tabla 23. Resultados el ensayo de CBR para S3D0.....	42
Tabla 24. Dosificación de los especímenes para los ensayos .....	43
Tabla 25. Ensayos realizados para Suelo Natural + 28, 33 y 38% de cenizas.....	45
Tabla 26. Análisis granulométrico para el suelo N°01 .....	46
Tabla 27. Análisis granulométrico para el Suelo N°02 .....	47
Tabla 28. Análisis granulométrico para el suelo N°03.....	47
Tabla 29. Resultados del Índice de plasticidad para los tres suelos .....	48
Tabla 30. Resultado de Proctor modificado para el Suelo N°01 .....	49
Tabla 31. Resultado de Proctor modificado para el Suelo N°02 .....	49
Tabla 32. Resultado de Proctor modificado para el Suelo N°03 .....	50
Tabla 33. Resultados el ensayo de CBR para S1D1 y S1D2.....	52
Tabla 34. Resultados el ensayo de CBR para S1D3 y S2D1.....	53
Tabla 35. Resultados el ensayo de CBR para S2D2 y S2D3.....	53
Tabla 36. Resultados el ensayo de CBR para S3D1 y S3D2.....	54
Tabla 37. Resultados el ensayo de CBR para S3D3.....	54
Tabla 38. Resultados del índice de plasticidad de las tres calicatas .....	57
Tabla 39. Prueba de normalidad del IP .....	58
Tabla 40. Análisis de varianza del índice de plasticidad .....	59
Tabla 41. Post-hoc de Tukey para el IP .....	60
Tabla 42. Comparaciones múltiples para el IP .....	60
Tabla 43. Resultados de la densidad seca máxima de las tres calicatas .....	60
Tabla 44. Prueba de normalidad MDS .....	62
Tabla 45. Análisis de varianza de la densidad seca máxima .....	63
Tabla 46. Post-hoc de Tukey para la MDS.....	63
Tabla 47. Comparaciones múltiples para la DSM .....	64
Tabla 48. Resultados de la densidad seca máxima de las tres calicatas .....	64
Tabla 49. Prueba de normalidad CHO .....	66

Tabla 50. Análisis de varianza del óptimo contenido de humedad.....	66
Tabla 51. Post-hoc de Tukey para el CHO.....	67
Tabla 52. Comparaciones múltiples para el CHO .....	67
Tabla 53. Resultados del CBR al 95% de las tres calicatas.....	68
Tabla 54. Prueba de normalidad del CBR.....	70
Tabla 55. Análisis de varianza de la capacidad de soporte.....	70
Tabla 56. Post-hoc de Tukey para la capacidad de soporte .....	71
Tabla 57. Comparaciones múltiples para la capacidad de soporte .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación del contenido de cenizas, contenido de humedad y la densidad seca máxima. ....	10
Figura 2. Estados de consistencia de suelos coherentes .....	13
Figura 3. Detalle de la copa Casagrande con su ranurador .....	14
Figura 4. Filamentos de 3.17 mm (1/8") de diámetro.....	14
Figura 5. Gráfico que muestra la curva de una grava mal graduada.....	15
Figura 6. Carta de plasticidad, método clasificación SUCS.....	22
Figura 7. Molde cilíndrico de 6" .....	24
Figura 8. Imagen de la leña de eucalipto en una de las panaderías.....	33
Figura 9. Imagen de la quema de leñas de eucalipto en la panadería. ....	33
Figura 10. Cenizas de eucalipto producto de quemar leñas de eucalipto. ....	34
Figura 11. Proceso de separación de la cenizas con el tamiz N°04 .....	34
Figura 12. Ubicación del tramo de investigación .....	35
Figura 13. Las dos imágenes corresponden a la Calicata N°01, donde la imagen de la izquierda muestra el trazo donde se va a realizar la excavación y la imagen de la derecha muestra el proceso de la toma de muestra de la calicata.....	36
Figura 14. Las dos imágenes corresponden a la Calicata N°02, donde la imagen de la izquierda muestra el margen izquierdo de la carretera, y la imagen de la derecha muestra la calicata excavada. ....	36
Figura 15. Las imágenes corresponden a la Calicata N°03, donde la imagen de la izquierda corresponde al margen derecho de la vía y se aprecia el trazo donde se realizó la excavación; y la imagen de la derecha se observa la medición de la profundidad de la calicata. ....	37
Figura 16. En la imagen se muestra el cuarteo para el análisis granulométrico para el suelo patrón.....	38
Figura 17. En la imagen se muestra el lavado del material con la malla N°200 para el análisis granulométrico .....	39



Figura 18. curva granulométrica de los materiales S1D0, S2D0 y S3D0 .....	39
Figura 19. Gráfico de la densidad del suelo patrón para las tres calicatas.....	41
Figura 20. Curva de CBR para los suelos S1D0, S2D0 y S3D0.....	42
Figura 21. Proporciones para los ensayos para los tres suelos .....	43
Figura 22. Mezcla del suelo con las cenizas .....	44
Figura 23. Una vez mezclado se procedió con el cuarteo .....	44
Figura 24. Separación de los especímenes en bolsas para los diferentes ensayos. 45	
Figura 25. Imagen realizando el análisis granulométrico.....	46
Figura 26. curva granulométrica de los materiales S1D0, S1D1, S1D2 y S1D3....	46
Figura 27. Curva granulométrica de los materiales S2D0, S2D1, S2D2 y S2D3...	47
Figura 28. Curva granulométrica de los materiales S3D0, S3D1, S3D2 y S3D3...	48
Figura 29. Muestras para sacar el contenido de humedad de los ensayos de limite líquido y limite plástico. ....	48
Figura 30. Ensayo de Proctor modificado método “A” .....	49
Figura 31. Curva de compactación de las dosificaciones del suelo N°01.....	49
Figura 32. Curva de compactación de las dosificaciones del suelo N°02.....	50
Figura 33. Curva de compactación de las dosificaciones del suelo N°03.....	51
Figura 34. Moldes en la posa verificando la expansión del suelo.....	51
Figura 35. Curva de CBR para los materiales S1D1 Y S1D2.....	52
Figura 36. Curva de CBR para los materiales S1D3 y S2D1.....	52
Figura 37. Curva de CBR para los materiales S2D2 y S2D3.....	53
Figura 38. Curva de CBR para los materiales S3D1 y S3D2.....	54
Figura 39. Gráfico del índice de plasticidad para los tres suelos.....	57
Figura 40. Gráfico de la MDS para los tres suelos .....	61
Figura 41. Gráfico del OCH para los tres suelos. ....	65
Figura 42. Gráfico del índice de plasticidad para las tres calicatas .....	68

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia en la estabilización de la sub rasante empleando cenizas de eucalipto (CE) en la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022, el tipo de investigación por enfoque fue cuantitativa y por propósito aplicada, el nivel de investigación fue explicativo, el diseño de investigación cuasi experimental, la población se estableció desde el desvío Chaquelequeña (Huancané – Moho) hasta el distrito de Rosaspata, la muestra fue 3 km, el muestreo fue no probabilístico (por conveniencia) en tres calicatas y 48 especímenes. El procedimiento consistió en: (i) recolectar CE de las panaderías de los distritos de Huancané y Rosaspata; (ii) excavación y muestreo en tres calicatas; (iii) ensayos de laboratorio a los suelos naturales; (iv) dosificación en 28, 33 y 38% con CE; (v) ensayos de laboratorio a las combinaciones. Obteniéndose los principales resultados para el tercer suelo LM, suelo más crítico de los tres suelos estudiados: S3D3 para el IP, S3D1 para la MDS, S3D1 para el OCH, y S3D1 para el CBR. Por lo tanto, el suelo LM es apto para la estabilizar mediante la sustitución de cenizas de eucalipto con la dosificación de 28% con CE.

**Palabras clave:** Estabilización de la sub rasante, cenizas de eucalipto, Índice de plasticidad, CBR.

## ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the influence on the stabilization of the subgrade using eucalyptus ash (EC) in the Chaquelequeña detour to Rosaspata, Moho, Puno - 2022, the type of research by approach was quantitative and by applied purpose, the level of research was explanatory, the research design was quasi-experimental, the population was established from the Chaquelequeña detour (Huancané - Moho) to the district of Rosaspata, the sample was 3 km, the sampling was non-probabilistic (for convenience). ) in three pits and 48 specimens. The procedure consisted of: (i) collecting EC from bakeries in the districts of Huancané and Rosaspata; (ii) excavation and sampling in three pits; (iii) laboratory tests on natural soils; (iv) dosage at 28, 33 and 38% with CE; (v) laboratory tests on the combinations. Obtaining the main results for the third LM soil, the most critical soil of the three soils studied: S3D3 for the IP, S3D1 for the MDS, S3D1 for the OCH, and S3D1 for the CBR. Therefore, the LM soil is suitable for stabilization by substituting eucalyptus ashes with a dosage of 28% with CE.

**Keywords:** Subgrade stabilization, eucalyptus ash, Plasticity Index, CBR.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas a **Nivel Mundial**, son los suelos de la sub rasante que pueden ser pobres o inadecuados en las carreteras. Por ende, el presente trabajo de investigación es importante para una vía, ya que lo que se desarrolló o estudio es la estabilización de los suelos. Según, Barrios, Bacca, Nope (2017) indican que Colombia cuenta con poca estadística sobre el estado de sus carreteras, desde un punto de vista de rehabilitación de pavimentos, por lo tanto INVIAS considera que el 21,1% son muy buenas; el 34.7% son buenas; y el 43.46% son regulares o malos. Además, Rondón, Zafra y Chaves (2018) indican por otro lado que los suelos en la zona central de Colombia, están compuestos por suelos blandos, que provocan el incremento de las capas de la estructura del pavimento sean superiores a los utilizados normalmente. Por otro lado, Guzmán, Hernández, López, Horta, Giraldo (2021) indican que, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en México, al mes de diciembre del año 2019, la tasa que se registro es de 4.2% de camiones para pasajero, 25.5% de camiones para carga y 70.2% de automóviles, además, precisaron hasta el mes de diciembre del 2015, el 98.5% de la red vial fue pavimento asfáltico y solo el 1.5% pertenecerían al 1.5% de pavimento de concreto hidráulico. Por ende, el crecimiento del tránsito pesado es el responsable de la falla de los pavimentos, que afecta a la explotación y/o consumo de recursos naturales (canteras), para la rehabilitación de las carreteras. Así mismo, Hamisi, Kilango (2021) manifiestan que en la región de Mbeya en Tanzania las carreteras de bajo tránsito comprenden el 75% de toda la red de carreteras en esa región y proporcionan el servicio a alrededor del 80% de dicha población, donde los materiales más abundantes son a partir de la acción volcánica como cenizas/escorias, piedras pómez y suelos volcánicos.

A **Nivel Nacional**, el estado de la superficie de rodadura a diciembre del 2019, en la red vial a nivel nacional para carreteras no pavimentadas se señala que 674 km están en un estado bueno, 2256 km están en un estado regular y 1952 km están considerados como malos (Provias, 2019, sección unidades operativas). Para hacer frente a estos resultados el Perú cuenta con normas que son elaboradas, actualizadas y aprobadas por las entidades correspondientes al transporte y tránsito terrestre. Al respecto en la sección de suelos y pavimentos el manual

establece criterios para la mejora de propiedades físicas de suelos mediante varios métodos. Teniendo en cuenta los tipos de estabilizaciones que figuran en el manual demandan mayores recursos para el mejoramiento de los suelos, por ese motivo se consideró este trabajo para buscar nuevas alternativas de estabilización en carreteras con un tráfico vehicular inferior a 200 veh/día. Además, debemos considerar que hay gran cantidad de desechos industriales que deben ser utilizados como materia de estabilización, como es este caso cenizas de eucalipto proveniente de panaderías. Por esta razón se están haciendo investigaciones sobre estabilización de suelos con materiales no convencionales o que no están incluidos en los manuales del MTC. En Huancayo, Apolinarés (2018) desarrollo una investigación con cenizas vegetales para la mejora de suelos arenosos en la superficie donde descansara la estructura del pavimento, en una vía, donde se incrementó de forma satisfactoria la capacidad de soporte de la sub rasante. Así mismo, Mamani y Yataco (2017) y Alanya (2020) en el departamento de Ayacucho y en centro poblado de Antarumi, realizaron investigaciones de estabilidad en suelos con cantidades considerables de arcilla con ceniza de madera de fondo proveniente de fábrica de ladrillos con técnicas tradicionales, que aún no se está dando una utilidad (son desmontes que son eliminadas) y además indican con los ensayos realizados se demostraron el uso eficiente de estos residuos. Otra investigación con cenizas de madera fue en Antarumi mezclándose con suelos arcillosos para su estabilización. Otra investigación, realizada en Huancavelica con cenizas de madera y fibra de coco para estabilizar la sub rasante, con suelos con alto contenido de arcillas y/o limos, menciona que no se ha mejorado considerablemente las propiedades de los suelos.

Los ingenieros deben conocer el suelo en donde se apoyará la estructura del pavimento o el material afirmada o sin afirmar, porque de un lugar a otro los suelos tienen características propios y únicos. Por lo tanto, en la **Región de Puno** se ha estado realizando investigaciones. Para salas (2017), la construcción en la región es difícil por la disponibilidad de canteras que cumplan con las especificaciones establecidas en las normas del país, en ese entender, indica que para la construcción del tramo Puno - Tiquillaca se tomó como material de préstamo de la cantera Lumpoorcco, y actualmente la superficie de rodadura se encuentra destruida, por lo tanto realizo estudios necesarios para establecer que el material

es inapropiado, es por esa razón que propone estabilizar con cemento y aditivo Terrasil, a lo cual los resultados fueron satisfactorios. Además, Salas P. (2021) menciona con el uso de Terrasil para la estabilización de suelos se ha obtenido resultados excelentes, en el Jr. Cusco del distrito de Caracoto, ya que los suelos que presentaron tenían características plásticas en la sub rasante que no cumplían con las especificaciones mínimas de la norma correspondiente. Asimismo, se estuvieron investigando con la adición de aceite automotriz reciclado en un suelo arcilloso donde se consiguió mejorar el material en la base y/o sub base, y obedeciendo los parámetros de calidad Ambiental según MINAN (Mendoza, 2020 y Jalañoca, 2021).

Por lo expuesto anteriormente para la investigación se ha formulado el **Problema General**: ¿Cómo influye la estabilización de la sub rasante empleando cenizas de eucalipto en la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022? Del mismo modo se formuló cuatro **Problemas Específicos**, que son los siguientes: **Pe(1)** ¿Cuánto influye las cenizas de eucalipto en el índice de plasticidad en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022?, **Pe(2)** ¿En qué medida influye las cenizas de eucalipto en la máxima densidad seca de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022?, **Pe(3)** ¿Cómo influye las cenizas de eucalipto en óptimo contenido de humedad de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022?, y **Pe(4)** ¿De qué manera influye las cenizas de eucalipto en la capacidad de soporte de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022?.

La **justificación** del presente trabajo de investigación se basó en tres aspectos de las siguientes: **(a) Justificación Práctica**: Este trabajo de investigación, se ha desarrollar para la mejora de la sub rasante, utilizando cenizas de eucalipto como estabilizante, ya que muchas veces el aspecto económico influye en la viabilidad de carreteras con un tráfico menores a 200 veh/día. Por lo que si se aumenta el soporte del suelo las capas superiores serán de menor espesor y/o se cumplirán con las especificaciones técnicas brindadas por el MTC; **(b) Justificación Social**: Las vías y/o carreteras son un medio de comunicación que unen poblaciones como

en este caso será el distrito de Rosaspata con el distrito de Moho, por lo que generaran el desarrollo y crecimiento de actividades comerciales, ganadería, etc. Con las vías o carreteras en buen estado das un bienestar a una población, de lo contrario se ocasiona un malestar, dificultad y retraso en el transporte, vehículos malogrados prematuramente, etc.; y **(c) Justificación Ambiental:** Para no generar un impacto negativo en la naturaleza (transportando material de préstamo) es recomendable utilizar materiales y/o suelos que se encuentran en el mismo lugar donde, se va desarrollar el proyecto. Por ese motivo se ha desarrollado el trabajo de investigación para la mejora de suelos con cenizas de eucalipto, que al mismo tiempo contribuirá a reducir el impacto ambiental, dando uso a las cenizas de eucalipto.

Por tal efecto el **Objetivo General** que se planteó para esta investigación fue el siguiente: Determinar la influencia en la estabilización de la sub rasante empleando cenizas de eucalipto en la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022. Así mismo, los **Objetivos Específicos:** **Oe(1)** Evaluar cuanto influye las cenizas de eucalipto en el índice de plasticidad en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022, **Oe(2)** Calcular en qué medida influye las cenizas de eucalipto en la máxima densidad seca de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022, **Oe(3)** Evaluar cómo influye las cenizas de eucalipto en el óptimo contenido de humedad de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022, y **Oe(4)** Cuantificar de qué manera influye las cenizas de eucalipto en la capacidad de soporte de la sub rasante en la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022.

Por ende, la **Hipótesis General** fue: La estabilización de la sub rasante empleando cenizas de eucalipto influye de forma positiva en la trocha carrozable Desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022. Y las **Hipótesis Específicas** son: **He(1)** Con el uso de las cenizas de eucalipto el índice de plasticidad mejora positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022, **He(2)** Con el uso de cenizas de eucalipto se influiría significativamente la máxima densidad seca para la sub rasante de la trocha



carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022, **He(3)** Con el uso de las cenizas de eucalipto se influirá significativamente el óptimo contenido de humedad para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022, y **He(4)** Con el uso de las cenizas de eucalipto la capacidad de soporte aumenta positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

## II. MARCO TEÓRICO

En la universidad cesar vallejo, Alanya (2020) realizado una investigación que tenía como propósito de estudio mejorar el suelo incorporando cenizas de madera. La metodología de estudio utilizado fue la aplicada, con un diseño que fue observacional, y con un diseño no experimental. Las cantidades que **resultaron** después de realizar los ensayos necesarios el **índice de plasticidad** se redujo en un 6.49, 14.78 y 18.53% con la adición de cenizas de madera de 17, 21 y 25%; respecto a la **densidad máxima seca**, se incrementó 3.60, 6.20 y 3.60% en porcentajes 17, 21 y 25% de muestra de suelo con cenizas de madera; además, se vio que la humedad optima se incrementó en 14.44, 15.07 y 23.16% con 17, 21 y 25% (cenizas de madera) de la muestra de suelo; y la **capacidad** de soporte se vio reducida mínimamente de 17 y 21% de la muestra de suelo en 6.78 y 7.83% respectivamente, pero con el 25% de la muestra de suelo hubo un incremento de 24.35%. Todo esto en relación al diseño patrón. La conclusión es que con la utilización de 25% de ceniza, el suelo adquiere mayor resistencia a la carga que se le va imponer.

Así mismo, Mamani y Yataco (2017) sustenta una tesis referida a mejorar suelos que poseen gran cantidad de arcillas con ceniza de madera de fondo. La intención del estudio fue establecer la influencia de las cenizas de madera de fondo, que se originan de la fabricación de ladrillos artesanales, en la estabilidad de suelos arcillosos, en el departamento de Ayacucho. El método que opto para el desarrollo del estudio es de tipo aplicada, con el nivel descriptivo y un diseño experimental. El efecto que tuvo los resultados con las combinaciones 100% + 0%, 90% + 10%, 80% + 20%, 70% + 30%, 60% + 40%, 50% + 50% (arcilla + ceniza de madera de fondo), los limites líquidos fueron 82.71, 43.69, 41.62, 39.61, 39.35 y 38. 49; Limite Plástico 23.37, 23.27, 22.42, 20.89, 20.9 y 20.62, Índice de plasticidad (IP) 59.34, 20.42, 19.2, 18.78, 18.45 y 17.86, densidad seca 1.472, 1.403, 1.433, 1.506, 1.431 y 1.422 kg/cm<sup>3</sup> y el contenido húmedo optimo 32.27, 30.12, 29.31, 24.44, 23.76 y 23.25 %. En conclusión, agregando cenizas de fondo el IP disminuye, la densidad con 70% de arcilla y 30% de ceniza alcanza la máxima densidad seca que es 1.506 kg/cm<sup>2</sup>, y el contenido de humedad disminuye cuanto más se agregue la ceniza de fondo.

Otro antecedente que se está considerando es de Apolinares (2018) que está referido a la mejora del suelo de fundación con ceniza vegetal, que fue aprobado por la Universidad Peruana Los Andes. El fin del estudio fue fijar las consecuencias en el mejoramiento de la sub rasante añadiendo ceniza proveniente de quemar vegetales. La metodología de investigación cuenta con las siguientes características: el tipo fue aplicada, con un nivel explicativo y con un diseño experimental. Con respecto a las muestras de esta investigación se realizaron dos calicatas, donde se obtuvo los siguientes resultados, con las combinaciones de 0%, 15% 25% y 35% de cantidad de ceniza vegetal respecta a la muestra total: para la primera muestra las densidades secas fueron 1.820, 1.875, 1.734 y 1.698 g/cm<sup>3</sup>, contenido de humedad 14.50, 12.02, 12.71 y 13.10%, y CBR 16.70, 23.40, 23.90 y 24.70% y para la segunda muestra la densidad seca fueron 1.974, 1.879, 1.833 y 1.805, la humedad optima fueron 11.10, 11.92, 14.11 y 16.8% y el CBR 18.20, 21.90, 23.40 y 23.70%. Los resultados más favorables de la muestra 01 es las siguientes: suelo arena limosa con grava, que para alcanzar un CBR de 24.7% se requiere un 35% de ceniza vegetal de la muestra a considerar y para la muestro 02 se concluye que se requiere 35% de ceniza vegetal para alcanzar un CBR de 23.7%, que es un suelo arena limosa.

Como referencia difundida internacionalmente tenemos a Bayshakhi, et. al. (2017) que tuvo como objetivo de investigación la influencia de las cenizas volantes en la resistencia, propiedades acidas, compacidad y consistencia en suelos organicos. El metodo que utilizo fue el experimental. Los resultados adquiridos fueron de dos tipos de cenizas volantes tipo I y Tipo II, para el primero el indice de plasticidad se redujo entre 22 y 7%, lo cual resultado de la diferencia entre el limite liquido que esta en el rango de 85 y 94% con el limite plastico que estan en el rango de 62 y 87% y, para el segundo el indice de plasticidad esta entre 22 a 9% que tambien es el resultado de la resta del limite liquido que esta en el rango de 85 a 92% con el limite plastico que esta en el rango de 62 a 83% y; cuanto mas se añade cenizas a la muestra la maxima densidad seca aumenta y el contenido de agua se reduce sucesivamente, tal como se puede ver en el siguiente grafico.

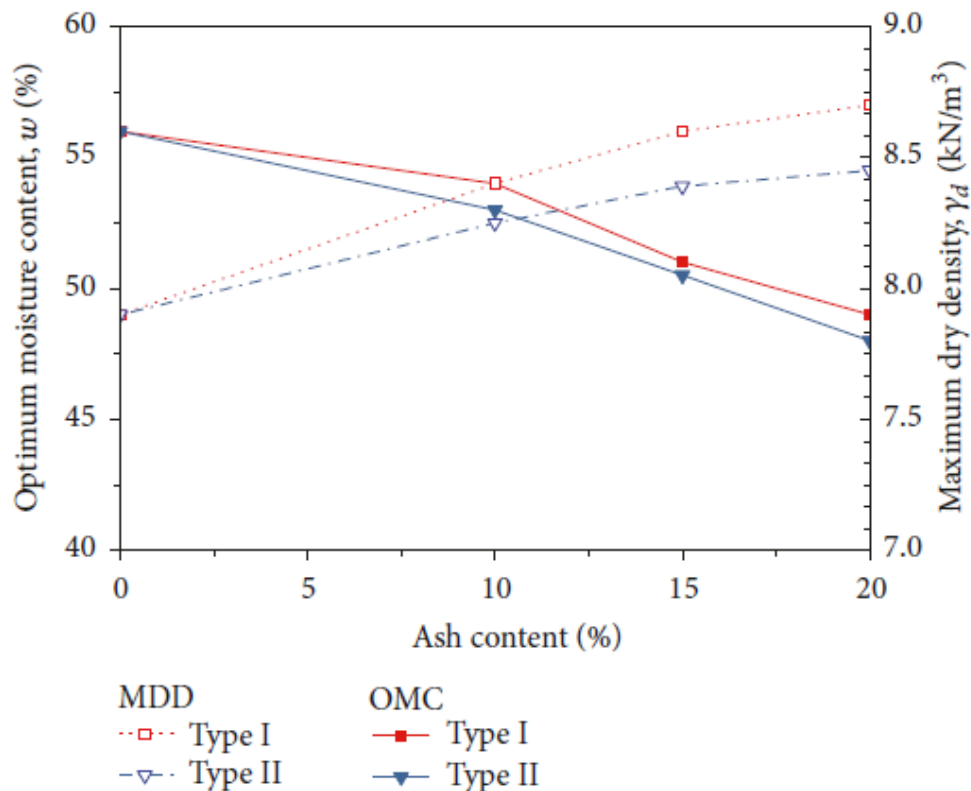


Figura 1. Variación del contenido de cenizas, contenido de humedad y la densidad seca máxima.

En conclusión, el IP disminuye; el contenido de agua baja y la densidad seca aumenta gradualmente para los dos tipos de cenizas volantes.

En la Conference on Civil Engineering, Environmental and Biology, Abadi (2014) en Sudán investigó la estabilidad de suelos arcillosos para caminos urbanos empleando cenizas volantes, con proporciones de 5 al 20% de ceniza y 5% de cemento. En lo cual se alcanzaron los resultados con respecto IP disminuye con 20% de ceniza volante, pero en el rango de 0 a 15%; con respecto a la densidad seca se ve que aumenta con 15% de ceniza, luego cae a 1.53 mg/cm<sup>3</sup> con 20% de ceniza; la optima humedad baja con 15% de ceniza y con el 20% aumenta y; el CBR subió añadiendo 15% de ceniza y se reduce ligeramente con 20% de ceniza. Por lo tanto, concluye que añadiendo 15% en peso de ceniza volante y 5% en peso de cemento mejora las propiedades de las arcillas y la capacidad de carga.

Otro antecedente internacional que esta siendo considerada fue realizada en Ecuador por Cañar (2017), con el objetivo de mejorar dos suelos con diferentes

propiedades mezclando con cenizas de carbón. La metodología empleada en la investigación es exploratorio, descriptivo, explicativo experimental y experimental. Para el primer suelo que es un SM la capacidad del suelo vario desde 15% hasta 19.60% con proporciones de ceniza desde 0 a 25% y para el segundo suelo CH vario desde 9.10% hasta 11.20% con las mismas proporsiones de ceniza para el primer suelo. La conclusión en esta investigación mas importante es que con la adición de ceniza de carbon los suelos que se expanden aumentan de forma favorable el CBR.

Las **Cenizas de madera**, es el resto en polvo, producto del quemado de algún material, y que se sub dividen en cenizas de fondo, cenizas volantes y/o mixtos. Así mismo la Real Academia Española (s.f.) lo define como polvo producto de la combustión ultima, que está formado usualmente por, sales alcalinas y terreas, sílice y oxido metálico de color gris claro (s.p.). Además, pastor (2017) indica lo siguiente, para la determinación de sus componentes minerales presentes en una determinada muestra se hace un el ensayo de Difracción de Rayos x, a partir de la caracterización de la etapa cristalina. Estos análisis criptográficos no da datos de las etapas amorfas o vítreas. El **uso** que se le puede dar a las cenizas de madera, con el propósito de aprovechar sus propiedades puzolánicas, se están realizando estudios o investigaciones en el ámbito de la construcción, como: la fabricación de concreto (liviano), cemento portland, en la mejora de suelos, mezclas de asfalto, entre otros. La **ventaja** al usar cenizas en la ingeniería civil, es que la sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y el calcio (Cao) son componentes cementantes que presenta las cenizas, que benefician al rubro de la construcción. Como material de relleno, la ceniza sería el elemento principal, para la estabilización ya que si la sub rasante no tienen un CBR mínimo se requerirá adoptar una solución, ya sea explotando canteras u otro método y al mismo tiempo reduciríamos el impacto medioambiental con menos tiraderos o botaderos. La ventaja más relevante que podemos dales a las cenizas de madera es darle uso como material estabilizante, ya que al estabilizar con cenizas nos ahorraríamos en transporte de material de cantera o querer sustituir la sub rasante (Alanya, 2020 y Camacllanqui y Rivera, 2021). La **Desventajas** de usar este material, es que no es homogéneo, por tener propiedades variables. Por lo que para una obra se debe considerar varias partidas de cenizas, con propiedades que difieren en cohesión, humedad optima, densidad seca. Entonces cada partida

se debe compactar con una humedad aproximada a la óptima (Alanya, 2020, y Camacllanqui y Rivera, 2021). La **propiedad física** de las cenizas o escorias, son partículas en forma angular con una estructura superficial bastante rugosa y porosa. El tamaño de las escorias se encuentra entre una arena fina y una grava fina, con escaso porcentaje de finos. el tamaño que predomina es a una arena bien graduada (CEDEX, 2011). Y las **Propiedades químicas** de las cenizas de madera (hogar) y las cenizas volantes tienen compuestos químicos parecidos, que están supeditados al tipo de carbón que se ha utilizado. Se puede categorizar según el elemento que sobre sale más, entonces si prevalece más las calcáreas, será un CaO o si se manifiesta más el silicio será SiO<sub>2</sub> (CEDEX, 2011). La **producción** de fabricación ocurre cuando la madera se deshidrata y se calienta a una temperatura de 280°C comienza a partirse, produciendo carbón más vapor de agua, ácido acético y compuestos más complejos, fundamentalmente en forma de alquitrán y gas sin condensación, como el Bióxido de carbono, hidrogeno y monóxido, como principales. Se permite la entrada de aire en el horno o en la fosa de carbón para que parte de la madera se queme y el nitrógeno de este aire también esté presente en el gas. El oxígeno del aire se utilizará en la combustión parcial de la madera, por encima de los 280° C. Libera energía, por eso a esta reacción se le llama exotérmica. Este proceso espontáneo de fraccionamiento o carbonización continúa hasta que todo lo que queda es un residuo quemado conocido como carbón vegetal. A menos que se suministre más calor externo, el proceso se detiene y la temperatura alcanza un máximo de unos 400 °C. Sin embargo, este carbón todavía contiene una cantidad significativa de residuos de alquitrán, así como cenizas de la madera original. La producción de cenizas se suele realizar entre 580-600°C según las normas que la definen. Este proceso de fraccionamiento espontáneo o carbonización, continúa hasta que queda sólo el residuo carbonizado llamado carbón vegetal. A menos que se proporcione más calor externo, el proceso se detiene y la temperatura alcanza un máximo de aproximadamente 400 °C. Sin embargo, este carbón contiene todavía apreciables cantidades de residuos alquitranosos, junto con las cenizas de la madera original. Usualmente se lleva a cabo la producción de cenizas en un rango de 580 a 600 °C según las normas para su determinación (Fonseca, 2006, p. 47 - 48).

La **Estabilización de la sub rasante**, es la variable dependiente del presente trabajo de investigación. Al respecto, en la sección suelos y pavimentos del MTC (2014) menciona que la estabilización es proporcionar a los suelos resistencia mecánica y preservación en el tiempo, mezclándose con químicos, naturales o sintéticos y/o procesos mecánicos, para mejora las propiedades de un suelo, en la sub rasantes donde usualmente se ejecuta por tener una capacidad de soporte inadecuados o pobres (p. 92). Lo cual también montero (2006) indica que es común, que el ingenio se enfrenta con suelos que deben utilizarse con características que lo obligan a tomar decisiones en un proyecto determinado, y estas decisiones pueden ser aceptar el material, pero debe tener consideración en el diseño, sustituir el material inapropiado por otro o modificar las propiedades del material, que es la estabilización del suelo (Montejo, 2006, p. 75).

La **plasticidad**, es una propiedad del suelo de poder deformarse, hasta un límite sin deshacerse. Con esta característica se puede evaluar cómo se va a comportar el suelo en todos sus períodos. Los suelos que tienen una cohesión presentan esta propiedad en niveles variable. Por medio de los límites de Atterberg se conoce la plasticidad de un suelo, separándolos en los cuatro estados de consistencia (Crespo, 2004b, p. 69), como se muestra en la siguiente imagen

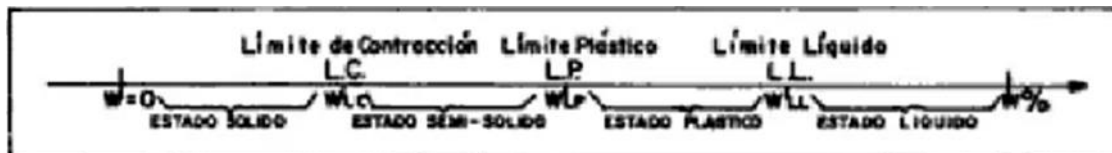


Figura 2. Estados de consistencia de suelos coherentes

El **Límite líquido**, nos da en porcentaje la cantidad de agua de la muestra en relación al peso seco de la muestra, en lo cual se puede observar el cambio de estado de líquido a plástico. Para Atterberg los suelos plásticos tienen baja resistencia al corte que podría estimarse en 25 g/cm<sup>2</sup> (Crespo, 2004b, p. 70). En la siguiente imagen se observa la copa de Casagrande, para establecer el LL de los suelos que pasan la malla N° 40.





Figura 3. Detalle de la copa Casagrande con su ranurador

El **Límite plástico**, también está en porcentaje, que es la cantidad de agua que hay en un suelo, en lo cual los suelos que tengan cohesión pasan de estado del semisólido al plástico. para realizar el ensayo se mezcla el material hasta hacer rebajar la humedad, luego de ello se forma esferas para después hacer filamento, pudiendo ser en un vidrio plano o también en la palma de la mano tal como se aprecia en la siguiente fotografía (Crespo, 2004b).



Figura 4. Filamentos de 3.17 mm (1/8") de diámetro

El **Índice de plasticidad (IP)**, es el resultado después de restar el Límite líquido con el límite plástico que indica el borde de humedades, en el cual se encuentra el estado plástico. La porción y el tipo de arcilla que hay en un suelo influye en el límite líquido y el plástico, pero para el IP está supeditado a la porción de arcilla que hay en el suelo. Por tanto, un suelo con un IP considerable es un suelo altamente arcilloso, pero un suelo con IP inferior es un suelo copo arcilloso (MTC, 2014).

Tabla 1. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

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

Fuente: Suelos y Pavimentos - MTC, 2014

El **análisis granulométrico** es separar con tamices los granos del suelo. El ensayo nos ayudara a reconocer algunas propiedades de suelos gruesos (PUCP, 2012). Según sus tamaños existen dos métodos para separar un suelo en diferentes fracciones: el tamizado por mallas y el análisis por sedimentación. El primero se utiliza para fraccionar tamaños mayores del suelo hasta llegar al tamaño de 0.074 mm que corresponde al tamiz o malla N° 200, donde se hace pasar continuamente a través de un grupo de mallas. Con los datos obtenidos se grafica una curva semilogarítmica (Juárez y Rico, 1998). En la siguiente figura se puede observar una curva granulométrica, que puede tener y que depende de la distribución de partículas del suelo.

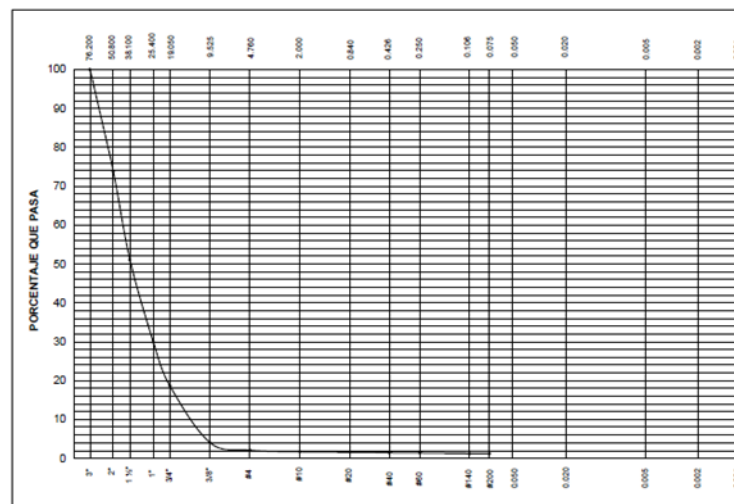


Figura 5. Gráfico que muestra la curva de una grava mal graduada

Fuente: Guía de laboratorio de mecánica de suelos – PUCP

Tabla 2. Mallas comunes usualmente utilizadas

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,700
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

Fuente: Guía de laboratorio

El segundo es el análisis por sedimentación, que exige una investigación fundamentada en otros principios. Este método hoy por hoy, es un método más desarrollado y único. Este análisis granulométrico es útil, cuando la porción de material que atraviesa la malla #200 y mayores que 0.001 mm, es considerable, por lo que con este método no se puede determinar propiedades mecánicas, pero si se puede estimar el potencial de expansión del material a través del cálculo del movimiento de las arcillas y la vulnerabilidad al congelamiento (PUCP, 2012).

Tabla 3. Valores de la Profundidad efectiva basados en hidrómetro y cilindro de sedimentación de dimensiones especificadas.

Hidrómetro 151 H			Hidrómetro 152 H		
Lectura del hidrómetro *R' + Cm	Profundidad Efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro *R' + Cm	Profundidad Efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro *R' + Cm	Profundidad Efectiva L (cm)
1,000	16,3	0	16,3	-	-
1,001	16,0	1	16,1	31	11,2
1,002	15,8	2	16,0	32	11,1
1,003	15,5	3	15,8	33	10,9
1,004	15,2	4	15,6	34	10,7
1,005	15,0	5	15,5	35	10,6
1,006	14,7	6	15,3	36	10,4
1,007	14,4	7	15,2	37	10,2
1,008	14,2	8	15,0	38	10,1
1,009	13,9	9	14,8	39	9,9
1,010	13,7	10	14,7	40	9,7
1,011	13,4	11	14,5	41	9,6
1,012	13,1	12	14,3	42	9,4
1,013	12,9	13	14,2	43	9,2
1,014	12,6	14	14,0	44	9,1

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC

Tabla 4. Valores de la Profundidad efectiva basados en hidrómetro y cilindro de sedimentación de dimensiones especificadas.

Hidrómetro 151 H			Hidrómetro 152 H		
Lectura del hidrómetro *R' + Cm	Profundidad Efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro *R' + Cm	Profundidad Efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro *R' + Cm	Profundidad Efectiva L (cm)
1,015	12,3	15	13,8	45	8,9
1,016	12,1	16	13,7	46	8,8
1,017	11,8	17	13,5	47	8,6
1,018	11,5	18	13,3	48	8,4
1,019	11,3	19	13,2	49	8,3
1,020	11,0	20	13,0	50	8,1

1,021	10,8	21	12,9	51	7,9
1,022	10,5	22	12,7	52	7,8
1,023	10,2	23	12,5	53	7,6
1,024	10,0	24	12,4	54	7,4
1,025	9,7	25	12,2	55	7,3
1,026	9,4	26	12,0	56	7,1
1,027	9,2	27	11,9	57	7
1,028	8,9	28	11,7	58	6,8
1,029	8,6	29	11,5	59	6,6
1,030	8,4	30	11,4	60	6,5
1,031		8,1		*Lectura del hidrómetro Corregida por Minisco	
1,032	7,8				
1,033	7,6				
1,034	7,3				
1,035	7,0				
1,036	6,8				
1,037	6,5				
1,038	6,2				

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC

Tabla 5. Valores de ct para la corrección por temperatura de las lecturas del hidrómetro.

