



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes  
de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Yucra Yaguno, Fredy Yoel ([ORCID: 0000-0002-3156-6803](https://orcid.org/0000-0002-3156-6803))

**ASESOR:**

Dr. Ing. CHOQUE FLORES, Leopoldo ([ORCID: 0000-0003-0914-7159](https://orcid.org/0000-0003-0914-7159))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

ATE VITARTE – PERÚ

2022

## DEDICATORIA

*Esta tesis dedico a mis padres*

*María y Diego a mi hermano*

*Paul quienes me han apoyado*

*para poder llegar a esta Instancia*

*de mis estudios, ya que sin ellos*

*no lo hubiera logrado.*

## AGRADECIMIENTO

*A dios por bendecirnos por darnos,*

*Salud, fortaleza, sabiduría para poder*

*Alcanzar nuestras metas.*

*Agradecer al Dr. Leopoldo Choque Flores*

*Por su dedicación brindada en el proceso*

*De asesoramiento y por el apoyo incondicional*

*A los encargados de laboratorio por permitirme*

*Dar uso a mis ensayos de suelos.*

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. MARCO TEORICO.....	21
III. METOLOGÍA.....	40
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	40
3.2 Variables y operacionalización .....	42
3.3 Población, muestra y muestreo .....	44
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	46
3.5 Procedimiento .....	50
3.6 Método de análisis de datos .....	53
3.7 Aspectos éticos.....	54
IV. RESULTADOS.....	55
V. DISCUSIÓN .....	81
VI. CONCLUSIONES .....	82
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS .....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de los suelos.....	30
Tabla 2 Clasificación de arcillas según su origen.....	31
Tabla 3 Tamaño de partículas.....	35
Tabla 4 Clasificación CBR.....	38
Tabla 5 Tipos de pavimento .....	39
Tabla 6 Cuadro de variables .....	43
Tabla 7 Datos de confiabilidad obtenidos.....	49
Tabla 8 Rangos de confiabilidad .....	50
Tabla 9 Número de puntos de investigación de investigación de calicatas.....	51
Tabla 10 Características químicas de la cañihua .....	55
Tabla 11 Características físicas de la cañihua .....	56
Tabla 12 Granulometría de las cenizas de cañihua .....	57
Tabla 13 Contenido de humedad de las cenizas de cañihua. ....	58
Tabla 14 Contenido de humedad del suelo natural y la adición de CC. ....	59
Tabla 15 Clasificación del suelo natural por SUCS Y AASTHO.....	59
Tabla 16 Datos del análisis granulométrico 96% SN + 4% de CC .....	63
Tabla 17 Datos del análisis granulométrico 92% SN + 8% de ceniza de CC.....	63
Tabla 18 Datos del análisis granulométrico 88% SN + 12% de CC. ....	64
Tabla 19 granulometría del suelo natural y la CC. ....	65
Tabla 20 Resultados de LC del 100% suelo natural .....	66
Tabla 21 Resultados LC del + 4% de ceniza de cañihua .....	67
Tabla 22 Resultados LC del + 8% de ceniza de cañihua .....	67
Tabla 23 Resultados LC del + 12% de ceniza de cañihua .....	67

Tabla 24 Resumen de los resultados de límites líquido .....	67
Tabla 25 Resultado límites plástico.....	68
Tabla 26 Clasificación de suelo natural.....	68
Tabla 27 Resultados de Proctor modificado C-1 (muestra 1).....	69
Tabla 28 Resultados de Proctor modificado C-2 (muestra 2).....	69
Tabla 29 Resultados de Proctor modificado C-3 (muestra 3).....	70
Tabla 30 Resultados de CBR del suelo natural SN y adiciones de CC.....	70
Tabla 31 Prueba de normalidad del IP, DSM, CHO y CBR.....	72
Tabla 32 Análisis de varianza del índice de plasticidad .....	73
Tabla 33 Post-hoc de Tukey para el IP .....	74
Tabla 34 Comparaciones múltiples para el IP .....	74
Tabla 35 Análisis de varianza de la DMS.....	75
Tabla 36 Post-hoc de Tukey para la DSM.....	76
Tabla 37 Comparaciones múltiples para la DSM .....	76
Tabla 38 Análisis de varianza del óptimo contenido de humedad.....	77
Tabla 39 Post-hoc de Tukey para el CHO.....	78
Tabla 40 Comparaciones múltiples para el CHO .....	78
Tabla 41 Análisis de varianza de la capacidad de soporte.....	79
Tabla 42 Post-hoc de Tukey para la capacidad de soporte .....	80
Tabla 43 Comparaciones múltiples para la capacidad de soporte .....	80

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1	Avenida triunfo prolongación cuadra 11 (vía no pavimentada).....	12
Figura 2	Comportamiento de la subrasante aplicado a cargas. ....	13
Figura 3	Producción de granos andinos quinua, cañihua.....	14
Figura 4	Pavimento flexible. ....	16
Figura 5	Pavimento rígido. ....	17
Figura 6	Ubicación de puntos de muestras .....	20
Figura 7	Valor nutricional de la cañihua (chenopodium pallidicaule).....	22
Figura 8	Distribución de centros de producción de cañihua .....	23
Figura 9	Cultivo de cañihua (chenopodium pallidicaule) distrito de Taraco .....	24
Figura 10	Cultivo de cañihua (chenopodium pallidicaule) distrito de Taraco.....	24
Figura 11	Producción 127.000 toneladas de cañihua.....	25
Figura 12	Sección transversal típica de un pavimento mixto.....	29
Figura 13	clasificación SUCS (suelos finos).....	32
Figura 14	Clasificación SUCS (suelos gruesos).....	33
Figura 15	Clasificación AASTHO.....	34
Figura 16	Perfil de una calicata .....	35
Figura 17	Curva granulométrica de una muestra de suelo .....	36
Figura 18	Contenido de humedad .....	37
Figura 19	Prueba de compactación.....	37
Figura 20	Esquema CBR.....	38
Figura 21	Ubicación del distrito de San Miguel.....	44
Figura 22	Dosificación de muestras .....	45
Figura 23	Ubicación de muestras .....	46

Figura 24 Ensayos de laboratorio.....	47
Figura 25 Representación esquemática del procedimiento de investigación .....	48
Figura 26 Representación gráfica de una calicata.....	52
Figura 27 Ensayos que se realizaran en esta investigación.....	53
Figura 28 Características químicas de la ceniza de cañihua.....	56
Figura 29 Características físicas de la cañihua .....	57
Figura 30 Granulometría de las cenizas de cañihua .....	58
Figura 31 Clasificación SUCS Y AASTHO .....	60
Figura 32 Representación de carta de plasticidad.....	61
Figura 33 Clasificación AASHTO.....	62
Figura 34 Clasificación de suelo natural por SUCS Y AASTHO.....	65
Figura 35 Clasificación de suelo natural por SUCS Y AASTHO.....	66



## RESUMEN

En esta investigación titulada "Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022" se realizó con el objetivo de poder mejorar sus propiedades físico - mecánicas, incrementar su capacidad portante de la Avenida Triunfo de las progresivas (1+000 - 1+250) cuya vía no se encuentra pavimentada usando un aditivo como es la ceniza de cañihua realizando las dosificaciones con las muestras patrones 4%, 8% y 12%. El tipo de investigación es aplicada, el nivel de investigación explicativo, enfoque cuantitativo, y diseño experimental, se agregó diferentes adiciones de cenizas de cañihua en la cual incremento positivamente la capacidad portante del suelo inadecuado natural con la adicción de 4% de cenizas de cañihua en un 10.20%, la adición de 8% de ceniza de cañihua en un 11.50%, con la adición de 12% de ceniza de cañihua en un 14.70%, la cual la dosificación más influyente es de 12%.

### **Palabras Clave:**

Ceniza de cañihua, capacidad de soporte, estabilización, subrasante.

## **ABSTRACT**

The present investigation entitled "Stabilization of soils with cañihua ash for subgrades of unpaved roads in the district of San Miguel-Puno, 2022" was carried out with the objective of being able to improve its physical - mechanical properties, increase its bearing capacity of Avenida Triunfo of the progressives (1+000 - 1+250) whose road is not paved using an additive such as cañihua ash, carrying out the dosages with the standard samples 4%, 8% and 12%. The type of research is applied, the level of explanatory research, quantitative approach, and experimental design, different additions of cañihua ashes were added in which the bearing capacity of the natural inadequate soil was positively increased with the addition of 4% of cañihua ashes by 10.20%, the addition of 8% of cañihua ash in 11.50%, with the addition of 12% of cañihua ash in 14.70%, which the most influential dosage is 12%.

**Keywords:** Cañihua ash, support capacity, stabilization, subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

La estabilización de suelos es la necesidad de incrementar que busca mejorar sus propiedades físico-mecánicas, la estabilidad volumétrica, resistencia, permeabilidad, compresibilidad, durabilidad, existen adecuados materiales para estabilizar como: la cal, cemento, asfalto, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, geosintéticos, reciclado de pavimentos asfálticos, entre otros.

El distrito de San Miguel, se encuentra a 3842 m.s.n.m. los problemas que aquejan la vida útil de los pavimentos son los factores climatológicos como las precipitaciones pluviales, las heladas, las bajas temperaturas, como también no dar un análisis, estudio, estabilización adecuada a los suelos de fundación que soportara toda la estructura multicapa.

*Figura 1 Avenida triunfo prolongación cuadra 11 (vía no pavimentada).*

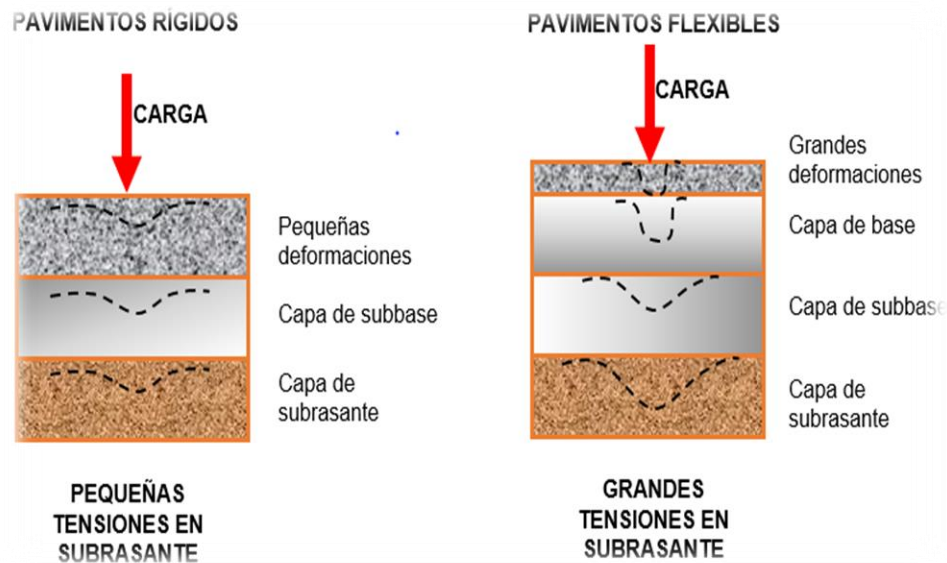
*Fuente: Propia*



La subrasante debe de soportar toda la fatiga que transmite los pavimentos, la subrasante preserva al pavimento cuida su integridad de la estructura. En un pavimento rígido el espacio de carga se produce pequeñas tensiones en la subrasante, en pavimentos flexibles las tensiones tienen una deformación mayor en cada capa hasta llegar a la subrasante (MIRANDA REBOLLEDO , 2019).