Temp. C	Ct	
	Hidrómetro graduado en	
	Hidrómetro graduado en	Concentración (gr/litro)*
10	-1,3	-2,0
11	-1,2	-1,9
12	-1,1	-1,8
13	-1,0	-1,6
14	-0,9	-1,4
15	-0,8	-1,2
16	-0,6	-1,0

17	-0,5	-0,8
18	-0,3	-0,5
19	-0,2	-0,3
20	0,0	0,0
21	0,2	0,3
22	0,4	0,6
23	0,6	0,9
24	0,8	1,3
25	1,0	1,7
26	1,3	2,0
27	1,5	2,4
28	1,3	2,9
29	2,0	3,3
30	2,3	3,7

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC

Tabla 6. Valores de k para el cálculo del diámetro de partículas en el análisis hidrométrico.

Tem °C	Peso específico de las partículas del suelo								
	2,45	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85
10	0,01659	0,01631	0,01604	0,01583	0,1555	0,01532	0,01510	0,01488	0,01468
11	0,01636	0,01608	0,01582	0,01557	0,01533	0,01511	0,01489	0,01468	0,01448
12	0,01613	0,01586	0,01560	0,01535	0,01512	0,01490	0,01468	0,01448	0,01428
13	0,01591	0,01565	0,01539	0,01515	0,01492	0,01470	0,01468	0,01428	0,01409
14	0,01571	0,01544	0,01519	0,01495	0,01474	0,01451	0,01430	0,01410	0,01391
15	0,01551	0,01525	0,01500	0,01476	0,01454	0,01432	0,01412	0,01392	0,01373
16	0,01530	0,01505	0,01481	0,01457	0,01435	0,01414	0,01394	0,01374	0,01356
17	0,01521	0,01462	0,01462	0,01439	0,01417	0,01396	0,01376	0,01356	0,01338
18	0,01492	0,01467	0,01443	0,01421	0,01399	0,01378	0,01359	0,01339	0,01321
19	0,01437	0,01449	0,01425	0,01403	0,01382	0,01361	0,01342	0,01323	0,01305
20	0,01456	0,01431	0,01408	0,01386	0,01365	0,01344	0,01325	0,01307	0,01289
21	0,01438	0,01414	0,01391	0,01369	0,01348	0,01328	0,01309	0,01291	0,01273
22	0,01421	0,01397	0,01374	0,01353	0,01332	0,01312	0,01294	0,01276	0,01258
23	0,01404	0,01381	0,01358	0,01337	0,01317	0,01297	0,01279	0,01261	0,01243
24	0,01388	0,01365	0,01342	0,01321	0,01301	0,01282	0,01264	0,01246	0,01229
25	0,01372	0,01349	0,01327	0,01306	0,01286	0,01267	0,01249	0,01232	0,01215
26	0,01357	0,01334	0,01312	0,01291	0,01272	0,01253	0,01235	0,01219	0,01201

27	0,01342	0,01319	0,01297	0,01277	0,01258	0,01239	0,01221	0,01204	0,01188
28	0,01327	0,01304	0,01283	0,01264	0,01244	0,01225	0,01208	0,01291	0,01175
29	0,01312	0,01290	0,01269	0,01249	0,01230	0,01212	0,01195	0,01278	0,01162
30	0,01398	0,01276	0,01256	0,01236	0,01217	0,01199	0,01182	0,01265	0,01149

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC

Tabla 7. Valores de coeficientes de corrección para distintos pesos específicos de las partículas del suelo

Peso Especifico	Coeficiente "a"	Peso Especifico	Coeficiente "a"	Peso Especifico	Coeficiente "a"
2,45	1,05	2,60	1,01	2,75	0,98
2,50	1,03	2,65	1,00	2,80	0,97
2,55	1,02	2,70	0,99	2,85	0,96

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC – 2017

La **Clasificación de suelos**, se efectúa conociendo algunas características del suelo, bajo dos sistemas: AASHTO y SUCS. Mediante la clasificación se puede anticipar como se va a comportar el suelo de forma aproximada (MTC, 2014). Para ver cómo hay similitud entre los dos sistemas, ver el siguiente cuadro.

Tabla 8. Similitud de los dos tipos de clasificación

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM D – 2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	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

Fuente: Sección Suelos y Pavimentos – MTC

La **Clasificación en el sistema SUCS**, considera que los suelos de partículas gruesos y finas se distinguen mediante el tamizado en la malla N°200. Se considera suelos gruesos a los suelos que se quedan o son retenidos más del 50% del

material en dicha malla, y son finos si pasan o atraviesan más del 50% del material a través malla (Crespo, 2004b).

Tabla 9. Símbolos de Grupo (SUCS)

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobremente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite Liquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite Liquido alto (<50)	H

Fuente: Sección Suelos y Pavimentos – MTC

Tabla 10. Símbolos de Grupo (SUCS)

Símbolo	Características Generales		
GW	Grava (>50% en	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
GP			Pobremente graduadas
GM	Tamiz #4 ASTM)	Con finos (Finos>12%	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	Arenas (<50% en	Limpias (Finos <5%)	Bien graduadas
SP			Pobremente graduadas
SM	Tamiz #4 ASTM)	Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	Limos		Baja plasticidad (LL < 50)
MH			Alta plasticidad (LL > 50)
CL	Arcillas		Baja plasticidad (LL < 50)
CH			Alta plasticidad (LL > 50)
OL	Suelos Orgánicos		Baja plasticidad (LL < 50)
OH			Alta plasticidad (LL > 50)
Pt	Turba		Suelos altamente orgánicos

Fuente: Sección Suelos y Pavimentos – MTC



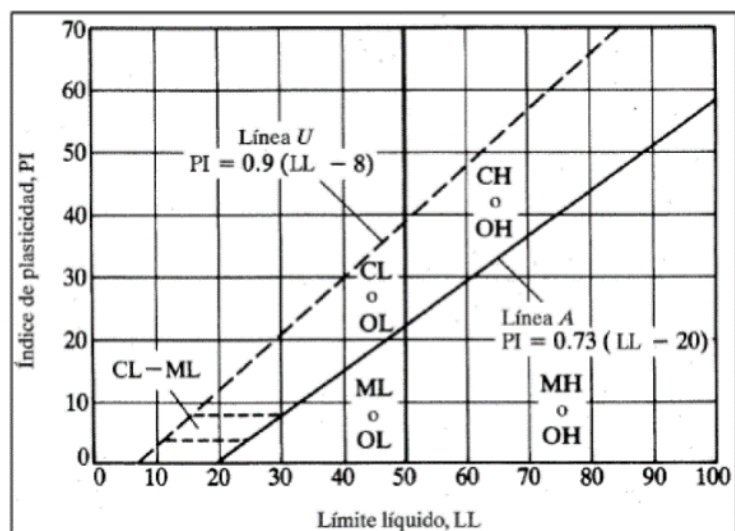


Figura 6. Carta de plasticidad, método clasificación SUCS

La **Clasificación bajo el sistema AASHTO**, es en base a la granulometría, LL y IP este sistema clasifica a los suelos en ocho grupos de A-1 a A-8. Donde los suelos gruesos están entre los grupos A-1, A-2 y A-3, y los suelos finos están entre los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. La turba, suelos orgánicos, y otros están dentro del grupo A-8 (Das, 2006)

Tabla 11. Clasificación de suelos método AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm						Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08mm					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm	máx. 50	máx. 50	mín. 50	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
0,5 mm	máx. 30	máx. 50	máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
0,08 mm	máx. 15	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10
Límites Atterberg												
Límite de liquidez				máx. 40	mín. 40	máx. 40	mín. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	mín. 40
Índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	mín. 10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: Manual para carreteras de bajo volumen de tránsito – 2008 (MTC)

La **Compactación de los suelos**, las vías deben de ofrecer capacidad de rodadura adecuada y permanente, por lo que las todas obras de infraestructura vial deben

construirse de forma que alcance su capacidad volumétrica (Kraemer, et al., 2008). Montejo, A., (2008) indica que en la actualidad persiste la idea de que la compactación consiste en aumentar el peso volumétrico seco o densidad seca, mediante medidas mecánicas y a mayor peso volumétrico, la obra será de mejor calidad. Con la compactación se pretende mejorar las propiedades del suelo, de tal manera que la obra sea duradera y cumpla con el fin el cual fue proyectado. Las pruebas de laboratorio de compactación son Proctor modificado y estándar, que se aplican únicamente en suelos donde el 30% o menos del peso de la muestra se retiene en el tamiz de  $\frac{3}{4}$ ". En un molde de dimensiones establecida se coloca la muestra con una cantidad de agua escogida, en capas. Con un numero de golpes se compacta en capas con un martillo a caída libre, con altura y peso normalizadas. Este procedimiento se repite varias veces para determinar el grafico de compactación, donde se obtendrán los valores como la máxima densidad seca y la humedad adecuada. Este procedimiento se repite suficientemente para establecer la correlación entre la densidad seca y humedad con diferentes contenidos de humedad. Luego se representa gráficamente con los datos obtenidos en una "curva de compactación", para obtenerse los valores como la máxima densidad seca y la humedad adecuada (PUCP, 2012).

Tabla 12. Cuadro resumen

TIPO DE ENSAYO	ESTÁNDAR	MODIFICADO	
PESO DEL MARTILLO	5.5 lbf (2.49 kg)	10 lbf (4.54 kg)	
ALTURA DE CAÍDA	12" (305 mm)	18" (457 mm)	
NÚMERO DE CAPAS	3 capas	5 capas	
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	A	B	C
MATERIAL EMPLEADO	< #4	< 3/8"	< 3/4"
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	4"	6"
NÚMERO DE GOLPES	25	25	56
GRADACIÓN	Hasta 20% > #4	Más de 20% > #4 y hasta 20% > 3/8"	Más de 20% > 3/8" y menos de 30% > 3/4"

Fuente: Guía del Laboratorio de Mecánica de Suelos - PUCP (2012)

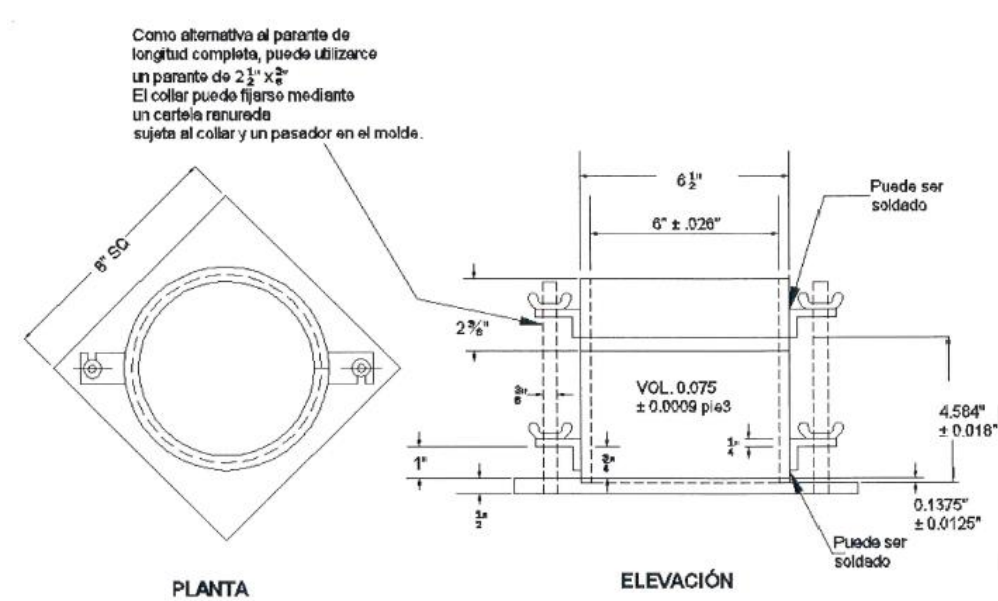


Figura 7. Molde cilíndrico de 6"

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC – 2017

La **capacidad de carga del suelo**, es la superficie sobre la que descansa la estructura del pavimento se denomina explanada (sub rasante), que es el encargado directo de soportar las cargas impuestas sobre el pavimento, por lo tanto, debe tener suficiente regularidad geométrica y resistencia adecuada. El comportamiento de las capas del pavimento ya sea base y sub base según corresponda, depende en gran parte de las características de los suelos sobre los que se apoyara. Por otro lado, las cargas impuestas al firme (estructura del pavimento), distribuyen las cargas de tráfico, para que las presiones que llegan a la explanada sean suficientemente reducidas. En consecuencia, su capacidad para resistir la deformación cuando se somete a cargas de tráfico se denomina capacidad de carga. Uno de los ensayos sencillos utilizados en carreteras y aeropuertos es el CBR, que se realiza en laboratorio, este ensayo es relativamente lento que no trata de simular la aplicación de cargas de tráfico. Las deformaciones que se aplican al suelo en este ensayo son superiores a las cargas que pudieran generar las cargas del tráfico (Kraemer, et al., 2008). Elaboración del ensayo CBR en laboratorio: El CBR fue propuesto como parte de un método para dimensionar los firmes (pavimentos) flexibles, y también asume que el ensayo es el más usado en todo el mundo para estimar la capacidad de soporte de los suelos que van a ser utilizados en los firmes. El ensayo consiste en someter al suelo a la penetración de un vástago

cilíndrico a una velocidad constante. El suelo compactado que está dentro del molde se sumerge en el agua, y a medida que se satura se toma lectura del eventual hinchamiento del suelo (Kraemer, et al., 2008). Para Menéndez (2016), el CBR es una medida indirecta de la capacidad de resistencia del suelo a la penetración, el ensayo debe realizarse para conseguir un indicador de la resistencia del suelo ya sea para la sub rasante, subbase y base que se utilizan como elemento estructural de un pavimento. En el siguiente cuadro se puede apreciar valores de CBR, que están en rangos o categorías para la sub rasante.

Tabla 13. Categorías de Sub rasante.

<b>Categoría de Sub rasante</b>	<b>CBR</b>
S0: Sub Rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

### **III. METODOLOGÍA**

## METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

#### Tipo de investigación.

**Por enfoque**, a lo largo del tiempo han aparecido distintas rutas para la exploración del conocimiento. Por ello para poder desarrollar una investigación de forma ordenada, se distingue en dos enfoques, en ese entender Charaja (2018) indica lo siguiente: Cuantitativo, este enfoque maneja datos numéricos, que es el resultado de la medida de la materialidad, con magnitudes de peso, volumen, distancia, frecuencia, entre otros y; cualitativa, en este caso el científico debe describir, comprender e interpretar sensaciones y concepciones de la población que habita en un determinado ambiente. Además, Hernández, et, al. (2014) mencionan que hay una tercera que es la mixta, que tiene las dos partes de las que se menciono líneas arriba.

**Por el propósito**, Charaja (2018) considera dos tipos: la básica, el fin es buscar teorías científicas, que no se aplicaran inmediatamente, por lo que solo busca expandir y ahondar el conocimiento y; la aplicada, es practica por lo que se utiliza para realizar cambios, en un ámbito de la realidad.

Según lo expuesto, el presente trabajo de investigación tuvo un **enfoque cuantitativo**, porque la variable Independiente cenizas de eucalipto y la variable dependiente estabilización de la sub rasante, son de naturaleza cuantitativa y, por propósito es de **tipo aplicada** porque se va a emplear teorías conocidas para saber novedosas aplicaciones.

#### 3.1.2. Nivel de investigación

Según, Hernández, et, al. (2014) señalan que el alcance del trabajo de investigación pueden ser los siguientes: el exploratorio, usualmente se ejecuta donde hay escasa información, del problema de estudio o bien se quiere ver desde otro punto de vista un tema o area; el descriptivo, tiene el fin de precisar como se manifiestan y como son las situaciones, los fenomenos, los eventos y contextos, de las personas, procesos, de las materias, etcetera, que pueden ser estudiadas; la correlacional, se realiza cuando se quiere conocer la correlación o nivel de asociación que tiene dos

o mas variables y; el explicativo, se ejecuta cuando se quiere explicar a causa de que sucede los fenomenos y bajo que condiciones se produce o por que se relacionan dos a mas variables.

En base a lo expuesto en el parrafo anterior, el trabajo de investigación tuvo un **alcance explicativo**, porque detalla agregando las cenizas de eucalipto a la muestra de sub rasante va ha originar efectos en el mejoramiento del suelo.

### **3.1.3. Diseño de Investigación**

Con respeco al diseño, Hernández, et, al. (2014) han considerado para cumplir con los objetivos trasados en el trabajo de investigación se debe emplear un diseño de investigación peculiar, para ello se tiene los siguientes: diseño experimental, la naturaleza de este tipo de diseño es que se maniobra uno o mas variables independientes (causa) intencionalmente, para ver como va responder o que efectos va tener la variable dependiente (efecto), y se separa en tres clases: i) preexperimental, se denomina de esta forma porque el chequeo no es minusuoso, y se emplea usualmente cuando se quiere dar una aproximación a la realidad; ii) experimentos puro, en este caso considera que debe tener para la validadción y el control un grupo de comparación y semejanya de los grupos y; iii) cuasiexperimentos, en este caso se por lo menos se delivera una variable independiente para ver el producto o el efecto en una o mas variables dependientes, en este caso los los sujetos no se ponen por casualidad a los grupos si no se colocan antes con anticipación antes de hacer el experimento.

En consecuencia a lo mencionado en el parrafo presedente el presente trabajo de investigación tuvo un **diseño cuasi experimental**, porque se va ha manejar la variable independiente (dosificando la ceniza de eucalipto), y la muestra no va ser seleccionada aleatoriamente.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

**Variable independiente:** Cenizas de Eucalipto

Definición conceptual: Las Cenizas de madera son restos en forma de polvo, producto de la combustión de algún material, y que se sub dividen en cenizas de fondo, cenizas volantes y/o mixtos. Así mismo la Real Academia Española (s.f.) lo

define como polvo producto de la combustión última, que está formado usualmente por, sales alcalinas y terreas, sílice y óxido metálico de color gris claro (s.p.).

**Variable Dependiente:** estabilización de la sub rasante.

Definición conceptual: Al respecto, el MTC (2014) menciona que la estabilización es proporcionar a los suelos resistencia mecánica y preservación en el tiempo, mezclándose con químicos, naturales o sintéticos y/o procesos mecánicos, para mejorar las propiedades de un suelo, en la sub rasantes donde usualmente se ejecuta por tener una capacidad de soporte inadecuados o pobres. Lo cual también Montero (2006) indica que es común, que el ingeniero se enfrente con suelos que deben utilizarse con características que lo obligan a tomar decisiones en un proyecto determinado, y estas decisiones pueden ser aceptar el material, pero debe tener consideración en el diseño, sustituir el material inapropiado por otro o modificar las propiedades del material, que es la estabilización del suelo.

La matriz de operacionalización se muestra en el Anexo N° 03

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

**Población:** para, Enríquez y Cutipa (2010) la población cuenta con características comunes que se pueden observar de un grupo total de individuos, por ejemplo, los votantes de una provincia, los enfermos de un centro de salud, los estudiantes de una carrera, entre otros.

**Muestra:** con una buena muestra se puede tener la información deseada, que es un tamaño pequeño en relación a la población y con el uso de la estadística se anhela alcanzar conclusiones aceptables (Enríquez & Cutipa, 2010).

Según, el MTC (2014) la cantidad de calicatas para carreteras con un tráfico menor a 200 vehículos por día se hará una calicata por kilómetro para obtener las propiedades físico y/o mecánico del terreno donde desahancara la estructura del pavimento, a lo largo de la vía con una profundidad de 1.50 m.

Basado en lo mencionado líneas arriba la población de estudio para el presente trabajo investigación, fueron los suelos de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña (Huancane – Moho) al distrito de Rosaspata, la muestra estuvo entre los km 5 y km 8 donde hay mayor presencia de suelos finos, y el



muestreo es no probabilística (por conveniencia) porque el manual de suelos y pavimentos en el capítulo III, menciona que para carreteras menores a 200 vehículos por día, debe hacerse una calicata por km, por lo que se hizo tres calicatas entre los kilómetros mencionados.

Tabla 14. Cantidad de especímenes

<b>Ensayos</b> <b>Dosific...</b>	<b>Indice de</b> <b>Plasticidad</b>	<b>Densidad</b> <b>seca</b>	<b>Contenido</b> <b>de humedad</b>	<b>CBR</b>
D0 = Suelo patron	3	3	3	3
D1 = 28% Ceniza E.	3	3	3	3
D2 = 33% Ceniza E.	3	3	3	3
D3 = 38% Ceniza E.	3	3	3	3
<b>Sumatoria:</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Total de especímenes:</b>	<b>48</b>			

Fuente: propia

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

#### 3.4.1. Técnica

Para, Baena (2017) es la habilidad, la forma o la estructura que debe seguirse para identificar el camino de un trabajo de investigación. Otra fuente menciona que es el conjunto de procesos (secuencias o pasos) que debe seguirse paso a paso, para recolectar datos para la investigación y las técnicas más utilizadas para recolectar datos son: la observación, es práctica, el más antiguo y a la vez el más moderno para obtener nuevos conocimientos, de un hecho actual; la entrevista; el examen, la encuesta; son algunas técnicas que son utilizadas para recolectar datos (Charaja, 2018).

La **técnica** que se empleó en el trabajo de investigación fue la **observación**, ya que es la más transparente, para aproximarse a la verdad.

#### 3.4.2. Instrumento

Es el medio o herramienta para tomar los datos físicamente, que pueden ser simples y sofisticados (microscopio, cámaras fotográficas, etcétera) (Charaja,

2018). Para, Baena (2017) es el soporte que cuenta las técnicas para alcanzar el propósito, pudiendo ser las mismas que considero el anterior autor.

Apoyado en el párrafo anterior el presente trabajo **utilizo** como **instrumento** “las **ficha técnica**”, que se mencionaran a continuación:

- Anexo 4: Ficha Técnica para el Indicador – “Índice de Plasticidad”
- Anexo 5: Ficha Técnica para el Indicador – “Máxima Densidad Seca”
- Anexo 6: Ficha Técnica para el Indicador – “Humedad Óptima”
- Anexo 7: Ficha Técnica para el Indicador – “Capacidad de Soporte”

#### **3.4.2.1. Validez**

Para, Hernández, et. al. (2014) se refiere al nivel en que un instrumento mide la variable que se supone debe medir. Así mismo, Charaja (2018) señala que si el instrumento es congruente con el propósito de investigación se confirma que hay validez, caso contrario, no lo habrá. Para ello existen varios tipos de validez, entre ellos la validez de contenido, que es cuando contine todos los aspectos, asuntos de la variable que se pretende investigar, es decir representa a la construcción teórica para dirimir un problema de investigación y para dar validez en este tipo se requiere el juicio de expertos, donde se utilizara la ficha respectiva. El número mínimo de expertos es tres y máximo siete siempre debe ser un número impar para prevenir empates.

Por lo tanto para dar validez se usara el **Juicio de expertos**. Que serán los siguientes:

- Ing. Ronny Richard, Parizaca Quispe (CIP: 183927) – Anexo N° 4, 5, 6 y 7
- Ing. Jhon Darwin, Ticona Quispe (CIP: 167739) – Anexo N° 4, 5, 6 y 7
- Ing. Dheivis Yury, Jara Vilca (CIP: 210662) – Anexo N° 4, 5, 6 y 7

#### **3.4.2.2. Confiabilidad**

Según, Hernández, et. al. (2014) señala que la confiabilidad es cuando se repite una y otra vez los instrumentos de medición a un sujeto o a una materia y da como réplica los mismos resultados.

Para ello la confiabilidad se avalara, con los certificados de calibración de los equipos, siguientes:

- Balanza de 30 kg (Anexo N°09)
- Balanza de 3.1 kg (Anexo N°09)
- Equipo Casagrande (Anexo N°09)
- Dial Indicador (Anexo N°09)
- Prensa CBR(Anexo N°09)
- Horno (Anexo N°09)

### **3.5. Procedimientos**

#### **Parte I. Recolección de las cenizas de eucalipto**

*La Recolección de las cenizas de eucalipto*, para el presente trabajo de investigación se realizo en las panaderias de los Distritos de Huancane y Rosaspata de la provincia de Huancane departamento de Puno, alrededor de 120 kg. Las panaderias en dichos distritos son la combinación de dos tipos de panaderia: Clasica, por el proceso de elaboración del pan que es manual y se produce para un dia; y Artesanal, por el metodo de cocinar la masa del pan que es a base de leña de eucalipoto. Para la producción de las cenizas de eucalipto se realizaron preguntas a los diferentes dueños de las panaderias, lo cual nos indicaron lo siguiente: Fase i, comienza con el leñador que esta en la provincia de Huancañe o Moho, donde este individuo va a comprar los arboles de eucalipto por su alto contenido de aceites que ayudan a arder y por la abundancia de este; Fase ii, en esta etapa el leñador tala el arbol para luego trozarlos en pqueñas partes llamados leñas, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen:



Figura 8. Imagen de la leña de eucalipto en una de las panaderías.

Fase iii, luego se procede a transportarlos en camiones a almacenes o lugares, donde se hará el secado correspondiente y cuidado de las inclemencias de la naturaleza; fase iv, en esta etapa el panadero hace el requerimiento de las leñas según sus necesidades; Fase v, el panadero o operario del horno calienta el horno volteando paulatinamente las leñas para que este se vuelva polvo de 3 a 4 horas aproximadamente utilizando unos 2 quintales (4 arrobas) de leña para una jornada, a una temperatura de 580 a 600°C según Fonseca (2006) que es la temperatura donde se comienza a producir las cenizas.



Figura 9. Imagen de la quema de leñas de eucalipto en la panadería.

Fase vi, una vez estando caliente el horno, se introduce la masa del pan alrededor de 10 a 15 minutos aproximadamente por cada bandeja o azadera; fase vii, una vez que las leñas ya se ayan vuelto cenizas lo pasan a retirar

del horno, para luego botarlo en los recolectores de basura o en muchos casos en lugares descampados.



Figura 10. Cenizas de eucalipto producto de quemar leñas de eucalipto.

Teniendo la cantidad necesaria para los ensayos, se ha pasado a separar las cenizas con los carbonos con el tamiz #4. Ya que los trozos de leñas carbalizadas quedarron en los hornos sin ser vulverizadas o hechos cenizas.



Figura 11. Proceso de separación de la cenizas con el tamiz N°04

Asi mismo, para conocer las características químicas que presenta las cenizas de eucalipto se mando una muestra en una cantidad de 1 kg. que se tomo de la panaderia del señor Javier que esta ubicado en la intersección de las vías de Pumacahua y Catastro del distrito de Huancane, Provincia del mismo nombre y departamante de Puno, al “Laboratorio Analíticos del Sur E.I.R.L”, dando nos los siguientes resultados.

Tabla 15. Componentes químicos de las cenizas de eucalipto

Item	Descripción	Formula Quimica	Composición (%)
1	Oxido de silicio (sílice)	SiO <sub>2</sub>	4,10
2	Oxido de Calcio (cal)	CaO	37.76
3	Oxido de Magnesio	MgO	5.86
4	Oxido de Aluminio (Alumina)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.80
5	Oxido de Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.86
6	Óxido de Manganeso	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.16
7	Oxido de Sodio	Na <sub>2</sub> O	1.28
8	Oxido de Potasio	K <sub>2</sub> O	21.68

Fuente: Propia

## Parte II. Excavación de calicatas y muestreo de suelos

La ubicación de las calicatas materia de investigación se encuentran en la trocha carrozable que inicia en el desvío Chaquelequeña que está dentro de la carretera Huancané – Moho hasta el Distrito de Rosaspata. El tramo pasa por el centro poblado de Malcosuca perteneciente al distrito de Moho, provincia de Moho de la región de Puno.

C

Figura 12. Ubicación del tramo de investigación

Tabla 16. Ubicación de las calicatas donde se extrajeron las muestras.

ÍTEM	DENOMINACIÓN	MATERIAL	PROGR.	MARGEN	PROFUNDIDAD
1	Calicata N°01	Suelo N°01	5+932	Derecho	1.50 metros
2	Calicata N°02	Suelo N°02	6+760	Izquierdo	1.50 metros
3	Calicata N°03	Suelo N°03	7+728	Derecho	1.50 metros



Figura 13. Las dos imágenes corresponden a la Calicata N°01, donde la imagen de la izquierda muestra el trazo donde se va a realizar la excavación y la imagen de la derecha muestra el proceso de la toma de muestra de la calicata.



Figura 14. Las dos imágenes corresponden a la Calicata N°02, donde la imagen de la izquierda muestra el margen izquierdo de la carretera, y la imagen de la derecha muestra la calicata excavada.



Figura 15. Las imágenes corresponden a la Calicata N°03, donde la imagen de la izquierda corresponde al margen derecho de la vía y se aprecia el trazo donde se realizó la excavación; y la imagen de la derecha se observa la medición de la profundidad de la calicata.

### Parte III. Ensayos de laboratorio para suelo patrón

Para determinar las características del suelo patrón de las tres calicatas se realizaron los diferentes ensayos que se mencionan a continuación.

Tabla 17. Ensayos realizados a los tres suelos extraídos de las tres calicatas

ÍTEM	ENSAYO	NORMA
1	Contenido de Humedad del suelo natural	MTC E 108
2	Análisis granulométrico	MTC E 107
3	Limite Liquido	MTC E 110
4.	Limite plástico	MTC E 111
5	Proctor modificado	MTC E 115
6	California Bearing Tatio (CBR)	MTC E 132

Fuente: Ideación propia

Para ello se pasará a detallar o a describir cada uno de los ensayos:

**1. contenido de Humedad Natural:** las muestras de los suelos naturales de las tres calicatas se llevaron al laboratorio en bolsas para mantener su humedad. Según el MTC (2013), el contenido de humedad natural es la cantidad de agua que tiene el suelo al momento de efectuar el ensayo. Para ello se procedió a desarrollar el ensayo según el MTC E – 108, de la siguiente manera: primero se pesó el tarro vacío; luego se pesó el tarro más la muestra húmeda que fue aproximadamente 300gr, por cada muestra extraída de cada calicata; inmediatamente se colocó en el horno a una temperatura de 110°C por 24 horas; después de cumplido las horas indicadas se retiró del horno dejando enfriar por unos 15 min aproximadamente, para luego pesarlos el tarro más la muestra seca. Para obtener el contenido de humedad natural se utilizó la siguiente ecuación:

$$W\% = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso Seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$



Tabla 18. Contenido de Humedad Natural

ITEM	MATERIAL	Contenido de Humedad (%)
1	S1D0	4.84
2	S2D0	5.35
3	S3D0	4.96

**2. Muestra representativa.** Para no tener muestras distorsionadas se realizó el cuarteo, para las 3 muestras extraídas de cada calicata siguiendo las indicaciones del MTC E 105 de la siguiente manera: se vaciaron o se voltearon los sacos que se llevaron al laboratorio para mezclarlos; después de ello se procedió a formar un cono con la pala; luego se formó una pequeña plataforma en la parte superior del cono distribuyendo el material hacia los costados de tal forma que se distribuya a todo lado para luego cortar un una regla o platino de 3"x1/4"x1m. Luego, de ello se separaron en bolsas, para realizar los diferentes ensayos: para el análisis granulométrico se separó 2Kg, tanto para el límite líquido y limite plástico se separó 2 kg, para el Proctor modificado se separó 3kg, y para el CBR 6kg.



Figura 16. En la imagen se muestra el cuarteo para el análisis granulométrico para el suelo patrón.

**3. Análisis granulométrico:** con la muestra separada se realizó el ensayo granulométrico siguiendo lo indicado en el MTC E 107, lavándolo en la malla N°200, luego la muestra lavada se dejó en el horno aproximadamente 24 horas, para después cribarlo el material lavado con las mallas N° 4, 10, 20, 40, 100, 200, pesando la fracción retenida de cada tamiz.



Figura 17. En la imagen se muestra el lavado del material con la malla N°200 para el análisis granulométrico

Tabla 19. Análisis granulométrico de los suelos patrón

TAMIZ		% QUE PASA DE MATERIAL		
(Pulg)	(mm)	S1D0	S2D0	S3D0
3/8"	9.500	100.00	100.00	100.00
#4	4.750	100.00	100.00	100.00
#10	2.000	98.80	95.00	94.60
#20	0.850	96.40	83.30	83.90
#40	0.425	87.80	70.80	72.80
#100	0.150	57.40	56.70	60.10
#200	0.075	45.10	46.20	50.80

Fuente: Propia

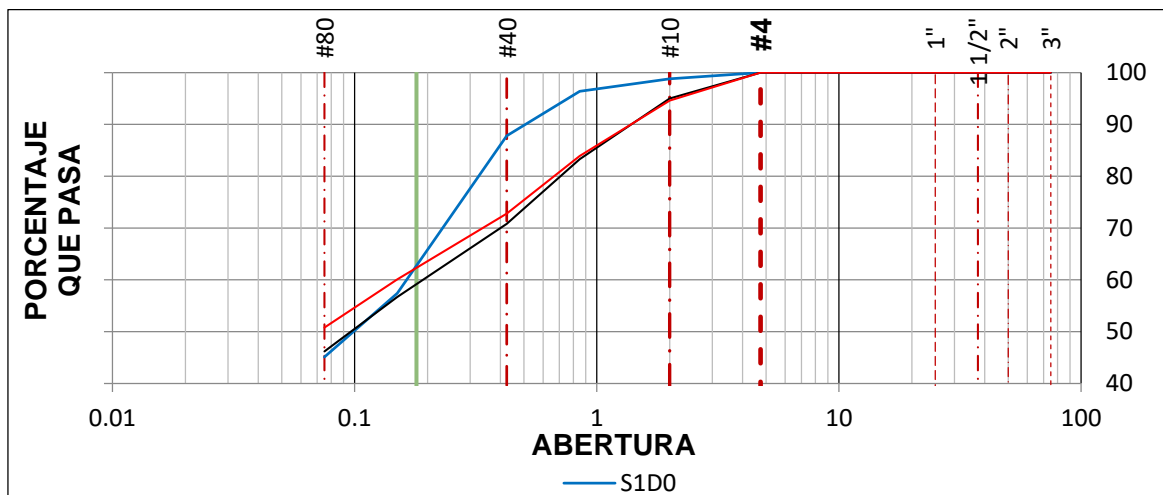


Figura 18. curva granulométrica de los materiales S1D0, S2D0 y S3D0

**4. Limite Liquido:** con este ensayo se obtiene el contenido de agua en el cual se cierra una franja de  $\frac{1}{2}$ " (12.7mm) mediante 25 golpes con la copa de Casagrande, siguiendo el procedimiento indicado en la norma MTC E -110,

de la manera siguiente: Unos 200 gr de suelo como muestra representativa que pasa la malla N°40, se coloca en un recipiente, luego debe añadirse agua mezclándolo para que este sea homogéneo y después se debe saturar la mezcla por 24 horas; transcurrido las horas indicadas la muestra saturada se coloca una porción dentro de la copa de Casagrande con un espesor de 10mm en la parte más pequeña; luego con un ranurador se divide la muestra por la mitad e inmediatamente se da vueltas con la manuela a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo, hasta que las dos partes divididos estén en contacto.

**5. Limite Plástico:** es el contenido de agua que posee el suelo al ser cuarteado, y quebrado para formar cilindros de 3mm de diámetro aproximadamente, lo cual se va a desarrollar según la norma MTC E 111: se toma una muestra del suelo saturado, amasando y rodando sobre un vidrio esmerilado hasta lograr que la masa se parezca o tenga la forma de un cilindro de 3mm de diámetro, la prueba se realiza hasta que la muestra en forma de cilindro tenga grietas al reducirse al diámetro indicado, a lo cual se sacara el contenido de humedad, al calcular los resultados, estos no deben diferir en 1% entre las muestras, por lo que se realizó un promedio de los resultados obtenidos.

Tabla 20. Límites de consistencia de los suelos patrón

ITEM	MATERIAL	LL	LP	IP
01	S1D0	24.46	15.25	9.21
02	S1D0	28.60	18.58	10.02
03	S1D0	35.78	24.28	12.50

Fuente: propia

**6. Proctor modificado.** Con el ensayo se determinó el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima, del suelo con una fuerza de compactación, según la norma MTC E – 115, se siguió el siguiente procedimiento: por ser un suelo fino se utilizó para la presente investigación el método de Compactación “A” para lo cual la muestra requerida fue de 3000 gr; luego, luego se pesó el agua de 14 a 20% con respecto al suelo; posteriormente se mezcló el suelo y el agua hasta alcanzar una mezcla

homogénea, luego se pesó el molde sin su collarín y se sacó sus dimensiones para sacar el volumen del molde, seguidamente en 5 capas se realizó la compactación del suelo en el molde, a continuación se retiró el collarín para tomar como dato el peso del molde más el peso de la muestra húmeda. Para determinar el contenido de humedad se tomó la muestra que estuvo en el centro del molde.

Tabla 21. Proctor modificado de los tres suelos patrón

Item	MATERIAL	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
01	S1D0	1.733	11.55
02	S1D0	1.726	13.09
03	S1D0	1.696	15.23

Fuente: propia

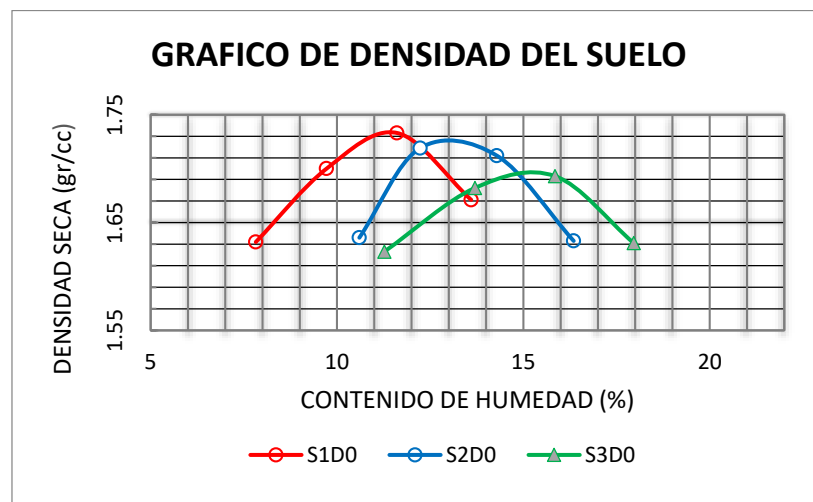


Figura 19. Gráfico de la densidad del suelo patrón para las tres calicatas

**7. California Bearing Ratio (CBR):** siguiendo la norma MTC E – 132, se determinó el CBR, lo cual nos sirvió para determinar la capacidad de soporte del suelo, de la siguiente manera: una vez determinado el contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca en el paso anterior, se procedió con el ensayo de CBR lo cual se siguió el siguiente procedimiento: dentro del molde se coloca el disco espaciador, enseguida se coloca el filtro, luego se mezcla el material (6kg) con la cantidad óptima de agua hasta homogenizar, luego se procede a compactar en el molde en 5 capas, después de ello se quitó el collarín para nivelarlo de tal manera que no haya

espacios vacíos, Luego se volteo el molde retirando el disco espaciador para pesarlo, posteriormente se coloca el filtro y las sobrecargas, y luego se coloca agua durante 96 horas, una vez dentro de la posa se instaló el deformímetro de forma que la punta de este tenga contacto con el vástago. Durante los días posteriores se tomó intervalos de lecturas en las horas de 0, 24, 48, 72 y 96 horas, cumplido las 96 horas se retiró los moldes de la posa dejándolo en reposo o que escurra el agua aproximadamente por 20 min, para luego someter el suelo a la prensa CBR.