*Figura 2 Comportamiento de la subrasante aplicado a cargas.*

*Fuente: (MIRANDA REBOLLEDO , 2019).*



La cañihua o *Chenopodium pallidicaule*, es una hierba cuyo tamaño fluctúa entre los 20 a 60 cm, su tallo y hojas son de color rojo y amarillo, esta clase de hierba es resistente a temperaturas bajas, pudiendo brotar a 5°C y florecer a los 10°C, la zona de mayor productividad abunda es en Huancavelica, Huancayo, Cusco, Puno. La cañihua contiene proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, compuestos bioactivos, que la hacen altamente nutritiva. (LA CAÑIHUA, 2019).

Figura 3 Producción de granos andinos quinua, cañihua.

Fuente: (Bravo, Andrade Katia, Valdivia, & Soto, 2010)



Cualquier tipo de construcción, obras ingenieriles los suelos juegan un papel fundamental, a medida que pasan los años se ha podido visualizar que existen mayor problemática de mejorar las características físicas mecánicas de los suelos, a esta transformación se le denomina estabilización (Villalaz, 2004).

Existen varios procedimientos para poder estabilizar los suelos normados como es la adición de cal obtenido mediante la calcinación de materiales de piedra caliza la cual produce una reacción rápida la cual aumenta la humedad optima de compactación, los suelos al ser estabilizados con cemento su Índice de Plasticidad disminuyen su Limite Liquido, la densidad y la humedad aumentan o disminuyen ligeramente según el tipo de suelo, hoy en día las escoria de acería también es un material estabilizante para suelos, la mezcla de cloruro de sodio sobre las vías son favorables para la construcción de bases de suelos, el cloruro de calcio ayuda la compactación y contribuye con la capacidad portante del suelo.

En el Perú se realizaron estudios de estabilizadores no tradicionales como son las cenizas de las ladrilleras, cenizas vegetales, cenizas de madera de carbón con el propósito de aprovechar ese residuo y dar solución a la inestabilidad de los suelos arcillosos. En un estudio experimental el comportamiento del suelo arenoso estabilizado con ceniza de madera y carbón destaca que puede incrementar la resistencia del suelo. (Noriega Armas, Vives Arroyo, & Muñoz Pérez, 2022)

### **1.1. Formulación del problema**

El deterioro de los pavimentos de nuestra ciudad de San Miguel es un problema constante que se presenta a menudo, el deterioro se da por el pésimo mantenimiento que se les da, y también que ya cumplieron su vida útil. La ciudad de San Miguel está en pleno crecimiento poblacional para poder realizar una mejor ejecución de los pavimentos se debería de realizar un mayor estudio a la subrasante inadecuada para que tenga una mayor capacidad de soporte.

Un pavimento en mal estado podría disminuir la vida útil tanto de los vehículos, también de la estructura, los pavimentos se deterioran por las precipitaciones pluviales, los pavimentos deberían de tener 5 a 10 años de vida útil y la mala proyección, mal diseño, de los drenajes hacen que fallen tanto estructuralmente, funcional o superficialmente el pavimento (Fernandez Valero, 2018).

En una investigación nos indica las posibles fallas que podrían ocurrir en un pavimento flexible según (pavimentos, 2016) podrían ser las deformaciones permanentes, figuraciones y agrietamientos, desintegraciones, exudación de asfalto, exudación de agua/bombeo, bacheos entre otros.

En una investigación nos indica las posibles fallas que podrían ocurrir en un pavimento rígido según (pavimentos, 2016) podrían ser descaramiento,

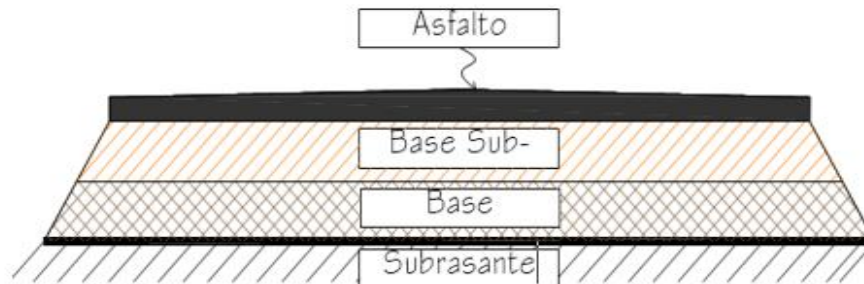
peladuras/desprendimientos, pulimento superficial, fisuras plásticas, defectos estructurales, defectos de juntas, despornillamientos, drenaje entre otros.

La mezcla de cenizas vegetales como la ceniza de cañihua es una buena alternativa para poder mejorar la calidad de la subrasante vial puesto que contiene alto contenido de calcio y así mejorar todo el paquete estructural (Jaramillo Moscoso, Matias Yupanqui, Aliaga Cabezas, & Chavez Huaman , 2018).

El pavimento flexible: está compuesto por una capa bituminosa conformada sobre dos capas granulares de materiales de calidad, denominadas subbase y base (Zevallos Gamarra, 2018).

*Figura 4 Pavimento flexible.*

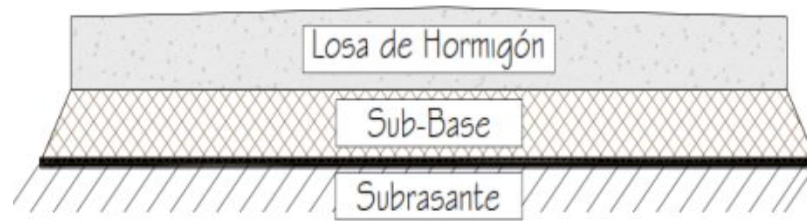
*Fuente: (Zevallos Gamarra, 2018).*



El pavimento rígido: esta capa de rodadura está compuesta por una losa de cemento, donde descansa la base del material seleccionado y subrasante.

*Figura 5 Pavimento rígido.*

*Fuente: (Zevallos Gamarra, 2018).*



El principal objetivo de esta investigación será estabilizar la subrasante de suelos cohesivos dándole una mayor durabilidad, mejora de permeabilidad con las cenizas de cañihua, este material es sumamente no contaminante puesto que nos ayudara a reducir el impacto ambiental, como también dejar de explotar las canteras y estabilizar los suelos de manera natural con cenizas de residuos vegetales.

### **Problema general**

¿Cómo influye la adición de cenizas de cañihua en suelos para subrasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuánto influye la ceniza de cañihua en el IP en suelos para subrasantes en vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022?
- ¿Cuánto influye la ceniza de cañihua en la MDS en suelos para subrasantes en vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022?
- ¿Cuánto influye la ceniza de cañihua en OCH en suelos para subrasantes en vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022?
- ¿Cuánto influye la ceniza de cañihua en la capacidad de soporte en suelos para subrasantes en vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022?



## **1.2. Objetivos**

### **Objetivo general**

Estabilizar los suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el índice de plasticidad en sus propiedades físicas de los suelos de las subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022.
- Establecer la máxima densidad seca en las propiedades físicas de los suelos para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022.
- Determinar el contenido de humedad en las propiedades físicas de los suelos para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022
- Establecer la capacidad portante en las propiedades en los suelos para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno 2022.

## **1.3. Justificación de estudio**

### **Justificación técnica**

El presente estudio tiene como finalidad aportar al conocimiento científico, una nueva técnica para una nueva estabilización reutilizando los desechos agrícolas incinerados como la cañihua que abunda en nuestro departamento de Puno, mejorando los suelos cumpliendo los estándares correspondientes recomendadas por el manual de carreteras EG-2013 y demostrando un bajo costo.

## **Justificación social**

Desde la perspectiva de la ingeniería tiene una vista técnica y beneficia al medio ambiente, al realizar varios ensayos de CBR con diferentes proporciones de 4%, 8% y 12% de ceniza de cañihua nos da resultados favorables.

## **Justificación natural**

Este aditivo estabilizante utilizado en este estudio como es la ceniza de cañihua, podemos afirmar que tenemos gran cantidad de producción en nuestra región, la cual nos ayudaría a disminuir la explotación de canteras, degradación de vertederos, bosques entre otros.

### **1.4. Hipótesis**

#### **Hipótesis General**

La ceniza de cañihua influirá de manera positiva en las propiedades físico - mecánicas de la muestra natural de vías no pavimentadas.

#### **Hipótesis específicas**

- Con la adición de las cenizas de cañihua el IP mejora de manera positiva.
- Con la adición de las cenizas de cañihua la MDS aumentara de manera positiva.
- Con la adición de las cenizas de cañihua el OCH influye de manera positiva.
- Con la adición de las cenizas de cañihua la CBR aumenta de manera positiva.

### **1.5. Delimitación**

#### **Delimitación conceptual**

Según (ALFARO RODRIGUEZ C. H., 2013) indica la localización territorial en la cual se va realizar la investigación. La investigación se realizó al sur del país.

## Delimitación espacial

La presente tesis se realizó Avenida Triunfo (distrito de San Miguel) prolongación de la vía no pavimentada con progresivas 1+000 km – 1+250 km.

*Figura 6 Ubicación de puntos de muestras*

*Fuente: Google Earth*



## Delimitación temporal

Esta investigación se realizó entre los meses de diciembre 2021 - mayo 2022 en un total de 6 meses, la información del lugar donde se analizó y se desarrolló la caracterización de suelos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes nacionales

Actualmente los desechos orgánicos no los reutilizamos correctamente puesto que nos puede ayudar tanto en el tema agrícola y la estabilización de suelos como es la cascarilla de arroz, entre otros productos agrícolas. En una investigación la incorporación de CCA, se obtiene resultados favorables al incorporarlo con el suelo natural, y además aumenta su capacidad portante de suelo natural, llegando a obtener un CBR al 100% de 76.92% incorporando un 4% de ceniza de arroz, en la cual el investigador nos recomienda adicionar ceniza de cascara de arroz con un porcentaje óptimo al 4%, adecuadamente. (Guerrero Estela, 2021).