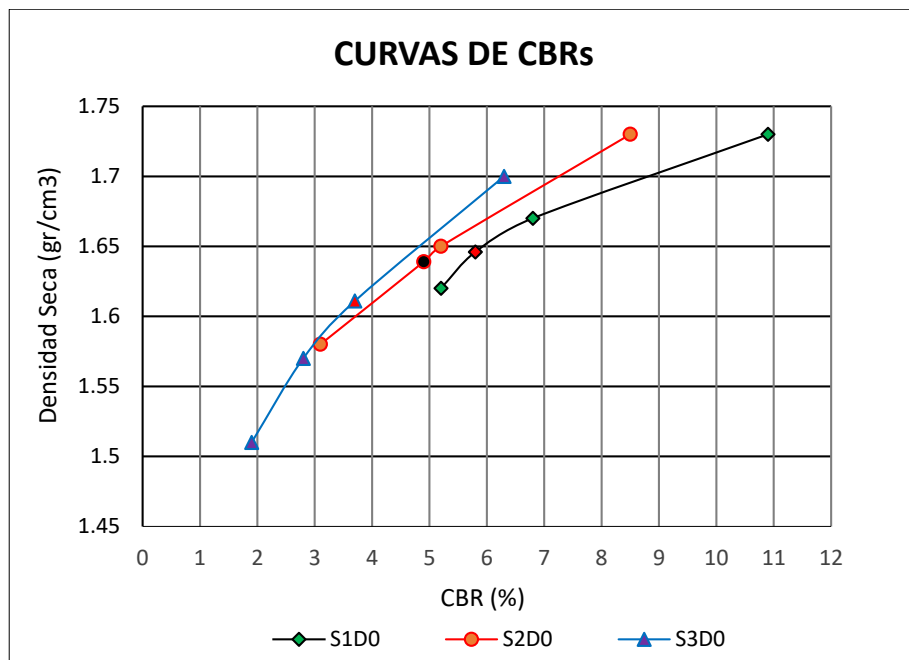


Figura 20. Curva de CBR para los suelos S1D0, S2D0 y S3D0

Tabla 22. Resultados el ensayo de CBR para S1D0 y S2D0

S1D0			S2D0		
RESULTADOS	CBR	DENSISDA	RESULTADOS	CBR	DENSISDA
CBR 12 golpes	5.2%	1.62 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 12 golpes	3.1%	1.58 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 25 golpes	6.8%	1.67 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 25 golpes	5.2%	1.65 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 56 golpes	10.9%	1.73 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 56 golpes	8.5%	1.73 gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 100% de la MDS: 10.9%			CBR al 100% de la MDS: 8.5%		
CBR al 95% de la MDS: 5.8%			CBR al 95% de la MDS: 4.9%		

Fuente: Propia

Tabla 23. Resultados el ensayo de CBR para S3D0

S3D0		
RESULTADOS	CBR	DENSISDA
CBR 12 golpes	1.9%	1.51 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 25 golpes	2.8%	1.57 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 56 golpes	6.3%	1.70 gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 100% de la MDS: 6.3%		
CBR al 95% de la MDS: 3.7%		

Fuente: Propia

#### Parte IV. Preparación de Especímenes con la adición de Cenizas de eucalipto

En esta etapa se procedió a dosificar los especímenes para los suelos de las tres calicatas como se describe a continuación.

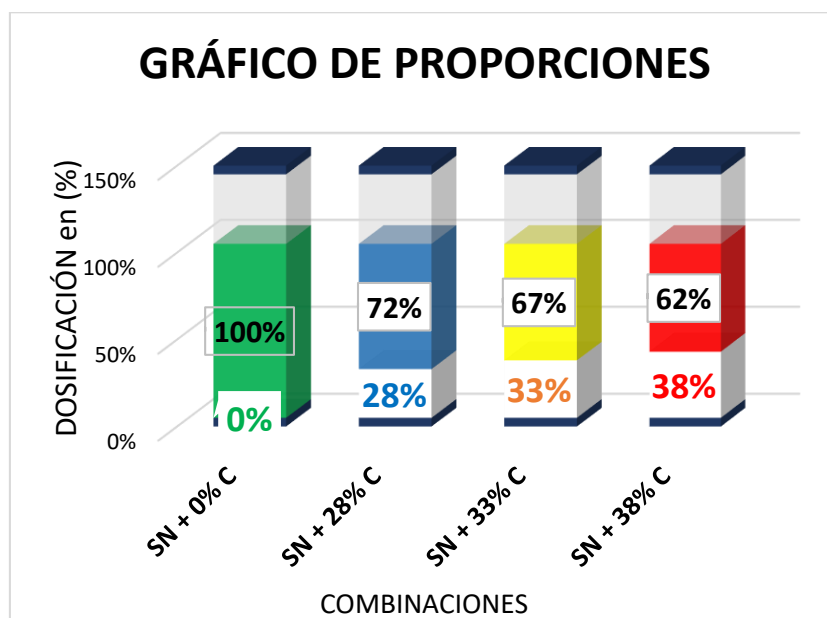


Figura 21. Proporciones para los ensayos para los tres suelos

Tabla 24. Dosificación de los especímenes para los ensayos

NUMERO DE SUELO	MATERIAL	DOSIFICACIÓN	PESO DE SUELO	PESO DE LA CENIZA
Suelo N°01	S1D0	100% SN + 0% C	35,000gr	-
	S1D1	72% SN + 28% C	25,200 gr	9,800 gr
	S1D2	67% SN + 33% C	23,450 gr	11,550 gr
	S1D3	62% SN + 38% C	21,700 gr	13,300 gr
Suelo N°02	S2D0	100% SN + 0% C	35,000gr	-
	S2D1	72% SN + 28% C	25,200 gr	9,800 gr

	S2D2	67% SN + 33% C	23,450 gr	11,550 gr
	S2D3	62% SN + 38% C	21,700 gr	13,300 gr
Suelo N°03	S3D0	100% SN + 0% C	35,000gr	-
	S3D1	72% SN + 28% C	25,200 gr	9,800 gr
	S3D2	67% SN + 33% C	23,450 gr	11,550 gr
	S3D3	62% SN + 38% C	21,700 gr	13,300 gr

Fuente: propia

Una vez obtenido los pesos correspondientes se procedió a mezclar



Figura 22. Mezcla del suelo con las cenizas



Figura 23. Una vez mezclado se procedió con el cuarteo



Figura 24. Separación de los especímenes en bolsas para los diferentes ensayos.

### Parte V. Ensayos de especímenes con cenizas de eucalipto.

Al igual que en el suelo patrón se realizaron para los tres suelos, con las dosificaciones de 28, 33 y 38% de ceniza como se muestra a continuación.

Tabla 25. Ensayos realizados para Suelo Natural + 28, 33 y 38% de cenizas

ÍTEM	ENSAYO	NORMA
1	Contenido de Humedad del suelo natural	MTC E 108
2	Análisis granulométrico	MTC E 107
3	Limite Liquido	MTC E 110
4.	Limite plástico	MTC E 111
5	Proctor modificado	MTC E 115
6	California Bearing Tatio (CBR)	MTC E 132

1. **Contenido de humedad Suelo Natural + 28, 33 y 38% de ceniza de eucalipto**, se procedió de la misma forma como se describió para el suelo patrón, con la diferencia que se ha sustituido el suelo por cenizas de eucalipto en porcentajes de 28, 33 y 38%.
2. **Análisis granulométrico**, se desarrolló de la misma forma o manera que el suelo patrón.





Figura 25. Imagen realizando el análisis granulométrico

Tabla 26. Análisis granulométrico para el suelo N°01

TAMIZ		% QUE PASA DE MATERIAL		
(Pulg)	mm	S1D1	S1D2	S1D3
3/8"	9.500	100.00	100.00	100.00
#4	4.750	100.00	100.00	100.00
#10	2.000	97.90	97.80	97.30
#20	0.850	94.40	93.50	92.30
#40	0.425	84.60	85.40	85.30
#100	0.150	61.80	65.80	68.90
#200	0.075	52.40	56.30	60.70

Fuente: propia

Se observa en el cuadro precedente para la dosificación 28% de ceniza el porcentaje de finos es de 52.40% y el porcentaje de arena es de 47.60%; para la dosificación 33%, el porcentaje de finos es de 56.30% y de arena es de 43.70%; y para la última dosificación que es 38%, el porcentaje de finos es de 60.70% y de arena es 39,30%. Por ende, en los tres casos es considerado como suelo fino.

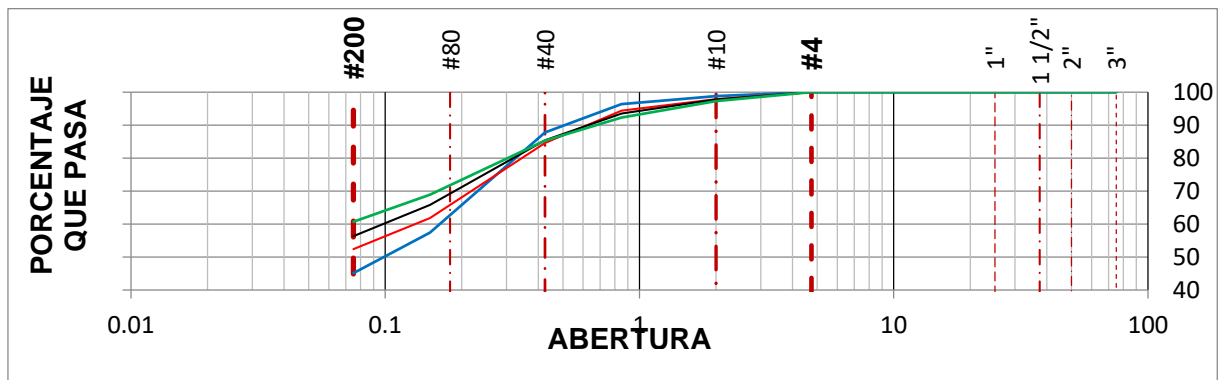


Figura 26. curva granulométrica de los materiales S1D0, S1D1, S1D2 y S1D3

Tabla 27. Análisis granulométrico para el Suelo N°02

TAMIZ		% QUE PASA DE MATERIAL		
(Pulg)	(mm)	S2D1	S2D2	S2D3
3/8"	9.500	100.00	100.00	100.00
#4	4.750	100.00	100.00	100.00
#10	2.000	98.10	97.30	97.70
#20	0.850	94.00	93.50	93.30
#40	0.425	84.10	85.10	86.60
#100	0.150	63.30	67.00	71.90
#200	0.075	54.10	57.80	62.30

Fuente: Propia

Se observa en el cuadro precedente para la dosificación 28% de ceniza el porcentaje de finos es de 54.10% y de arena es de 45.90%; para 33% de ceniza el % de finos es de 57.80% y de arena 42.20%; y para 38% de ceniza el % de finos es de 62.30% y arena 37.60%. Por lo tanto, es considerado como un material fino en los tres casos.

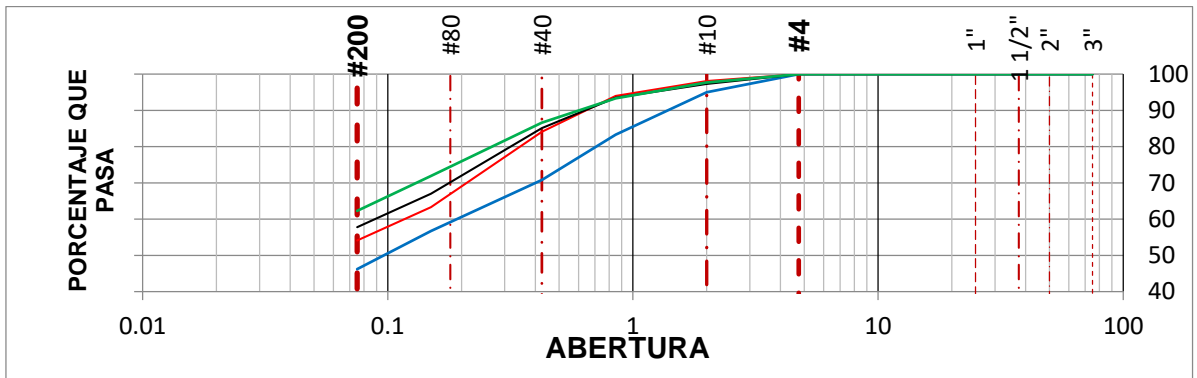


Figura 27. Curva granulométrica de los materiales S2D0, S2D1, S2D2 y S2D3

Tabla 28. Análisis granulométrico para el suelo N°03

TAMIZ		% QUE PASA DE MATERIAL		
(Pulg)	(mm)	S3D1	S3D2	S3D3
3/8"	9.500	100.00	100.00	100.00
#4	4.750	100.00	100.00	100.00
#10	2.000	98.20	97.90	97.70
#20	0.850	94.60	94.50	93.90
#40	0.425	86.30	87.20	87.90
#100	0.150	66.90	70.70	75.00
#200	0.075	58.90	62.40	66.50

Fuente: propia

Se observa en el cuadro precedente para la dosificación 28% de ceniza el porcentaje de finos es de 58.90% y de arena es de 41.10%; para 33% de ceniza el % de finos es de 62.40% y de arena 37.60%; y para 38% de ceniza el % de finos es de 66.50% y arena 33.50%. Por lo tanto, es considerado como un material fino en los tres casos.

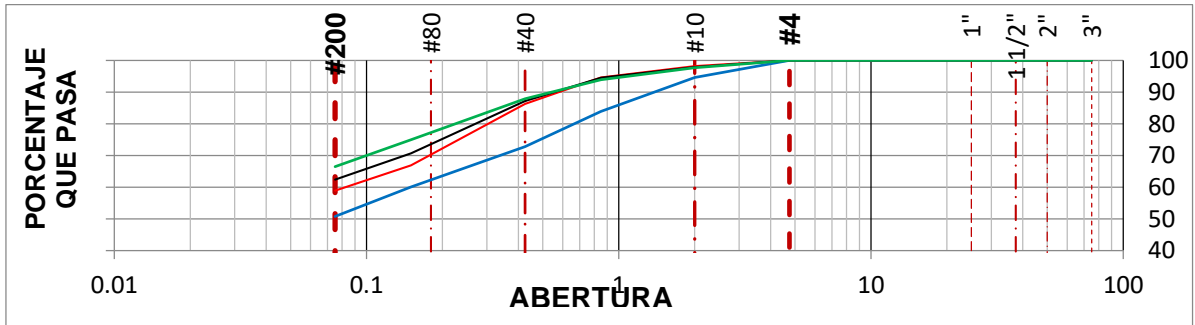


Figura 28. Curva granulométrica de los materiales S3D0, S3D1, S3D2 y S3D3

**3. Limite Líquido y limite plástico.** Se desarrolló del mismo modo que el suelo patrón para las diferentes dosificaciones.



Figura 29. Muestras para sacar el contenido de humedad de los ensayos de limite líquido y limite plástico.

Tabla 29. Resultados del Índice de plasticidad para los tres suelos

N° DE SUELO	MATERIAL	LL	LP	IP
Suelo N°01	S1D1	29.31	22.89	6.42
	S1D2	27.29	21.13	6.16
	S1D3	25.58	20.64	4.94
Suelo N°02	S2D1	34.04	27.50	6.54
	S2D2	31.60	25.85	5.75
	S2D3	30.19	24.97	5.22

Suelo N°03	S3D1	36.88	29.02	7.86
	S3D2	34.45	27.86	6.59
	S3D3	32.33	26.57	5.76

Fuente: propia

**4. Proctor Modificado.** Se determinó del mismo modo que para el suelo patrón iniciándose con un contenido de agua de 14 al 20% de agua.



Figura 30. Ensayo de Proctor modificado método "A"

Tabla 30. Resultado de Proctor modificado para el Suelo N°01

ITEM	MATERIAL	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
01	S1D1	1.583	14.19
02	S1D2	1.574	14.82
03	S1D3	1.532	15.66

Fuente: propia

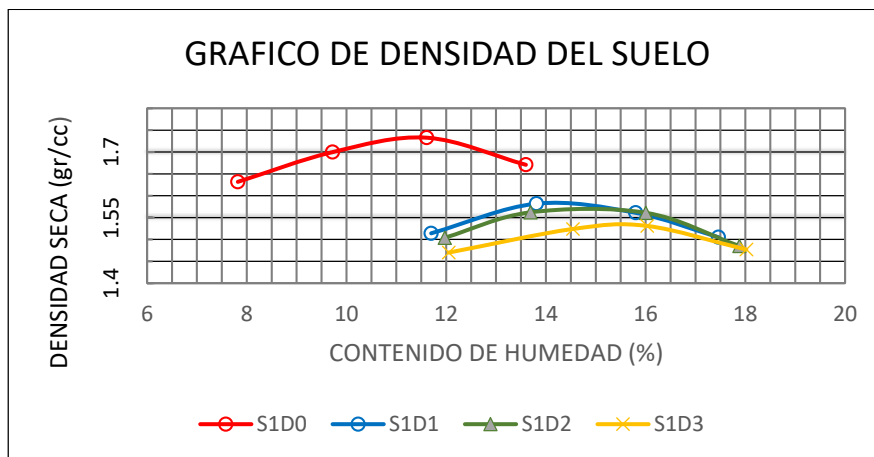


Figura 31. Curva de compactación de las dosificaciones del suelo N°01

Tabla 31. Resultado de Proctor modificado para el Suelo N°02

Item	MATERIAL	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
01	S2D1	1.559	15.04
02	S2D2	1.553	16.86
03	S2D3	1.507	18.25

Fuente: propia.

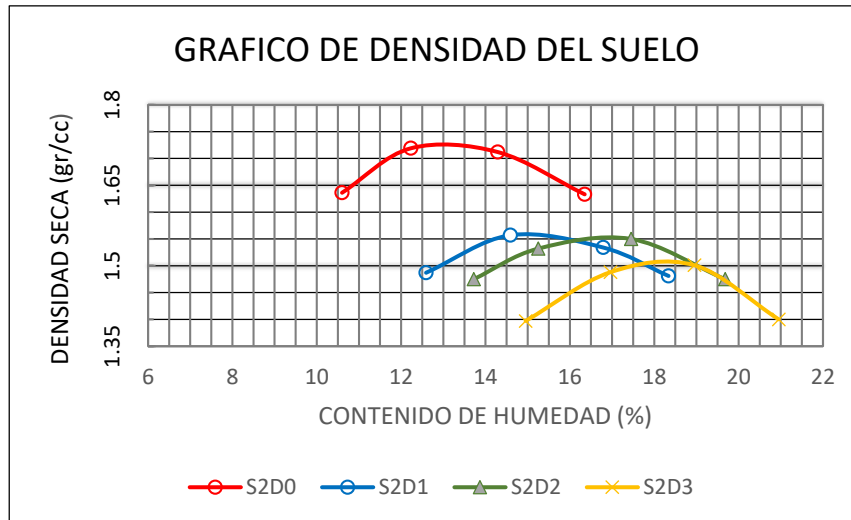


Figura 32. Curva de compactación de las dosificaciones del suelo N°02

Tabla 32. Resultado de Proctor modificado para el Suelo N°03

ITEM	MATERIAL	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
01	S3D1	1.543	17.57
02	S3D2	1.541	20.24
03	S3D3	1.501	21.86

Fuente: propia

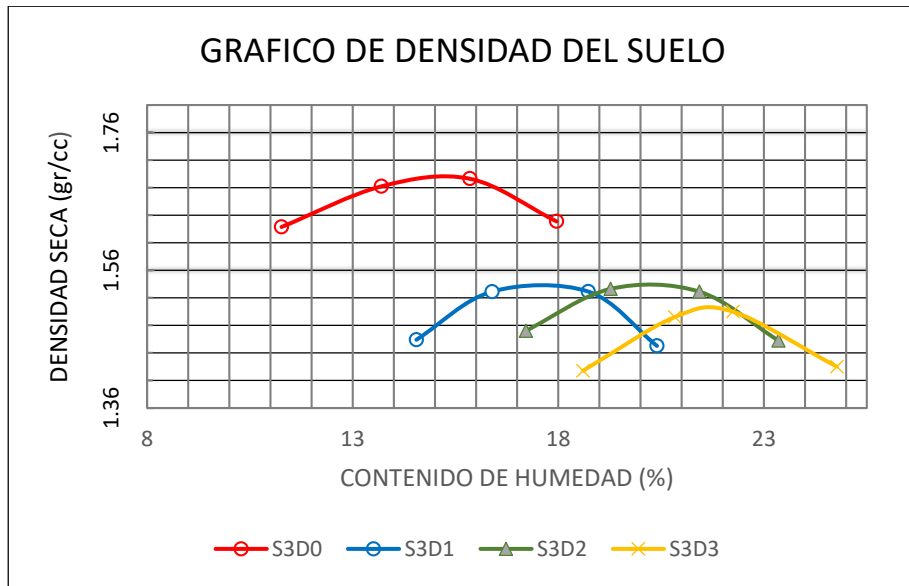


Figura 33. Curva de compactación de las dosificaciones del suelo N°03

**5. CBR**, se procedió del mismo modo que el suelo patrón para las diferentes dosificaciones, obteniéndose los resultados siguientes.



Figura 34. Moldes en la posa verificando la expansión del suelo.

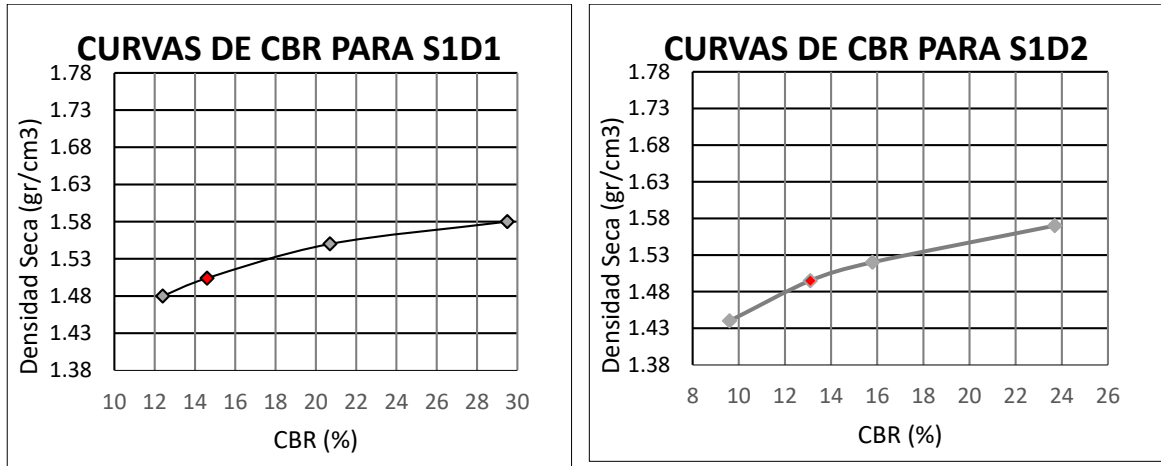


Figura 35. Curva de CBR para los materiales S1D1 Y S1D2

Tabla 33. Resultados el ensayo de CBR para S1D1 y S1D2

S1D1			S1D2		
RESULTADOS	CBR	DENSISDA	RESULTADOS	CBR	DENSISDA
CBR 12 golpes	12.4%	1.48 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 12 golpes	9.6%	1.44 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 25 golpes	20.7%	1.55 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 25 golpes	15.8%	1.52 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 56 golpes	29.5%	1.58 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 56 golpes	23.7%	1.57 gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 100% de la MDS: 29.50%			CBR al 100% de la MDS: 23.70%		
CBR al 95% de la MDS: 14.60%			CBR al 95% de la MDS: 13.10%		

Fuente: Propia

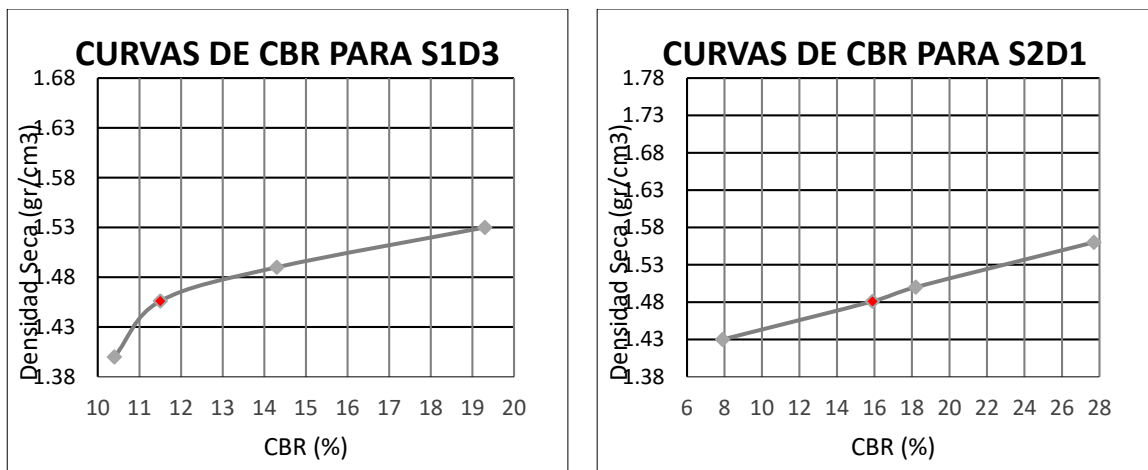


Figura 36. Curva de CBR para los materiales S1D3 y S2D1

Tabla 34. Resultados el ensayo de CBR para S1D3 y S2D1

S1D3			S2D1		
RESULTADOS	CBR	DENSISDA	RESULTADOS	CBR	DENSISDA
CBR 12 golpes	10.4%	1.40 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 12 golpes	7.90%	1.43 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 25 golpes	14.3%	1.49 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 25 golpes	18.2%	1.50 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 56 golpes	19.3%	1.53 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 56 golpes	27.7%	1.56 gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 100% de la MDS: 19.3%			CBR al 100% de la MDS: 27.7%		
CBR al 95% de la MDS: 11.5%			CBR al 95% de la MDS: 15.9%		

Fuente: Propia

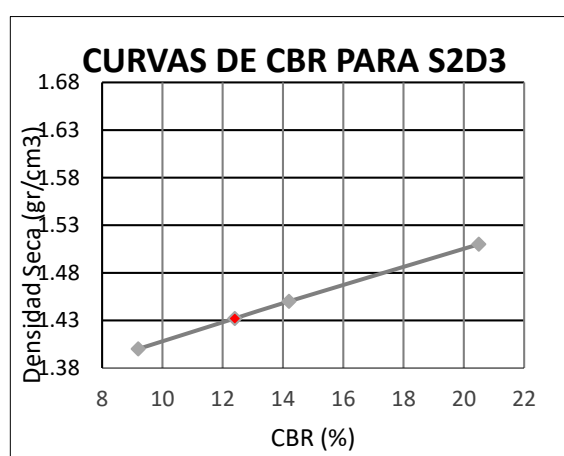
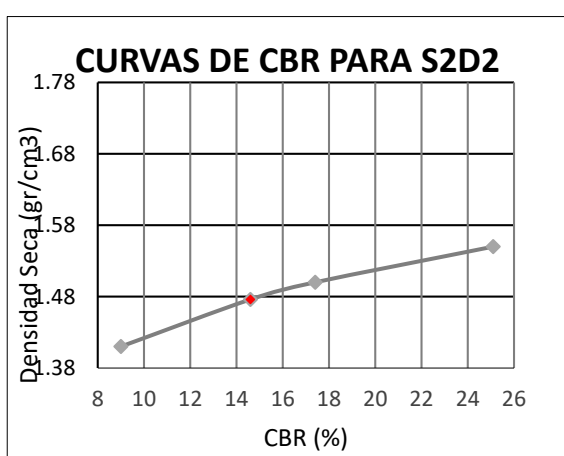


Figura 37. Curva de CBR para los materiales S2D2 y S2D3

Tabla 35. Resultados el ensayo de CBR para S2D2 y S2D3

S2D2			S2D3		
RESULTADOS	CBR	DENSISDA	RESULTADOS	CBR	DENSISDA
CBR 12 golpes	9.0%	1.41 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 12 golpes	9.2%	1.40 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 25 golpes	17.4%	1.50 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 25 golpes	14.2%	1.45 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 56 golpes	25.1%	1.55 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 56 golpes	20.5%	1.51 gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 100% de la MDS: 25.10%			CBR al 100% de la MDS: 20.50%		
CBR al 95% de la MDS: 14.60%			CBR al 95% de la MDS: 12.40%		

Fuente: Propia



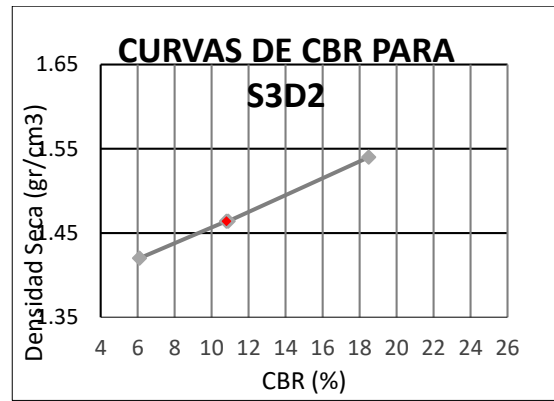
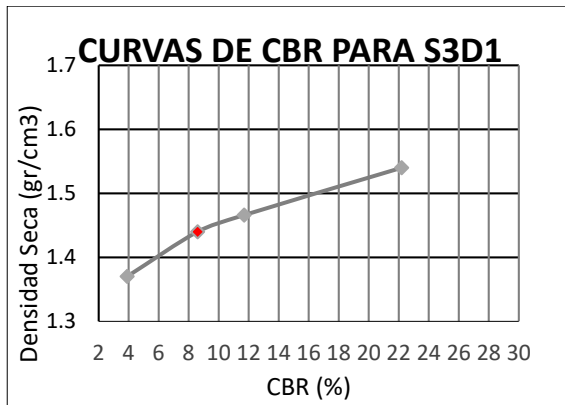


Figura 38. Curva de CBR para los materiales S3D1 y S3D2

Tabla 36. Resultados el ensayo de CBR para S3D1 y S3D2

S3D1			S3D2		
RESULTADOS	CBR	DENSISDA	RESULTADOS	CBR	DENSISDA
CBR 12 golpes	3.9%	1.37 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 12 golpes	6.10%	1.42 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 25 golpes	8.6%	1.44 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 25 golpes	10.9%	1.46 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 56 golpes	22.2%	1.54 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 56 golpes	18.5%	1.54 gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 100% de la MDS: 22.20%			CBR al 100% de la MDS: 18.50%		
CBR al 95% de la MDS: 11.70%			CBR al 95% de la MDS: 10.80%		

Fuente: Propia

Tabla 37. Resultados el ensayo de CBR para S3D3

CURVAS DE CBR PARA S3D3		S3D3			
RESULTADOS	CBR	DENSISDA	RESULTADOS	CBR	DENSISDA
CBR 12 golpes	5.4%	1.36 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 12 golpes	5.4%	1.36 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 25 golpes	7.8%	1.40 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 25 golpes	7.8%	1.40 gr/cm <sup>3</sup>
CBR 56 golpes	16.9%	1.50 gr/cm <sup>3</sup>	CBR 56 golpes	16.9%	1.50 gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 100% de la MDS: 16.90%			CBR al 100% de la MDS: 16.90%		
CBR al 95% de la MDS: 9.70%			CBR al 95% de la MDS: 9.70%		

Fuente: Propia

### **3.6. metodos de analisis de datos**

Con la exposición de los resultados (datos), se ordenan las figuras, cuadros estadísticos (lectura o interpretación), con los conceptos, los fundamentos o las manifestaciones. Posteriormente después de ordenar y con los datos obtenidos se realiza el respectivo análisis, describiendo las características de los cuadros, fotografías, conceptos, principios, según corresponda la investigación (Charaja, 2018).

Para el actual trabajo se realizara con cuadros, tablas, graficos, etcetera, con lo cual se hara una lectura de los datos, mediante la **estadística descriptiva** para la constatación de la hipótesis.

### **3.7. Aspectos éticos.**

Todas las directivas establecidas por la UCV se tomara en cuenta, para el progreso de la investigación, considerando los aspectos éticos, tales como: la adecuada citación con lo cual se reconocera el derecho de autor según las normas ISO; con los ensayos de laboratorio y con los certificados de calibración de los equipos se garantizara la confiabilidad de los resultados y; con la utilización del software turnitin se efectuara el análisis de similitud del contenido de la tesis.

## **IV. RESULTADOS**

## IV. RESULTADOS

### 4.1. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

#### Resultados del indicador Índice de plasticidad

Tabla 38. Resultados del índice de plasticidad de las tres calicatas

N° SUELO	MATERIAL	IP (%)	DISMINUCIÓN (↓)
Suelo N°01	S1D0	9.21	-
	S1D1	6.42	30.29%
	S1D2	6.16	33.12%
	S1D3	4.94	46.36%
Suelo N°02	S2D0	10.02	-
	S2D1	6.54	34.73%
	S2D2	5.75	42.61%
	S2D3	5.22	47.90%
Suelo N°03	S3D0	11.5	-
	S3D1	7.86	31.65%
	S3D2	6.59	42.70%
	S3D3	5.76	49.91%

Fuente: Elaboración propia

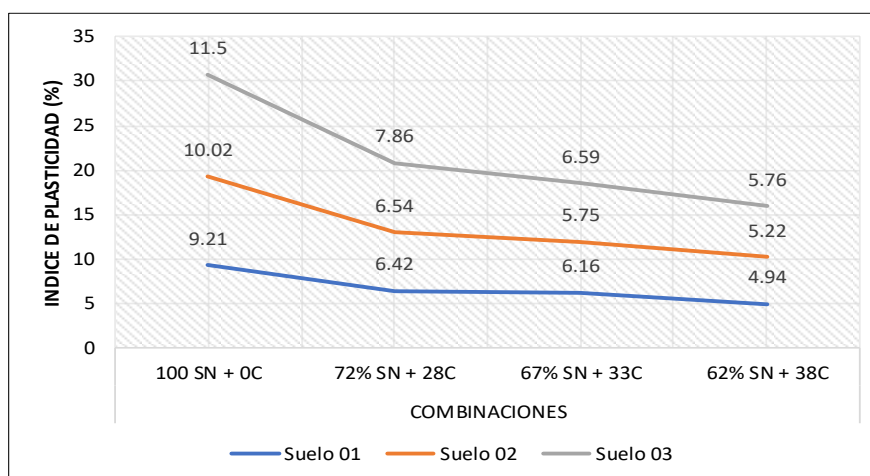


Figura 39. Gráfico del índice de plasticidad para los tres suelos.

En la Tabla 38 y figura 39, se muestran los resultados del Índice de Plasticidad de los suelos de las tres calicatas, con sus dosificaciones. Donde se observa la disminución en todos los casos con la sustitución del suelo, con ceniza de eucalipto (CE) con respecto al suelo patrón de la siguiente manera: Primer Suelo, disminuye en 30.29% para S1D1, 33.12% para S1D2 y 46.36% para S1D3; Segundo suelo, disminuye en 34.73% para S2D1, 42.61% para S2D2 y 47.90% para S2D3; y para

el Tercer Suelo, de igual forma va disminuyendo en 31.65% para S3D1, 42.70% para S3D2 y 49.91% para S3D3, respectivamente. Por lo tanto, con la sustitución del suelo por CE (en 28, 33 y 38%), se ha logrado establecer para los dos primeros suelos, en el rango de suelos de baja plasticidad. Pero para el tercer suelo con la dosificación S3D1, el suelo se estaría manteniendo como suelo de Mediana Plasticidad, pero para las siguientes dosificaciones como S3D2 y S3D3, el suelo pasaría a considerarse un suelo de baja plasticidad ( $0 < IP < 7$ ), todo esto en relación al manual de suelos y pavimentos del MTC. Cabe precisar, con la sustitución de 38% con CE, el IP para los tres suelos es de mayor influencia.

## Contrastación de la Hipotesis

### Prueba Estadística

Para el procesamiento estadístico de los valores, se trabajó con un nivel de significancia de 5% (0.05), y una confiabilidad del 95% (0.95), debido a que estos valores son usados comúnmente por la comunidad científica.

### Prueba de Normalidad

Para la selección de la prueba estadística y comprobar si los datos poseen una distribución normal se realizó el test de normalidad de Shapiro-Wilk, debido a que se contaban con una cantidad menor a 50 datos. El procesamiento de los datos fue realizado con el software estadístico SPSS versión 21.

Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Los datos poseen una distribución normal ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Los datos no poseen una distribución normal ( $H_1$ )

Tabla 39. Prueba de normalidad del IP

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
INDICADOR	DOSIFICACIÓN	KOLMOGOROV-SMIRNOV			SHAPIRO-WILK		
		ESTADÍSTICO	GL	SIG.	ESTADÍSTICO	GL	SIG.
IP	S123D0	.243	3	.	.972	3	.680
	S123D1	.358	3	.	.812	3	.144
	S123D2	.177	3	.	1.000	3	.974
	S123D3	.249	3	.	.968	3	.654

Fuente: propia

Tal como se observa en la tabla precedente los valores de significancia son mayores a Alpha, es decir se toma como válida la hipótesis nula que indica que los datos poseen una distribución normal, por lo cual es factible desarrollar la prueba paramétrica análisis de varianza.

**Prueba paramétrica para la toma de decisión.**

P-valor  $> \alpha$  : Con el uso de las cenizas de eucalipto el Índice de Plasticidad mejora positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con el uso de las cenizas de eucalipto el Índice de Plasticidad mejora positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_1$ )

Tabla 40. Análisis de varianza del índice de plasticidad

ANOVA DE UN FACTOR - IP					
	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	SIG.
Inter-grupos	41.930	3	13.977	23.923	.000
Intra-grupos	4.674	8	.584		
Total	46.604	11			

Fuente: propia

Como se observa en el cuadro precedente el valor de significancia (p-valor) es menor que alpha (0.05), es decir existe una variación significativa por lo menos en uno de los grupos, por lo cual se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), es decir Con el uso de las cenizas de eucalipto el Índice de Plasticidad mejora positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata.

Para ver que grupo fue el que influyó más en índice de plasticidad se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey.

Tabla 41. Post-hoc de Tukey para el IP

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: IP						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación n	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S123D0	S123D1	3.30333*	.62410	.003	1.3047	5.3019
	S123D2	4.07667*	.62410	.001	2.0781	6.0753
	S123D3	4.93667*	.62410	.000	2.9381	6.9353

Fuente: propia

Tabla 42. Comparaciones múltiples para el IP

IP			
HSD de Tukey			
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
S123D3	3	5.3067	
S123D2	3	6.1667	
S123D1	3	6.9400	
S123D0	3		10.2433
Sig.		.114	1.000

Fuente: propia

Como se observa en la tabla anterior los valores de índice de plasticidad se encuentran ubicados en diferentes columnas, es decir hay una variación significativa respecto al suelo patrón, resaltando más la adición de 38% de ceniza de eucalipto a la muestra de suelo.