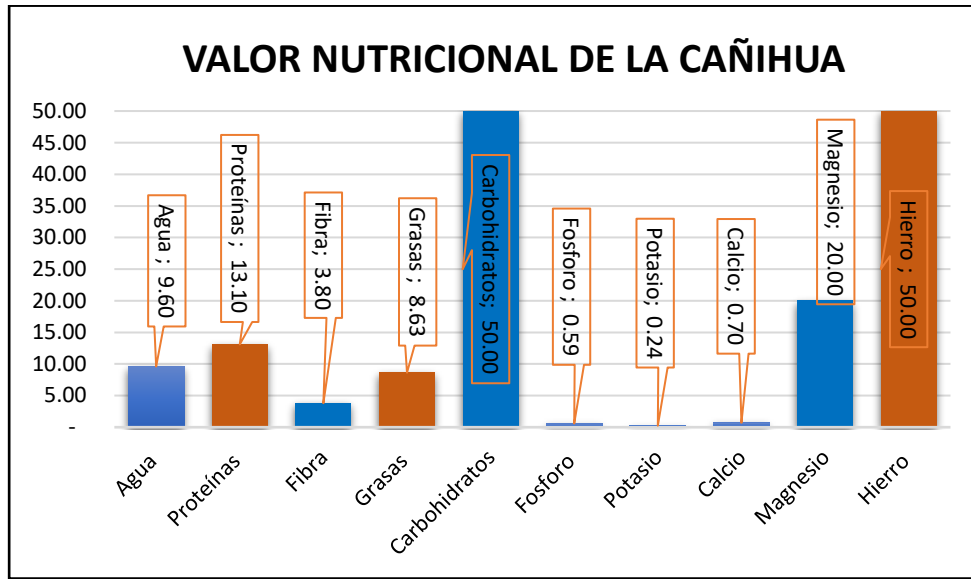
En una investigación experimental titulada estabilización de la subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja, se analizó las consecuencias de la estabilización haciendo una mezcla de ceniza vegetal con suelo natural para la Avenida Huarancayo, se adicionaron 15%, 25% y 35%, el investigador nos recomienda que con la ceniza vegetal en la estructura del pavimento son adecuados para su estabilización como en los suelos gravosos y suelos arcillosos, los elementos químicos que presenta la ceniza produce de manera natural calcio al ser incinerados, como  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y el  $\text{MgO}$  cada elemento tiene propiedades cementantes. Los componentes químicos que otorgan esta ceniza son el  $\text{CaO}$  29.50%,  $\text{SiO}_2$  26.30%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  con 17.00%,  $\text{K}_2\text{O}$  con 4,90% y  $\text{MgO}$  con 4.50% (Apolinares Tobar, 2018).

La cañihua ha logrado tener una gran relevancia en la alimentación puesto que contienen una gran calidad de nutrientes (agua, proteínas, fibra, grasas,

carbohidratos, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro), mayormente se concentra en las regiones de Cusco y Puno (Condori Gutierrez , 2018).

Figura 7 Valor nutricional de la cañihua (*chenopodium pallidicaule*).

Fuente: Tomado de Biopat - Perú (Indecopi, 2018)



La cañihua es un grano andino menos estudiados y más nutritivos crece en condiciones frías extremas en el altiplano a (4000 m.s.n.m.) contiene fibra dietética, alta capacidad antioxidante efectos positivos en la salud como la simplificación de colesterol y mejorar la digestión, contiene propiedades nutricionales es una alternativa adicional a los cereales tradicionales, como una comida comestible natural en la dieta (Bartolo Estrella, 2013).

Figura 8 Distribución de centros de producción de cañihua

Fuente: (Nina Quispe, Comportamiento agronomico de diez accesiones de cañihua (*chenopodium pallidicaule* aellen) en zonas aridas, 2014).



La investigación titulada: objetivo: determinar los beneficios de la CCA para la estabilización de la subrasante arcillosa en pavimentos, la problemática planteada fue: existen zonas en el país donde la subrasante no es adecuada. Los resultados de la CCA mezclada con el suelo de la subrasante arcillosa logran aumentar el CBR a valores mayores al 6% mejorando sus propiedades mecánicas. La conclusión: es económicamente factible comparado con otros estabilizadores (ACUÑA SUPO & LIENDO LUQUE , 2020).

La investigación titulada: “Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado”, tiene como objetivo: evaluar la DMS y la resistencia de un suelo cuando se añade

0%, 5%, 7%, 10%, de polvo Los resultados obtenidos incrementaron de manera positiva las propiedades del suelo. (POMA CASTILLO , 2016).

*Figura 9 Cultivo de cañihua (chenopodium pallidicaule) distrito de Taraco*

*Nota: Fuente propia.*



*Figura 10 Cultivo de cañihua (chenopodium pallidicaule) distrito de Taraco*

*Nota: Fuente propia.*



*Figura 11 Producción 127.000 toneladas de cañihua*

*Nota: Fuente (Agraria.pe, 2021).*



Las CCA mejoran las propiedades, pero no alcanzan los estándares para ser usadas como un material apto como subrasante, según el manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” indica que el valor mínimo es de 6% de CBR, en esta investigación nos recomienda hacer un análisis físico - químico de las cenizas de carbón para ver su composición y poder adicionar más del 25% de cenizas de carbón en suelos CH Y OH para poder evaluar su capacidad de soporte (Goñas Labajos, 2019).

Para el reforzamiento de suelos inadecuados se usan fibras naturales para el mejoramiento de suelos, la fibra de yute puede ser considerada como un excelente material de reforzamiento pues ayuda a incrementar el valor del CBR, por lo que es un menor costo en la construcción y mano de obras requeridos con una adición de 0.5%, 0.75% y 1% alcanzaron un valor positivo de 101%, 110% y 113% de su máxima densidad seca a un 6% de humedad (Benel Cerna, 2017).



Las cenizas de hojas de eucalipto tienen alto contenido de CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> elementos cementantes, contiene un biopolímero que al ser adicionado con el suelo natural aumenta el CBR en un 5% por ello el investigador nos recomienda investigar nuevos aditivos naturales bioagradables (Hoyle Vega & Rodríguez López, 2019).

La cañihua aparte de ser un alimento altamente nutritivo, la calcinación de sus tallos nos ayudara a incrementar el CBR de la subrasante (Nina Quispe, 2014)

## **2.2 Antecedentes internacionales**

En una investigación de diseño experimental se demostró que la dosificación adecuada para estabilizar los suelos (arenilla y arcilla) es de 7% de ceniza de carbón para una condición óptima de humedad. El tamaño de partícula de la ceniza de carbón tubo un gran predominio en la experimentación en suelos arcillosos (Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas.pdf, s. f.).

En una investigación de Colombia se agregó cenizas de cascarilla de café rica en silicio esta fibra desecho agroindustrial fueron adicionados en distintos porcentajes, como resultado considera que si mejorara la capa de suelo y con ello podrá mejorar el desempeño de las diferentes capas estructurales (Eduardo Vargas, 2020).

La estabilización de suelo-cemento mejora sus propiedades de ingeniería de suelo, la calidad de un suelo estabilizado se debe a su simplicidad, confiabilidad, rapidez y rentabilidad. El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto del negro de carbón recuperado (Kean Thai, Hyunwook, Panyabot, & Chan-Young, 10 de octubre de 2020).

En la actualidad se busca materiales que sean sostenibles que no contaminen el medio ambiente, el ser humano produce desechos plásticos, la cual podríamos utilizar con éxito en suelos cohesivos, en pavimentos flexibles y sería la mejor opción ya que es simple, económica, ecológica y da resultados favorables (Brajesh & Mohit Kumar, 2019).

En esta tesis de investigación se le adicionó aceite sulfonado en suelos arcillosos los resultados se evidenciaron un incremento en su rigidez, a través del tiempo en las propiedades dinámicas, módulo de corte y amortiguamiento, este material presenta propiedades físicas que brindan seguridad y servicio según su comportamiento ante la aplicación de cargas, al combinar la arcilla con el aceite sulfonado presenta una reacción química. El aceite sulfonado es un compuesto orgánico soluble en agua principalmente en aceites minerales a base de azufre fuertemente ácidos. (Días Cruz & Páez Ruano , 2019).

En una investigación de revista sudafricana se logró identificar estabilizadores en cuatro materiales de capa de rodadura diferentes, para mejorar la resistencia de los caminos sin pavimentar en condiciones húmedas y secas como son los aceites sulfonados. Los materiales tratados con polímeros obtuvieron una máxima resistencia, se encontró un material tratado con enzima se mostró un aumento de resistencia a un material arenoso ya que lleva a un proceso de cristalización esto mejora la resistencia del suelo al remojo. En conclusión, los resultados solo pueden ser aplicables a condiciones climáticas específicas (VAN VEELLEN & VISSER, 2017).

La CCA nos demuestra que, si estabiliza el suelo, se utiliza este material a la problemática medio ambiental que podría ser utilizado para vías de tercer orden,

según el reglamento colombiano el desarrollo y mantenimiento de las vías de la población constantemente se ven afectadas cuando las canteras más cercanas no pueden brindar un material que cumpla con todas las especificaciones (Carbajal Ortegón, Rincón Plazas, Zarate Ramírez, 2018).

La cañihua contiene alta calidad de proteínas, fierro, calcio tiene un valor nutritivo también contiene grasa, carbohidratos, se le encuentra cultivada en condiciones adversas, sobre los 3.700 m.s.n.m. en lo que constituye el altiplano alrededor del lago Titicaca. El cultivo de cañihua se siembra en surcos, las semillas de alta calidad permiten tener mayores rendimientos y uniformidad del cultivo (E. Tapia, Alejandro, & Rojas, 2018).

Las cenizas de coco y cisco de café si aumenta las propiedades del suelo, también indica que se debe de controlar el contenido de humedad por debajo del 7% ya que alteran considerablemente sus propiedades, también puede ser una alternativa económica para el mejoramiento de subrasantes a un costo económico (Cobos Molina, Ortegón Ramírez & Peralta Zarate, 2019).

La adición de cal y ceniza volante en la construcción de carreteras en Guatemala aporta al número estructural de diseño, en los ensayos se obtuvieron resultados favorables, estos aditivos se agregaron a los suelos limo arcilloso, pero no genero resultados considerables en la permeabilidad del suelo (Gonzales Guerra, 2014).