## 4.2. Maxima Densidad Seca

### Resultados del indicador Maxima Densidad Seca

Tabla 43. Resultados de la densidad seca máxima de las tres calicatas

N° SUELO	MATERIAL	MDS (gr/cm3)	DISMINUCIÓN (↓)
Suelo N°01	S1D0	1.73	-
	S1D1	1.58	8.67%
	S1D2	1.57	9.25%
	S1D3	1.53	11.56%
Suelo N°02	S2D0	1.73	-
	S2D1	1.56	9.83%

	S2D2	1.55	10.40%
	S2D3	1.51	12.72%
Suelo N°03	S3D0	1.70	-
	S3D1	1.54	9.41%
	S3D2	1.54	9.41%
	S3D3	1.50	11.76%

Fuente: Propia

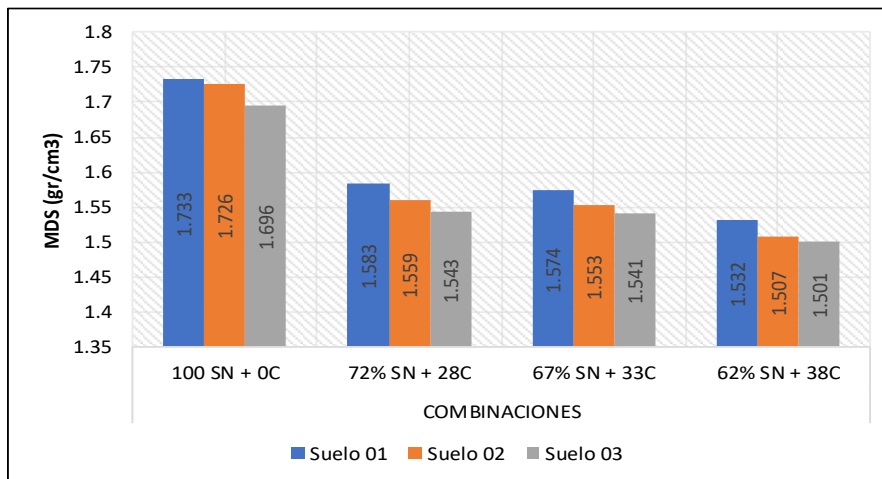


Figura 40. Gráfico de la MDS para los tres suelos

En la tabla 43, se muestran los resultados de la MDS del ensayo de proctor modificado de los suelos de las tres calicatas con sus dosificaciones y en la figura 40, se observa como estos van disminuyendo con la sustitución de cenizas de eucalipto (CE) de la siguiente manera: Primer Suelo, disminuye en 8.67% para S1D1, 9.25% para S1D2, y 11.56% para S1D3; Segundo suelo, disminuye en 9.83% para S2D1, 10.40% para S2D2 y 12.72% para S2D3; y para el Tercer Suelo, de igual forma va disminuyendo en 9.41% para S3D1, 9.41% para S3D2 y 11.76% para S3D3, respectivamente. Las variaciones entre el Suelo Natural (S1D0, S2D0 y S3D0) y con la sustitución de 28% con CE (S1D1, S2D1 y S3D1), resulta significantes debido al gran intervalo de diferencia que se aprecia entre estos dos puntos de análisis. Esto se debe a que la cantidad de ceniza de eucalipto es considerable, ya que la ceniza de eucalipto en relación al peso y el volumen es menos pesada al suelo.



## CONTRASTACIÓN DE LA HIPOTESIS

### Prueba estadística

Para el procesamiento estadístico de los valores, se trabajó con un nivel de significancia de 5% (0.05), y una confiabilidad del 95% (0.95), debido a que estos valores son usados comúnmente por la comunidad científica.

### Prueba de normalidad

Para la selección de la prueba estadística y comprobar si los datos poseen una distribución normal se realizó el test de normalidad de Shapiro-Wilk, debido a que se contaban con una cantidad menor a 50 datos. El procesamiento de los datos fue realizado con el software estadístico SPSS versión 21.

Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Los datos poseen una distribución normal ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Los datos no poseen una distribución normal ( $H_1$ )

Tabla 44. Prueba de normalidad MDS

Pruebas de normalidad							
Indicador	Dosificación	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MDS	S123D0	.318	3	.	.886	3	.342
	S123D1	.219	3	.	.987	3	.780
	S123D2	.238	3	.	.976	3	.702
	S123D3	.317	3	.	.889	3	.350

Fuente: propia

Tal como se observa en la tabla precedente los valores de significancia son mayores a Alpha, es decir se toma como válida la hipótesis nula que indica que los datos poseen una distribución normal, por lo cual es factible desarrollar la prueba paramétrica análisis de varianza.

### Prueba paramétrica para la toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Con el uso de cenizas de eucalipto no se influirá significativamente en la máxima densidad seca para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con el uso de cenizas de eucalipto se influirá significativamente en la máxima densidad seca para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_1$ )

Tabla 45. Análisis de varianza de la densidad seca máxima

ANOVA de un factor					
DSM					
	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.073	3	.024	72.416	.000
Intra-grupos	.003	8	.000		
Total	.076	11			

Fuente: propia

Como se observa en el cuadro precedente el valor de significancia (p-valor) es menor que alpha (0.05), es decir existe una variación significativa por lo menos en uno de los grupos, por lo cual se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), es decir con el uso de cenizas de eucalipto se influirá significativamente en la máxima densidad seca para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata.

Para ver que grupo fue el que influyó más en la densidad seca máxima se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey.

Tabla 46. Post-hoc de Tukey para la MDS

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: MDS						
HSD de Tukey						
(I) Dosificació n	(J) Dosificació n	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S123D0	S123D1	.156667*	.014950	.000	.10879	.20454
	S123D2	.162333*	.014950	.000	.11446	.21021
	S123D3	.205000*	.014950	.000	.15713	.25287

Fuente: Propia

Tabla 47. Comparaciones múltiples para la DSM

DSM				
HSD de Tukey				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
S123D3	3	1.51333		
S123D2	3	1.55600	1.55600	
S123D1	3		1.56167	
S123D0	3			1.71833
Sig.		.082	.980	1.000

Como se observa en la tabla anterior los valores de densidad seca máxima se encuentran ubicados en diferentes columnas, es decir hay una variación significativa respecto al suelo patrón.

### 4.3. Contenido de Humedad Optimo

#### Resultados del contenido de humedad optimo

Tabla 48. Resultados de la densidad seca máxima de las tres calicatas

SUELO	MATERIAL	OCH (%)	INCREMENTA (↑)
Suelo N°01	S1D0	11.55	-
	S1D1	14.19	22.86%
	S1D2	14.82	28.31%
	S1D3	15.66	35.58%
Suelo N°02	S2D0	13.09	-
	S2D1	15.04	14.90%
	S2D2	16.86	28.80%
	S2D3	18.25	39.42%
Suelo N°02	S3D0	15.23	-
	S3D1	17.57	15.36%
	S3D2	20.24	32.90%
	S3D3	21.86	43.53%

Fuente: Elaboración propia

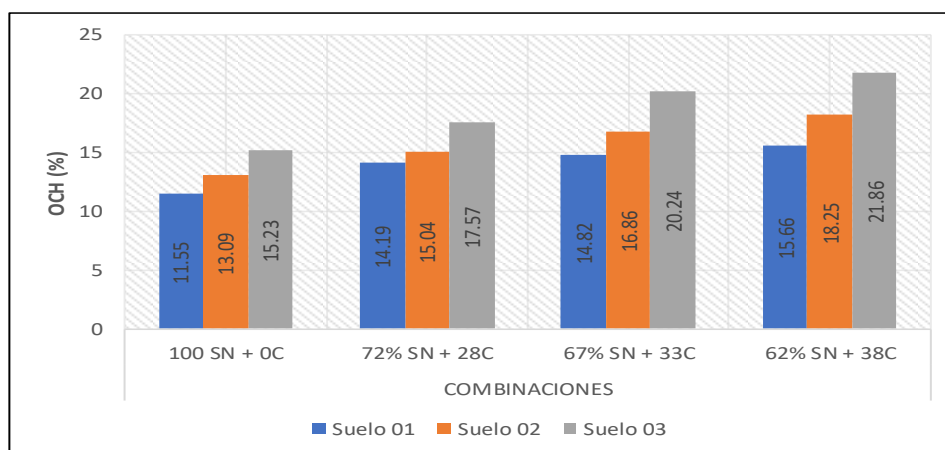


Figura 41. Gráfico del OCH para los tres suelos.

En la tabla 48, se muestra los resultados del óptimo contenido de humedad del ensayo de proctor modificado de los suelos de las tres calicatas con sus dosificaciones y en la figura 41, se aprecia como se incrementa con la sustitución del suelo por las cenizas de eucalipto en los tres suelos de la siguiente manera: Primer Suelo, disminuye en 22.86% para S1D1, 28.31% para S1D2, y 35.58% para S1D3; Segundo suelo, disminuye en 14.90% para S2D1, 28.80% para S2D2 y 39.42% para S2D3; y para el Tercer Suelo, de igual forma va disminuyendo en 15.36% para S3D1, 32.90% para S3D2 y 43.53% para S3D3, respectivamente. En los tres suelos con sus dosificaciones el OCH, no presenta una diferencia significativa o no hay un salto en los resultados, ya que la humedad se incrementa paulatinamente.

## Contrastación de la hipótesis

### Prueba estadística

Para el procesamiento estadístico de los valores, se trabajó con un nivel de significancia de 5% (0.05), y una confiabilidad del 95% (0.95), debido a que estos valores son usados comúnmente por la comunidad científica.

### Prueba de normalidad

Para la selección de la prueba estadística y comprobar si los datos poseen una distribución normal se realizó el test de normalidad de Shapiro-Wilk, debido a que

se contaban con una cantidad menor a 50 datos. El procesamiento de los datos fue realizado con el software estadístico SPSS versión 21.

Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Los datos poseen una distribución normal ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Los datos no poseen una distribución normal ( $H_1$ )

Tabla 49. Prueba de normalidad CHO

Pruebas de normalidad							
Indicador	Dosificación	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CHO	S123D0	.210	3	.	.991	3	.821
	S123D1	.292	3	.	.924	3	.466
	S123D2	.231	3	.	.980	3	.729
	S123D3	.210	3	.	.991	3	.819

Fuente: propia

Tal como se observa en la tabla precedente los valores de significancia son mayores a Alpha, es decir se toma como válida la hipótesis nula que indica que los datos poseen una distribución normal, por lo cual es factible desarrollar la prueba paramétrica análisis de varianza.

### Prueba Paramétrica para la Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Con el uso de las cenizas de eucalipto no se influirá significativamente el óptimo contenido de humedad para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con el uso de las cenizas de eucalipto se influirá significativamente el óptimo contenido de humedad para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_1$ )

Tabla 50. Análisis de varianza del óptimo contenido de humedad

ANOVA de un factor					
CHO					
	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	47.295	3	15.765	2.661	.119
Intra-grupos	47.395	8	5.924		

Total	94.689	11			
-------	--------	----	--	--	--

Fuente: propia

Como se observa en el cuadro precedente el valor de significancia (p-valor) es mayor que alpha (0.05), es decir no existe una variación significativa entre los grupos por lo cual se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), es decir con el uso de las cenizas de eucalipto no se influirá significativamente el óptimo contenido de humedad para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata.

Para observar entre que grupos hubo más variación se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey.

Tabla 51. Post-hoc de Tukey para el CHO

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CHO						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S123D0	S123D1	-2.31000	1.98735	.665	-8.6742	4.0542
	S123D2	-4.01667	1.98735	.257	-10.3809	2.3475
	S123D3	-5.30000	1.98735	.106	-11.6642	1.0642

Fuente: propia

Tabla 52. Comparaciones múltiples para el CHO

CHO		
HSD de Tukey		
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
S123D0	3	13.2900
S123D1	3	15.6000
S123D2	3	17.3067
S123D3	3	18.5900
Sig.		.106

Fuente: propia

Como se observa en la tabla anterior los valores de contenido humedad óptimo se encuentran ubicados en la misma columna, es decir no hay una variación significativa respecto al suelo patrón.

#### 4.4. Capacidad de Soporte CBR AL 95% de la MDS

##### Resultados para el indicado de capacidad de soporte - CBR

Tabla 53. Resultados del CBR al 95% de las tres calicatas

N° SUELO	MATERIAL	CBR AL 95%	INCREMENTA (↑)
Suelo N°01	S1D0	5.80	-
	S1D1	14.60	151.72%
	S1D2	13.10	125.86%
	S1D3	11.50	98.28%
Suelo N°02	S2D0	4.90	-
	S2D1	15.90	224.49%
	S2D2	14.60	197.96%
	S2D3	12.40	153.06%
Suelo N°03	S3D0	3.70	-
	S3D1	11.70	216.22%
	S3D2	10.80	191.89%
	S3D3	9.70	162.16%

Fuente: Elaboración propia

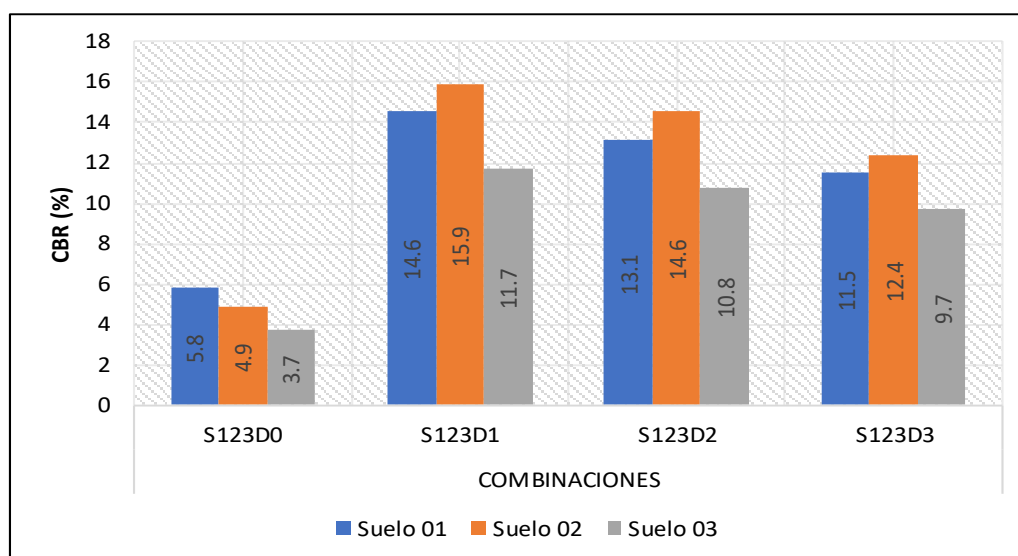


Figura 42. Gráfico del índice de plasticidad para las tres calicatas

En la tabla 53, se muestra los resultados del ensayo de CBR al 95% de los suelos de las tres calicatas con sus dosificaciones y en la figura 42, se aprecia como se incrementa con la sustitución del suelo por las cenizas de eucalipto en los tres suelos en relación al suelo patron de la siguiente manera: Primer Suelo, se incrementa en 151.72% para S1D1, 125.86% para S1D2, y 98.28% para S1D3;

Segundo suelo, incrementa en 224.49% para S2D1, 197.96% para S2D2 y 153.06% para S2D3; y para el Tercer Suelo, de igual manera se incrementa en 216.22% para S3D1, 191.89% para S3D2 y 162.16% para S3D3, respectivamente. Además, se observa en la figura 32, a medida que se va sustituyendo con CE el CBR disminuye con respecto a la dosificación de 28% con CE (S1D1, S2D1 y S3D1), para el primer suelo disminuye en 10.27% (S1D2) y 21.23% (S1D3); para el segundo suelo, disminuye en 8.18% (S2D2) y 22.01% (S2D3); y para el tercer suelo, disminuye en 7.69% (S3D2) y 17.09% (S3D3). Así mismo, se aprecia los CBRs de los tres suelos naturales (S1D0, S2D0 y S3D0) son menores al 6%, lo cual según al Manual de suelos y Pavimentos del MTC son consideradas como sub rasantes insuficientes, pero con la sustitución de 28, 33 y 38% con CE, los resultados superan el 6% de CBR y subirían en la mayoría de los casos a una categoría de sub rasante buena. De todo lo observado en los resultados de laboratorio la dosificación con 28% de CE (S1D1, S2D1 y S3D1) para los tres suelos, es el que mayor incrementa en el valor de soporte.

## **Contrastación de Hipotesis**

### **Prueba estadística**

Para el procesamiento estadístico de los valores, se trabajó con un nivel de significancia de 5% (0.05), y una confiabilidad del 95% (0.95), debido a que estos valores son usados comúnmente por la comunidad científica.

### **Prueba de normalidad**

Para la selección de la prueba estadística y comprobar si los datos poseen una distribución normal se realizó el test de normalidad de Shapiro-Wilk, debido a que se contaban con una cantidad menor a 50 datos. El procesamiento de los datos fue realizado con el software estadístico SPSS versión 21.

### **Toma de decisión**

P-valor  $> \alpha$  : Los datos poseen una distribución normal ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Los datos no poseen una distribución normal ( $H_1$ )



Tabla 54. Prueba de normalidad del CBR

Pruebas de normalidad							
Indicador	Dosificación	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR	S123D0	.204	3	.	.993	3	.843
	S123D1	.265	3	.	.954	3	.587
	S123D2	.222	3	.	.985	3	.769
	S123D3	.253	3	.	.964	3	.637

Fuente: propia

Tal como se observa en la tabla precedente los valores de significancia son mayores a Alpha, es decir se toma como válida la hipótesis nula que indica que los datos poseen una distribución normal, por lo cual es factible desarrollar la prueba paramétrica análisis de varianza.

### Prueba paramétrica para la Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Con el uso de las cenizas de eucalipto la capacidad de soporte no aumenta positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con el uso de las cenizas de eucalipto la capacidad de soporte aumenta positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata ( $H_1$ )

Tabla 55. Análisis de varianza de la capacidad de soporte

ANOVA de un factor					
CBR					
	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	152.829	3	50.943	18.054	.001
Intra-grupos	22.573	8	2.822		
Total	175.403	11			

Fuente: propia

Como se observa en el cuadro precedente el valor de significancia (p-valor) es menor que alpha (0.05), es decir existe una variación significativa entre los grupos por lo cual se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), es decir con el uso de las cenizas de eucalipto la capacidad de soporte aumenta positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata.

Para observar entre que grupos hubo más variación se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey.

Tabla 56. Post-hoc de Tukey para la capacidad de soporte

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CBR						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S123D0	S123D1	-9.26667*	1.37154	.001	-13.6588	-4.8745
	S123D2	-8.03333*	1.37154	.002	-12.4255	-3.6412
	S123D3	-6.40000*	1.37154	.007	-10.7921	-2.0079

Fuente: propia

Tabla 57. Comparaciones múltiples para la capacidad de soporte

CBR			
HSD de Tukey			
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
S123D0	3	4.8000	
S123D3	3		11.2000
S123D2	3		12.8333
S123D1	3		14.0667
Sig.		1.000	.235

Fuente: Propia

Como se observa en la tabla anterior los valores de capacidad de soporte se encuentran ubicados en diferentes columnas, es decir hay una variación significativa respecto al suelo patrón, resaltando más la adición de 28% de ceniza de eucalipto a la muestra de suelo.

## V. DISCUSIÓN

## V. DISCUSIÓN

### Indicador N°01: índice de plasticidad.

Después de analizar e interpretar los resultados de tres suelos, clasificados como SC (arena arcillosa) para los dos primeros y LM (limo arenoso de baja plasticidad) para el último, el **Índice de Plasticidad** se ha visto reducido conforme se ha incrementado el porcentaje de sustitución con cenizas de eucalipto de la siguiente manera: Primer Suelo, disminuye en 30.29% para S1D1, 33.12% para S1D2 y 46.36% para S1D3; Segundo suelo, disminuye en 34.73% para S2D1, 42.61% para S2D2 y 47.90% para S2D3; y para el Tercer Suelo, de igual forma va disminuyendo en 31.65% para S3D1, 42.70% para S3D2 y 49.91% para S3D3, respectivamente. Según Alanya (2020), en la investigación con cenizas de madera provenientes de las ladrilleras artesanales, indica lo siguiente, para suelos arcillosos el índice de plasticidad con la adición de 17%, 21% y 25% de ceniza, manifiesta una disminución en 6.49%, 14.78% y 18.53%, respecto al suelo patrón. Estos resultados difieren en los porcentajes: por la cantidad de ceniza empleada, por el tipo de material investigado, por el material incinerado (elemento principal) para la estabilización, etc. Cabe mencionar tanto en la presente investigación como en el antecedente considerado, disminuye el índice de plasticidad de los suelos mencionados.

### Indicador N°02: Máxima Densidad Seca.

Con respecto al indicador de "**Máxima Densidad Seca**", se hizo los ensayos necesarios para obtener los resultados de los tres suelos clasificados como SC (arena arcillosa) para los dos primeros y LM (limo arenoso de baja plasticidad) para el último, en el cual hubo una disminución conforme se incrementó el porcentaje de sustitución del suelo con ceniza de eucalipto de la siguiente manera: Primer Suelo, disminuye en 8.66% para S1D1, 9.17% para S1D2, y 11.60% para S1D3; Segundo suelo, disminuye en 9.68% para S2D1, 10.02% para S2D2 y 12.69% para S2D3; y para el Tercer Suelo, de igual forma va disminuyendo en 9.02% para S3D1, 9.14% para S3D2 y 11.50% para S3D3, respectivamente. Por otro lado, Apolinares (2018) con la investigación con ceniza vegetal, con las proporciones 15, 25 y 35% de ceniza, muestra los resultados de dos tipos de suelos: para el suelo SM (arena

limosa con grava), con la dosificación de 15% la MDS sube en 3.02%, y para las demás dosificaciones disminuye en 4.73% y 6.70% respectivamente; y para el suelo SM (Arena Limosa), en todas las dosificaciones disminuye en 4.81, 7.14 y 8.56% respectivamente al suelo patrón. Por lo tanto, los resultados, expuestos tanto de esta investigación con el antecedente considerado son similares, ya que analizando los porcentajes de 28% de CE con el 25% de ceniza vegetal no hay mucha diferencia en lo mostrado.

#### Indicador N°03: Óptimo Contenido de Humedad.

En relación al indicador de “**Óptimo Contenido de Humedad**”, se hizo los ensayos necesarios para obtener los resultados de los tres suelos clasificados como SC (arena arcillosa) para los dos primeros y LM (limo arenoso de baja plasticidad) para el último, en el cual hubo un incremento conforme se incrementó el porcentaje de sustitución del suelo con ceniza de eucalipto de la siguiente manera: Primer Suelo, se incrementó en 22.86% para S1D1, 28.31% para S1D2, y 35.58% para S1D3; Segundo suelo, se incrementó en 14.90% para S2D1, 28.80% para S2D2 y 39.42% para S2D3; y para el Tercer Suelo, de igual forma se va incrementando en 15.36% para S3D1, 32.90% para S3D2 y 43.53% para S3D3, respectivamente. Para Apolinares (2018), con la investigación de estabilización con ceniza vegetal, con las proporciones 15, 25 y 35% de ceniza, muestra los resultados de dos tipos de suelos: para el suelo SM (arena limosa con grava), con las dosificaciones de 15, 25 y 35%, con ceniza vegetal disminuye en 17.10, 12.34 y 9.66%; y para el suelo SM (Arena Limosa) se incrementa en 7.39, 27.12 y 51.35% respectivamente en relación al suelo natural. Observando los resultados de los suelos SC, LM y SM (sin grava) el óptimo contenido de humedad en todos los casos se incrementa, pero el suelo SM (con grava) disminuye el OCH. Por lo tanto, los suelos finos sin grava son similares: porque en todos los casos se incrementa el OCH, y además la cantidad de cenizas empleadas se asemejan, etc.

#### Indicador N°04: Capacidad de Soporte.

Con respecto al Indicador de “**Capacidad de Soporte**”, se hizo los ensayos necesarios para obtener los resultados de los tres suelos clasificados como SC (arena arcillosa) para los dos primeros y LM (limo arenoso de baja plasticidad) para

el último, en el cual hubo un incremento de la siguiente manera: Primer Suelo, se incrementó en 151.72% para S1D1, 125.86% para S1D2, y 98.28% para S1D3; Segundo suelo, se incrementó en 224.49% para S2D1, 197.96% para S2D2 y 153.06% para S2D3; y para el Tercer Suelo, de igual manera se incrementó en 216.22% para S3D1, 191.89% para S3D2 y 162.16% para S3D3, respectivamente, donde se observa el porcentaje que más ha influido es de 28% con CE (S1D1, S2D1 y S3D1). Por otro lado, Apolinarés (2018), con la investigación de estabilización con ceniza vegetal, con las proporciones 15, 25 y 35% con ceniza vegetal, muestra los resultados de dos tipos de suelos: para el suelo SM (arena limosa con grava), con las dosificaciones de 15, 25 y 35%, con ceniza vegetal se incrementa en 40.12, 43.11 y 47.90%; y para el suelo SM (Arena Limosa) se incrementa en 20.33, 28.57 y 30.22% respectivamente en relación al suelo natural. Los resultados del antecedente son diferentes con los obtenidos, porque el tipo de suelo son distintos, por la cantidad de ceniza empleada, por la materia prima incinerado, etc. Cabe resaltar, en los dos trabajos de investigación evaluados se incrementa la capacidad de soporte en los suelos mencionados.

## **VI. CONCLUSIONES**

## VI. CONCLUSIONES

### Conclusión General:

- En el presente trabajo de investigación se determinó la influencia de la estabilización empleando cenizas de eucalipto en la trocha carrozable desvió Chaquelequeña a Rosaspata, para lo cual se realizaron ensayos de granulometría, LL, LP, Proctor modificado, CBR, etc. en suelos de tres calicatas, obteniéndose los siguientes resultados: los dos primeros suelos son clasificados como SC (arena arcillosa) y el último LM (limo arenoso de baja plasticidad) con CBRs al 95%, para el primer suelo 5.8%, para el segundo 4.9% y para el tercero 3.70%, es decir sub rasantes insuficientes que requiere de un proceso de estabilización. Considerando lo mencionado líneas arriba el tercer suelo presenta condiciones más críticas, por tanto, los parámetros más adecuados para este tipo de suelo están en: S3D3 para el IP, S3D1 para la MDS, S3D1 para el OCH, y S3D1 para el CBR. Por lo tanto, el suelo LM de la trocha carrozable, desvió Chaquelequeña a Rosaspata es apto para la estabilizar mediante la sustitución de cenizas de eucalipto con la dosificación de 28% con cenizas de eucalipto.

Teniendo en consideración los objetivos específicos planteados en el presente trabajo de investigación, y los resultados obtenidos de laboratorio se puede formular las siguientes conclusiones específicas:

### Conclusiones Específicas:

- En este trabajo se evaluó la cantidad que influye las cenizas de eucalipto en el índice de plasticidad en la sub rasante de la trocha carrozable desvió Chaquelequeña a Rosaspata; con la prueba estadística “Análisis de varianza (Anova)”, se contrastó la hipótesis aceptando la hipótesis alterna (H1) es decir con el uso de las cenizas de eucalipto el índice de plasticidad mejora positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvió Chaquelequeña a Rosaspata, tal como indica en la Tabla 40. Así mismo, se hizo una comparación posterior (post hoc) de Tukey, con un nivel de significancia de 0.05, donde se afirma en la Tabla 42 de comparación múltiple el IP promedio



de las dosificaciones y el suelo patrón: La S123D0 es el que tiene mayor IP y la S123D3 es la que menor IP presenta. Por otro lado, en relación al manual de suelos y pavimentos del MTC, se ha logrado establecer para los dos primeros suelos con todas sus dosificaciones un suelo de baja plasticidad, en cambio para el tercer suelo con dosificación S3D1, el suelo se estaría manteniendo como suelo de Mediana Plasticidad, pero para las siguientes dosificaciones (S3D2 y S3D3), el suelo pasaría estar en el rango de un suelo de baja plasticidad ( $0 < IP < 7$ ). En tal sentido teniendo en cuenta lo expuesto en este párrafo la dosificación adecuada para los tres suelos es la S1D3, S2D3 y S3D3, es decir con la sustitución de 38% con CE.

- En este trabajo se calculó la medida en que influye las cenizas de eucalipto en la máxima densidad seca de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata; con la prueba estadística “análisis de varianza (Anova)” se contrastó la hipótesis aceptando la hipótesis alterna (H1) es decir con el uso de cenizas de eucalipto se influirá significativamente en la máxima densidad seca para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, tal como indica la Tabla 45. Así mismo, se hizo una comparación posterior (post hoc) de Tukey, con un nivel de significancia de 0.05, donde se afirma en la Tabla 47 de comparaciones múltiples: que la MDS promedio de las dosificaciones la S123D1 es mayor que el S123D3. Estas variaciones que se aprecian resultan significantes debido a la cantidad en porcentaje de sustitución con ceniza de eucalipto empleado, ya que las cenizas de eucalipto en relación al peso y el volumen es menos pesada al suelo. Por lo tanto, teniendo en cuenta lo indicado en este párrafo la dosificación adecuada para los tres suelos es la de 28% con CE (S1D1, S2D1 y S3D1).
- En este trabajo se evaluó como influye las cenizas de eucalipto en el óptimo contenido de humedad de la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata; con la prueba estadística “análisis de varianza (Anova)” se contrastó la hipótesis aceptando la hipótesis nula (H0) es decir con el uso de las cenizas de eucalipto no influirá significativamente el óptimo contenido de humedad para la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, tal como indica la Tabla 50. Así mismo, se hizo una comparación posterior (post hoc) de Tukey, con un nivel de significancia

de 0.05, donde se afirma en la Tabla 52 de comparaciones múltiples el OCH promedios de las dosificaciones y el suelo patrón indica que no existe una variación significativa entre ellos, pero existe una aparente mejora en la S123D1. Por lo tanto, teniendo en cuenta lo indicado líneas arriba de este párrafo la dosificación apropiada para los tres suelos son la S1D1, S2D1 y la S3D1 es decir con la dosificación de 28% con CE.

- En este trabajo se cuantifico la manera en que influye las cenizas de eucalipto en la capacidad de soporte de la sub rasante en la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata; con la prueba estadística “análisis de varianza (Anova)” se contrasto la hipótesis aceptando la hipótesis alterna (H1) es decir con el uso de las cenizas de eucalipto la capacidad de soporte aumenta positivamente en la sub rasante de la trocha carrozable desvío Chaquelequeña a Rosaspata, tal como indica la Tabla 55. Así mismo, se hizo una comparación posterior (post hoc) de Tukey, con un nivel de significancia de 0.05, donde se afirma en la Tabla 57 de comparaciones múltiples los CBRs promedios de las dosificaciones y el suelo patrón: el S123D0 tiene una capacidad de soporte menor con respecto a las dosificaciones S123D1, S123D2 y S123D3. Por otra parte, el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC, indica que las sub rasantes con un CBR menor a 6% son considerados como sub rasantes insuficientes, pero con la sustitución con cenizas de eucalipto con todas las dosificaciones, los resultados superaron el 6% de CBR y subirían en la mayoría de los casos a una categoría de sub rasante buena. De todo lo observado en los resultados de laboratorio la dosificación con 28% de CE (S1D1, S2D1 y S3D1), es el que mayor incrementa en el valor de soporte.

## **VII. RECOMENDACIONES**

## VII. RECOMENDACIONES

- Respecto al índice de plasticidad se recomienda emplear cenizas de eucalipto en suelos muy arcillosos con un IP mayor a 20%, lo cual el manual de suelos y pavimentos lo clasifica como suelos de alta plasticidad.
- En relación a la máxima densidad seca se recomienda con el fin de incrementar la MDS combinar con un suelo granular lo cual al mismo tiempo incrementara el valor de soporte de la sub rasante.
- En cuanto al Óptimo contenido de Humedad, se recomienda combinar el suelo fino con un suelo granular ya que dichos suelos requieren de una cantidad inferior de agua para su compactación.
- En relación a la capacidad de soporte se recomienda con el fin de aprovechar las características de la ceniza de eucalipto combinar con cal o cemento, para incrementar el valor de soporte. Ya que la cal al tener contacto con el suelo, reacciona rápidamente floculando e intercambia iones, seguidamente de otra muy pausada de tipo puzolánico, lo cual genera un producto químico nuevo. Por otro lado, el cemento tiene la característica de endurecer al material suelto, brindándole más resistencia.

## REFERENCIAS

ABADI, Afaf. Fly ash utilization in soil stabilization. Revista: Proceedings of the International Conference on Civil, Biological and Environmental Engineering [en línea]. 27 mayo 2014, [06 de enero de 2022]. Disponible en [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=xiWid40AAAAJ&citation\\_for\\_view=xiWid40AAAAJ:u-x6o8ySG0sC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=xiWid40AAAAJ&citation_for_view=xiWid40AAAAJ:u-x6o8ySG0sC)

ALANYA, Cesar. Estabilización de suelos arcillosos incorporando cenizas de madera, originadas por ladrilleras artesanales, en la red vial vecinal Antarumi – Macachacra, Ayacucho. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: UCV, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 84+ pp.

APOLINAREZ, ALEX. ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZA VEGETAL, JAUJA. Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo: UPLA, Facultad de Ingeniería, 2018. 76+ pp.

BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación. 3a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017, 141 pp. ISBN: 978-607-744-748-1.

BAYSHAKHI, et al. Revista Hindawi [en línea]. 11 de septiembre de 2017 [fecha de consulta: 04 de enero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2017/5786541>

BENAVIDES, Kevin y FALEN, José. Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. Tesis (Ingeniero Civil). Pimentel: USS, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, 2016. 219 pp.

BRAJA M., Das. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. 5a. Edición. California State University, Sacramento: THOMSON, 2006, 743 pp. ISBN: 970-686-481-4.

CAMACLLANQUI, Gino y RIVERA, Jhonatan. Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: UCV, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 167 pp.

CAÑAR, Edwin. Análisis Comparativo de la Resistencia al Corte y Estabilización de Suelos Arenosos Finos y Arcillosos Combinadas con Ceniza de Carbón. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: UTA, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017. 151 pp.

CEDEX. Cenizas volantes de carbón y cenizas de hogar o escorias. Revista Centro de estudios y experimentación de obras públicas. Diciembre de 2011. Disponible: <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/B01FDCCB-AC8E-40899699FA6413FBEE7C/119905/CENIZASVOLANTESDECARBONYCENIZASDEHOGAR.pdf>

CHARAJA, Francisco. El MAPIC en la Investigación Científica. 3ed. Puno: SIRIO EIRL, 2018, 221 pp. ISBN: S/N.

CRESPO V., Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 5e ed. México: Limusa, 2004, 650 pp. ISBN: 968-18-6489-1.

CRESPO V., Carlos. Vías de Comunicación – Caminos, ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos. 3a ed. México: Limusa, 2004, 718 pp. ISBN: 986-18-4849-7.

ENRÍQUEZ, Teobaldo y CUTIPA, Javier. Fundamentos Básicos para Desarrollar Investigación Científica. Primera Edición. S/L: Offset Continental S.A.C., 2010, 232 pp. ISBN: 978-612-00-0310-7.

FONSECA, Mario. Determinación de la composición química de la madera de pino candelillo (*Pinus Maximinoi* H. E. Moore) procedente de la finca río Frío, Tactic, Alta Verapaz. Tesis (Ingeniero Químico). Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería, 2006. 125 pp.

HAMISI, Duwa y KILANGO, Joseph. Revista SciencePC Science Publishing Group (Online) 25 de junio de 2021. Disponible en <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajcbm>

BARRIOS, Brayan, BACCA, Bladimir y NOPE, Sandra. E2CAV, Sistema de estimación de espesor de capa de pavimento basado en operadores de textura de imágenes. SciELO [en línea]. Marzo 2017, n.o. 51 [fecha de consulta: 22 de febrero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a06> ISSN 0123-921X.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. Sexta edición. México: Mc Graw Hill, 2014, 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

Ingeniería de Carreteras por KRAENER, Carlos [et, al.]. Volumen II. Madrid: McGRAW-HILL, 2008, 555 pp. ISBN: 84-481-7.

JALANOCA, Freyre. Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: UCV, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 88+ pp.

JUÁREZ B., Eulalio y RICO R., Alfonso. Mecánica de Suelos. Tomo 1. S/L: LIMUSA, 1998, 642 pp. ISBN: 968-18-0069-9.

MAMANI, Lux y YATACO, Alejandro. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: USMP, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2017. 196 pp.

MENDOZA, Jhus. Estabilización de suelos cohesivos con aceite automotriz reciclado a nivel de subrasante en vías de bajo tránsito. Tesis (Ingeniero Civil). Juliaca: UANCV, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 2020. 96+ pp.

MENÉNDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos - Materiales. 5ta Edición. Lima: Fondo Editorial ICG, 2016, 328 pp. ISBN: 978-612-4280-15-3.

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos - Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías. 3ed. Universidad Católica de Colombia: Stella Valbuena García, 2008, 496 pp. ISBN: 958-97840-0-3.

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos – Fundamentos, estudios básicos y diseño. Tercera edición. Universidad Católica de Colombia: Stella Valbuena García, 2006, 612 pp. ISBN: 958-97617-9-8.

MORALES, Daniel. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. Tesis (Ingeniero Civil). Medellín: Universidad de Medellín, Facultad de Ingenierías, 2015. 80 pp.

MTC. Manual de carreteras - Suelos geología, geotecnia y pavimentos - sección suelos y pavimentos, 2014, 301 pp. RD N° 10 - 2014 - MTC/14.

MTC. Manual de Ensayo de Materiales. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, 1268 pp. RD N° 18 - 2016 - MTC/14.

MTC. Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. 2008, 159 pp. Oficio N° 0866-2008-MTC/04.

PUCP. Guía del Laboratorio de Mecánica de Suelos. PUCP, 2012, 106 pp.

RAE. Ceniza. Real Academia Española. (s.f.)

RAVINES, María. Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: UDEP, Facultad de Ingeniería, 2012. 237 pp.

RONDON, Hugo, ZAFRA, Carlos y CHAVES, Saieth. Behavior of a Hot Mix Asphalt using Blast Furnace Slag and Gilsonite. *Internacional Journal of applied Engineering Research* [en línea]. 2018. Volume13, Number 22. [fecha de consulta: 24 de Agosto de 2022]. Disponible en <http://www.ripublication.com> ISSN 0973-4562.

SALAS, Dante. Estabilización de suelos con adición de cemento y aditivo terrasil para el mejoramiento de la base del KM 11+000 al KM 9+00 de la carretera Puno – Tiquillaca – Mañazo. Tesis (Ingeniero Civil). Juliaca: UANCV, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 2017. 189+ pp.

SALAS, Patricia. Estabilización con el aditivo Terrazil del suelo plástico de la subrasante en el Jr. Cusco de la localidad de Caracoto San Román – Puno. Tesis (Ingeniero Civil). Juliaca: UANCV, FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS, 2021. 93+ pp.

UGAZ, Roxana. Estabilización de suelos y su aplicación en el mejoramiento de subrasante. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: UNI, Facultad de Ingeniería Civil, 2006. 245+ pp.

Uso de agregado de pavimento asfáltico reciclado para un pavimento rígido, por Dulce Valeria Guzmán Ortiz [et al]. *SciELO* [en línea]. Julio 2021, Ing. Invest. Y



tecnol. Vol.22 no.1. [22 de febrero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.1.005> SSN 1405-7743.

WIKIPEDIA. Ceniza. La enciclopedia Libre. (s.f.). Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Ceniza#:~:text=La%20ceniza%20es%20el%20product%20,aire%20como%20parte%20del%20humo>.