## 2.3 Bases teóricas

### Vías urbanas

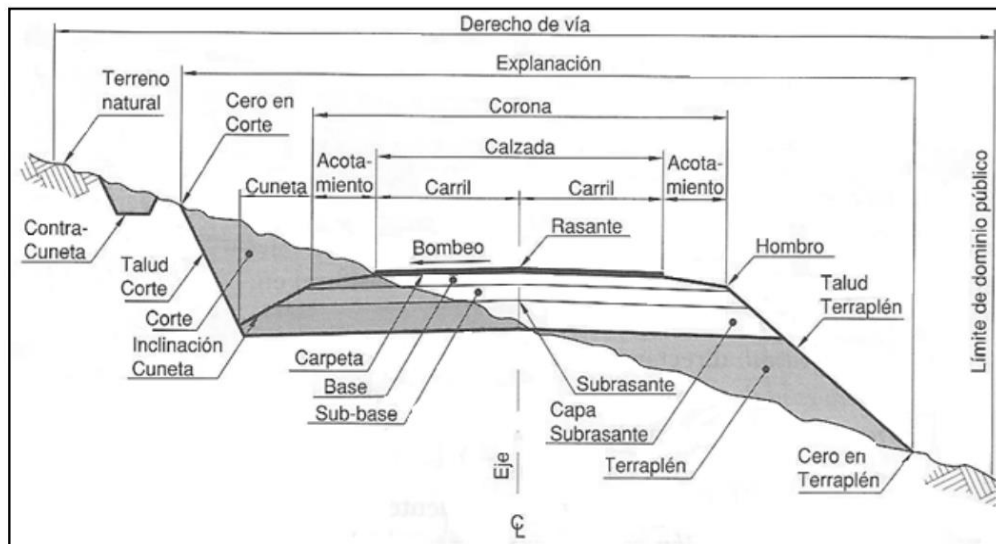
Las vías son el espacio donde se desarrolla el tránsito, destinada para el flujo de vehículos de tránsito, según el Manual de diseño geométrico de vías urbanas se clasifican: vías expresas, vías arteriales, vías colectoras vías locales. En esta investigación se está realizando el estudio de la subrasante de una vía colectora. (ICG, 2005).

### Subrasante

La subrasante se denomina al suelo de fundación que soporta la estructura del pavimento, para la construcción se requiere un espesor mínimo de 30 cm compactada al 95% MTC-2013.

*Figura 12 Sección transversal típica de un pavimento mixto.*

*Nota: Fuente (Cal y Mayor y Cárdenas, 2007)*



## **Suelo**

Se define al suelo como material de construcción con mayor antigüedad, complejidad y usado por los profesionales en ingeniería, así mismo las propiedades físico-químicas y mecánicas, así como de la resistencia, compresibilidad, estabilidad volumétrica, permeabilidad y durabilidad, las cuales son de mayor importancia en la ingeniería, generalmente la mayoría de las estructuras civiles esta cimentadas encima de la superficie de la tierra.

*Tabla 1 Características de los suelos*

<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>
Suelos con perfil de textura uniforme	U
Suelos con perfil de textura doble	D
Suelos con perfil de textura gradual	G
Suelos orgánicos	O

### **Suelos cohesivos**

Los suelos cohesivos son pequeñas partículas de arcilla, estas partículas tienden a juntarse (interacción suelo agua) (Villalaz, 2004).

### **Suelos no cohesivos**

Son los suelos granulares están conformadas por partículas gruesas como la arena o la grava (Villalaz, 2004).

### **Estabilización de suelos**

El principal objetivo es incrementar la resistencia mecánica, disminuir la sensibilidad al agua, la estabilización es una alternativa para reemplazar los materiales inadecuados convencionales.

Tabla 2 Clasificación de arcillas según su origen

Nota: Fuente MTC, 2013

CLASIFICACION DE ARCILLAS SEGÚN SU ORIGEN					
Arcillas	Materia residual	Sin movimiento durante la formación	Productos de meteorización ordinaria	De rocas Cristalinas	Arcilla residual Caolín primario
				De rocas sedimentarias	Arcilla residual impura Arcilla caolinita
			Productos de meteorización ordinaria más acción química	De rocas cristalinas	Bauxita
				Rocas sedimentarias	Bauxita Diásporo
	Materia Transportada	Depositado en aguas sin o poca acción de corrientes, en mares, lagos, pantanos, etc.		Productos de meteorización ordinaria	Lutita argilaceo Limo argilaceo
				Productos de meteorización ordinaria más intensa acción química adicional	Caolín sedimentario Arcilla bola Algunas bauxitas Arcillas bituminosas Diásporo
				Productos de trituración algo meteorizados	Lutita sílicea Limo síliceo
				Productos de abrasión más ligera meteorizados	Arcilla glacial o till
				Productos de abrasión más ligera meteorización	Loess
		Depositado por aguas de suave movimiento, arroyos, estuarios, etc.			
		Depositado por acción glacial			
		Depositado por vientos			

## Descripción de los suelos

### a) Clasificación de suelos

Se clasifican por los métodos AASHTO y SUCS.

#### Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Se divide entre suelos gruesos y finos, está regido por la norma ASTM D – 2487 adoptado por Arthur Casagrande se usa para trabajos de ingeniería geotécnica.

*Figura 13 clasificación SUCS (suelos finos).*

*Nota: Fuente (Farias, 2004, p.09)*

Sistema de clasificación SUCS			
Finos ( $\geq 50\%$ pasa 0,08 mm)			
Tipo de Suelo	Símbolo	Lím. Líq.	Índice de Plasticidad *
		wL	IP
Limos	ML	< 50	< 0,73 (wL - 20) ó < 4
Inorgánicos	MH	> 50	< 0,73 (wL - 20)
Arcillas	CL	< 50	> 0,73 (wL - 20) y > 7
Inorgánicos	CH	> 50	> 0,73 (wL - 20)
Limos o Arcillas orgánicos	OL	< 50	** wL seco al horno
	OH	> 50	$\leq 75\%$ del wL seco al aire
Altamente	Pt	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente	
* Si $IP \equiv 0,73 (wL - 20)$ ó si $IP$ entre 4 y 7 e $IP > 0,73 (wL - 20)$ , usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH			
** Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente wL seco al horno			
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej. :CH-MH en vez de CL - ML			
Si wL = 50; CL-CH ó ML-MH			

Figura 14 Clasificación SUCS (suelos gruesos).

Nota: Fuente (Farias, 2004, p.09)

Sistema de clasificación SUCS						
Gruesos ( < 50% pasa 0,08 mm)						
Tipo de Suelo	Símbolo	% Retenido en 5 mm	% Pasa* 0,08 mm	CU	CC	**IP
Gravas	GW	≥ 50% de lo Retiene en 0,08 mm	< 5	> 4	1 a 3	
	GP			Si no cumple requisitos de GW es GP.		
	GM		> 12			< 0,73 (wL- 20) ó < 4
	GC					> 0,73 (wL- 20) y > 7
Arenas	SW	< 50% de lo Retiene en 0,08 mm	< 5	> 6	1 a 3	
	SP			Si no cumple requisitos de SW es SP.		
	SM		> 12			< 0,73 (wL- 20) ó < 4
	SC					> 0,73 (wL- 20) y > 7
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC						
** Si IP ≅ 0,73 (wL- 20) ó si IP entre 4 y 7 e IP > 0,73 (wL- 20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC						
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$				$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$		

### Clasificación de AASHTO

Terzagui y Hogentogler dividen en 7 grupos, principalmente limo y materiales tipo arcilla, esta clasificación se usa para la construcción de carreteras y terraplenes.



Figura 15 Clasificación AASTHO.

Nota: Fuente (Farias, 2004, p.08)

Sistema de clasificación AASTHO											
Clasifc.	Suelos Granulares ( ≤ 35% pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ( > 35% Bajo 0,08 mm)				
General											
Grupo	A-1		A-3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	≤ 50										
0.5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0.08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				≥ 36			
WL				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
** A - 7 - 5 : $IP \leq (wL - 30)$						** A - 7 - 6 : $IP > (wL - 30)$					
$IG = (B / 0,08 - 35) (0,2 + 0,005 (wL - 40)) + (B / 0,08 - 15) (IP - 10) \times 0,01$											
* Para A - 2-6 y A - 2-7: $IG = (B / 0,08 - 15) (IP - 10) \times 0,01$											
Si el suelo es NP → IG = 0 ; Si IG < 0 → IG = 0											

## b) Calicata

Es importante establecer las calicatas para un estudio de suelos para la observación detallando los perfiles de los suelos, también nos ayuda a desarrollar la caracterización análisis en campo. Mediante la calicata podremos investigar la variabilidad vertical, horizontal nivel freático, color, textura, actividad biológica, mineralógica, entre otros.

*Figura 16 Perfil de una calicata*

*Nota: Fuente (Ibáñez 2008)*



### **c) Granulometría**

La granulometría se clasifica según el método de AASHTO Y SUCS, es el análisis físico que determina el tipo de partícula (arena, limo y arcilla de una masa existente del suelo).

*Tabla 3 Tamaño de partículas*

*Fuente (MTC 2013)*

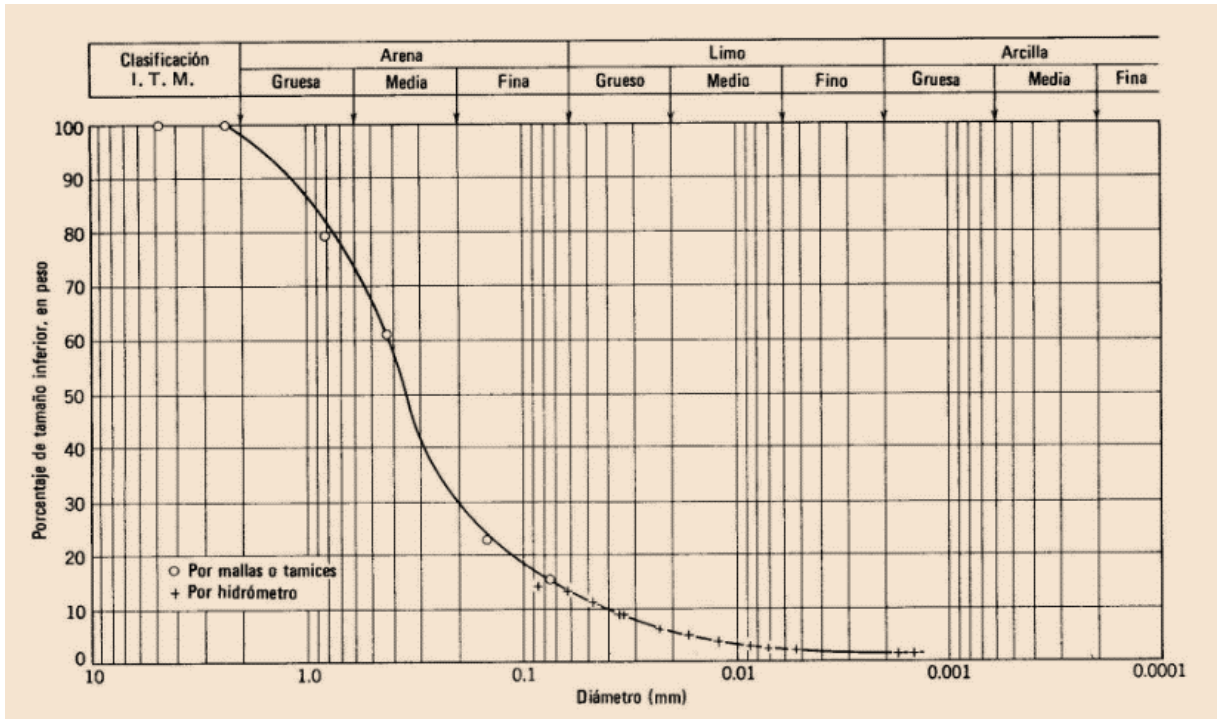
Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425mm – 0.075 mm
Material Fino	Arcilla	Menor a 0.0005 mm
	Limo	0.0075mm – 0.005 mm

#### d) Curva Granulométrica

La curva granulométrica es una representación gráfica, se le denomina a la medición y graduación de los granos del suelo teniendo el peso total y los pesos retenidos.

Figura 17 Curva granulométrica de una muestra de suelo

Nota: Fuente <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/curva-granulometrica/>



#### e) Contenido de humedad

Es expresado por una masa de humedad la cual secamos en un horno para poder determinar el % de agua al de la masa de la muestra.

Figura 18 Contenido de humedad

Nota: Fuente <https://rb.gy/7yzj1e>



### f) Prueba de Proctor

Este tipo de ensayo se realiza para poder determinar la compactación relación densidad seca-humedad óptima de los materiales, con el fin de evitar asentamientos, acolchonamientos una vez puesta en cualquier tipo de obra vial.

Figura 19 Prueba de compactación.

Nota: Fuente [http://dynapac.blog/latinoamerica/manual\\_compactador](http://dynapac.blog/latinoamerica/manual_compactador)



### g) Prueba de CBR (California Bearing Ratio)

Esta prueba nos permite determinar el índice de resistencia, el ensayo se realiza en laboratorio en condiciones óptimas de humedad y densidad, nos permite evaluar la calidad de material de la subrasante, para poder calcular la resistencia los moldes

deben de estar saturados a las 96 horas después de haber sido compactadas a 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes la cual se compacta al 95% y 100%.

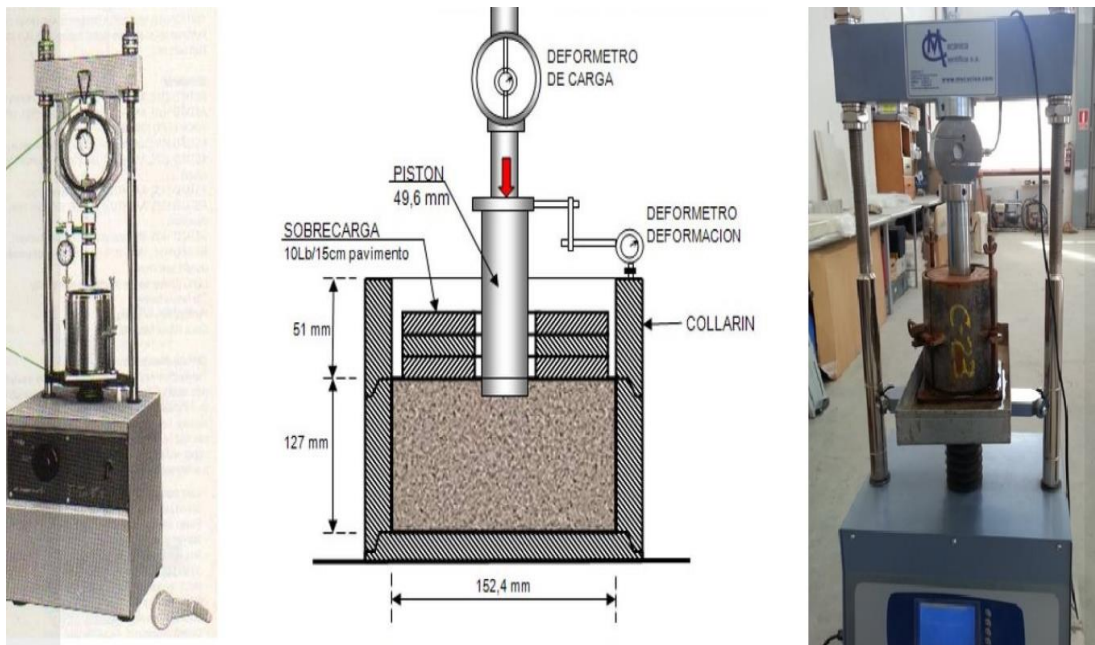
*Tabla 4 Clasificación CBR*

*Nota: Fuente MTC*

Categorías de Subrasante	CBR
$S_0$ : Subrasante inadecuada	CBR < 3%
$S_1$ : Subrasante Pobre	De CBR $\geq$ 3%; A CBR < 6%
$S_2$ : Subrasante Regular	De CBR $\geq$ 6%; A CBR < 10%
$S_3$ : Subrasante Buena	De CBR $\geq$ 10%; A CBR < 20%
$S_4$ : Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq$ 20%; A CBR < 30%
$S_5$ : Subrasante Extraordinaria	De CBR $\geq$ 30%

*Figura 20 Esquema CBR*

*Nota: Fuente <https://rb.gy/jey6kf>*



## Subbase granulares

Estas están conformadas por suelos naturales o también con agregados procedentes de la elaboración con maquinarias. Deben seguir con determinados cumplimientos de calidad los cuales se contemplan dentro de la tabla 7, Determinando la capacidad de soporte mínima de 30% con cierta cantidad pasante de la malla 40, contando a su vez con una cantidad menor del 6% en cuando a su plasticidad y una cantidad en función al límite líquido del 25%.

*Tabla 5 Tipos de pavimento*

ELEMENTO		TIPO DE PAVIMENTO		
		FLEXIBLE	RIGIDO	ADOQUINES
Sub – rasante		95 % de compactación Suelos granulares – Proctor Modificado Suelos cohesivos – Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub – base		CBR ≥ 40% - 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación / capa de apoyo		Penetración de la imprimación ≥ 5 mm	N.A.	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR.
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR.
Material	Vías locales	Concreto asfaltico	M.R. ≥ 3.4 Mpa (34 Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm <sup>2</sup> )
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías expresas			

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación será APLICADA pues busca la generación de conocimiento, la cual impacta en la sociedad justificando adelantos de productos tecnológicos (Lozasa, 2014).

La investigación aplicada ocupa resolver problemas prácticos utilizando métodos científicos.

En la universidad de Costa Rica la investigación APLICADA requiere rigurosidad y excelencia, investigar es conocer transformar la tradición, al hacer la investigación las personas conocen mejor la disciplina porque se puede describir, analizar fenómenos sociales y humanos en contextos reales, la investigación aplicada busca implementar sistematizar basada en el conocimiento con el fin de ofrecer una comprensible expresión (Vargas Cordero, 2009).

##### **Nivel de investigación**

Es EXPLICATIVO ya que nuestra variable tiene un comportamiento de (causa y efecto), los resultados de laboratorio con la adición de ceniza de cañihua en distintos porcentajes nos dará resultados positivos.

##### **Enfoque de investigación**

El enfoque de investigación CUANTITATIVA, porque busca analizar diversos elementos que pueden ser cuantificados y medidos, toda la información se obtendrá a base de muestras y resultados (Narváez Burbano), se recogerá y analizarán los datos sobre las variables cuyo resultado será presentado en datos

numéricos, con la adición de ceniza de cañihua cuanto incrementara, mejorará, estabilizara la resistencia de la subrasante.

### **Diseño de investigación**

El diseño será EXPERIMENTAL pues buscara la determinación de cómo realizar nuestro experimento, por ello se tendrá un profundo conocimiento del tema de investigación, buscara evaluar como un determinado producto cambia, afecta a un elemento específico (Llopis Castelló).

Según (Supo 2012, p.06), condiciona a 2 grupos experimentales y un grupo de control, se puede decir que las propiedades de suelo de muestra natural física y mecánica se puede denominar:

$$\begin{aligned}GE(A) : Y_1 &\Rightarrow X_1 \Rightarrow Y_2 \\GE(A) : Y_3 &\Rightarrow X_2 \Rightarrow Y_4 \\GE(A) : Y_5 &\Rightarrow X_3 \Rightarrow Y_6 \\GC(A) : Y_7 &\Rightarrow X' \Rightarrow Y_8\end{aligned}$$

Ge: Grupo experimental

Gc: Grupo Control

X: Variable independiente

X': Tratamiento convencional

Y1, Y3, Y5, Y7: pre - test

Y2, Y4, Y6, Y8: pos - test



### 3.2 Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Ceniza de Cañihua

- a) **Definición:** La cañihua es una planta andina que se producen al sur del Perú y Bolivia que fue y es aún domesticada por los pobladores (Nina Quispe , Comportamiento agronómico de diez accesiones de calihua (chenopodiumpallidicauleaellen) en zonas áridas, 2014).
- b) **Definición operacional:** La ceniza de cañihua es altamente factible para dosificar con el suelo natural en distintos porcentajes 4%, 8%, y 12%.
- c) **Dimensiones:** Se adicionará en distintos porcentajes de incorporación.
- d) **Indicadores:** Cantidad de porcentajes (subrasante natural + ceniza de cañihua).
- e) **Instrumentos:** Ensayos de laboratorio, fichas de evaluación.
- f) **Escala de medición:** Razón.

**Variable dependiente**

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

- a) **Definición conceptual:** Subrasante es el asiento donde se construirá el pavimento por la cual tiene que ser un material adecuado  $CBR \geq 6\%$ .
- b) **Definición operacional:** Al agregar la subrasante con ceniza de cañihua incrementara su CBR.
- c) **Dimensiones:** Propiedades físicas y mecánicas.
- d) **Indicadores:** LL, LP, IP, OCH, DMS, capacidad de soporte.
- e) **Instrumentos:** Ensayos de laboratorio.
- f) **Escala de medición:** Razón.