## **ANEXOS**

Anexo 2: Matriz de consistencia

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>V. INDEPENDIENTE</b>		
¿CÓMO INFLUYE LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022?	DETERMINAR LA INFLUENCIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022	LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO INFLUYE DE FORMA POSITIVA EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022	CENIZAS DE EUCALIPTO	DOSIFICACIÓN	0% SUSTITUYE A LA MUESTRA DEL SUELO
					28% SUSTITUYE A LA MUESTRA DEL SUELO
					33% SUSTITUYE A LA MUESTRA DEL SUELO
					38% SUSTITUYE A LA MUESTRA DEL SUELO
				ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	TAMAÑO SE ASEMEJA A UN LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA Y ESTÁ COMPUESTO POR OXIDO DE SILICIO (SIO2), CALCIO (CAO), MAGNESIO (MGO), ETC.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICO</b>	<b>V. DEPENDIENTE</b>		
¿CUÁNTO INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN EL <b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> EN LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022?	EVALUAR CUÁNTO INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN EL <b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> EN LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022	CON EL USO DE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EL <b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> MEJORA POSITIVAMENTE EN LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022	ESTABILIDAD DE LA SUB RASANTE	PLASTICIDAD	ÍNDICE DE PLASTICIDAD

<p>¿EN QUÉ MEDIDA INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022?</p>	<p>CALCULAR EN QUÉ MEDIDA INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022</p>	<p>CON EL USO DE CENIZAS DE EUCALIPTO SE INFLUIRÁ SIGNIFICATIVAMENTE EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA PARA LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022</p>		COMPACTACIÓN	MÁXIMA DENSIDAD SECA
<p>¿CÓMO INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022?</p>	<p>EVALUAR CÓMO INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN EL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022</p>	<p>CON EL USO DE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO SE INFLUIRÁ SIGNIFICATIVAMENTE EL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD PARA LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022</p>			OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
<p>¿DE QUÉ MANERA INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022?</p>	<p>CUANTIFICAR DE QUÉ MANERA INFLUYE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUB RASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022</p>	<p>CON EL USO DE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO LA CAPACIDAD DE SOPORTE AUMENTA POSITIVAMENTE EN LA SUB RASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO – 2022</p>		RESISTENCIA	CAPACIDAD DE SOPORTE

Anexo 3: Matriz de Operacionalización

<b>variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>
V.I.: Cenizas De Eucalipto	Es el producto o lo que queda de la combustión o de quemar la madera y se divide en dos cenizas volantes y cenizas de fondo (CEDEX; 2011)	Se realizará el análisis de la propiedad de plasticidad, compactación y resistencia y se añadirá las cenizas de eucalipto en dosificaciones de 0%, 28%, 33% y 38%.	Dosificación	0% sustituye a la muestra del suelo	Intervalo
				28% sustituye a la muestra del suelo	
33% sustituye a la muestra del suelo					
38% sustituye a la muestra del suelo					
			Especificaciones técnicas	Tamaño se asemeja a un limo de baja plasticidad con arena y está compuesto por oxido de silicio (SiO <sub>2</sub> ), calcio (CaO), magnesio (MgO), etc.	Razón
V. D. Estabilización De Sub rasante	Es el mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos, pudiendo ser a través de procedimiento o incorporando alguna sustancia Manual - MTC	Con las mezclas se ejecutarán los ensayos para obtener la plasticidad, c	Plasticidad	Índice de plasticidad	Razón
			Compactación	Máxima densidad seca	Razón
				Humedad Optima	Razón
			Resistencia	Capacidad de soporte	Razón

Anexo 4: Ficha técnica para el indicador - "Índice de plasticidad"



FICHA TÉCNICA  
INDICADOR – ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Universidad César Vallejo  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**Tesista:** Bach. Paricahua Paricahua, Petter Daniel


**Título:** "Estabilización de la Sub Rasante Empleando Cenizas de Eucalipto en la Trocha Carrozable Desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022"

**Ubicación:** Distrito de Moho – Provincia de Moho – Departamento de Puno

**Muestra:**

Ítem	Fecha	Denominación	Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de plasticidad (IP)
1		S123D0 (Dosificación 0%)			
2		S123D1 (Dosificación 28%)			
3		S123D2 (Dosificación 33%)			
4		S123D3 (Dosificación 38%)			

Nota: 0.8



RICARDO PARIZACA QUISPE  
Especialista en Hidrología  
CIP: 183927

Nota: 0.9



John Daniel Paricahua Quispe  
INGENIERO CIVIL  
CIP 167739

Nota: 0.9



Daniel Paricahua Paricahua  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 210662

Promedio: 0.87

Anexo 5: Ficha técnica para el indicador - “Máxima Densidad Seca”



FICHA TÉCNICA  
INDICADOR – MÁXIMA DENSIDAD SECA

Universidad César Vallejo  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

<b>Tesista:</b> Bach. Paricahua Paricahua, Petter Daniel				
<b>Título:</b> “Estabilización de la Sub Rasante Empleando Cenizas de Eucalipto en la Trocha Carrozable Desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022”				
<b>Ubicación:</b> Distrito de Moho – Provincia de Moho – Departamento de Puno				
<b>Muestra:</b>				
Ítem	Fecha	Denominación	Máxima Densidad Seca	Und.
1		S123D0 (Dosificación 0%)		
2		S123D1 (Dosificación 28%)		
3		S123D2 (Dosificación 33%)		
4		S123D3 (Dosificación 38%)		

Nota: 0.8




RONNY CHAYO PARICAHUA QUISPE  
Especialista en Hidrología  
CIP: 183927

Nota: 0.9



John Daniel Paricahua Quispe  
INGENIERO CIVIL  
CIP 167739

Nota: 0.9



JUAN CARLOS VIZA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 210552

Promedio: 0.87

Anexo 6: Ficha técnica para el indicador - “Óptimo Contenido de Humedad”



FICHA TÉCNICA  
INDICADOR – OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

Universidad César Vallejo  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

<b>Tesista:</b> Bach. Paricahua Paricahua, Petter Daniel					
<b>Título:</b> “Estabilización de la Sub Rasante Empleando Cenizas de Eucalipto en la Trocha Carrozable Desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022”					
<b>Ubicación:</b> Distrito de Moho – Provincia de Moho – Departamento de Puno					
<b>Muestra:</b>					
Ítem	Fecha	Denominación	Peso del Agua	Peso de Suelo Secado al Horno	Contenido de Humedad
1		S123D0 (Dosificación 0%)			
2		S123D1 (Dosificación 28%)			
3		S123D2 (Dosificación 33%)			
4		S123D3 (Dosificación 38%)			

Nota: 0.8



RICARDO PARICAHUA QUISPE  
Especialista en Hidrología  
CIP: 183927

Nota: 0.9



John Darwin Quispe  
INGENIERO CIVIL  
CIP 167739

Nota: 0.9



Diego Humberto Ticona  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 210862

Promedio: 0.87



Anexo 7: Ficha técnica para el indicador - "Capacidad de Soporte"



FICHA TÉCNICA  
INDICADOR – CAPACIDAD DE SOPORTE

Universidad César Vallejo  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

<b>Tesista:</b> Bach. Paricahua Paricahua, Petter Daniel				
<b>Título:</b> "Estabilización de la Sub Rasante Empleando Cenizas de Eucalipto en la Trocha Carrozable Desvío Chaquelequeña a Rosaspata, Moho, Puno – 2022"				
<b>Ubicación:</b> Distrito de Moho – Provincia de Moho – Departamento de Puno				
<b>Muestra:</b>				
Ítem	Fecha	Denominación	CBR	
			95%	100%
1		S123D0 (Dosificación 0%)		
2		S123D1 (Dosificación 28%)		
3		S123D2 (Dosificación 33%)		
4		S123D3 (Dosificación 38%)		

Nota: 0.8

Nota: 0.9

Nota: 0.9

Promedio: 0.87

# Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado  
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444682  
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

## INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-22-01942

Señores: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
Dirección: JULIACA  
Atención: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
Recepción: 22/03/2022  
Realización: 22/03/2022  
Observación: Laboratorio No realiza la toma de muestra.

Fecha de emisión: 24/03/2022  
Pág.: 1/1

### Método de ensayo aplicado

\*592 Método de Ensayo para Rocas Fusión alcalina (SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, LOI)

Muestra #	Nombre de muestra	Descripción de muestra	Proyecto	Procedencia de la muestra	*592 SiO <sub>2</sub> %	*592 CaO %	*592 MgO %	*592 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	*592 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	*592 Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	*592 Na <sub>2</sub> O %	*592 K <sub>2</sub> O %	*592 LOI %
MN22003934	CENIZA DE LA COMBUSTION DEL EUCALIPTO	Ceniza	Estabilización de la Sub Rasante Empleando Cenizas de Eucalipto en la Trocha Carozable Desvío Chequequeña (Huancane - Moño) a Rosaspata - 2022	Muestra extraída de la panadería de Sr. Javier que esta entre las vías de Pumacahua y Calastro del Distrito de Huancane, Provincia de mismo nombre y Departamento de Puno	4,10	37,76	5,86	0,80	0,86	2,16	1,28	21,68	25,42

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sr. Víctor J. Juárez Nieto  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

NH-18 N° 1947



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

# CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

PUNO – PERÚ  
2021



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0746-0046-2021

Página 1 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/11/13

**Solicitante** CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Dirección** JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**Instrumento de medición** BALANZA

Identificación 0746-046-2021

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g

Resolución

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R21PE30

N° de serie 8340110203

Procedencia USA

**Lugar de calibración** LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Fecha de calibración** 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003-2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características técnicas del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0746-0046-2021

Página 2 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 21,5 °C Final: 21,9 °C  
 Humedad Relativa Inicial: 68 %hr Final: 69 %hr  
 Presión Atmosférica Inicial: 1015 mbar Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000.0	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000.0	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000.0	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.1	30000.0	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000.0	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.12	30000.0	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000.0	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.1	30000.0	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.1	30000.0	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000.0	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Autorizada			Error Máximo Permitido		
15000	0.1			1		
30000	0.1			5		

CONGEO S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.  
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Ing. Hugo Luis Aravalo Carnica  
 METROLOGÍA



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.07	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.03	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.07	0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.07	-0.07	-0.05	1
50	50	0.05	0	0	50	0.02	-0.07	-0.05	1
100	100	0.04	0	0	100	0.06	-0.01	0.01	1
500	500	0.07	0.01	0.01	500	0.06	-0.01	0.01	1
1000	1000	0.06	-0.02	0.02	1000	0.05	0	0.02	1
5000	4998	0.07	-0.05	0.03	4998	0.06	-0.1	-0.09	1
10000	9998	0.04	0.01	0.01	9998	0.06	-0.21	-0.09	5
15000	14997	0.05	0.09	0.03	14997	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	-0.21	-0.21	5

**Legenda**

I: Indicación de la balanza

E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga incrementada

E<sub>c</sub>: Error encontrado

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE ESTIMADA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición:  $U_x = 0.000000004908 \text{ g}$   $\pm 0.000000004908 \text{ g}$

Lectura Corregida:  $R = 0.001653118 \text{ g}$

R: Indicación de lectura de la balanza

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0750-046-2021

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 0750-046-2021

Intervalo de indicación 3100 g

División de escala 0.01 g

Resolución

División de verificación (e) 0.01 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo PAJ3102

N° de serie BADI55

Procedencia USA

Lugar de calibración LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración**  
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas en Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM, IV, SCOP, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003-2006)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos en intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos según las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a normativas vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGEMAT S.A.S.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0750-046-2021

Página 2 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 500 g			Carga L1= 1000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	500.0	0.001	-0.001	1000	0.005	-0.002
2	500.0	0.002	-0.004	1000	0.004	-0.004
3	500.0	0.004	-0.005	1000	0.006	-0.004
4	500.0	0.003	-0.007	1000	0.003	-0.009
5	500.0	0.003	-0.009	1000	0.005	-0.012
6	500.0	0.004	-0.008	1000	0.007	-0.014
7	500.0	0.004	-0.008	1000	0.003	-0.01
8	500.0	0.007	-0.008	1000	0.005	-0.009
9	500.0	0.006	-0.004	1000	0.004	-0.007
10	500.0	0.005	-0.003	1000	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
500	0		0.05			
1000			0.3			

CONGRUENCIA S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vw. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01. San Martín de Porres, Lima, Perú.  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.004	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
5.00	5.00	0.004	-0.001	0.004	5.00	0.004	-0.001	0.004	0.1
10.00	10.00	0.006	0.004	0.004	10.00	0.005	-0.004	-0.003	0.1
50.00	50.00	0.002	-0.005	0.003	50.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
100.00	100.00	0.002	0.004	0.005	100.00	0.005	0.005	0.001	0.1
500.00	500.00	0.009	0.004	0.008	500.00	0.004	-0.004	0.003	0.1
800.00	800.00	0.004	0.008	0.002	800.00	0.007	0.004	0.004	0.1
1000.00	1000.00	0.005	0.008	0.003	1000.00	0.005	-0.003	-0.002	0.1
1500.00	1500.00	0.004	0.004	0.005	1500.00	0.003	-0.008	-0.01	0.5
3000.00	3000.00	0.009	0.004	0.004	3000.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5
3100.00	3100.00	0.015	0.008	0.001	3100.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza  
E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga Incremental  
E<sub>c</sub>: Error corregido

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDA**

Incumbre expandida de medición  $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.0002^2 + 0.0000025259908 \cdot R^2}$

Lectura Corregida  $R_{corregida} = R + 136.059373490 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden a balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adhesiva al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz. C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0751-046-2021

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **HORNO DE LABORATORIO**

Identificación 0751-046-2021

Marca ARSOU

Modelo HR701

Serie 1201

Cámara 80 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración  
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL  
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde tener en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0751-046-2021

Página 2 de 5

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	TERMOMETRO CON SENSORES MARCA: LUTRON	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.4	110.3	110.1	110.5	111.0	110.8	110.2	110.0	110.5	110.4	110.4	1.0
00:02	110	110.4	110.5	110.9	110.1	110.5	110.7	110.8	111.0	110.3	110.9	110.6	0.9
00:04	110	110.1	110.1	110.3	111.0	110.0	110.4	110.6	110.0	110.0	110.1	110.3	1.0
00:06	110	110.2	110.5	110.3	110.2	110.9	110.1	110.8	110.5	110.4	111.0	110.5	0.9
00:08	110	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.2	110.6	110.9	110.4	110.0	110.0	0.7
00:10	110	110.9	110.1	110.9	110.7	110.8	110.5	110.9	110.2	110.5	110.0	110.0	0.9
00:12	110	110.9	110.1	110.4	110.5	110.1	110.7	110.7	110.9	110.7	110.1	110.5	0.8
00:14	110	110.2	110.1	110.4	110.3	110.7	110.8	110.4	110.9	110.1	110.8	110.5	0.8
00:16	110	110.2	110.9	110.4	110.6	110.6	110.5	110.3	110.5	110.4	110.7	110.5	0.7
00:18	110	110.2	110.4	110.1	110.3	110.4	110.0	110.2	110.2	110.7	110.9	110.3	0.9
00:20	110	110.8	110.6	110.2	110.1	110.4	110.6	110.3	110.5	110.5	110.2	110.4	0.7
00:22	110	110.8	110.3	110.9	110.4	110.2	111.0	110.4	110.9	110.7	110.5	110.6	0.8
00:24	110	110.3	110.1	110.5	110.8	110.6	110.7	110.5	110.0	110.0	110.3	110.5	0.7
00:26	110	110.8	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.1	110.0	110.6	110.5	110.3	0.8
00:28	110	110.9	110.6	110.5	110.0	110.8	110.3	110.2	110.2	110.0	110.8	110.4	0.9
00:30	110	110.5	110.4	110.0	110.8	110.1	110.1	110.9	110.2	110.5	110.4	110.4	0.9
00:32	110	111.0	111.0	110.0	111.0	110.6	110.3	110.0	111.0	110.2	110.7	110.6	1.0
00:34	110	110.5	110.3	110.4	110.9	110.0	110.1	110.0	110.0	110.8	111.0	110.3	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.2	110.4	110.4	110.0	110.4	110.1	110.3	110.3	110.4	0.8
00:38	110	110.7	111.0	110.6	110.7	110.8	110.0	110.3	110.8	110.3	110.4	110.6	0.7
00:40	110	110.2	110.5	110.1	110.0	110.3	110.8	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	0.8
00:42	110	110.2	110.9	110.3	110.6	110.5	110.0	110.2	110.8	110.5	110.0	110.3	0.9
00:44	110	110.6	110.1	110.5	110.4	111.0	110.0	110.3	110.8	110.2	111.0	110.5	0.9
00:46	110	110.9	110.8	110.6	110.5	110.0	110.0	110.1	110.8	110.5	110.7	110.7	0.9
00:48	110	111.0	110.7	110.9	110.8	111.0	110.3	110.5	110.5	110.3	110.2	110.6	0.8
00:50	110	110.2	110.3	110.5	111.0	110.0	110.2	110.1	110.7	110.1	110.4	110.4	1.0
T. PROM.	110	110.5	110.4	110.4	110.3	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

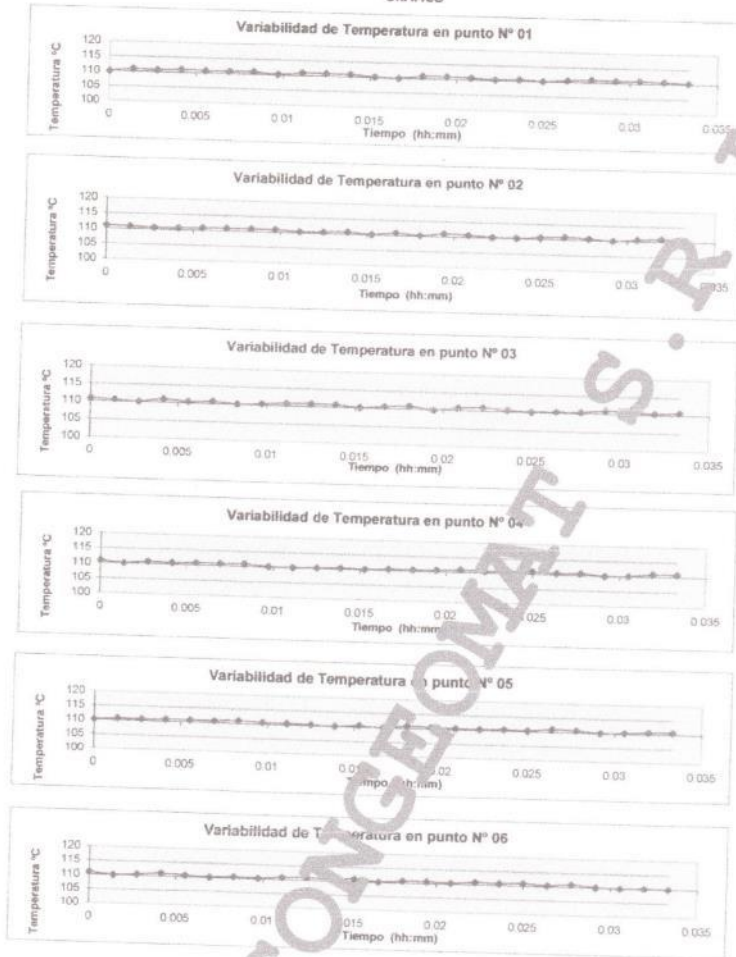


**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo-Luis Arévalo Carnica  
METROLOGIA



Arso Group  
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



CONGEMAT S.R.L.

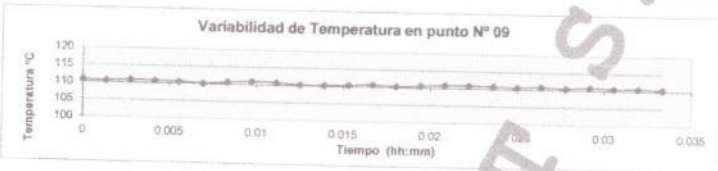
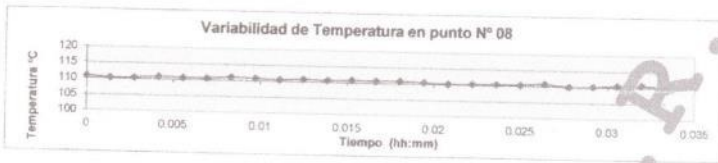
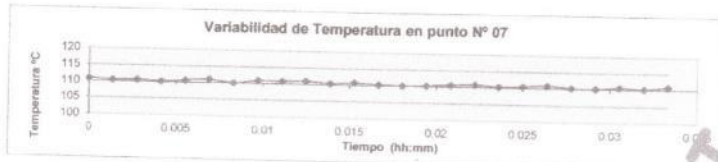
ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



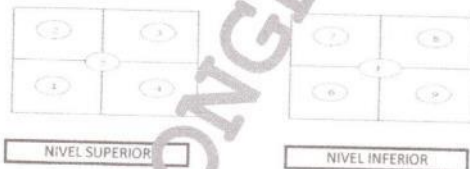
ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



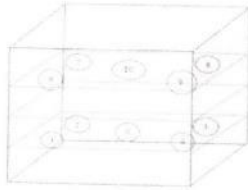
**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95% con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

CONGEMAT S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arcevala Caralca  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LFP-014-2022

Página 1 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/23

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN -  
JULIACA

Instrumento de medición **PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA**

Identificación NO INDICA

Marca Prensa ARSOU

Modelo PR401

Serie 41025

Celda de Carga TIPO S

Modelo ANYLOAD

Indicador ANYLOAD

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS  
JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA

Lugar de calibración ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2022/02/23

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital medido en la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16,4 °c	Final: 16,3 °C
Humedad Relativa	Inicial: 51 %hr	Final: 52 %hr

Resultados

TABLA N° 01  
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO b Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	499,9	498,9	-0,02	-0,22	499,4	-0,12	0,14
1000	999,6	997,4	-0,04	-0,26	998,5	-0,15	0,16
1500	1498,6	1499,2	-0,09	-0,05	1498,9	-0,07	0,03
2000	1999,4	1999,5	-0,03	-0,03	1999,5	-0,03	0,00
2500	2501,2	2500,6	0,05	-0,05	2500,9	0,04	0,02
3000	2998,6	2998,9	-0,05	-0,04	2998,8	-0,04	0,01
3500	3498,6	3499,2	-0,04	-0,04	3498,9	-0,03	0,01
4000	3999,4	3998,4	-0,01	-0,04	3998,9	-0,03	0,02

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la Norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = \frac{(A-B)}{B} * 100$        $Rp = \frac{Error(2)}{Error(1)}$
- La norma exige que Ep y Rp no exceda el  $\pm 0,10\%$



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsoupgroup.com  
www.arsoupgroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carniel  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1x - 0,7607$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta colocada al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

CONCREMAT S.R.L



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-085-2022

Página 1 de 2

<b>Fecha de emisión</b>	2022/02/23
<b>Solicitante</b>	<b>CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
<b>Dirección</b>	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
<b>Instrumento de medición</b>	<b>DIAL INDICADOR</b>
Identificación	NO INDICA
Marca	INSIZE
Modelo	2307-1
Serie	3131
Rango	1 in
Sensibilidad	0.001 in
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>
<b>Lugar de calibración</b>	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
<b>Fecha de calibración</b>	2022/02/23
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde exponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición de acuerdo a regulaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGEMAT S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz. C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo Luis Arévato Carnica  
**METROLOGIA**



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-249-2020

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 17,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 43 %hr	Final: 41 %hr

Resultados

ALCANCE DL ERROR DE INDICACIÓN			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1,01	0,0398	0,0400	0,0002
2,00	0,0787	0,0793	0,0006
4,00	0,1575	0,1581	0,0006
5,00	0,1969	0,1981	0,0012
7,00	0,2756	0,2758	0,0002
10,00	0,3937	0,3936	-0,0001
15,00	0,5906	0,5911	0,0005
17,00	0,6693	0,6691	0,0004
24,00	0,9449	0,9448	-0,0001
25,00	0,9843	0,9840	0,0006

Error de indicación (in)	0,0004
Incertidumbre del error de indicación (in)	0,0004

ERROR DE REPETIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1,01	0,0398	0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002

Error de indicación (in)	0,0000
Incertidumbre del error de indicación (in)	0,0002

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-086-2022

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2022/02/23

**Solicitante** CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA

**Dirección** JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN -  
JULIACA

**Instrumento de medición** DÍAL INDICADOR

**Identificación** NO INDICA

**Marca** INSIZE

**Modelo** 2307-1

**Serie** 3370

**Rango** 1 in

**Sensibilidad** 0.001 in

**Procedencia** ESTADOS UNIDOS

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA

**Fecha de calibración** 2022/02/23

**Método/Procedimiento de calibración**  
Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro  
Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo  
mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas  
correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a recomendaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-2680 / Cel: +51 928 296 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGIA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-086-2022

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-249-2020

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental Inicial: 18,3 °C Final: 17,5 °C  
 Humedad Relativa Inicial: 43 %hr Final: 41 %hr

**Resultados**

ALCANCE DL ERROR DE INDICACIÓN			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1,01	0,0398	0,0400	0,0002
2,00	0,0787	0,0792	0,0005
4,00	0,1575	0,1589	0,0014
5,00	0,1969	0,1980	0,0011
7,00	0,2756	0,2760	0,0004
10,00	0,3937	0,3931	-0,0006
15,00	0,5906	0,5913	0,0007
17,00	0,6693	0,6688	-0,0004
24,00	0,9449	0,9439	-0,0010
25,00	0,9843	0,9833	-0,0012

Error de Indicación (in)	0,0009
Incertidumbre del error de Indicación (in)	0,0001

ERROR DE REPRODUCIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1,01	0,0398	0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002

Error de indicación (in)	0,0000
Incertidumbre del error de indicación (in)	0,0002

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 901 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
 METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/23

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN -  
JULIACA

Instrumento de medición **COPA CASAGRANDE**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo CSA 902

Serie 201101

Mecanismo Manual

Ranurador BRONCE

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SONIDOS

Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2022/02/23

**Método/Procedimiento de calibración**  
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el  
procedimiento PC-012 5ta Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey",  
del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			N	K	L	M	Extremo Curvado		
	A	B	C					a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Curvado	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27		50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1		5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg	2.13	0.079	1.063		2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg	0.08	0.004	0.4		0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO	ROMPE DIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2,10		+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27,10		+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Garnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47,10	+/- 1.5	OK
ESPESOR	48,50	+/- 5	OK
LARGO	150,80	+/- 5	OK
ANCHO	125,50	+/- 5	OK
HUELLA	5,93	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10,00	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10,00	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2,0	+/- 0.1	OK
ANCHO	3,40	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé  
METROLOGÍA





ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

# CERTIFICADOS DE ENSAYOS

PUNO – PERÚ  
2022



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑAA  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

# **CALICATA C-01**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑAA  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

**MUESTRA  
PATRON  
( SUELO  
NATURAL)  
C-01**

**PUNO – PERÚ  
2022**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

( ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

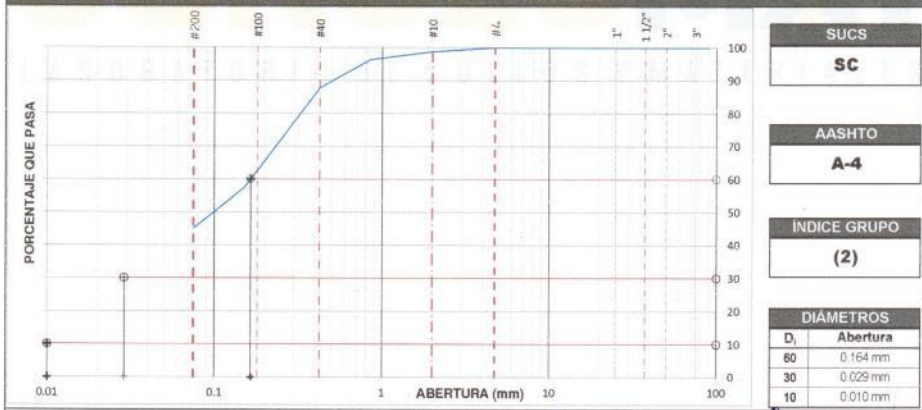
UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM. 5+932

TAMIZADO					RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	Denominación (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO
1	3 1/2"	90 000	0	0.0	100.0	
2	3"	75 000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63 000	0	0.0	100.0	
4	2"	50 000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37 500	0	0.0	100.0	
6	1"	25 000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19 000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12 500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9 500	0	0.0	100.0	
10	#4	4 750	0.0	0.0	100.0	
11	#10	2 000	14.2	1.2	98.8	
12	#20	0 850	28.4	2.4	96.4	
13	#40	0 425	103.3	8.6	87.8	
14	#100	0 150	364.8	30.4	57.4	
15	#200	0 075	147.9	12.3	45.1	
16	Fondo	0.075	541.4	45.1		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1 200 g
Peso muestra lavada y seca	659 g
Fino equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1 200 g
Frac. equiv. < #200	45.1%
541 g	
<b>MANUAL</b>	
TIPO DE TAMIZADO	
TAMAÑO MÁXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	16 400
Curvatura (Cc)	0.513
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Límite Líquido (LL)	24.48
Límite Plástico (LP)	15.25
Índice Plástico (PI)	9.21

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L. CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya* *Alberth Ysidro Quijpe Bustanza*  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.F. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM: 5+932

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-08	C-07	C-14	
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	41.58	42.46	46.06	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	36.92	38.02	41.08	-
PESO DE AGUA	(g)	4.67	4.44	4.98	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.73	20.05	19.85	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.19	17.97	21.23	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.67	24.71	23.46	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	35	-

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-13	T-03		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.30	24.48	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	26.32	23.69	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.80	18.58	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.98	0.79	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.52	5.11	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.03	15.46	-	15.25



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	24.46
LIMITE PLÁSTICO (%)	15.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.21

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
John Percy Paricahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 11-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 5+932

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	80.45	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	313.27	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	302.52	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	10.75	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	222.07	--	--
6	Humedad	%	4.84	--	--
7	Humedad Promedio	%		4.84	

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayú  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustuzá  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151310



Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
SOLICITANTE: PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
FECHA : 01-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 5+932

**COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"  
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25  
NUMERO DE CAPAS : 5

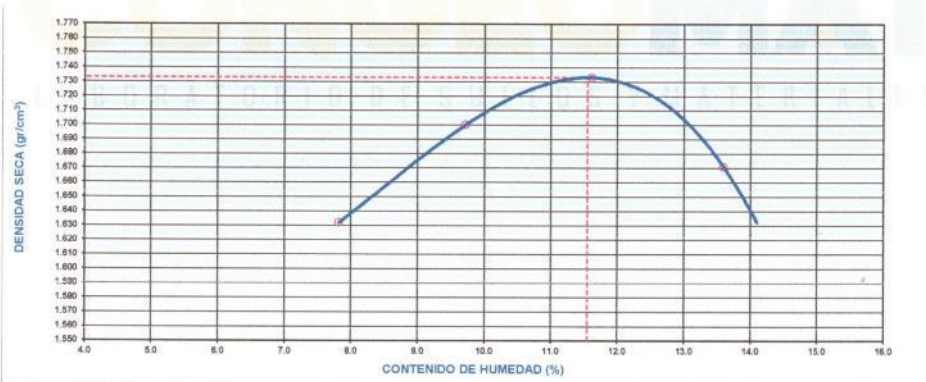
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5708	5823	5898	5859
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1910	2025	2100	2061
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.759	1.865	1.934	1.898
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.632	1.700	1.733	1.671

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	444.6	432.9	471.4	402.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	412.4	394.6	422.4	354.1
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	32.2	38.4	49.0	48.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	412.4	394.6	422.4	354.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.82	9.72	11.61	13.60

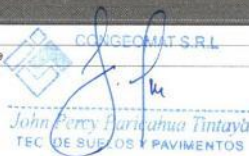
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.733	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.55
--------------------------------------------	-------	---------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
 John Percy Paricahua Tintay  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Alberth Ysido Orospe Bustiza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.P. N° 154300



**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007  
 Versión : 2.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
 UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
 REGISTRO : C - 2022 - 174  
 SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
 FECHA : 05-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
 DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
 TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
 MUESTRA : 1  
 MARGEN: DERECHO  
 PROGRESIVA: KM: 54932

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	SC	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=11.55	MDS=1.733	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES		
			MOLDE09		MOLDE06		MOLDE06		
DENSIDAD									
Condición de humedad									
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,642	11,756	11,667	11,741	12,139	12,184	
2	Peso del molde	g	7,830	7,830	7,980	7,980	8,006	8,006	
3	Volumen del molde - REG	cc	2,114	2,114	1,985	1,985	2,103	2,103	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,812	3,926	3,687	3,761	4,133	4,178	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.80	1.86	1.86	1.89	1.97	1.99	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	294.0	405.0	322.2	471.0	339.6	478.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	264.2	354.5	289.8	415.6	304.7	425.3	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	29.8	50.5	32.5	55.4	34.9	52.7	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	264.2	354.5	289.8	415.6	304.7	425.3	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	11.27	14.25	11.20	13.32	11.45	12.39	
13	Densidad seca, [5]/([11]/100)	g/cc	1.621	1.626	1.670	1.672	1.763	1.768	

**PENETRACION**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD	pulg.						
Area del piston:	0.000	0	0	0			
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	16	22	36	16		
	0.050	50	56	79	50		
	0.075	68	77	118	68		
70.5 kg-/cm <sup>2</sup>	0.100	85	109	158	84	75*	108
	0.150	92	129	218	91		128
105.7 kg-/cm <sup>2</sup>	0.200	121	157	274	120	121*	156
	0.250	138	173	323	137		172
	0.300	147	199	368	146		198
	0.400	174	229	442	174		228
	0.500	185	254	515	184		253

10 CORRECCION: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.780700

**EXPANSION**

TIEMPO	LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS			
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
Fecha Hora							
01/03/22 9:20:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%
03/03/22 9:20:00 a.m.	48	83.00	75.00	2.11	1.81%	1.91	1.63%
05/03/22 9:20:00 a.m.	96	120.00	110.00	3.05	2.61%	2.79	2.40%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.62	1.57	1.73	Humedad óptima	11.55%	
Penetración: 0.1"	5.2	6.8	10.9	MDS	1.733	100% MDS
Penetración: 0.2"	5.6	7.3	12.8	95% de la MDS	1.646	95% MDS
						0.1" 10.9
						0.2" 12.8

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263





**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**  
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

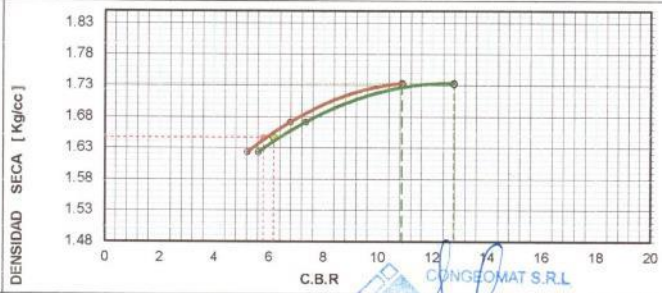
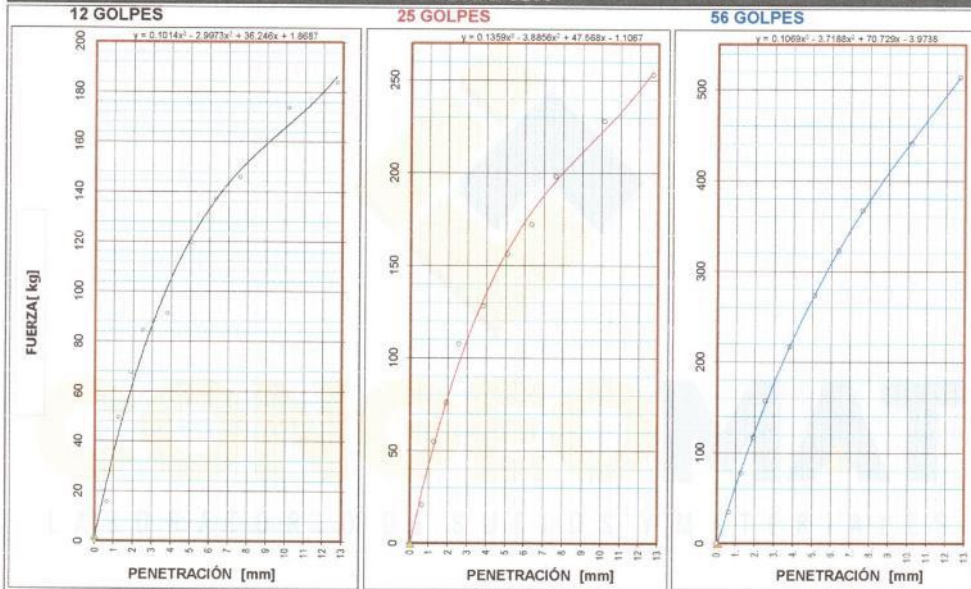
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 05-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO

**GRAFICA**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

100% MDS	1.73
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	10.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	12.8
95% MDS	1.65
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	5.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	6.2

**LEYENDA** CONGEOMAT S.R.L.

*John Percy Paricahua Tintayá*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Alberth Ysidro Quispe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 05-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM. 5+932

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	4.84	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SC	ARENA ARCILLOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(2)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	54.90	--
7	Porcentaje de Finos	%	45.10	--
8	Limite liquido	%	24.46	--
9	Limite plástico	%	15.25	--
10	Indice de plasticidad	%	9.21	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.733	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	11.55	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	10.90	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	5.80	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

**PUNO - PERÚ  
2022**

**MUESTRA  
PATRON + 28%  
CENIZA DE  
EUCALIPTO**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

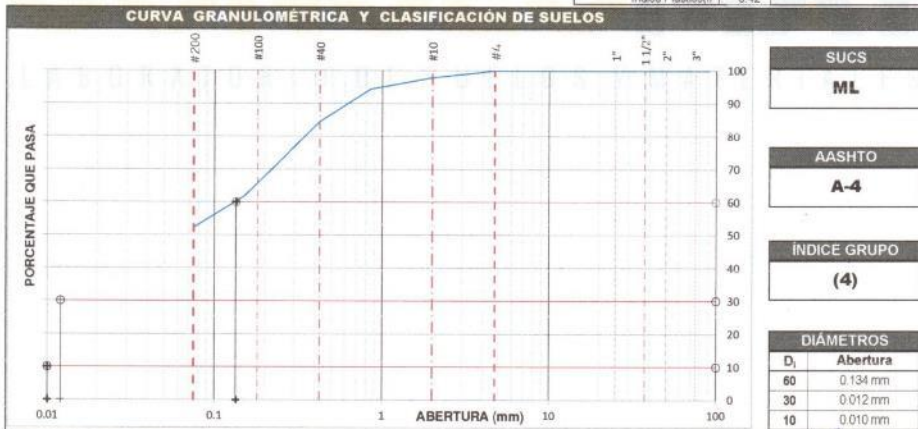
### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM. 5+932

TAMIZADO						RESUMEN	
N	TAMIZ DENOMINACIÓN (mm)	RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	<b>GENERALES</b> Peso muestra seca 1.350 g Peso muestra lavada y seca 843 g Fines equiv. <#4 100.0% 1.350 g Grava usada 0.0% 0 g Fino ensavado < #4 1.350 g Fiac. equiv. < #200 52.4% 707 g	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		
11	#10	2.000	28.6	2.1	97.9	<b>COEFICIENTES</b>	
12	#20	0.850	47.4	3.5	94.4	Uniformidad (Cu) 13.400	
13	#40	0.425	131.4	9.7	84.6	Curvatura (Cc) 0.107	
14	#100	0.150	308.3	22.8	61.8		
15	#200	0.075	127.3	9.4	52.4		
16	Fondo	0.075	707.0	52.4			
17							
18							
19							
20							



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Perry Paricahua Tintaya*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancañé  
RUC:20606413263



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM: 5+932

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-19	C-29	C-28	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.34	38.28	44.60	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.73	34.05	39.39	-
PESO DE AGUA	(g)	3.61	4.23	5.21	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.37	19.91	20.20	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.36	14.14	19.19	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.78	29.92	27.15	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	35	-

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-06	T-25		
Nº TARRO	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	24.90	25.96	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.51	24.89	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.59	20.22	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.99	1.07	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.33	4.67	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.86	22.91	-	22.89



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	29.31
LIMITE PLÁSTICO (%)	22.89
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.42

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Budanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164786  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 5+932