Tabla 6 Cuadro de variables

Nota: Fuente propia

Título del proyecto: “Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno, 2022”							
Tipo de Variable	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
VARIABLE INDEPENDIENTE	CENIZA DE CAÑIHUA	En el departamento de Puno tiene una la alta producción de cañihua se cultiva a condiciones climáticas altas la cual este grano andino es muy nutritivo, la ceniza de cañihua se puede obtener mediante la recolección de tallos y luego ser incinerado.	<p><b>La variable independiente:</b></p> <p>La ceniza de cañihua será combinado con el suelo cohesivo en porcentajes y de esta manera conocer sus propiedades.</p>	Se adicionará ceniza de cañihua en porcentajes	Subrasante+4% de ceniza de cañihua	Ficha de Evaluación (BALANZA DE MEDICIÓN)	Razón
					Subrasante+8% de Ceniza Cañihua		
					Subrasante+12% de Ceniza de Cañihua		
VARIABLE DEPENDIENTE	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA <b>SUBRASANTE</b> PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS	La estabilización va mejorar un suelo inadecuado	<p><b>La variable Dependiente:</b></p> <p>La finalidad de esta investigación propone mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos del distrito de San Miguel.</p>	Propiedades Físicas y mecánicas	LL. LP IP	Ensayos de Limites de Atterberg	Razón
					Clasificación de suelos	SUCS AASTHO	
					OCH	Proctor Modificado	
					Capacidad Portante	Ensayo de CBR	

### 3.3 Población, muestra y muestreo

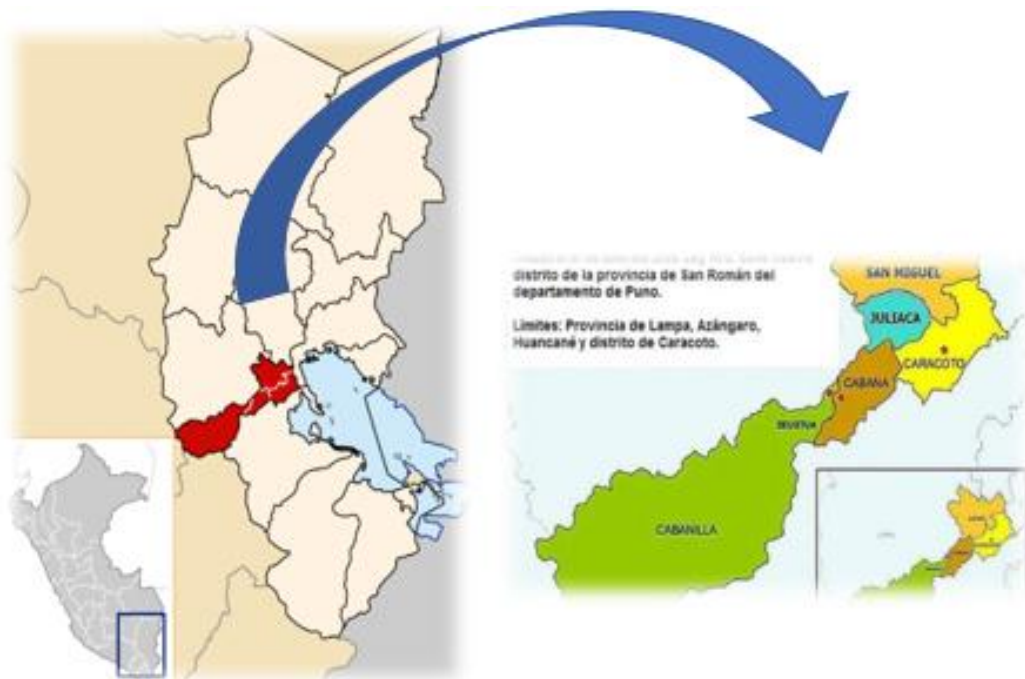
#### Población

Es el conjunto, universo en su totalidad que se investiga o hacen estudio de un determinado lugar - población. (Arispe A., Yangali V., Guerrero B., Lozada de B., 2020).

Se tendrá como población las subrasantes de vías no pavimentadas de la ciudad de San Miguel, con inicio de progresiva 1+000km y finalizando en el 1+250km.

*Figura 21 Ubicación del distrito de San Miguel*

*Nota: Elaboración propia.*



## Muestra

Se puede definir a un sub grupo de casos de una determinada población en el cual se van a recolectar datos, es una parte representativa de la población con las mismas características generales de la población la muestra que se utilizó en la presente investigación se tomaron en 3 puntos de muestreo en la vía no pavimentada de Avenida Triunfo cuadra 10, 11, 12 la muestra 1 en la progresiva 1+080km, muestra 2 1+160km, muestra 3 1+250km (Arispe A., Yangali V., Guerrero B., Lozada de B., 2020).

*Figura 22 Dosificación de muestras*

*Fuente: Elaboración propia*

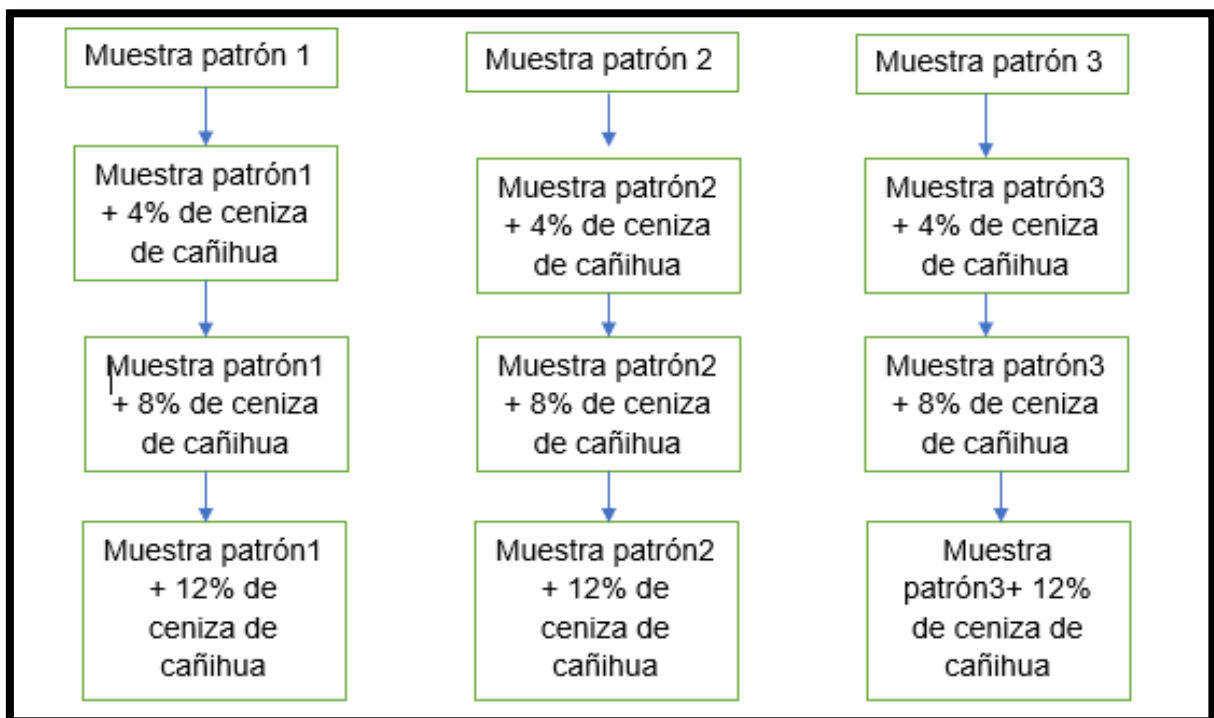


Figura 23 Ubicación de muestras

Fuente Propia



## Muestreo

Sera no probabilístico, se escogió y se está realizando los ensayos en la zona más afectada para la obtención de resultados positivos, en esta investigación se obtendrá como muestra la ejecución de ensayos 12 CBR y 12 Proctor modificado, 12 limites líquido, 12 limite plástico, 12 contenidos de humedad, 12 granulometrías, con la adición de ceniza de cañihua en las proporciones de 4%, 8% y 12%.

## 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### Técnica de recolección de datos

Será mediante la observación directa para poder realizar su análisis, para poder analizar, examinar, registrar todos los resultados, en formatos establecidos por cada ensayo.

## Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos utilizaremos instrumentos, formatos estandarizados, por elaboración propia y por el laboratorio de suelos estandarizados.

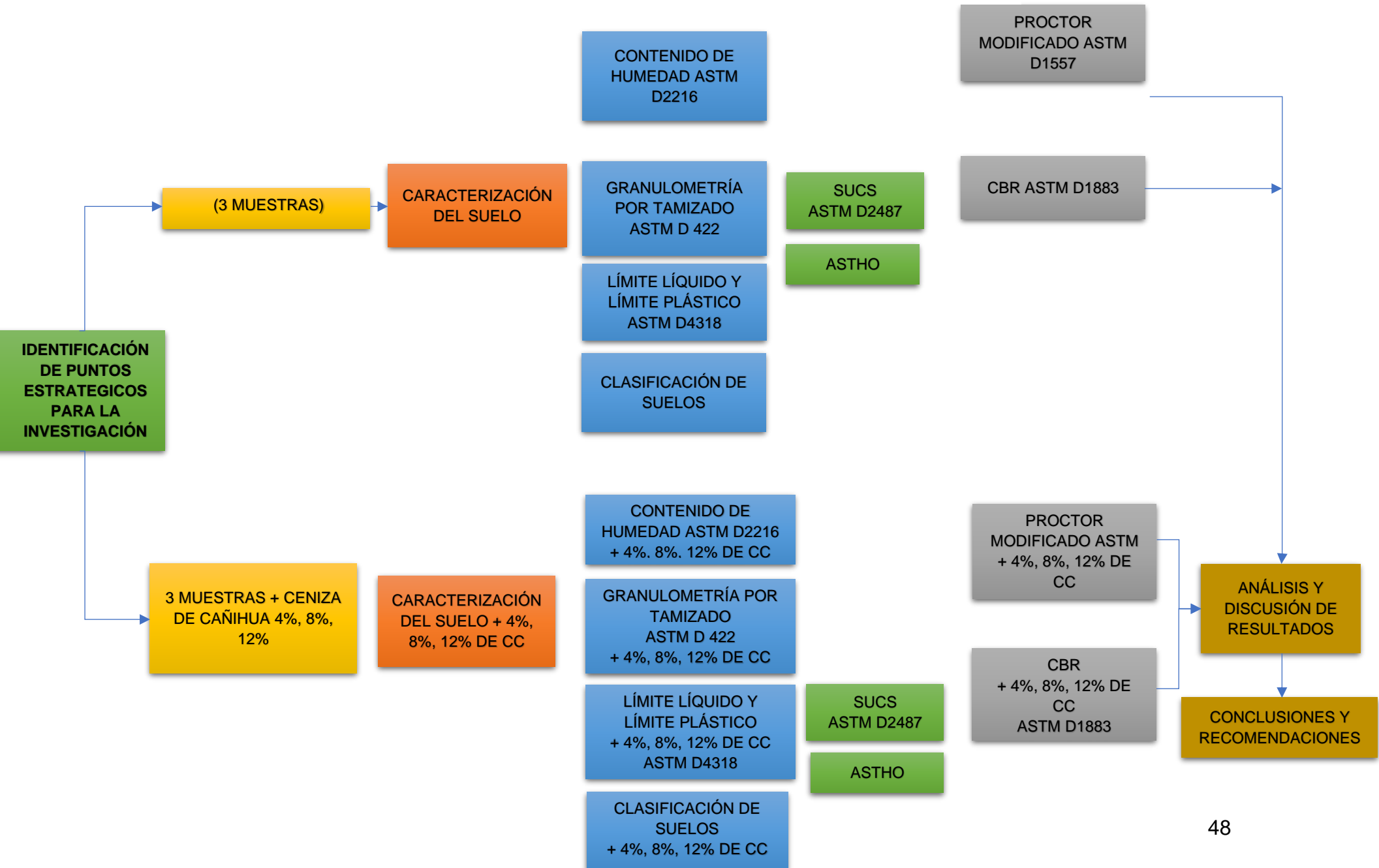
*Figura 24 Ensayos de laboratorio*

*Fuente Propia*

<b>Formato</b>	<b>Clasificación</b>
Contenido de Humedad (MTC E 108-ASTM D2216)	Suelos método SUCS (ASTM D2487)
Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107-ASTM D422)	Suelos método AASHTO (ASTM D3282)
Límite líquido (MTC E 110-ASTM D4318)	
Límite plástico (MTC E 111-ASTM D4318)	
Índice de Plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)	
Proctor Modificado (MTC E 115-ASTMD1557)	
California Bearing Ratio (MTC E 132-ASTM D1883)	