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	81.64	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	295.49	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	285.75	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	9.74	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	204.11	--	--
6	Humedad	%	4.77	--	--
7	Humedad Promedio	%	4.77		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Budanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. N° 151300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 26-02-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 5+932

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN:** "A"  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA:** 25  
**NÚMERO DE CAPAS:** 5

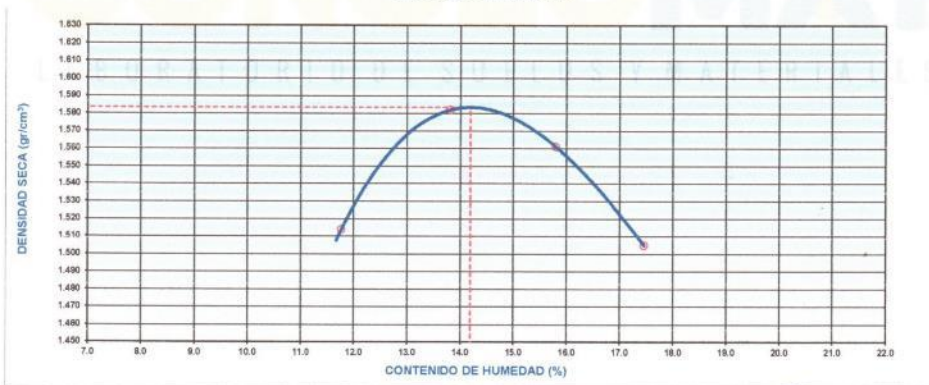
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5635	5753	5760	5717
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1837	1955	1962	1919
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.692	1.801	1.807	1.768
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.514	1.582	1.561	1.505

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	263.1	206.8	225.0	239.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	235.4	181.7	194.3	204.0
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	27.7	25.1	30.7	35.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	235.4	181.7	194.3	204.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.77	13.81	15.80	17.46

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.583      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 14.19

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**John Percy Paricahua Tintaya**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Alberth Ysidro Quispe Bustanza**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300



### CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA: 08-03-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA : 1

DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM. 5+932

#### DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-4 PROCTOR HO-14.19 MDS-1.583 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE07	MOLDE10	MOLDE10	MOLDE11		
<b>DENSIDAD</b>								
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,535	11,704	11,874	11,748	11,865	11,959
2	Peso del molde	g	8,030	8,030	7,936	7,936	8,062	8,062
3	Volumen del molde REG	cc	2,086	2,086	2,110	2,110	2,106	2,106
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,506	3,674	3,738	3,812	3,803	3,897
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1,68	1,76	1,77	1,81	1,81	1,85
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	330.0	365.0	353.2	363.0	416.3	393.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	288.6	307.8	308.4	310.3	365.5	340.2
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	41.4	57.2	44.9	52.7	50.8	52.8
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	288.6	307.8	308.4	310.3	365.5	340.2
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	14.36	18.59	14.55	16.99	13.90	15.53
13	Densidad seca [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.489	1.485	1.547	1.544	1.585	1.602

#### PENETRACION

STANDARD	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			CORRECCION		FUERZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del piston:	0.000	0	0	0	0					
	0.025	13	15	77	13		14		76	
20.42 cm2	0.050	90	92	224	90		92		223	
	0.075	144	207	347	143		206		347	
70.5 kg-f/cm2	0.100	183	291	444	182	179*	290	298*	444	424*
	0.150	239	403	568	239		402		567	
105.7 kg-f/cm2	0.200	293	460	634	292	302*	459	477*	633	652*
	0.250	337	525	706	336		524		705	
	0.300	382	580	747	381		579		746	
	0.400	456	673	909	455		672		908	
	0.500	503	832	1,039	502		831		1,038	

15 CORRECCION: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.0000000 X - 0.760700

#### EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL(Div)			ALTURAS		ALTURAS		ALTURAS		
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
04/03/22	8:10:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
06/03/22	8:10:00 a.m.	48	54.00	48.00	42.00	1.37	1.18%	1.22	1.05%	1.07	0.91%
08/03/22	8:10:00 a.m.	96	75.00	69.00	66.00	1.91	1.63%	1.75	1.50%	1.68	1.44%

#### RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.48	1.55	1.58	Humedad óptima	14.19%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	12.4	20.7	29.5	MDS	1.583	100% MDS	29.5
Penetración: 0.2"	14.0	22.1	30.2	95 % de la MDS	1.504	95 % MDS	14.6

#### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bustiza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. Nº 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancañé  
RUC:20606413263





**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**  
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

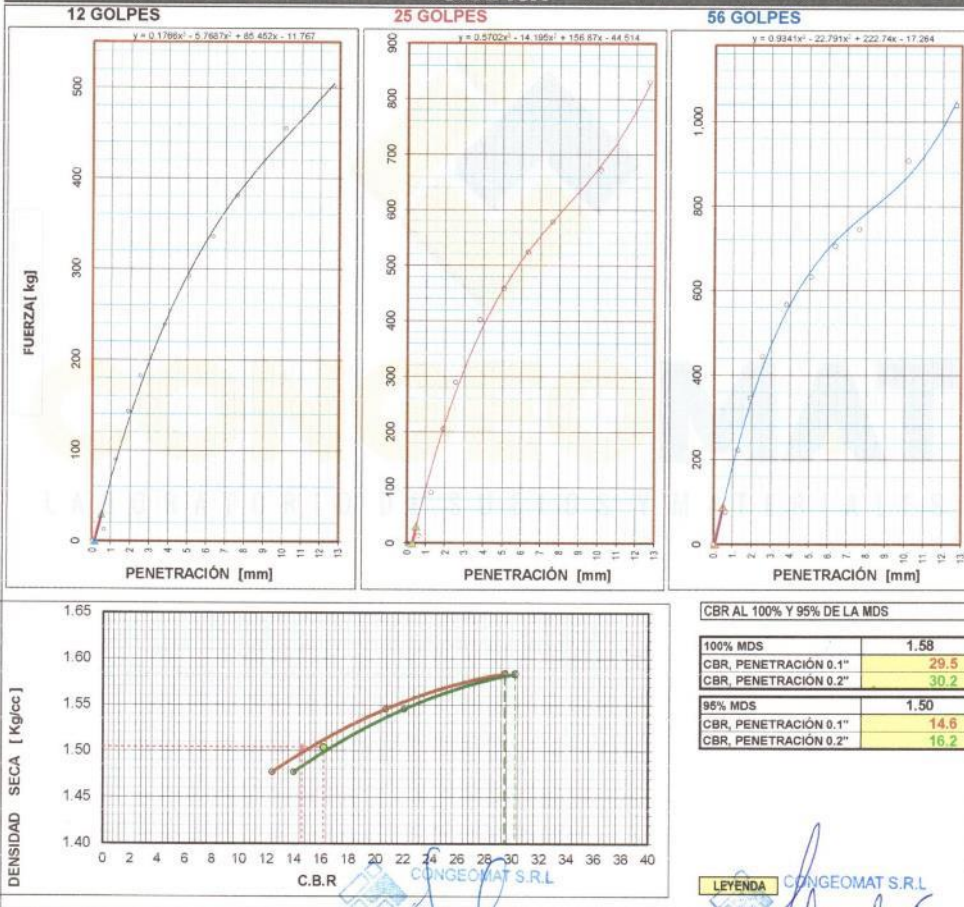
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO: C - 2022 - 174  
FECHA: 08-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA: 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM. 5+932

**GRAFICA**



John Percy Paricahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA CONGEOMAT S.R.L

Alberth Ysidro Quijpe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 08-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 5+932

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	4.77	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(4)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	47.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	52.40	--
8	Límite líquido	%	29.31	--
9	Límite plástico	%	22.89	--
10	Índice de plasticidad	%	6.42	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.583	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	14.19	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	29.50	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	14.60	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberti Ysidro Quispe Bustiza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.F. N° 151300



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

# MUESTRA PATRON + 33% CENIZA DE EUCALIPTO

PUNO - PERÚ  
2022



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

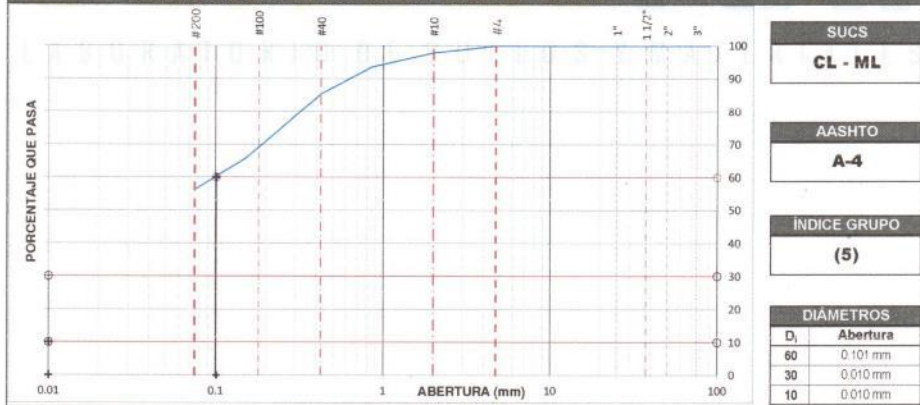
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 5+932

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1.170 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	511 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Fines equiv. <#4	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensavado < #4	1.170 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	56.3%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	10.100
11	#10	2.000	26.3	2.2	97.8		Curvatura (Cc)	0.099
12	#20	0.850	49.5	4.2	93.5		LIMITES DE ATTERBERG	
13	#40	0.425	94.7	8.1	86.4		DESCRIPCIÓN	
14	#100	0.150	229.4	19.6	65.8		Limite Líquido (LL)	27.29
15	#200	0.075	111.2	9.5	56.3		Limite Plástico (LP)	21.13
16	Fondo	0.075	658.9	56.3			Indice Plástico (IP)	6.16
17								
18								
19								
20								

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberto Ysidro Quispe Bustillo  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.F. N° 151306

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM: 5+932

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-18	C-15	C-16	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.69	40.32	35.27	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.18	35.79	32.01	-
PESO DE AGUA	(g)	3.51	4.53	3.26	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.46	19.55	19.33	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.72	16.24	12.68	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.95	27.89	25.71	-
NUMERO DE GOLPES		15	23	33	-

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-20	T-30		
Nº TARRO	ID			-	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	28.01	26.31	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	26.79	25.21	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	21.00	20.01	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.22	1.10	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.79	5.20	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.11	21.15	-	21.13



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	27.29
LIMITE PLÁSTICO (%)	21.13
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.16

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Timayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Buschza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
**PROYECTO:** CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33%  
CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 5+932

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	80.12	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo húmedo	g.	309.64	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	301.75	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo húmedo	g.	7.89	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	221.63	--	--
6	Humedad	%	3.56	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.56		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Bustaza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 28-02-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM. 5+932

**COMPACTACIÓN**

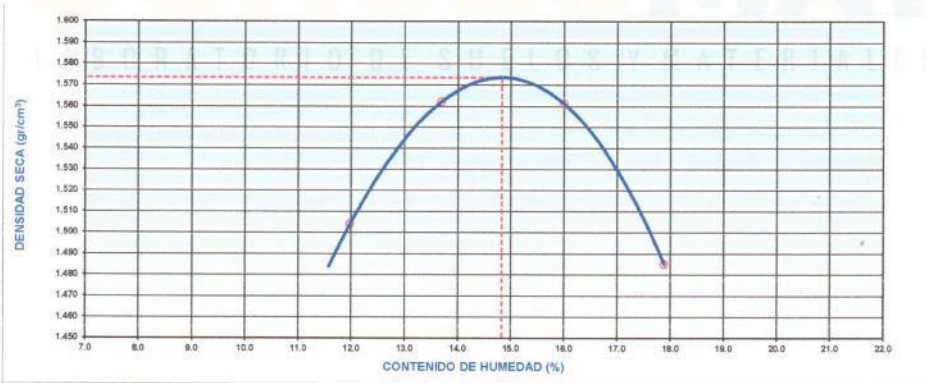
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5626	5726	5764	5698
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1828	1928	1966	1900
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.684	1.776	1.811	1.750
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.504	1.562	1.561	1.485

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>RECIPIENTE N°</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	250.8	222.9	234.9	223.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	223.8	196.1	202.5	189.3
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	26.8	26.8	32.4	33.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	223.8	196.1	202.5	189.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.97	13.69	16.00	17.88

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.574</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>14.82</b>
-------------------------------------------------	--------------	----------------------------------------	--------------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**John Percy Paricahua Tintaya**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Alberth Ysidro Quispe Buzanza**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151360



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 5+932

### DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	CL - ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO-14.82	MDS-1.574	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN		UND	12 GOLPES MOLDE01	26 GOLPES MOLDE02	55 GOLPES MOLDE03			
DENSIDAD									
Condición de humedad									
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,426	11,848	11,856	11,760	11,768	11,756	
2	Peso del molde	g	7,891	7,891	7,963	7,963	7,914	7,914	
3	Volumen del molde REG	cc	2,136	2,136	2,116	2,116	2,124	2,124	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,535	3,757	3,693	3,797	3,854	3,842	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.65	1.76	1.75	1.79	1.81	1.81	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	343.0	309.0	441.2	361.0	489.1	324.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	298.7	252.8	384.1	306.1	425.6	279.5	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	44.3	56.2	57.1	55.0	63.5	44.5	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	298.7	252.8	384.1	306.1	425.6	279.5	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	14.83	22.22	14.87	17.95	14.91	15.90	
13	Densidad seca, [5]/(1+(12)/100)	g/cc	1.441	1.439	1.519	1.521	1.579	1.561	

### PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	STANDARD	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0		0			
20.42 cm2	0.025	30	55	74	30		54		73	
	0.050	72	149	192	71		149		191	
	0.075	105	192	266	105		191		265	
70.5 kg-f/cm2	0.100	136	228	335	135	139*	227	227*	334	341*
	0.150	193	313	464	192		312		463	
105.7 kg-f/cm2	0.200	241	361	531	240	241*	360	368*	530	540*
	0.250	280	408	597	280		407		596	
	0.300	315	466	649	315		465		649	
	0.400	372	559	741	372		559		740	
	0.500	424	656	843	423		656		842	

13 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.00000000 X - 0.760700

### EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS				H <sub>20/20</sub> =
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
09/03/22	11:10:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%
09/03/22	11:10:00 a.m	48	41.00	38.00	30.00	1.04	0.89%	0.97	0.83%
10/03/22	11:10:00 a.m	96	58.00	55.00	45.00	1.47	1.26%	1.40	1.20%

### RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
				Humedad óptima	14.82%	Penetración	0.1"
Densidad Seca prom.	1.44	1.52	1.57	MDS	1.574	100% MDS	23.7
Penetración: 0.1"	9.6	15.8	23.7	95 % de la MDS	1.496	95 % MDS	13.1
Penetración: 0.2"	11.2	17.1	25.0				14.4

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysidro Quispe Bustiza  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C I P N° 151300

Tel.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997 164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancañé  
 RUC:20606413263



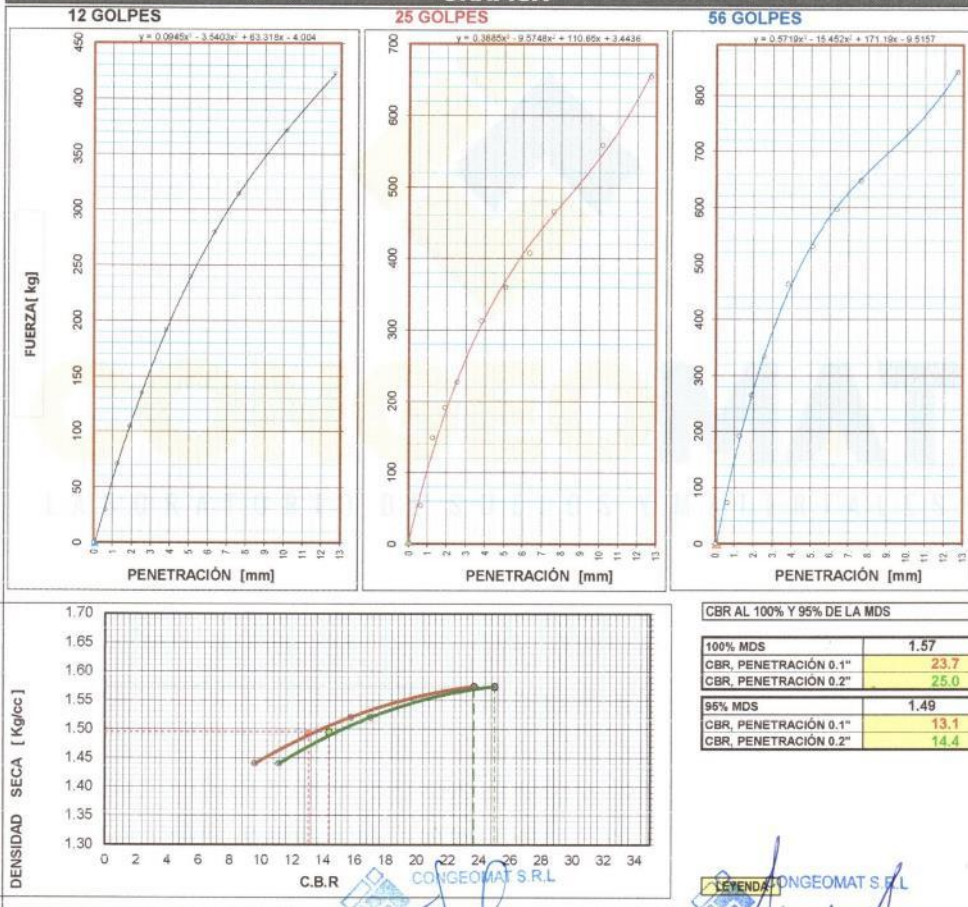
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCLIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCLIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 5+932

**GRAFICA**



John Percy Paricahua Tintayá  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustinza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR :** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE :** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA :** 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA :** 1  
**DESCRIPCIÓN :** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM. 5+932

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	3.56	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	CL - ML	ARCILLA LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(5)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	43.70	--
7	Porcentaje de Finos	%	56.30	--
8	Limite liquido	%	27.29	--
9	Limite plástico	%	21.13	--
10	Indice de plasticidad	%	6.16	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.574	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	14.82	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	23.70	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	13.10	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayá  
TEL DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberto Ysidro Ouspé Bustanza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 161300



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

PUNO – PERÚ  
2022

MUESTRA  
PATRON + 38%  
CENIZA DE  
EUCALIPTO



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

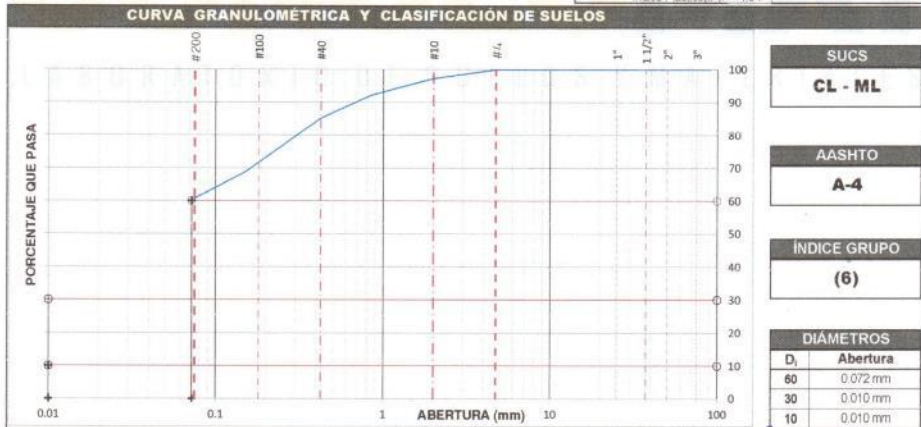
### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA: 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 5+932

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1.350 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	531 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1.350 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	60.7%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	7.200
11	#10	2.000	36.7	2.7	97.3		Curvatura (Cc)	0.139
12	#20	0.850	66.6	4.9	92.3			
13	#40	0.425	94.6	7.0	85.3			
14	#100	0.150	222.6	16.5	68.9			
15	#200	0.075	109.6	8.1	60.7			
16	Fondo	0.075	819.7	60.7				
17								
18								
19								
20								



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Paricahua Tintay  
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.P. N° 151300



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 5+932

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-33	C-42	C-02	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	37.57	39.92	40.48	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	33.84	35.87	36.51	-
PESO DE AGUA	(g)	3.73	4.05	3.97	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.41	20.24	19.81	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.43	15.63	16.70	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.77	25.91	23.77	-
NUMERO DE GOLPES		16	25	34	-

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-41	T-27		
Nº TARRO	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	26.78	27.75	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.70	26.52	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	20.47	20.56	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.08	1.23	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.23	5.96	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.65	20.64	-	20.64



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	25.58
LIMITE PLÁSTICO (%)	20.64
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	4.94

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
 Alberth Ysacio Quispe Bustanza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. Nº 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263

## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
**PROYECTO:** CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 5+932

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	81.42	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	317.89	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	310.25	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	7.64	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	228.83	--	--
6	Humedad	%	3.34	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.34		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysidro Quispe Bastinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C. I. P. N° 151300



Tel.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 01-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 5+932

**COMPACTACIÓN**

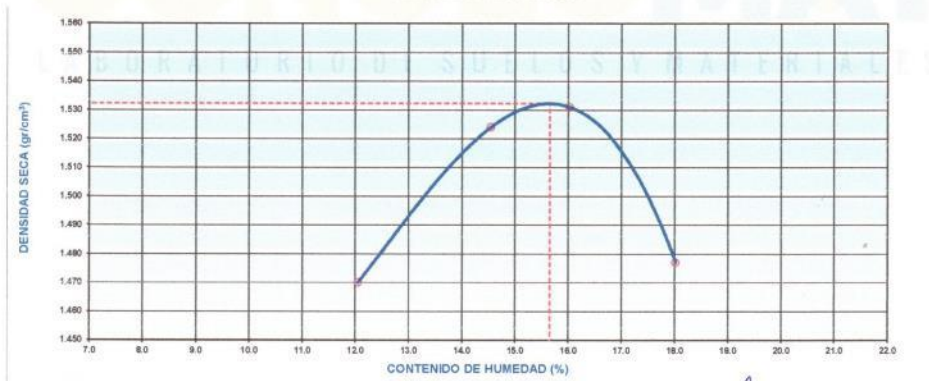
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5586	5693	5727	5691
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1788	1895	1929	1893
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.647	1.745	1.777	1.744
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.470	1.524	1.531	1.477

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	275.2	239.6	233.0	246.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	245.6	209.2	200.8	208.7
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	29.6	30.4	32.2	37.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	245.6	209.2	200.8	208.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.05	14.54	16.03	18.02

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.532	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.66
--------------------------------------------	-------	---------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**John Percy Paricahua Tintaya**  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Alberth Ysidro Quispe Bustanza**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
FECHA: 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
MARGEN: DERECHO  
TRAMO: DV. CHAQUEQUEÑA - ROSASPATA  
PROGRESIVA: KM: 5+932

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	CL - ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HQ-15.66	MDS-1.532	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE04		26 GOLPES MOLDE08		55 GOLPES MOLDE12			
<b>DENSIDAD</b>										
<b>Condición de humedad</b>										
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,508	11,866	11,585	11,838	11,673	11,716		
2	Peso del molde	g	8,074	8,074	7,963	7,963	7,948	7,948		
3	Volumen del molde REG	cc	2,133	2,133	2,107	2,107	2,109	2,109		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,434	3,692	3,622	3,675	3,725	3,768		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.61	1.68	1.72	1.74	1.77	1.79		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	321.0	368.0	441.2	348.0	351.8	377.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	279.5	307.4	384.1	296.9	305.0	323.1		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	41.5	60.6	57.1	51.1	46.8	53.9		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	279.5	307.4	384.1	296.9	305.0	323.1		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	14.85	19.72	14.87	17.22	15.34	16.67		
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.402	1.407	1.497	1.488	1.531	1.531		

**PENETRACION**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	STANDARD	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del piston:	0.000	0	0	0	0		0		0	
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	37	87	84	36		87		83	
	0.050	88	147	164	87		147		163	
	0.075	135	188	242	134		187		242	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	152	224	296	152	148*	223	206*	295	277*
	0.150	198	265	376	197		264		376	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	235	373	431	234	239*	372	342*	431	440*
	0.250	265	386	480	264		385		479	
	0.300	292	427	526	291		426		525	
	0.400	336	521	626	336		521		625	
	0.500	370	557	678	369		556		677	

16 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.780700

**EXPANSION**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS						
Fecha	Hora	(hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
10/03/22	14:20:00 p.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
12/03/22	14:20:00 p.m	48	39.00	35.00	29.00	0.99	0.85%	0.89	0.76%	0.74	0.53%
14/03/22	14:20:00 p.m	96	50.00	44.00	42.00	1.27	1.09%	1.12	0.96%	1.07	0.91%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.40	1.49	1.53	Humedad optima	15.66%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	10.4	14.3	19.3	MDS	1.532	100% MDS	19.3
Penetración: 0.2"	11.1	15.9	20.4	95 % de la MDS	1.456	95 % MDS	11.5
							20.4
							13.0

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintay  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Bustos  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151900



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

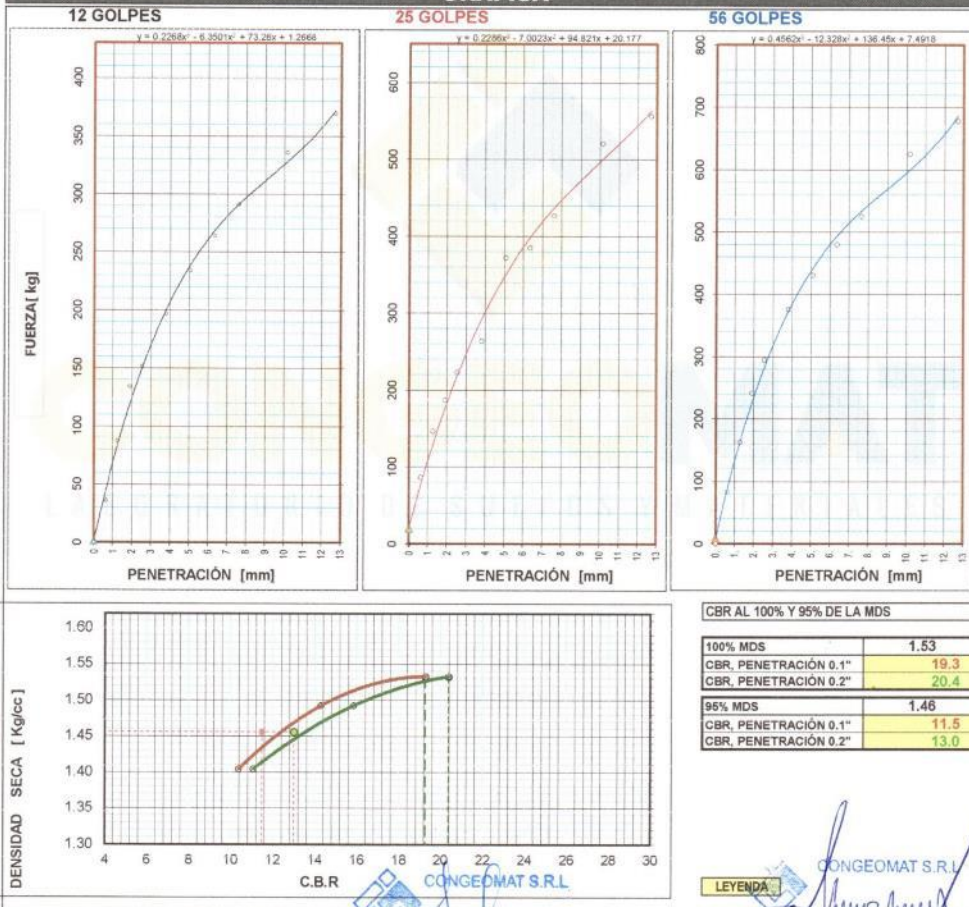
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 5+932

**GRAFICA**



CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
**LEYENDA**  
*Alberto Ysidro Quintanilla*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR :** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE :** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA :** 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA :** 1  
**DESCRIPCIÓN :** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 5+932

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	3.34	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	CL - ML	ARCILLA LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	39.30	--
7	Porcentaje de Finos	%	60.70	--
8	Límite líquido	%	25.58	--
9	Límite plástico	%	20.64	--
10	Índice de plasticidad	%	4.94	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.532	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	15.66	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	19.30	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	11.50	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayá  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Custinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

**CALICATA  
C-02**

**PUNO - PERÚ  
2022**



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**MUESTRA  
PATRON  
( SUELO  
NATURAL)  
C-02**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

( ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

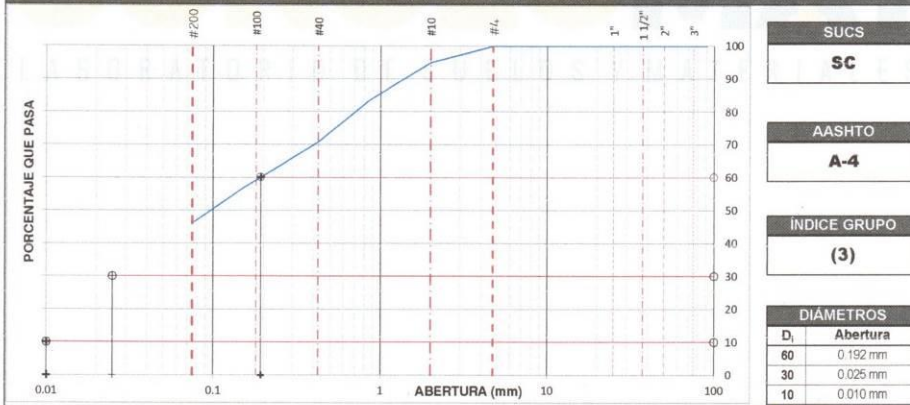
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM. 6+760

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90 000	0	0.0	100.0		GENERALES	
2	3"	75 000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,280 g
3	2 1/2"	63 000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	689 g
4	2"	50 000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4	100.0%
5	1 1/2"	37 500	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
6	1"	25 000	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,280 g
7	3/4"	19 000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	46.2%
8	1/2"	12 500	0	0.0	100.0		MANUAL	591 g
9	3/8"	9 500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
10	#4	4 750	0.0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
11	#10	2 000	64.6	5.0	95.0		Uniformidad (Cu)	19.200
12	#20	0 850	149.0	11.6	83.3		Curvatura (Cc)	0.326
13	#40	0 425	159.7	12.5	70.8			
14	#100	0 150	181.3	14.2	56.7			
15	#200	0 075	134.4	10.5	46.2			
16	Fondo	0 075	591.0	46.2				
17								
18								
19								
20								

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintava*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quipe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 154300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huanané  
RUC:20606413263



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : IZQUIERDO  
PROGRESIVA : KM: 6+760

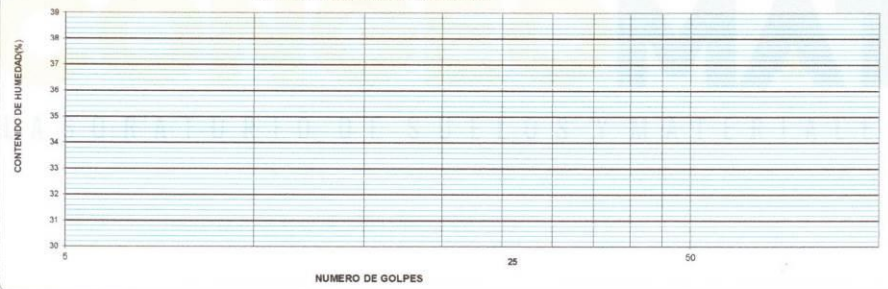
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-01	C-04	C-05	
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	37.12	38.86	35.34	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	32.95	34.56	31.81	-
PESO DE AGUA	(g)	4.17	4.30	3.53	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.87	19.53	19.08	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.08	15.03	12.73	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.62	28.61	27.73	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	35	-

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-09	T-11		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	27.60	28.58	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	26.63	27.54	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.40	21.95	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	0.97	1.04	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.23	5.59	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.55	18.80	-	18.58

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	28.60
LIMITE PLÁSTICO (%)	18.58
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.02

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintay*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Ouspé Bustiza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 11-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: DV. CHAQUEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 6+760

### CONTENIDO DE HUMEDAD

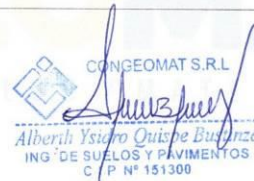
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	81.40	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	377.54	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	362.50	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	15.04	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	281.10	--	--
6	Humedad	%	5.35	--	--
7	Humedad Promedio	%	5.35		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C / P. N° 151300



Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 01-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 6+760

**COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"  
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25  
NUMERO DE CAPAS : 5

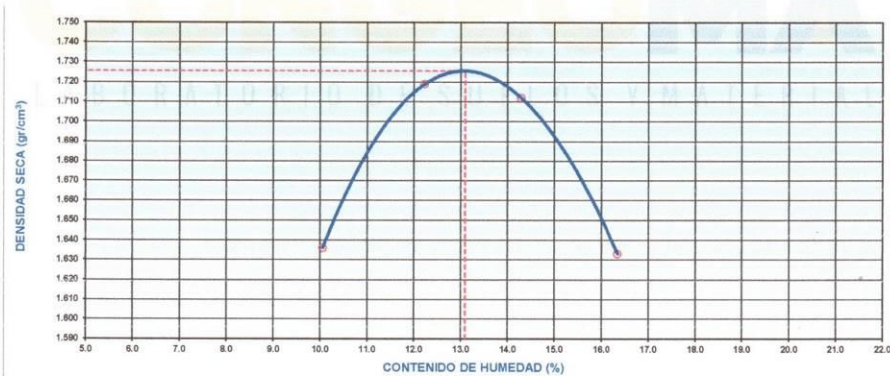
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5753	5893	5922	5861
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1955	2095	2124	2063
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.801	1.930	1.956	1.900
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.636	1.719	1.712	1.633

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	468.4	444.2	459.1	426.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	425.6	395.8	401.7	366.4
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	42.8	48.4	57.4	59.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	425.6	395.8	401.7	366.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.06	12.23	14.29	16.35

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.726      ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.09

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151.300



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCLIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACION :** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

**REGISTRO :** C - 2022 - 174  
**FECHA :** 05-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACION:** CALICATA 02  
**DESCRIPCION:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

**MUESTRA :** 1  
**MARGEN:** IZQUIERDO  
**PROGRESIVA:** KM: 6+760

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACION:	SUCS	SC	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=13.09	MDS=1.726	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES				
			MOLDE03	MOLDE01	MOLDE02				
<b>DENSIDAD</b>									
<b>Condición de humedad</b>									
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,695	12,058	11,885	12,122	12,101	12,325	
2	Peso del molde	g	7,914	7,914	7,891	7,891	7,963	7,963	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,124	2,124	2,136	2,136	2,116	2,116	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,781	4,144	3,994	4,231	4,138	4,362	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1,78	1,95	1,87	1,96	1,96	2,06	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	481.0	495.0	400.6	532.0	448.9	483.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	425.6	401.8	352.8	441.7	396.5	403.0	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	55.4	93.2	47.8	90.3	52.4	80.0	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	425.6	401.8	352.8	441.7	396.5	403.0	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	13.02	23.20	13.55	20.44	13.22	19.85	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.575	1.584	1.647	1.645	1.727	1.720	

**PENETRACION**

STANDARD	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
		pulg.	12 GOLPES	25 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 20.42 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0			
	0.025	26	34	42	26		33		41	
	0.050	33	49	74	33		48		73	
	0.075	43	70	103	42		69		102	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	52	80	130	51	44*	79	74*	129	123*
	0.150	63	105	176	62		105		175	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	74	126	220	73	73*	125	125*	219	218*
	0.250	87	144	262	87		143		261	
	0.300	97	170	308	96		169		307	
	0.400	130	216	393	129		215		392	
	0.500	159	266	483	158		265		483	

<sup>10</sup> CORRECCION: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSION**

TIEMPO		LECTURA DIAL(Div) 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
01/03/22	9:30:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
03/03/22	9:30:00 a.m.	48	96.00	87.00	70.00	2.44	2.09%	2.21	1.90%	1.78	1.52%
05/03/22	9:30:00 a.m.	96	133.00	116.00	107.00	3.38	2.90%	2.95	2.53%	2.72	2.33%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.58	1.65	1.73	Humedad óptima	13.09%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	3.1	5.2	8.5	MDS	1.726	100% MDS	8.5
Penetración: 0.2"	3.4	5.8	10.1	95% de la MDS	1.639	95% MDS	4.9

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ylario Ouspé Bastinza*  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 05-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA : 1

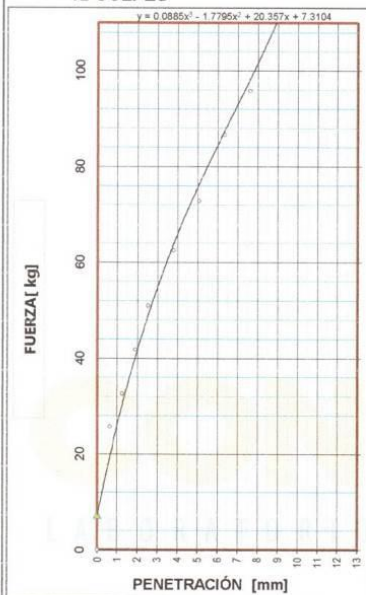
DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

MARGEN: IZQUIERDO

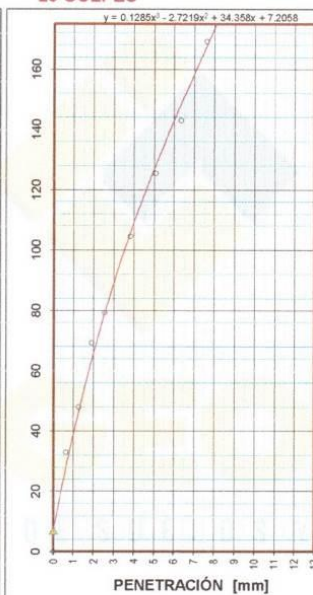
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

### GRAFICA

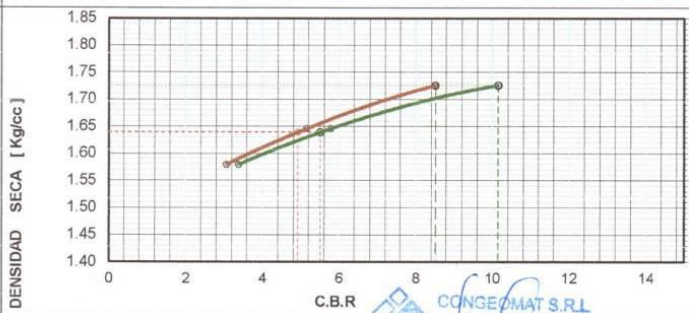
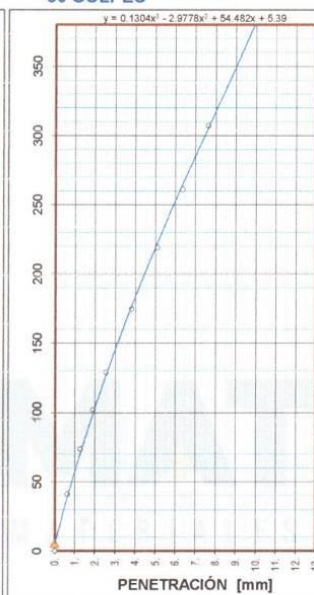
12 GOLPES



25 GOLPES



56 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.73
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	8.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	10.1
95% MDS	1.64
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	4.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	5.5