Figura 25 Representación esquemática del procedimiento de investigación

Fuente Propia



## Validez

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

## Confiabilidad

Los instrumentos deben de pasar procesos de confiabilidad antes de que se inicie, los instrumentos donde se realizarán los ensayos de laboratorio para mejorar la subrasante están calibradas y certificadas con el fin de garantizar resultados exactos y confiables. La confiabilidad se realizó por el método de alfa Cronbach ( $\alpha$ ) se validó los instrumentos entre los valores entre 0 y 1 que proporcionan los especialistas

*Tabla 7 Datos de confiabilidad obtenidos*

Objetos	Ítems								Suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	5	5	5	4	5	5	3	4	36
2	4	5	4	5	4	4	4	4	34
3	3	4	5	3	3	3	4	4	29
Varianza	0.667	0.222	0.222	0.667	0.667	0.667	0.222	0	
$\Sigma$ Varianzas	3.333333333								
Varianza $\Sigma$ ítems	8.666666667								

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum S_1^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K : Cantidad de ítems

$\sum S_1^2$  : Sumatoria de varianzas individuales

$S_T^2$  : Varianza total



$\alpha$  : Coeficiente de Alpha de Cronbach

Operando los datos se obtiene:

$$K = 8$$

$$\sum S_1^2 = 3.333333333$$

$$S_T^2 = 8.666666667$$

$$\alpha = 0.703297$$

De acuerdo al valor de alfa conseguido ( $\alpha=0.703297$ ) los valores empleados para el presente estudio son “aceptables” tal como se detalla en la tabla 2, de acuerdo a los rangos de confiabilidad del coeficiente de Cronbach.

*Tabla 8 Rangos de confiabilidad*

Rango	Confiabilidad
0 a 0.5	Inaceptable
0.5 a 0.6	Pobre
0.6 a 0.7	Débil
0.7 a 0.8	Aceptable
0.8 a 0.9	Bueno
0.9 a 1.0	Excelente

### 3.5 Procedimiento

El laboratorio de suelos cuenta con certificados y equipos calibrados, cuyo nombre del laboratorio lleva GEOMAT que cuenta con todos los ensayos que se realizaran en esta presente investigación denominada **“Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasante en vías no pavimentadas del distrito de San Miguel, Puno, 2022”**.

Se extraerá el suelo natural cohesivo realizando una calicata de una profundidad de 1.50 metros para obtener las muestras necesarias y se adicionaran cenizas de cañihua.

Las muestras de suelos se llevarán a laboratorio de suelos en la cual se realizará los ensayos de granulometría, límites de Atterberg y luego se clasificarán por los métodos SUCS Y AASTHO, seguidamente se realizará el ensayo de Proctor modificado para determinar datos de la MDS, OCH y finalmente el ensayo de CBR.

### **Calicatas**

La norma técnica CE 0.10 pavimentos urbanos nos indica que el número de investigación por cada 2400 m2 se tiene que realizar un excavación para investigar la muestra en la ciudad de san miguel se encuentra en una zona urbana por lo tanto es un tipo de vía arterial por lo tanto se realizara (Avenida triunfo cuadra 10, 11, 12), la excavación debe de realizarse con una profundidad de 1.50metros con 1.20metros de ancho con 1.20 metros de largo en empezando en margen izquierdo la calicata 1, el margen derecho la calicata 2, el margen izquierdo la calicata 3.

*Tabla 9 Número de puntos de investigación de investigación de calicatas*

*Nota: N.T.E. CE 010 pavimentos urbanos*

Tipo de via	Número mínimo de puntos de investigación	Área (m2)
Expresas	1 cada	2000
Arterial	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

- Los puntos de investigación se realizarán en el lado izquierdo y derecho de las vías no pavimentadas de San Miguel.

*Figura 26 Representación gráfica de una calicata*

*Nota: Calicata C-1 km 1+080 prolongación avenida triunfo.*



### **Ensayos realizados**

Los ensayos nos ayudaran a determinar sus propiedades físico - mecánicas para poder realizar la caracterización, clasificación y fin correspondiente obteniendo las muestras MTC-EG 2013.

Figura 27 Ensayos que se realizaran en esta investigación

Fuente MTC- EG 2013

DESCRIPCION	NORMA	UNIDAD
<b>MUESTRA DEL SUELO NATURAL</b>		
Granulometría	NTP 339.128	3
Limite liquido	NTP 339.129	3
Limite plástico	NTP 339.129	3
Contenido de humedad	NTP 339.127	3
Clasificación SUCS	NTP 339.134	3
Clasificación AASTHO	NTP 339.135	3
Proctor modificado	MTC E115	3
CBR	MTC E132	3
<b>MUESTRA DE SUELO + CENIZAS DE CAÑIHUA 4%, 8%, 12%</b>		
Granulometría	NTP 339.128	9
Limite liquido	NTP 339.129	9
Limite plástico	NTP 339.129	9
Contenido de humedad	NTP 339.127	9
Clasificación SUCS	NTP 339.134	9
Clasificación AASTHO	NTP 339.135	9
Proctor modificado	MTC E115	9
CBR	MTC E132	9

### 3.6 Método de análisis de datos

El principal objetivo será la incorporación de cenizas de cañihua en porcentajes de (4%, 8% y 12%) obteniendo resultados positivos, los ensayos y recojo de resultados se realizaron en la empresa de laboratorio de suelos CONGEOMAT para poder evaluar las propiedades de los suelos, para la prueba de estadístico inferencial se realizará

con los softwares EXCEL Y SPSS, para las pruebas de hipótesis se elaboró mediante el análisis de varianza (ANOVA).

### **3.7 Aspectos éticos**

El documento se rige bajo el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo para los cual se tuvo que cumplir el estilo ISO 690, APA, ha sido realizada con toda la veracidad, transparencia y honestidad, los resultados obtenidos son de carácter autentico y veraz, en la cual esta investigación será como un antecedente, una propuesta que con un elemento natural sin generar mayores gastos económicos podemos incrementar la estabilización de suelos en vías no pavimentadas del distrito de San Miguel.

## IV. RESULTADOS

En esta sección tiene por objetivo exponer y describir los datos obtenidos, para luego poder interpretarlos contrastarlos con la teoría y realizar una prueba estadística y así poder dar un aporte de conocimiento a la investigación de la ciencia

### 4.1 Recolección de las muestras

Ubicación y datos de las calicatas.

- Región : Puno
- Provincia : San Román
- Distrito : San Miguel
- Nombre de la vía : Avenida Triunfo (prolongación vía no pavimentada)
- Calicata 1, 2, 3 : Cuadra 10, 11, 12

### 4.2 Características físico – químicas de las cenizas de cañihua para el uso de estabilización de suelos cohesivos.

#### Características químicas de las cenizas de cañihua.

Se llevo una porción de 400 gr. a laboratorio físico químico de las cenizas de cañihua de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

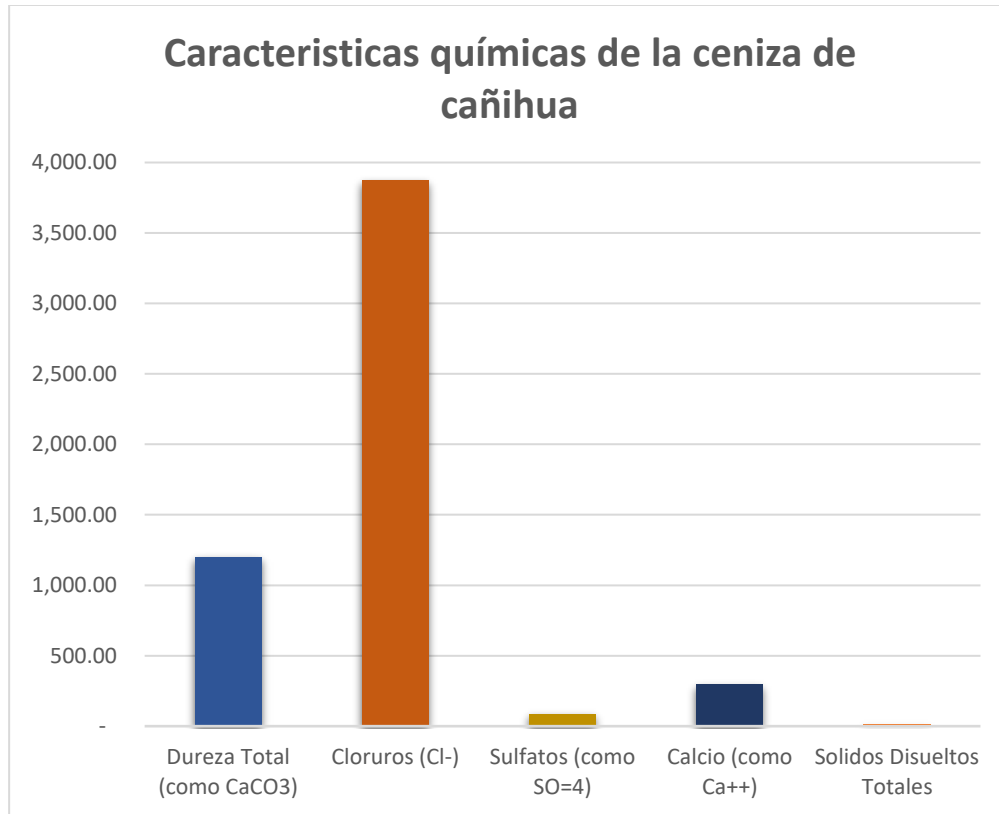
*Tabla 10 Características químicas de la cañihua*

*Fuente Resultados de laboratorio*

	Unidad de medida	Resultado
<b>Dureza Total (como CaCO<sub>3</sub>)</b>	Ppm	1,197.00
<b>Cloruros (Cl<sup>-</sup>)</b>	Ppm	3,872.23
<b>Sulfatos (como SO<sub>4</sub>)</b>	Ppm	84.00
<b>Calcio (como Ca<sup>++</sup>)</b>	Ppm	296.40
<b>Solidos Disueltos Totales</b>	g/l	9.67

Figura 28 Características químicas de la ceniza de cañihua.