LEYENDA

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

## RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F-019  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR :** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE :** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA :** 05-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 **MUESTRA :** 1  
**DESCRIPCIÓN :** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 6+760

### RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	5.35	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SC	ARENA ARCILLOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(3)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	53.80	--
7	Porcentaje de Finos	%	46.20	--
8	Limite liquido	%	28.60	--
9	Limite plástico	%	18.58	--
10	Indice de plasticidad	%	10.02	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.726	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	13.09	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	8.50	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	4.90	--

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintay  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Astinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

PUNO – PERÚ  
2022

MUESTRA  
PATRON + 28%  
CENIZA DE  
EUCALIPTO



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

( ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

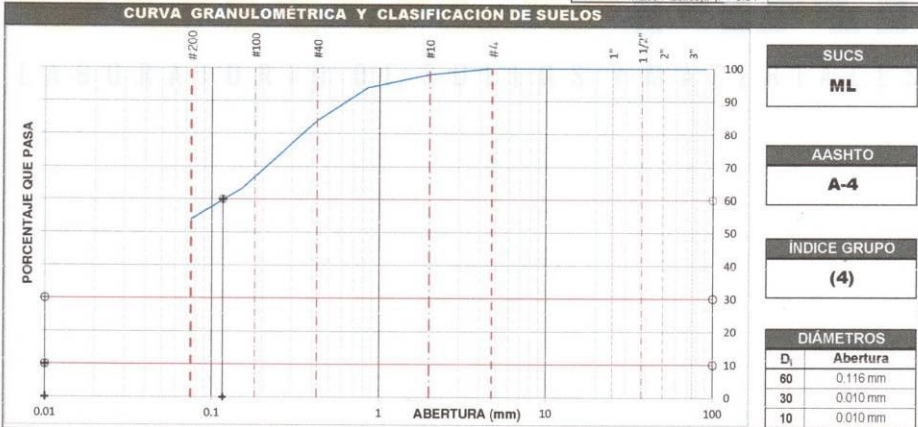
### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 02  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** IZQUIERDO  
**PROGRESIVA:** KM: 6+760

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	DENOMINACIÓN (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1.075 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	493 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1.075 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	54.1%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	11.600
11	#10	2.000	19.9	1.9	98.1		Curvatura (Cc)	0.086
12	#20	0.850	44.1	4.1	94.0			
13	#40	0.425	105.8	9.9	84.1			
14	#100	0.150	224.0	20.8	63.3			
15	#200	0.075	56.4	5.2	54.1			
16	Fondo	0.075	581.8	54.1				
17								
18								
19								
20								



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberti Ysidro Quirope Buzinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancañé  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : IZQUIERDO  
PROGRESIVA : KM: 6+760

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-12	C-15	C-17	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.21	33.85	39.16	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.25	30.22	34.95	-
PESO DE AGUA	(g)	3.96	3.63	4.21	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.44	19.56	21.85	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.61	10.66	13.10	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.63	34.05	32.14	-
NUMERO DE GOLPES		15	26	35	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-21	T-22		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	25.54	24.25	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	24.51	23.19	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	20.75	19.35	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.03	1.06	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.76	3.84	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.39	27.60	-	27.50



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	34.04
LIMITE PLÁSTICO (%)	27.50
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.54

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberik Ysidro Quispe Balanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. Nº 151300



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA: 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS  
DE EUCALIPTO

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 6+760

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	78.65	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	426.59	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	412.60	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	13.99	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	333.95	--	--
6	Humedad	%	4.19	--	--
7	Humedad Promedio	%	4.19		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 26-02-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCION:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 6+760

**COMPACTACIÓN**

<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	:	"A"
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	:	25
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	:	5

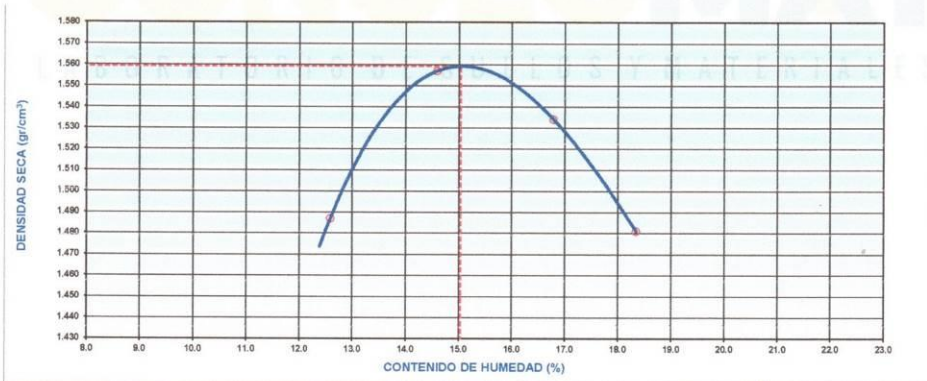
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5616	5735	5743	5701
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1818	1937	1945	1903
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.674	1.784	1.791	1.753
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.487	1.557	1.534	1.481

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	589.5	471.9	461.9	447.1
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	523.6	411.8	395.5	377.8
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	65.9	60.1	66.4	69.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	523.6	411.8	395.5	377.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.59	14.59	16.79	18.34

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.559	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	15.04
-------------------------------------------------	-------	----------------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Ing. John Percy Paricahua Tintaya  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Ing. Alberti Ysidro Quispe Buzinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C. I. P. N° 151300





## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007  
 Versión : 2.0  
 Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
 UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
 REGISTRO: C - 2022 - 174  
 FECHA: 14-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02  
 DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
 TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
 MUESTRA: 1  
 MARGEN: IZQUIERDO  
 PROGRESIVA: KM. 6+760

### DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:		SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO-15.04	MDS=1.569	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES			
			MOLDE07		MOLDE05		MOLDE09			
DENSIDAD										
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,456	11,965	11,385	11,760	11,619	11,963		
2	Peso del molde	g	8,030	8,030	7,980	7,960	7,830	7,830		
3	Volumen del molde REG	cc	2,086	2,086	1,985	1,985	2,114	2,114		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,426	3,935	3,405	3,800	3,789	4,153		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.64	1.89	1.72	1.91	1.79	1.96		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	490.0	524.0	461.9	394.0	433.2	492.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	425.6	399.1	401.7	308.7	376.5	392.4		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	64.4	124.9	60.2	85.3	56.7	99.6		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	425.6	399.1	401.7	308.7	376.5	392.4		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.13	31.30	14.99	27.63	15.06	25.38		
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.427	1.437	1.492	1.500	1.568	1.567		

### PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	STANDARD	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del piston:	0.000	0	0	0	0		0		0	
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	29	62	39	28		62		38	
	0.050	62	118	101	62		118		101	
	0.075	89	179	241	88		178		240	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	112	253	371	111	113*	252	262*	370	399*
	0.150	162	394	566	161		393		566	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	220	469	759	219	217*	468	471*	758	754*
	0.250	269	544	881	268		543		881	
	0.300	317	642	1,041	316		642		1,041	
	0.400	406	814	1,295	405		814		1,295	
	0.500	507	1,000	1,498	506		999		1,497	

19 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

### EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
10/03/22	14:45:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
12/03/22	14:45:00 p.m.	48	62.00	57.00	51.00	1.57	1.35%	1.45	1.24%	1.30	1.11%
14/03/22	14:45:00 p.m.	96	91.00	80.00	75.00	2.31	1.98%	2.03	1.74%	1.91	1.63%

### RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
				Humedad óptima	15.04%	Penetración	0.1"	0.2"
Densidad Seca prom.	1.43	1.50	1.56	MDS	1.559	100% MDS	27.7	35.4
Penetración: 0.1"	7.9	18.2	27.7	95 % de la MDS	1.481	95 % MDS	15.9	19.0
Penetración: 0.2"	10.0	21.8	35.4					

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintavá  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300

Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancañé  
 RUC:20606413263



**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**  
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

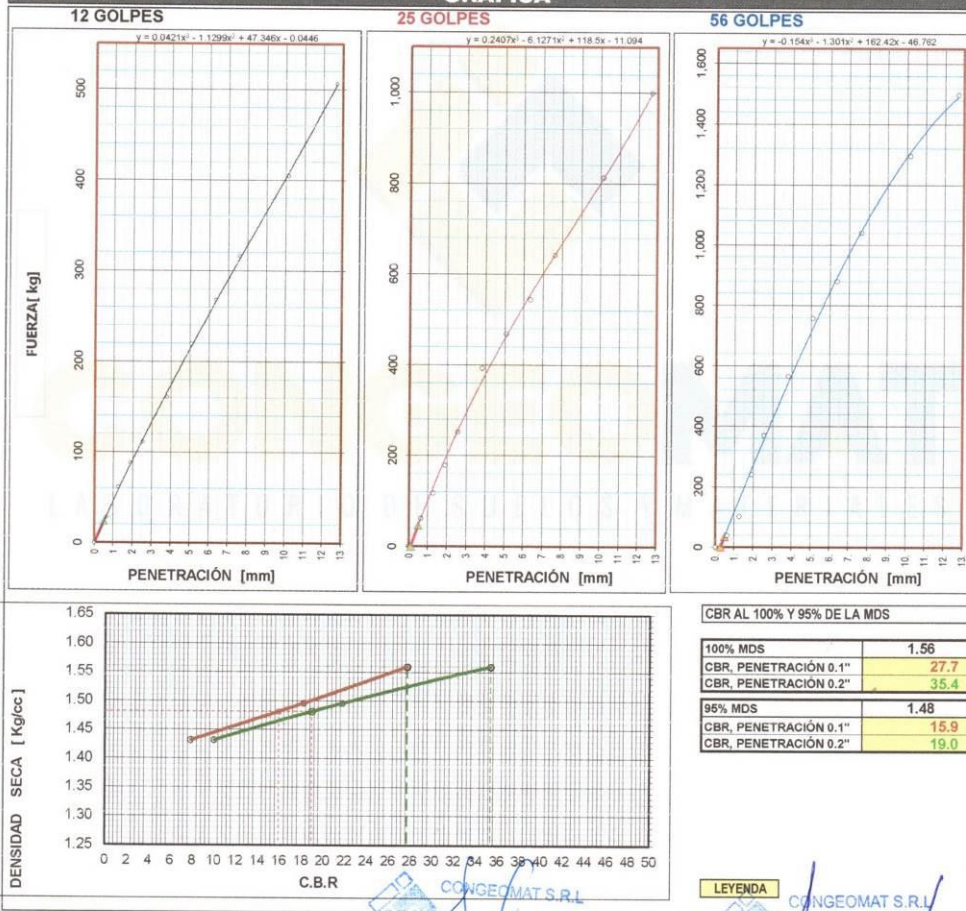
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO: C - 2022 - 174  
FECHA: 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA: 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 6+760

**GRAFICA**



CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Ousppe Bastinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

LUGAR : SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

REGISTRO : C - 2022 - 174

FECHA : 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 6+780

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	4.19	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(4)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	45.90	--
7	Porcentaje de Finos	%	54.10	--
8	Limite liquido	%	34.04	--
9	Limite plástico	%	27.50	--
10	Indice de plasticidad	%	6.54	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.559	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	15.04	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	27.70	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	15.90	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Baxanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

PUNO – PERÚ  
2022

# MUESTRA PATRON + 33% CENIZA DE EUCALIPTO



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

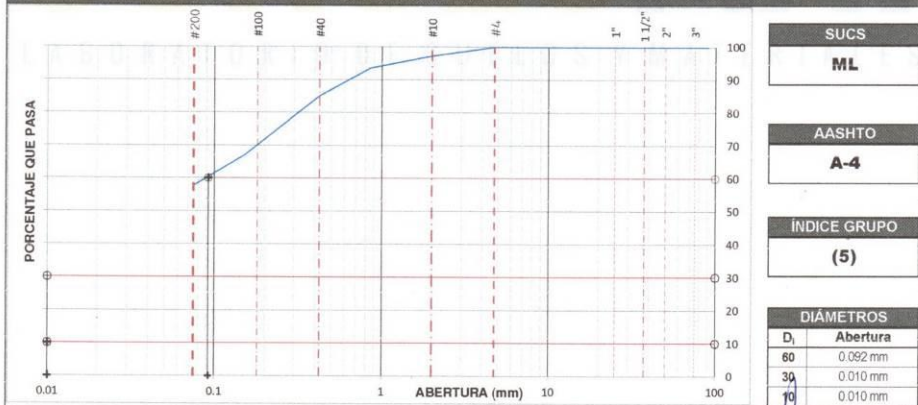
UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 6+760

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%				
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0			
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0			
11	#10	2.000	26.8	2.7	97.3			
12	#20	0.850	39.2	3.9	93.5			
13	#40	0.425	84.7	8.4	85.1			
14	#100	0.150	182.2	18.0	67.0			
15	#200	0.075	53.7	5.3	57.8			
16	Fondo	0.075	583.4	57.8				

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1.010 g
Peso muestra lavada y seca	426 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1.010 g
Frac. equiv. < #200	57.8%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	9.200
Curvatura (Cc)	0.109
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Limite Líquido (LL)	31.60
Limite Plástico (LP)	25.85
Indice Plástico (IP)	5.75

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Custinza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
I.P. N° 151300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : IZQUIERDO  
PROGRESIVA : KM: 6+760

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-23	C-24	C-26	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	37.04	36.88	35.89	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	32.65	32.68	31.75	-
PESO DE AGUA	(g)	4.39	4.20	4.14	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.26	19.45	18.32	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.39	13.23	13.43	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.79	31.75	30.83	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	33	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-31	T-32		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	23.82	24.12	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	22.88	23.08	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.25	19.05	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	0.94	1.04	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.63	4.03	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.90	25.81	-	25.85



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	31.80
LIMITE PLÁSTICO (%)	25.85
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.75

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quespe Balcinza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33%  
CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 6+760

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	81.40	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	337.43	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	327.80	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	9.63	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	246.40	--	--
6	Humedad	%	3.91	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.91		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Bustos  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.F. N° 151300



Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 26-02-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCION:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 6+760

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN:** "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA:** 25  
**NUMERO DE CAPAS:** 5

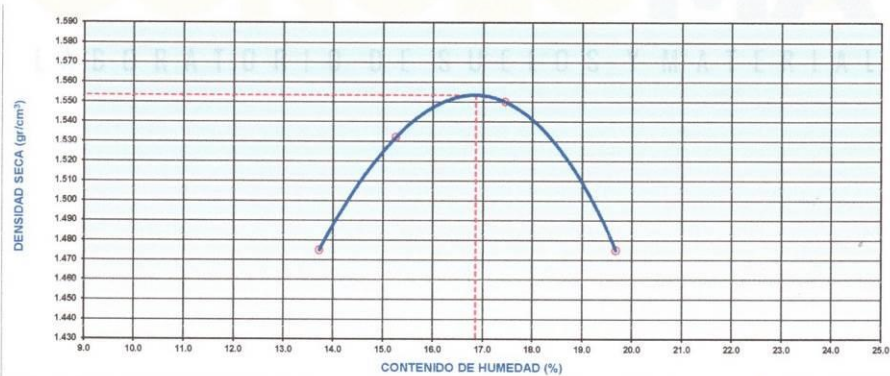
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5619	5715	5775	5715
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1821	1917	1977	1917
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.677	1.766	1.821	1.766
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.475	1.532	1.550	1.475

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	468.3	457.2	471.8	425.7
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	411.8	396.7	401.7	355.7
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	56.5	60.5	70.1	70.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	411.8	396.7	401.7	355.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.72	15.25	17.45	19.68

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.553	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	16.86
-------------------------------------------------	-------	----------------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
 John Percy Paricahua Tintayá  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Alberth Ysidro Gaspe Bustinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300





**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
 UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
 REGISTRO : C - 2022 - 174  
 FECHA : 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
 DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
 TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
 MUESTRA : 1  
 MARGEN: IZQUIERDO  
 PROGRESIVA: KM: 6+760

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO-16.86	MDS-1.953	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES			
			MOLDE08		MOLDE06		MOLDE06			
DENSIDAD										
	Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,423	11,823	11,688	12,025	11,592	11,801		
2	Peso del molde	g	7,963	7,963	8,006	8,006	7,980	7,980		
3	Volumen del molde REG	cc	2,107	2,107	2,103	2,103	1,985	1,985		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,460	3,860	3,682	4,019	3,612	3,821		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.64	1.83	1.75	1.91	1.82	1.92		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	427.0	544.0	396.5	517.0	540.6	540.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	365.8	418.7	339.5	405.7	462.5	442.2		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	61.2	125.3	57.0	111.3	78.1	103.8		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	365.8	418.7	339.5	405.7	462.5	442.2		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.73	29.93	16.79	27.43	16.89	23.47		
13	Densidad seca, [5]/([1+][12]/100)	g/cc	1.407	1.410	1.439	1.500	1.557	1.559		

**PENETRACION**

STANDARD	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 20.42 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0						
	0.025	47	99	109	46		98		109	
	0.050	84	156	198	84		156		197	
	0.075	114	220	312	113		219		311	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	140	264	387	139	130*	263	250*	386	361*
	0.150	178	345	515	177		344		514	
	0.200	234	420	595	233	230*	419	417*	594	628*
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.250	278	480	747	277		479		747	
	0.300	320	533	843	320		533		842	
	0.400	399	629	1,043	398		628		1,042	
	0.500	477	693	1,214	476		692		1,213	
	10									

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.780700

**EXPANSION**

TIEMPO	Fecha	Hora	(Hrs)	LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS					
				12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
06/03/22	11:25:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
08/03/22	11:25:00 a.m	48	57.00	47.00	39.00	1.45	1.24%	1.19	1.02%	0.99	0.85%	
10/03/22	11:25:00 a.m	96	69.00	64.00	58.00	1.75	1.50%	1.63	1.39%	1.47	1.25%	

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
				Humedad óptima	16.86%	Penetración	0.1"	0.2"
Densidad Seca prom.	1.41	1.50	1.55	MDS	1.553	100% MDS	25.1	29.1
Penetración: 0.1"	9.0	17.4	25.1	95 % de la MDS	1.476	95 % MDS	14.6	16.1

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysido Quispe Buñza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.P. N° 157300

Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263



**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**  
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

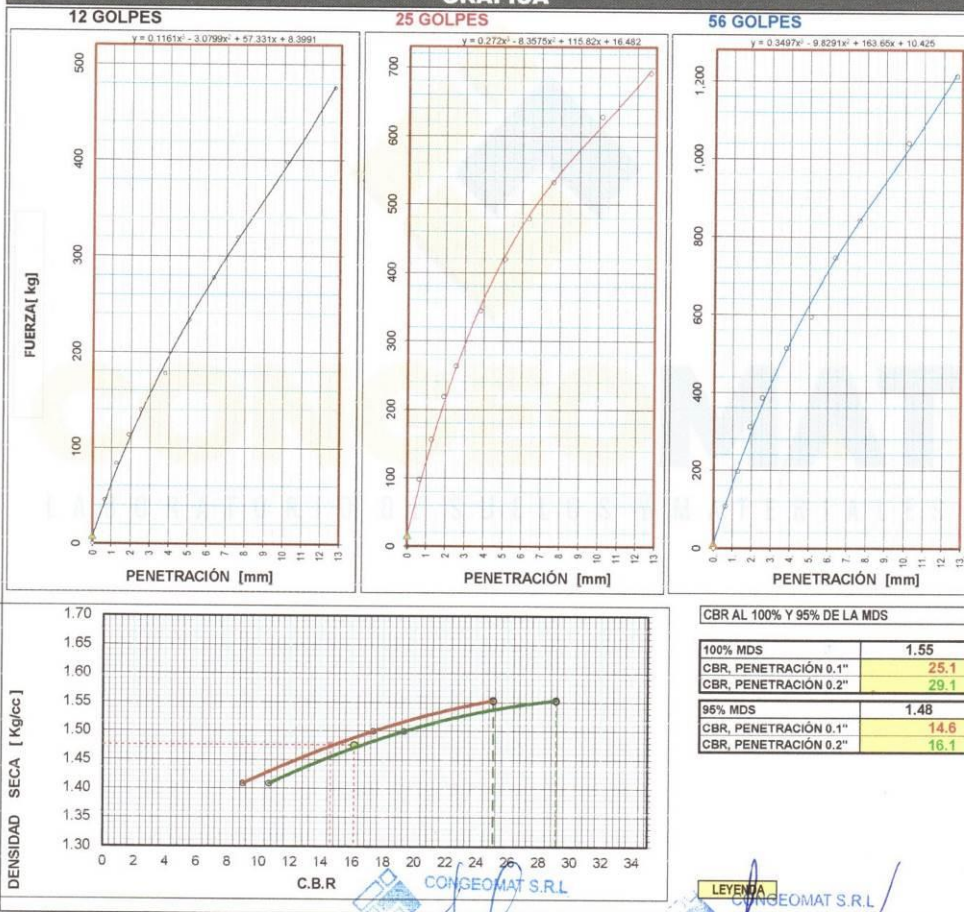
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO: C - 2022 - 174  
FECHA: 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA: 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 6+760

**GRAFICA**



CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Babinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 6+760

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	3.91	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(5)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	42.20	--
7	Porcentaje de Finos	%	57.80	--
8	Límite líquido	%	31.60	--
9	Límite plástico	%	25.85	--
10	Índice de plasticidad	%	5.75	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.553	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	16.86	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	25.10	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	14.60	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Custinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 451300



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

MUESTRA  
PATRON + 38%  
CENIZA DE  
EUCALIPTO

PUNO - PERÚ  
2022



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

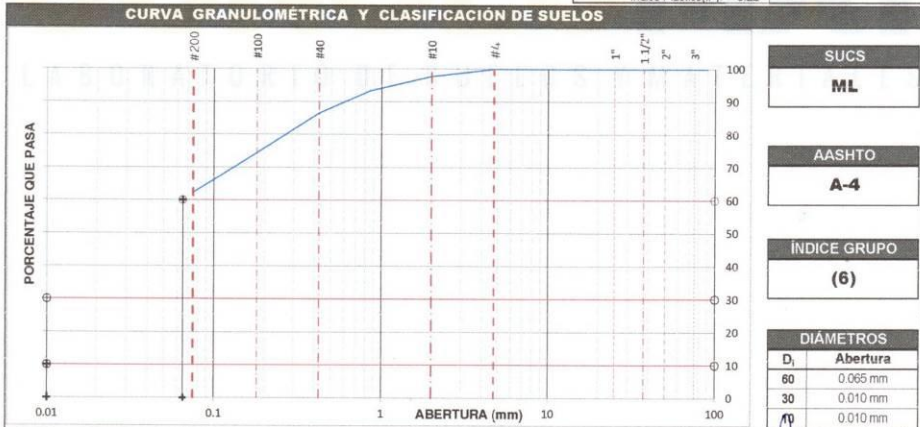
### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 6+760

TAMIZADO						RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR	
	ASTM	DENOMINACIÓN (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1.110 g	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	418 g	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4	100.0%	1.110 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%	0 g
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	100.0%	1.110 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	62.3%	692 g
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL	
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4	
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES		
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	6.500	
11	#10	2.000	25.8	2.3	97.7		Curvatura (Cc)	0.154	
12	#20	0.850	48.1	4.3	93.3				
13	#40	0.425	74.6	6.7	86.6				
14	#100	0.150	163.5	14.7	71.9				
15	#200	0.075	106.9	9.6	62.3				
16	Fondo	0.075	691.1	62.3					
17									
18									
19									
20									



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Perry Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bujanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : IZQUIERDO  
PROGRESIVA : KM: 6+760

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
		C-34	C-36	C-35
Nº CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.39	37.37	37.96
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.38	33.45	34.08
PESO DE AGUA	(g)	4.01	3.92	3.88
PESO DE LA TARA	(g)	19.11	20.45	20.48
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.27	13.00	13.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.68	30.15	28.53
NUMERO DE GOLPES		16	24	35

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-37	T-38		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	25.94	24.93	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	24.86	23.80	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.53	19.28	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	1.08	1.13	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.33	4.52	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.94	25.00	-	24.97



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	30.19
LIMITE PLÁSTICO (%)	24.97
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.22

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quipe Huinza*  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38%  
CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 6+760

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	78.53	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	397.85	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	386.22	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	11.63	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	307.09	--	--
6	Humedad	%	3.78	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.78		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Perry Paricahua Tintaya  
TEL DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustiza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 01-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCION:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 6+760

**COMPACTACIÓN**

<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	: "A"
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	: 25
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	: 5

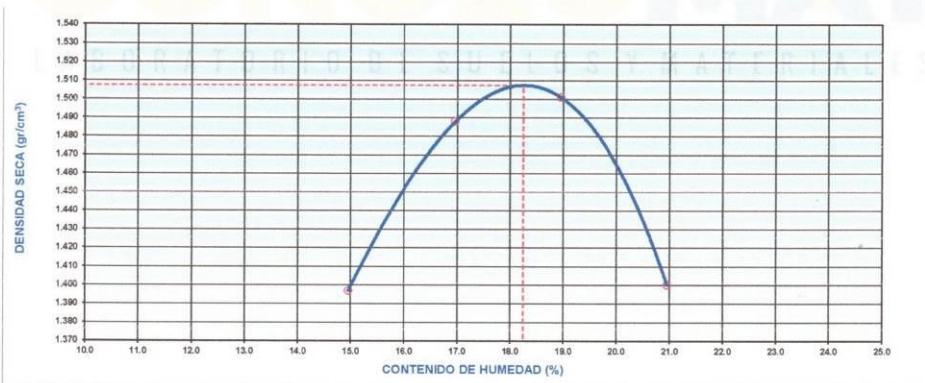
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5542	5687	5737	5637
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1744	1889	1939	1839
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.806	1.740	1.786	1.694
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.397	1.488	1.501	1.400

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	488.9	598.5	469.5	491.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	425.3	511.7	394.7	406.2
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	63.6	86.8	74.8	85.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	425.3	511.7	394.7	406.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.95	16.96	18.95	20.95

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.507	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	18.25
-------------------------------------------------	-------	----------------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Percy Paricahua Tintayá  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Alberth Ysidro Quipe Batinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300





**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007  
 Versión : 2.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
 UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
 REGISTRO : C - 2022 - 174  
 FECHA: 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
 DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
 TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
 MUESTRA : 1  
 MARGEN: IZQUIERDO  
 PROGRESIVA: KM: 6+760

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACION:	SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO-18.26	MDS-1.507	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES MOLDE09		26 GOLPES MOLDE12		55 GOLPES MOLDE04		
<b>DENSIDAD</b>									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,329	11,723	11,559	11,891	11,889	12,102	
2	Peso del molde	g	7,830	7,830	7,948	7,948	8,074	8,074	
3	Volumen del molde REG	cc	2,114	2,114	2,109	2,109	2,133	2,133	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,499	3,893	3,611	3,943	3,815	4,028	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.66	1.84	1.71	1.87	1.79	1.89	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	429.0	544.0	483.8	516.0	431.9	556.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	362.5	415.2	408.9	400.7	365.3	442.8	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	66.5	128.8	74.9	115.3	66.6	113.2	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	362.5	415.2	408.9	400.7	365.3	442.8	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.34	31.02	18.32	28.77	18.23	25.66	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.399	1.406	1.447	1.452	1.513	1.504	

**PENETRACION**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	STANDARD	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del piston:	0.000	0	0	0	0		0			
20.42 cm2	0.025	24	74	92	23		73		91	
	0.050	72	115	108	71		114		107	
	0.075	117	159	204	116		158		203	
70.5 kg-/cm2	0.100	143	193	348	142	132*	192	205*	347	295*
	0.150	162	296	396	161		296		395	
105.7 kg-/cm2	0.200	234	348	532	233	233*	347	360*	531	570*
	0.250	279	448	721	278		447		720	
	0.300	319	513	865	318		512		864	
	0.400	386	625	938	385		624		937	
	0.500	461	844	1,128	460		843		1,127	

10 CORRECCION: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSION**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
06/03/22	11:40:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
08/03/22	11:40:00 a.m	48	43.00	40.00	32.00	1.09	0.94%	1.02	0.87%	0.81	0.70%
10/03/22	11:40:00 a.m	96	57.00	50.00	45.00	1.45	1.24%	1.27	1.09%	1.14	0.98%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.40	1.45	1.51	Humedad optima	18.25%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	9.2	14.2	20.5	MDS	1.507	100% MDS	20.5
Penetración: 0.2"	10.8	16.7	26.4	95 % de la MDS	1.432	95 % MDS	12.4

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysidro Quipe Buzinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huanacán  
 RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

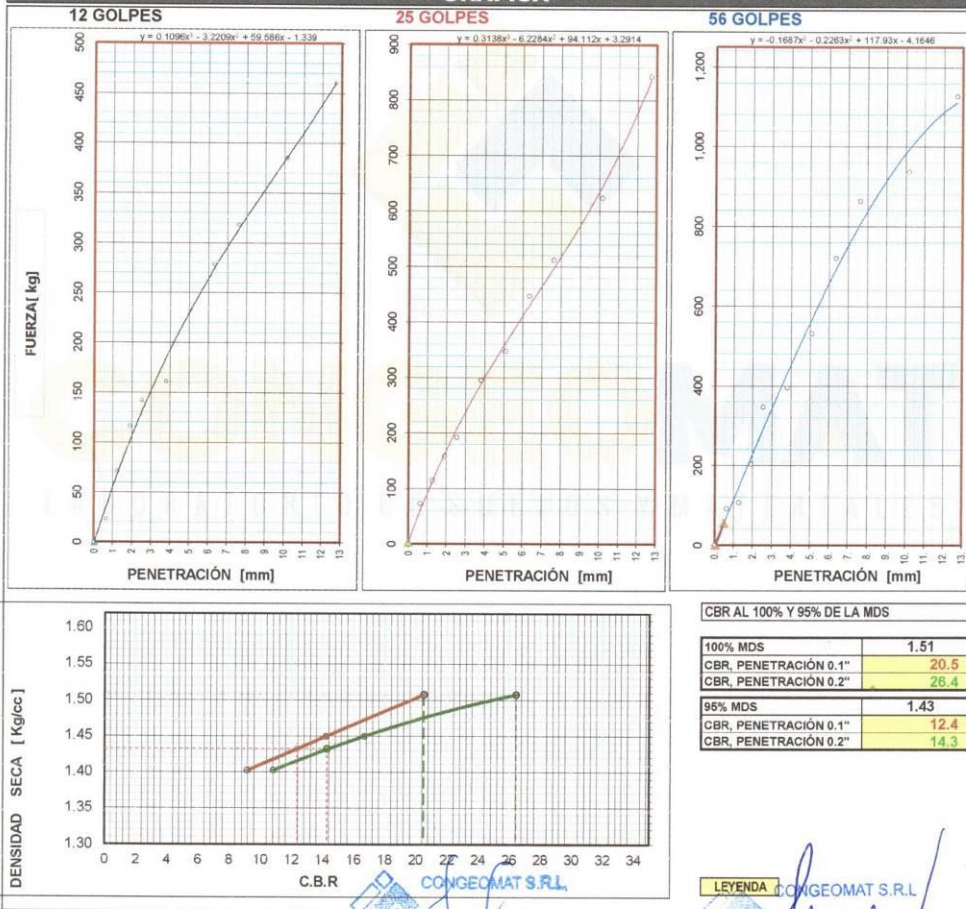
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 6+760

**GRAFICA**



  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Percy Paricahua Tintava  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIM.

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C. I. P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM. 6+760

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	3.78	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	37.70	--
7	Porcentaje de Finos	%	62.30	--
8	Limite líquido	%	30.19	--
9	Limite plástico	%	24.97	--
10	Indice de plasticidad	%	5.22	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.507	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	18.25	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	20.50	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	12.40	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*Johá Percy Paricahua Tintaya*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quipe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

**CALICATA  
C-03**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

**MUESTRA  
PATRON  
( SUELO  
NATURAL)  
C-03**

**PUNO – PERÚ  
2022**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 01-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

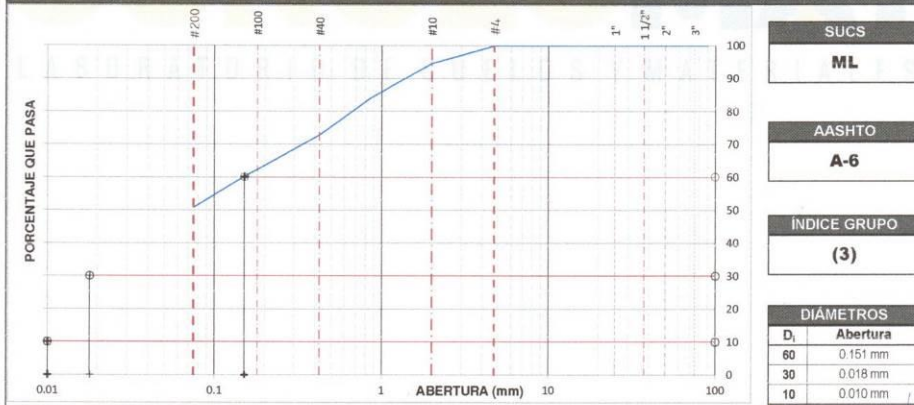
UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MATERIAL: LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM. 7+728

TAMIZADO					RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0	
11	#10	2.000	58.4	5.4	94.6	
12	#20	0.850	116.2	10.7	83.9	
13	#40	0.425	120.8	11.1	72.8	
14	#100	0.150	137.1	12.6	60.1	
15	#200	0.075	101.7	9.4	50.8	
16	Fondo	0.075	550.8	50.8		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,085 g
Peso muestra lavada y seca	534 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,085 g
Frac. equiv. < #200	50.8%
	551 g
<b>MANUAL</b>	
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	15.100
Curvatura (Cc)	0.215
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Límite Líquido (LL)	35.78
Límite Plástico (LP)	24.28
Índice Plástico (IP)	11.50

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.   
John Perry Paricahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.   
Alberth Ysidro Quispe Castanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huanacané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 09-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

MARGEN : DERECHO

TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA : KM: 7+728

MATERIAL : LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-06	C-23	C-02	
Nº CAPSULA					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	36.11	34.28	34.53	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.60	30.33	30.75	-
PESO DE AGUA	(g)	4.51	3.95	3.78	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.64	19.28	19.82	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.96	11.07	10.93	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.71	35.68	34.58	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	35	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-01	T-05		
Nº TARRO					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.03	28.24	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.16	26.35	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	17.50	18.52	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.87	1.89	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.68	7.83	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.41	24.14	-	24.28



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.78
LIMITE PLÁSTICO (%)	24.28
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.50

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Alberdi Yandro Quipe Buzinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 11-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 7+728

MATERIAL: LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	79.64	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	#¿NOMBRE?	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	284.59	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	#¿NOMBRE?	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	204.95	--	--
6	Humedad	%	4.96	--	--
7	Humedad Promedio	%	4.96		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintayá  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 151300



Telf.: (051) 406295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 15-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 7+728  
**MATERIAL:** LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN:** "A"  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA:** 25  
**NÚMERO DE CAPAS:** 5

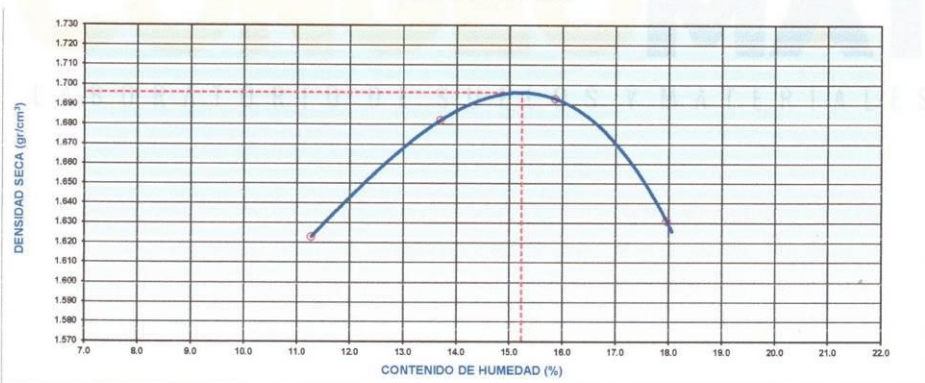
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5759	5874	5927	5887
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1961	2076	2129	2089
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.806	1.912	1.951	1.924
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.623	1.682	1.693	1.631

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	407.2	469.4	460.4	533.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	366.0	412.9	397.4	452.2
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	41.3	56.6	63.0	81.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	366.0	412.9	397.4	452.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.27	13.70	15.85	17.96

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.696	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	15.23
-------------------------------------------------	-------	----------------------------------------	-------


**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
 CONGEOMAT S.R.L.  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 CONGEOMAT S.R.L.  
 Alberth Yandro Quintape Sustiza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300



**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007  
 Versión : 2.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
 UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
 REGISTRO : C - 2022 - 174  
 SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
 FECHA: 19-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
 DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
 TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
 MATERIAL: LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD  
 MUESTRA : 1  
 MARGEN: DERECHO  
 PROGRESIVA: KM: 7-728

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	ML	AASHTO	A-6	PROCTOR	HO=15.23	MDS=1.696	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES			26 GOLPES			55 GOLPES
			MOLDE05			MOLDE02			MOLDE01
DENSIDAD									
Condición de humedad									
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,421	11,746	11,771	12,071	12,053	12,269	
2	Peso del molde	g	7,980	7,980	7,963	7,963	7,891	7,891	
3	Volumen del molde - REG	cc	1,985	1,985	2,116	2,116	2,136	2,136	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,441	3,766	3,808	4,108	4,162	4,378	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.73	1.90	1.80	1.94	1.95	2.05	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	625.0	474.0	456.0	455.0	480.8	429.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	542.4	376.5	395.6	370.5	417.2	352.6	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	82.7	97.5	60.4	84.5	63.6	76.4	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	542.4	376.5	395.6	370.5	417.2	352.6	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.24	25.89	15.26	22.82	15.24	21.67	
13	Densidad seca, [5]/([11]/100)	g/cc	1.504	1.507	1.561	1.581	1.691	1.685	

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUEZA (kg)	
		DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD			
Area del piston:			
20.42 cm <sup>2</sup>			
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>			
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>			

10 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X<sup>2</sup> + 1.0003000 X - 0.760700

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL (Div)	0.001"	ALTURAS							
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	
15/03/22	9:45:00	a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
17/03/22	9:45:00	a.m.	48	102.00	95.00	73.00	2.59	2.22%	2.41	2.07%
19/03/22	9:45:00	a.m.	96	140.00	121.00	111.00	3.56	3.05%	3.07	2.64%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.51	1.57	1.70	Humedad óptima	15.23%	0.1"
Penetración: 0.1"	1.9	2.8	6.3	MDS	1.696	6.3
Penetración: 0.2"	2.0	3.3	7.5	95 % de la MDS	1.611	3.7

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysidro Quispe Bustirza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huanacán  
 RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

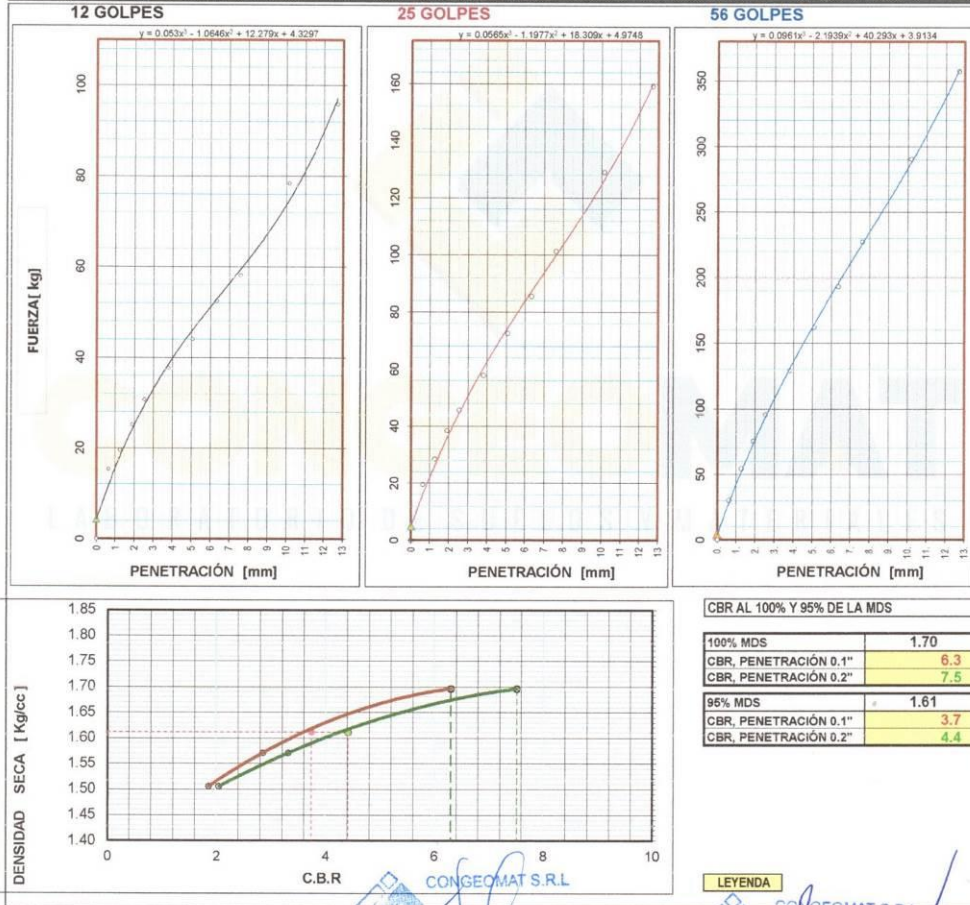
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 19-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO

**GRAFICA**



CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEL DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberto Isidoro Quispe Buzanca  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I. N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR :** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE :** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA :** 19-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA :** 1  
**DESCRIPCIÓN :** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 7+728  
**MATERIAL:** LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	4.96	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(3)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	49.20	--
7	Porcentaje de Finos	%	50.80	--
8	Limite liquido	%	35.78	--
9	Limite plástico	%	24.28	--
10	Indice de plasticidad	%	11.50	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.696	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	15.23	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	6.30	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	3.70	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.T.P. N° 151300



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**MUESTRA  
PATRON + 28%  
CENIZA DE  
EUCALIPTO**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

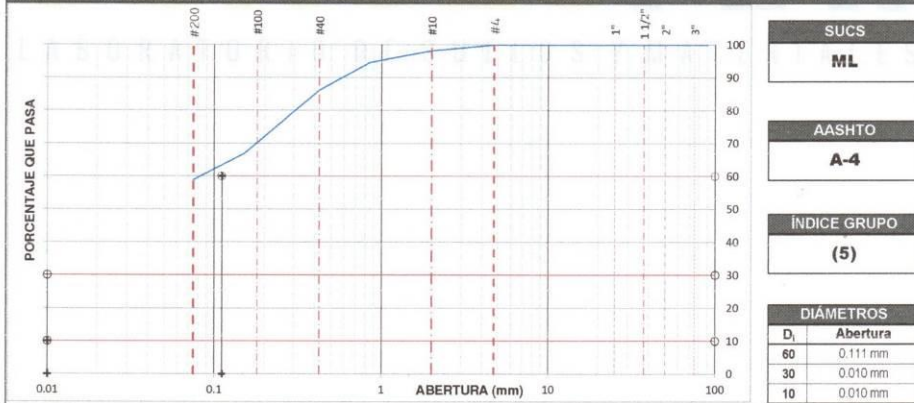
**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 01-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 7+728

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		<b>GENERALES</b> Peso muestra seca 1,170 g Peso muestra lavada y seca 481 g Finos equiv. < #4 100.0% 1,170 g Grava usada 0.0% 0 g Fino ensayado < #4 1,170 g Frac. equiv. < #200 58.9% 689 g <b>TIPO DE TAMIZADO</b> MANUAL <b>TAMANO MAXIMO</b> #4 <b>COEFICIENTES</b> Uniformidad (Cu) 11.100 Curvatura (Cc) 0.090  <b>LIMITES DE ATTERBERG</b> DESCRIPCIÓN Limite Líquido (LL) 36.88 Limite Plástico (LP) 29.02 Indice Plástico (IP) 7.86	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0			
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0			
11	#10	2.000	21.1	1.8	98.2			
12	#20	0.850	42.0	3.6	94.6			
13	#40	0.425	96.8	8.3	86.3			
14	#100	0.150	227.1	19.4	66.9			
15	#200	0.075	53.8	5.0	58.9			
16	Fondo	0.075	689.2	58.9				
17								
18								
19								
20								

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysiro Quispe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 09-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM: 7+728

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
		C-03	C-11	C-17
Nº CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.55	37.23	36.96
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.18	33.08	32.96
PESO DE AGUA	(g)	4.37	4.15	4.00
PESO DE LA TARA	(g)	18.63	21.85	21.85
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.55	11.23	11.11
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.84	36.95	36.00
NUMERO DE GOLPES		16	26	35

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-04	T-07		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	24.03	24.94		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	23.02	23.84		
PESO DE LA TARA	(g)	19.53	20.06		
PESO DEL AGUA	(g)	1.01	1.10		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.49	3.78		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.94	29.10		29.02



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.88
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.02
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.86

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Sustiza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 7+728

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	80.42	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	330.88	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	321.50	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	9.38	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	241.08	--	--
6	Humedad	%	3.89	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.89		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bastinza*  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C I P N° 161300



Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 7+728

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	80.42	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	330.88	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	321.50	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	9.38	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	241.08	--	--
6	Humedad	%	3.89	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.89		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bastinza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C I P N° 161300



Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 15-03-2022

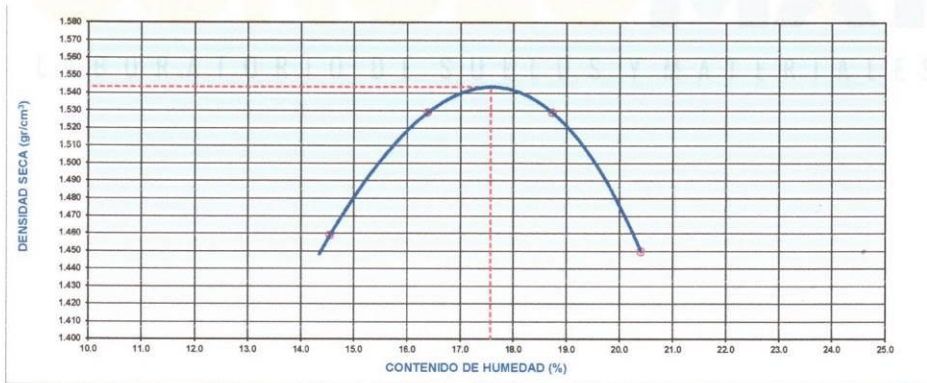
**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 7+728

**COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5612	5730	5769	5694	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1814	1932	1971	1896	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.671	1.779	1.815	1.746	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.459	1.529	1.529	1.450	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	403.9	480.1	334.4	475.3	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	352.6	412.5	281.7	394.8	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	51.3	67.6	52.8	80.5	
PESO DE SUELO SECO (gr)	352.6	412.5	281.7	394.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.55	16.39	18.73	20.40	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.543		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.57

CURVA DE COMPACTACIÓN



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Percy Paricahua Tintayá  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Alberth Ystiro Quispe Buitanza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007  
 Versión : 2.0  
 Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
 UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2022 - 174  
 SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA FECHA: 19-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03 MUESTRA : 1  
 DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO MARGEN: DERECHO  
 TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA PROGRESIVA: KM: 7-728

### DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO-17.67	MDS-1.543	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE09	26 GOLPES MOLDE11	55 GOLPES MOLDE08				
DENSIDAD									
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,224	11,737	11,811	12,014	11,779	12,126	
2	Peso del molde	g	7,830	7,830	8,062	8,062	7,963	7,963	
3	Volumen del molde REG	cc	2,114	2,114	2,106	2,106	2,107	2,107	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,394	3,907	3,549	3,952	3,816	4,163	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.61	1.85	1.69	1.88	1.81	1.98	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	384.0	514.0	464.3	526.0	469.7	528.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	326.5	384.7	396.8	401.5	399.5	411.2	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	57.5	129.3	67.5	124.5	70.2	116.8	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	326.5	384.7	396.8	401.5	399.5	411.2	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.61	33.61	17.01	31.01	17.57	28.40	
13	Densidad seca, [5]([11]/100)	g/cc	1.365	1.383	1.440	1.432	1.540	1.539	

### PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)									
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
STANDARD	pulg.										
Area del piston:	0.000	0	0	0	0						
20.42 cm2	0.025	14	31	28	14			30		27	
	0.050	31	59	78	30			58		77	
	0.075	44	90	185	44			89		184	
70.5 kg-f/cm2	0.100	56	120	285	55	56*		120	123*	284	319*
	0.150	81	187	472	80			187		471	
105.7 kg-f/cm2	0.200	110	223	588	109	108*		222	228*	587	588*
	0.250	134	272	678	134			271		677	
	0.300	158	321	801	158			320		800	
	0.400	203	407	997	202			406		996	
	0.500	254	500	1,153	253			499		1,152	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.0000000 X - 0.760700

### EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
15/03/22	10:10:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
17/03/22	10:10:00 a.m	48	71.00	65.00	57.00	1.80	1.55%	1.65	1.42%	1.45	1.24%
19/03/22	10:10:00 a.m	96	117.00	103.00	95.00	2.97	2.55%	2.62	2.24%	2.41	2.07%

### RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.37	1.44	1.54	Humedad óptima	17.57%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	3.9	8.6	22.2	MDS	1.543	100% MDS	22.2
Penetración: 0.2"	5.0	10.6	27.7	95 % de la MDS	1.466	95 % MDS	11.7
							14.4

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Joffa Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysiro Quijpe Bisinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C. I. P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huanacané  
 RUC:20606413263

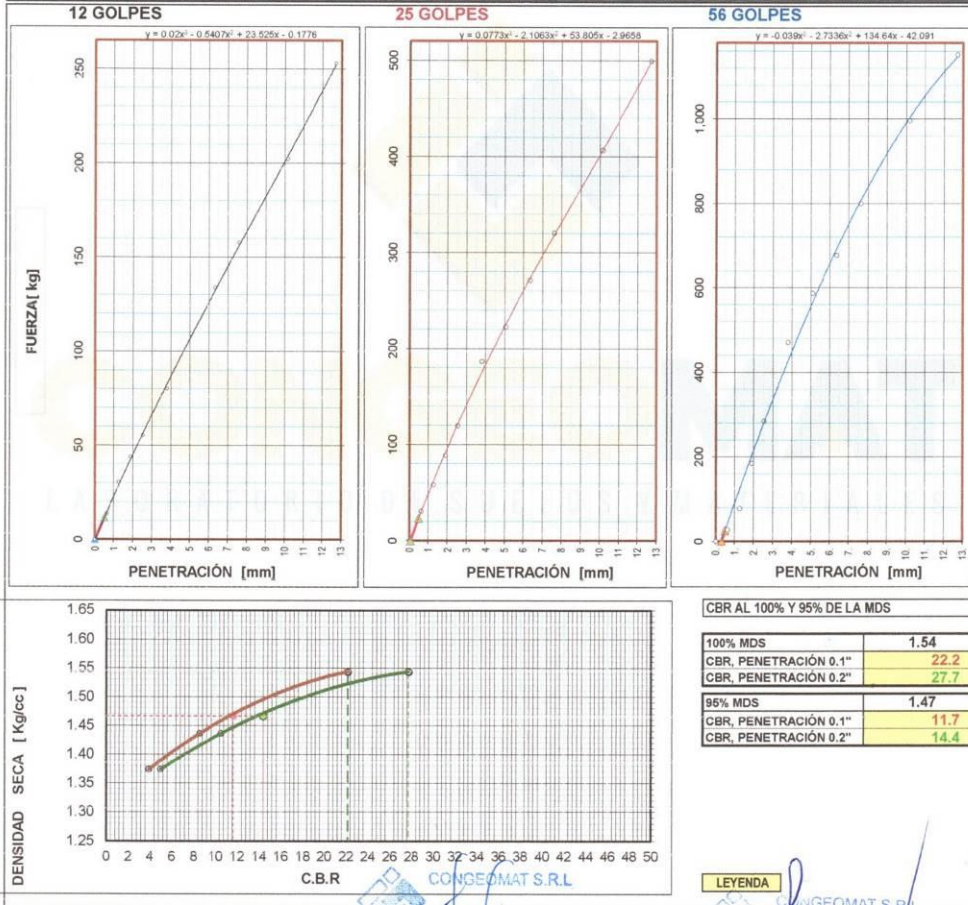
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO: C - 2022 - 174  
FECHA: 19-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA: 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 7+728

**GRAFICA**



CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberdi Isidro Quirope Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 161300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA:** 19-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 28% CENIZAS DE EUCALIPTO **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 7+728

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	3.89	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(5)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	41.10	--
7	Porcentaje de Finos	%	58.90	--
8	Limite liquido	%	36.88	--
9	Limite plástico	%	29.02	--
10	Indice de plasticidad	%	7.86	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.543	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	17.57	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	22.20	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	11.70	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberti Ysidro Quirope Justinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

PUNO – PERÚ  
2022

MUESTRA  
PATRON + 33%  
CENIZA DE  
EUCALIPTO



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

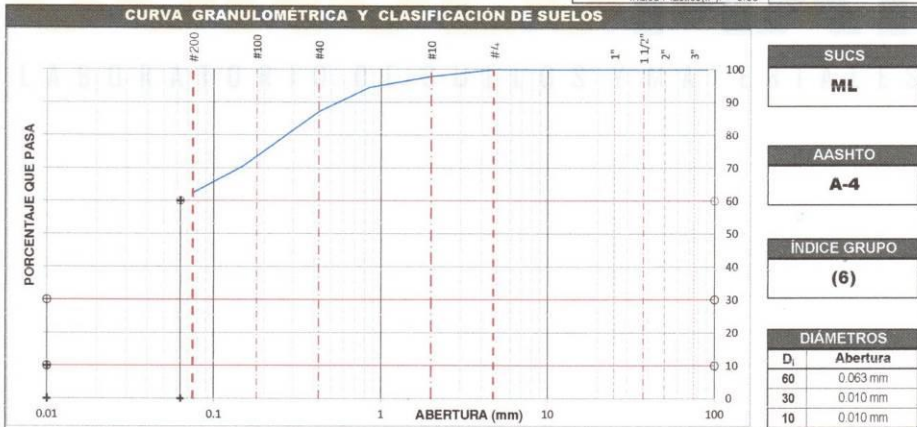
### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 01-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03  
**MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**PROGRESIVA:** KM: 7+728

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	DENOMINACIÓN (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		<b>GENERALES</b> Peso muestra seca 1.360 g Peso muestra lavada y seca 511 g Finos equiv. <#4 100.0% 1.360 g Grava usada 0.0% 0 g Fino ensayado < #4 1.360 g Frac. equiv. < #200 62.4% 849 g	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0			
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0			
11	#10	2.000	27.9	2.1	97.9		<b>TIPO DE TAMIZADO</b> MANUAL	
12	#20	0.850	47.0	3.5	94.5		<b>TAMANO MAXIMO</b> #4	
13	#40	0.425	96.5	7.2	87.2		<b>COEFICIENTES</b>	
14	#100	0.150	225.7	16.6	70.7		Uniformidad (Cu) 6.300	
15	#200	0.075	112.5	8.3	62.4		Curvatura (Cc) 0.159	
16	Fondo	0.075	848.4	62.4				
17								
18								
19								
20								



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quijpe Mastinza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 09-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM. 7+728

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
		C-08	C-10	C-09
Nº CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	33.98	35.48	36.48
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	29.96	31.32	32.69
PESO DE AGUA	(g)	4.02	4.16	3.79
PESO DE LA TARA	(g)	18.73	19.33	21.50
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.23	11.99	11.19
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.80	34.70	33.87
NUMERO DE GOLPES		15	22	32

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-12	T-13		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	24.94	24.72	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	23.94	23.65	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.38	19.80	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	1.00	1.07	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.58	3.85	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.93	27.79	-	27.86

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.45
LIMITE PLÁSTICO (%)	27.86
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.59

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quipe Bustinza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300





## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F-016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 7+728

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	76.23	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	303.52	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	295.45	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	8.07	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	219.22	--	--
6	Humedad	%	3.68	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.68		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bustuzá*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 131300



Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 17-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
MUESTRA : 1  
DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
MARGEN: DERECHO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
PROGRESIVA: KM: 7+728

**COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25
NUMERO DE CAPAS	: 5

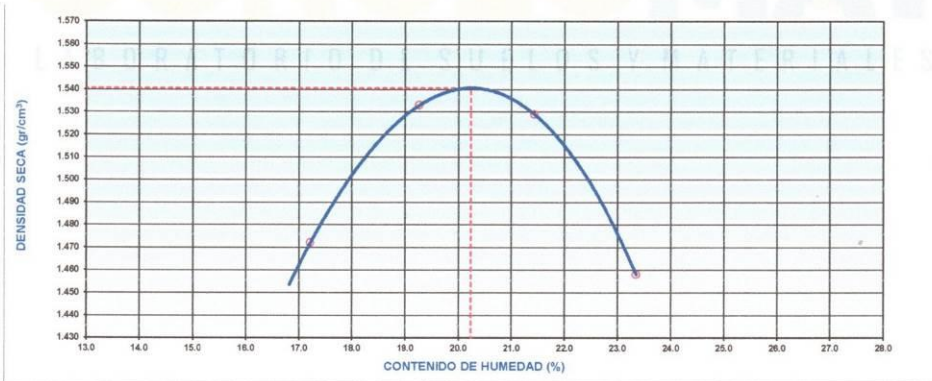
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5671	5783	5814	5750
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1873	1985	2016	1952
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.725	1.829	1.857	1.798
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.472	1.533	1.529	1.458

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	413.3	539.2	480.5	489.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	352.6	452.1	395.7	396.6
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	60.7	87.1	84.8	92.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	352.6	452.1	395.7	396.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.21	19.27	21.43	23.35

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.541	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.24
--------------------------------------------	-------	---------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Alberth Ysidro Quipe Estinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2022 - 174  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA FECHA : 21-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03 MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO MARGEN: DERECHO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA PROGRESIVA: KM. 7-728

### DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HC-20.24	MDS-1.541	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE04	26 GOLPES MOLDE03	56 GOLPES MOLDE07				
DENSIDAD									
Condición de humedad									
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,734	12,096	11,839	12,019	11,918	12,101	
2	Peso del molde	g	8,074	8,074	7,914	7,914	8,030	8,030	
3	Volumen del molde REG	cc	2,133	2,133	2,124	2,124	2,086	2,086	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,660	4,022	3,725	4,105	3,888	4,071	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.72	1.89	1.75	1.93	1.86	1.95	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	513.0	418.0	556.6	519.0	491.9	461.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	425.4	314.6	462.9	394.7	408.7	364.5	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	87.6	103.4	93.7	124.3	83.2	96.5	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	425.4	314.6	462.9	394.7	408.7	364.5	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	20.60	32.87	20.24	31.49	20.36	26.47	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.423	1.419	1.459	1.470	1.549	1.543	

### PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD									
Area del pistón:	0.000	0	0	0		0			
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	31	61	78	30	60		77	
	0.050	56	97	142	55	96		141	
	0.075	75	136	223	74	135		222	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	92	164	276	91	87*	156*	276	266*
	0.150	124	219	368	123	219		367	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	154	260	458	153	153*	260*	457	458*
	0.250	183	297	534	182	296		533	
	0.300	211	330	602	210	329		601	
	0.400	263	389	745	262	389		744	
	0.500	314	429	867	313	428		866	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN:  $X^2 + 1.80000000 X - 0.780700$

### EXPANSIÓN

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS							
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	0.001"	mm	%	mm	%	mm	%
17/03/22	10:30:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
19/03/22	10:30:00 a.m.	48	66.00	59.00	47.00	1.68	1.44%	1.50	1.29%	1.19	1.02%	
21/03/22	10:30:00 a.m.	96	81.00	76.00	69.00	2.05	1.76%	1.93	1.66%	1.75	1.50%	

### RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.42	1.46	1.54	Humedad óptima	20.24%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	6.1	10.9	18.5	MDS	1.541	100% MDS	18.5	21.2
Penetración: 0.2"	7.1	12.0	21.2	95 % de la MDS	1.464	95 % MDS	10.8	12.0

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. EN SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberdi Ysidro Quispe Bustinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**  
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

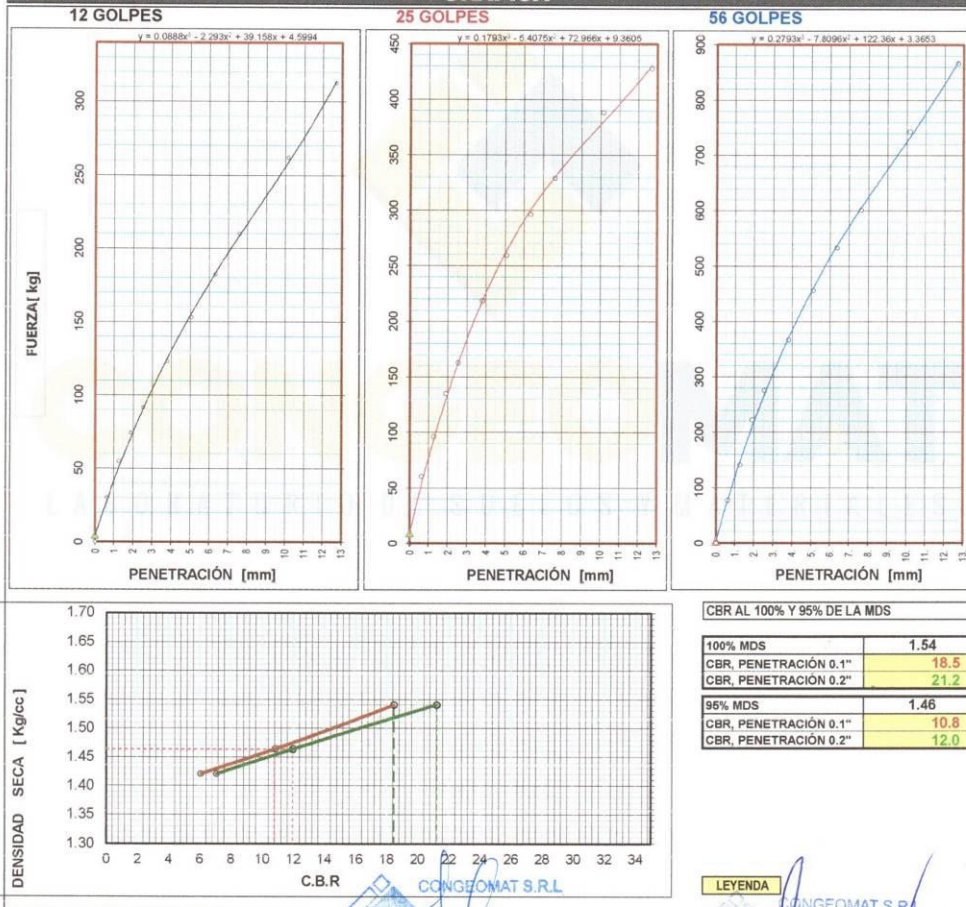
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO: C - 2022 - 174  
FECHA: 21-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA: 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 7+728

**GRAFICA**



CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Ojeda Bastiza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

## RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F - 019  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 21-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 33% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 7+728

### RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	3.68	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	37.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	62.40	--
8	Límite líquido	%	34.45	--
9	Límite plástico	%	27.86	--
10	Índice de plasticidad	%	6.59	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.541	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	20.24	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	18.50	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	10.80	--

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Astizua  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. N° 151300



ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022

PUNO - PERÚ  
2022

MUESTRA  
PATRON + 38%  
CENIZA DE  
EUCALIPTO



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

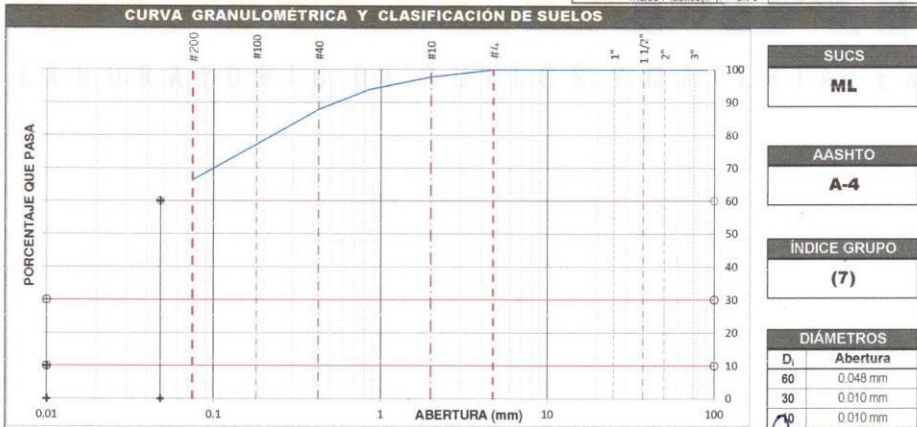
### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 01-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03  
**MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**PROGRESIVA:** KM: 7+728

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	DENOMINACIÓN (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		<b>GENERALES</b> Peso muestra seca 1.090 g Peso muestra lavada y seca 392 g Finos equiv. <#4 100.0% 1.090 g Grava usada 0.0% 0 g Fino ensayado < #4 1.090 g Frac. equiv. < #200 66.5% 718 g	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			<b>TIPO DE TAMIZADO</b> MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			<b>TAMANO MAXIMO</b> #4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0			<b>COEFICIENTES</b>
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0			Uniformidad (Cu) 4.800 Curvatura (Cc) 0.208
11	#10	2.000	25.3	2.3	97.7			
12	#20	0.850	41.1	3.8	93.9			
13	#40	0.425	63.8	5.9	87.9			
14	#100	0.150	139.9	13.0	75.0			
15	#200	0.075	91.5	8.5	66.5			
16	Fondo	0.075	718.4	66.5				
17								
18								
19								
20								



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberta Ysidro Quijpe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancañé  
RUC:20606413263



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 09-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN : SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM: 7+728

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
		C-14	C-18	C-19
Nº CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.57	38.69	38.02
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.80	34.71	33.86
PESO DE AGUA	(g)	3.77	3.98	4.16
PESO DE LA TARA	(g)	19.85	22.56	20.37
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.95	12.15	13.49
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.43	32.79	30.84
NUMERO DE GOLPES		16	23	34

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-20	T-21		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	25.14	25.09	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	24.27	24.18	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	21.00	20.75	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.87	0.91	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.27	3.43	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.61	26.53	-	26.57

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	32.33
LIMITE PLÁSTICO (%)	26.57
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.76

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Paricahua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. Nº 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164786  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 12-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38%  
CENIZAS DE EUCALIPTO

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 7+726

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	90.10	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	292.31	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	285.60	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	6.71	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	195.50	--	--
6	Humedad	%	3.43	--	--
7	Humedad Promedio	%	3.43		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
FECHA : 17-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
MUESTRA : 1  
DESCRIPCION: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
MARGEN: DERECHO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
PROGRESIVA: KM: 7+728

**COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25
NUMERO DE CAPAS	: 5

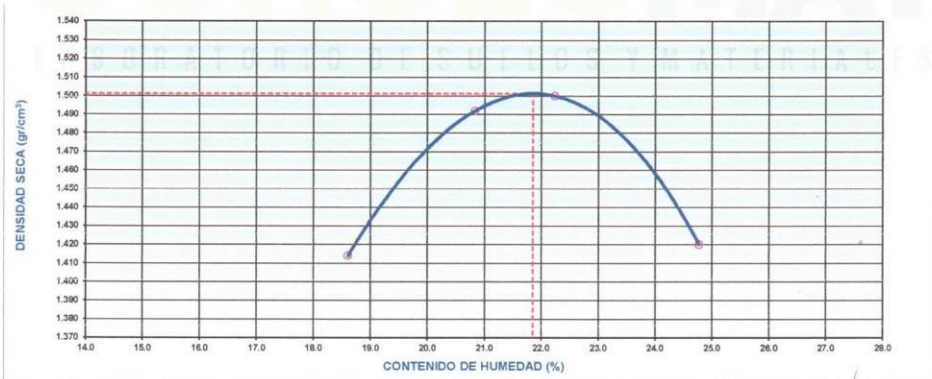
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5619	5755	5789	5721
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1821	1957	1991	1923
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.677	1.803	1.834	1.771
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.414	1.492	1.500	1.420

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	433.5	501.7	482.6	513.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	365.5	415.2	394.8	411.8
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	68.0	86.5	87.8	102.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	365.5	415.2	394.8	411.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.60	20.83	22.24	24.77

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.501	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.86
--------------------------------------------	-------	---------------------------------	-------


**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Percy Paricahua Tintayá  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Alberth Ysidro Quijpe Bustinza  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 007

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUÑO - 2022  
 UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUÑO REGISTRO : C - 2022 - 174  
 SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA FECHA : 21-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03 MUESTRA : 1  
 DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO MARGEN: DERECHO  
 TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA PROGRESIVA: KM: 7+728

### DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO-21.86	MDS-1.501	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE12	26 GOLPES MOLDE10	55 GOLPES MOLDE06				
DENSIDAD									
Condición de humedad									
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,405	11,821	11,531	11,856	11,850	12,074	
2	Peso del molde	g	7,948	7,948	7,936	7,936	8,006	8,006	
3	Volumen del molde REG	cc	2,109	2,109	2,110	2,110	2,103	2,103	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,457	3,873	3,595	3,920	3,844	4,068	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.64	1.84	1.70	1.86	1.83	1.93	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	502.0	517.0	481.3	523.0	501.9	489.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	412.6	385.6	394.7	395.5	411.8	380.0	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	89.4	131.4	86.6	127.5	90.1	109.0	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	412.6	385.6	394.7	395.5	411.8	380.0	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	21.67	34.06	21.94	32.24	21.88	28.68	
13	Densidad seca, [5]/(1+12/100)	g/cc	1.347	1.370	1.397	1.405	1.500	1.503	

### PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)											
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA			
STANDARD	pulg.												
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0		0						
	0.025	14	44	19	14		43			18			
20.42 cm2	0.050	43	68	65	42		67			64			
	0.075	69	94	170	68		93			169			
70.5 kg-f/cm2	0.100	84	114	290	84	77*	113	113*		289	243*		
	0.150	95	160	336	95		159			335			
105.7 kg-f/cm2	0.200	137	194	471	137		193	203*		470	502*		
	0.250	164	263	601	164		262			600			
	0.300	188	302	721	187		301			720			
	0.400	227	368	938	226		367			937			
	0.500	271	497	1,025	270		496			1,024			

10 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + 1.0000000 X - 0.760700

### EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
17/03/22	11:05:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
19/03/22	11:05:00 a.m	48	57.00	48.00	39.00	1.45	1.24%	1.22	1.05%	0.99	0.85%
21/03/22	11:05:00 a.m	96	62.00	53.00	50.00	1.57	1.35%	1.35	1.15%	1.27	1.09%

### RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.36	1.40	1.50	Humedad óptima	21.86%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	5.4	7.8	16.9	MDS	1.501	100% MDS	16.9
Penetración: 0.2"	6.4	9.4	23.3	95 % de la MDS	1.426	95 % MDS	9.7
							12.0

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Paricahua Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Alberth Ysidro Quijpe Bustanza  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 T.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766  
 congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancañé  
 RUC:20606413263



**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO**  
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

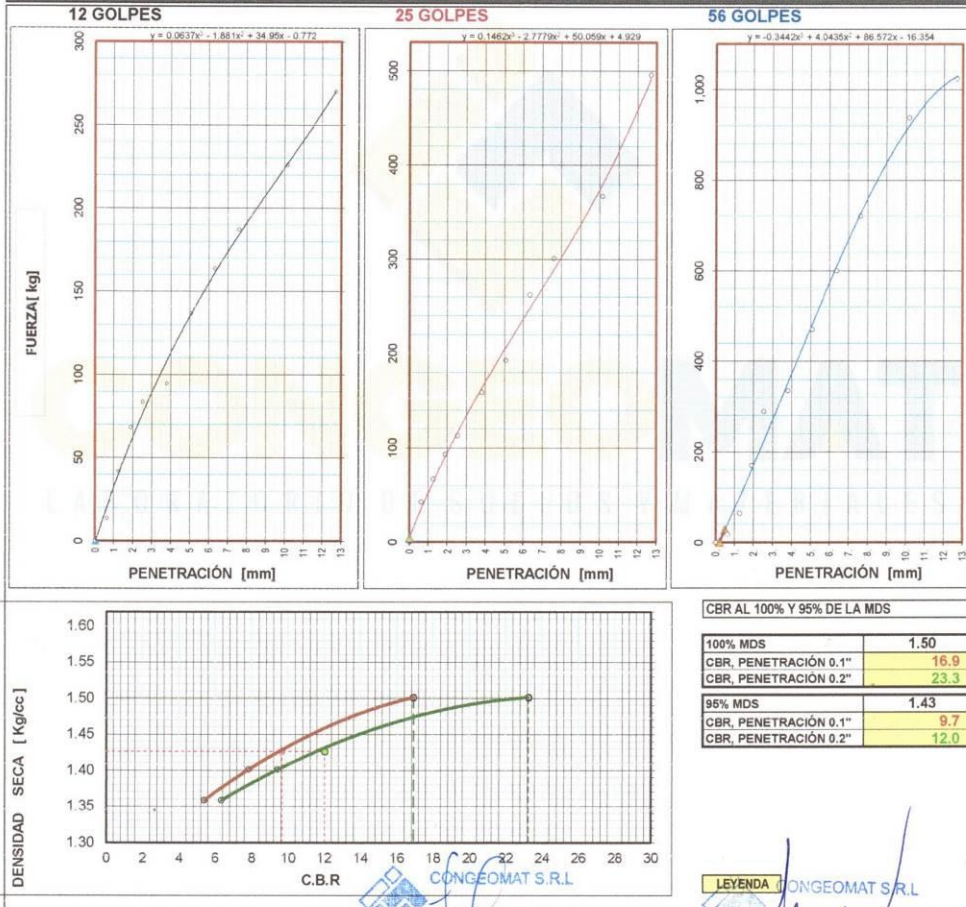
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVIO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO: C - 2022 - 174  
FECHA: 21-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA: 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 7+728

**GRAFICA**



John Percy Paricahua Tintayá  
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA CONGEOMAT S.R.L.  
 Alberth Isidro Quispe Bustinza  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263

## RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F - 019  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
**REGISTRO:** C - 2022 - 174  
**FECHA:** 21-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03  
**DESCRIPCIÓN:** SUB RASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 38% CENIZAS DE EUCALIPTO  
**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 7+728

### RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	3.43	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(7)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	33.50	--
7	Porcentaje de Finos	%	66.50	--
8	Limite liquido	%	32.33	--
9	Limite plástico	%	26.57	--
10	Indice de plasticidad	%	5.76	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.501	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	21.86	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	16.90	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	9.70	--

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Percy Paricahua Tintavi  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberti Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



**ESTABILIZACIÓN DE LA  
SUB RASANTE  
EMPLEANDO CENIZAS DE  
EUCALIPTO EN LA  
TROCHA CARROZABLE  
DESVÍO  
CHAQUELEQUEÑA A  
ROSASPATA, MOHO, PUNO  
- 2022**

# **CENIZA DE EUCALIPTO**

**PUNO – PERÚ  
2022**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,  
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 017  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

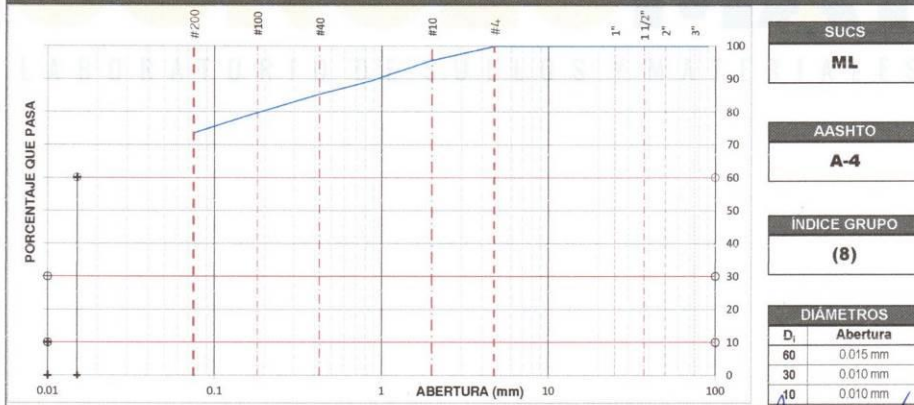
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA: 22-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: HUANCANÉ  
DESCRIPCIÓN: CENIZA DE EUCALIPTO  
TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERALES	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1.000 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	265 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4	100.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1.000 g
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	73.5%
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
11	#10	2.000	42.7	4.3	95.7		Uniformidad (Cu)	1.500
12	#20	0.850	54.3	6.4	89.3		Curvatura (Cc)	0.667
13	#40	0.425	39.4	3.9	86.4			
14	#100	0.150	67.6	6.8	78.6			
15	#200	0.075	50.5	5.1	73.5			
16	Fondo	0.075	735.5	73.6				
17								
18								
19								
20								

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L. CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya Alherth Ysidro Quipe Bustanza  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P.P. Nº 151.300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 018  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA  
REGISTRO : C - 2022 - 174  
FECHA : 24-02-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : HUANCANÉ  
DESCRIPCIÓN : CENIZA DE EUALIPTO  
TRAMO : DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM: 7+728

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
ID				
Nº CAPSULA				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NUMERO DE GOLPES				

NP

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
ID				
Nº TARRO				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)			
PESO DE LA TARA	(g.)			
PESO DEL AGUA	(g.)			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Perry Paricahua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bustanza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Código : F - 016

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

### DATOS GENERALES

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO  
PROYECTO: CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 174

SOLICITANTE: PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA

FECHA : 11-02-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: HUANCANÉ

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: CENIZA DE EUCALIPTO

MARGEN: DERECHO

TRAMO: DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA

PROGRESIVA: KM: 7+728

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	77.12	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	300.84	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	298.65	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	2.19	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	221.53	--	--
6	Humedad	%	0.99	--	--
7	Humedad Promedio	%	0.99		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766  
congeomat@gmail.com



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE EMPLEANDO CENIZAS DE EUCALIPTO EN LA TROCHA CARROZABLE DESVÍO CHAQUELEQUEÑA A ROSASPATA, MOHO, PUNO - 2022

**LUGAR :** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 174

**SOLICITANTE :** PETTER DANIEL PARICAHUA PARICAHUA **FECHA :** 06-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** HUANCANÉ **MUESTRA :** 1

**DESCRIPCIÓN :** CENIZA DE EUCALIPTO **MARGEN:** DERECHO

**TRAMO:** DV. CHAQUELEQUEÑA - ROSASPATA **PROGRESIVA:** KM: 7+728

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	0.99	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(8)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	26.50	--
7	Porcentaje de Finos	%	73.50	--
8	Limite liquido	%	NP	--
9	Limite plástico	%	NP	--
10	Indice de plasticidad	%	NP	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
John Pery Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Alberth Ysidro Quispe Bucanza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300