Fuente Resultados de laboratorio



**Características físicas de las cenizas de cañihua.**

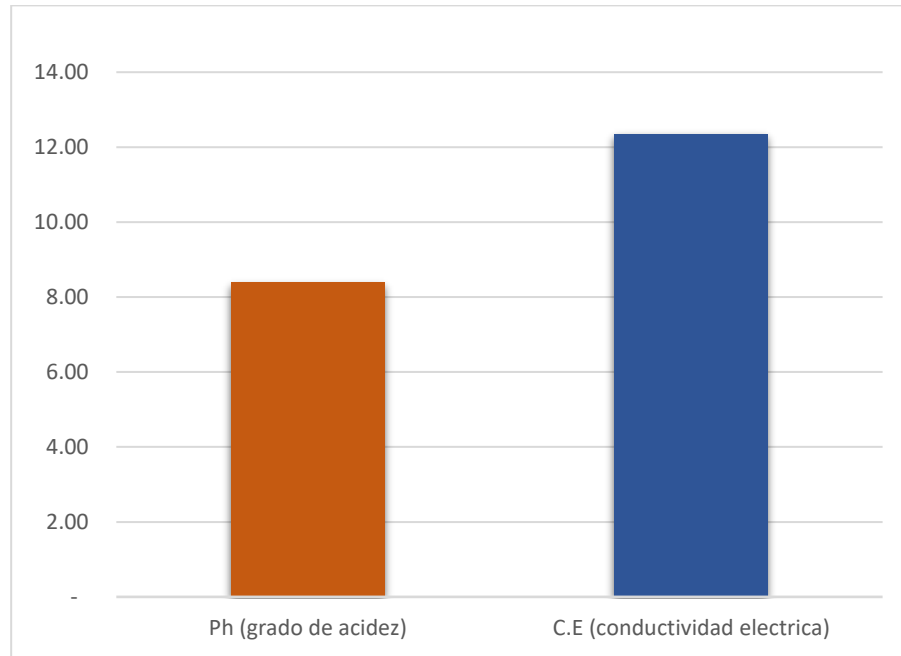
Tabla 11 Características físicas de la cañihua

Fuente Resultados de laboratorio

	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
<b>C.E (conductividad eléctrica)</b>	Ms/cm	12.34
<b>PH (grado de acidez)</b>		8.34

Figura 29 Características físicas de la cañihua

Fuente Resultados de laboratorio



#### 4.2.1 Granulometría de las cenizas de cañihua

Para la obtención de cenizas de cañihua se tuvo que recolectar aproximadamente 300 kg de residuos vegetales (tallos de cañihua) para incinerarlos para luego obtener 15 kg de cenizas.

Tabla 12 Granulometría de las cenizas de cañihua

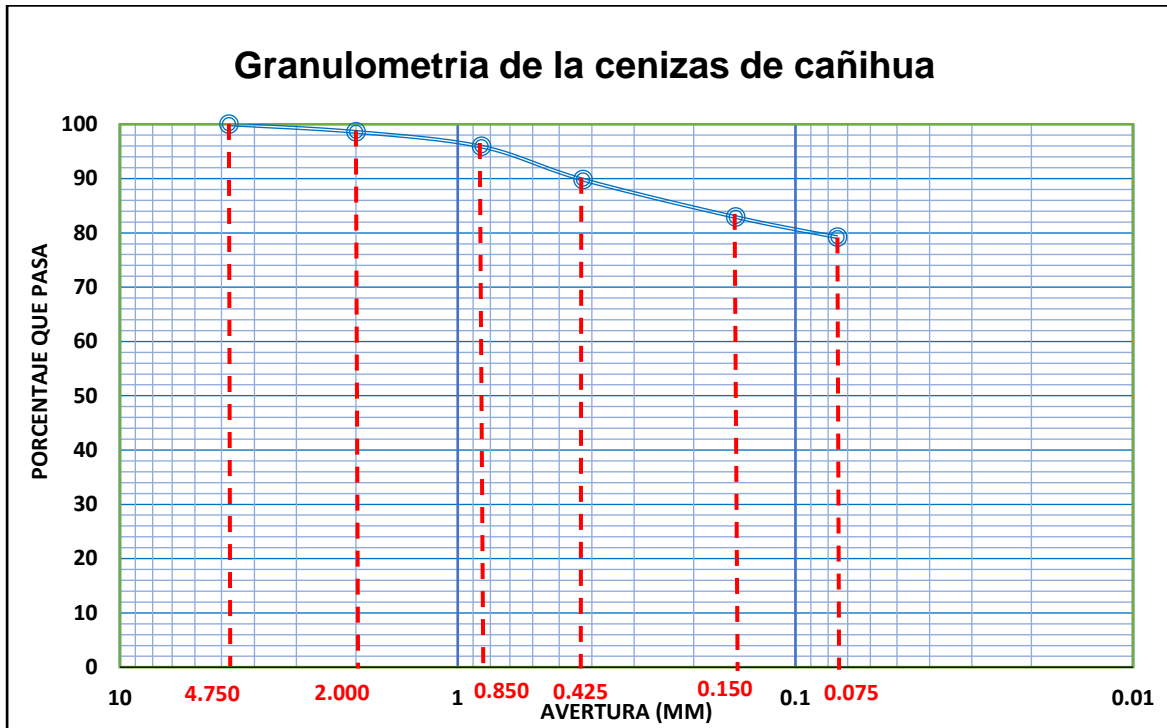
Fuente Resultados de laboratorio

Tamiz ASTM	% Quepasa	Peso retenido(g)	% Retenido
3/8"	100	0.00	0.00
#4	100	0.00	0.00
#10	98.60	18.40	1.40
#20	95.90	34.60	2.70
#40	89.80	77.00	6.00
#100	82.90	89.00	7.00
#200	79.20	46.80	3.70
Fondo	--	1,014.20	79.2



Figura 30 Granulometría de las cenizas de cañihua

Nota: Fuente propia



### Contenido de humedad de las cenizas de cañihua.

Para poder obtener el % de contenido de humedad de las cenizas de cañihua, se tomó una muestra donde los resultados se obtienen en la siguiente tabla.

Tabla 13 Contenido de humedad de las cenizas de cañihua.

Fuente Resultados de laboratorio

Descripción	Unidad	Muestra de ceniza de cañihua
Peso de recipiente	g.	91.34
Peso de recipiente + muestra de suelo húmedo	g.	392.63
Peso de recipiente + muestra de suelo seco	g.	388.94
Peso del agua en la muestra del suelo húmedo	g.	3.69
Peso de muestra de suelo seco	g.	297.60
Humedad	%	1.24
Humedad promedio	%	1.24

### 4.3 Características del tipo de suelo Natural

#### Humedad natural

Este ensayo nos ayudara a calcular el OCH (%) del suelo la cual se denominó un suelo natural (muestra patrón por cada calicata) y las muestras con adiciones (4%, 8%, 12% de cenizas de cañihua).

*Tabla 14 Contenido de humedad del suelo natural y la adición de CC.*

*Fuente Resultados de laboratorio*

Grupo Control			Grupo Experimental		
Suelo natural SN 100%			96% SN + 4% CC	92% SN + 8% CC	88% SN + 12% CC
Calicata 1	%	8.05	7.76	7.49	6.99
Calicata 2	%	8.63	8.30	7.95	7.73
Calicata 3	%	8.21	7.97	6.67	7.18

#### Análisis granulométrico ensayo por tamizado

Se realizaron con un grupo de control y en los grupos experimentales.

#### Clasificación del suelo natural por SUCS Y AASTHO

La clasificación del tipo de suelo en la zona de estudio Avenida Triunfo donde se obtuvo las muestras para poder obtener los análisis granulométricos.

*Tabla 15 Clasificación del suelo natural por SUCS Y AASTHO*

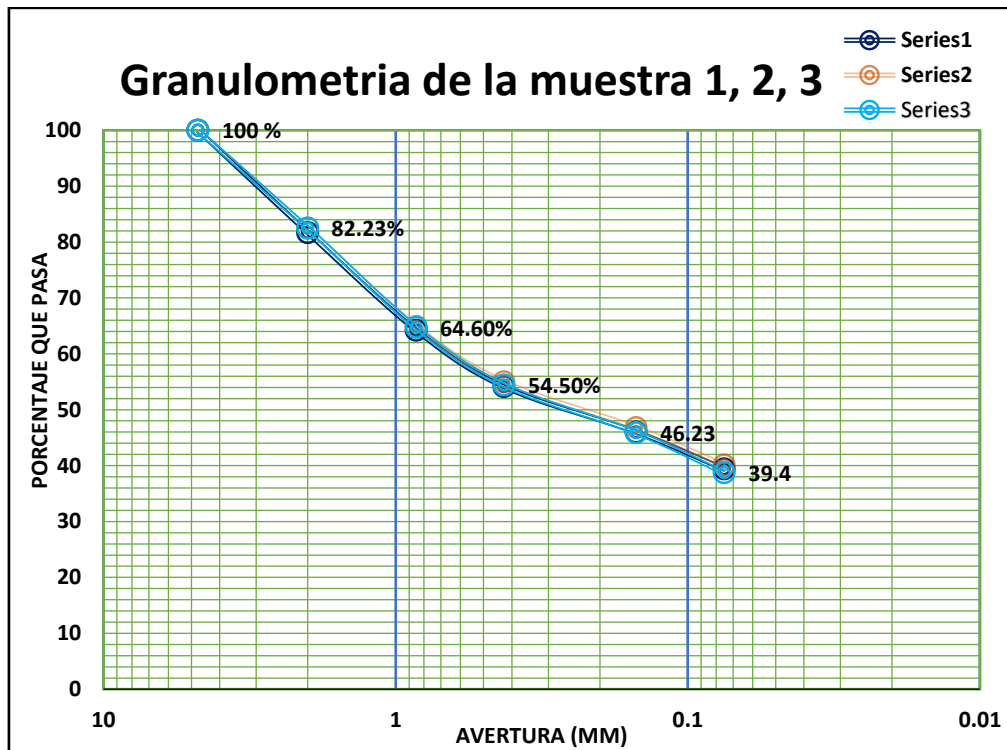
*Fuente Resultados de laboratorio*

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	<b>100</b>
3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	<b>100</b>
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	<b>100</b>
3/8"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	<b>100</b>
#4	100.0	#4	100.0	#4	100.0	<b>100</b>

#10	81.70	#10	82.50	#10	82.50	<b>82.23</b>
#20	64.20	#20	64.90	#20	64.70	<b>64.60</b>
#40	54.10	#40	55.00	#40	54.40	<b>54.50</b>
#100	46.00	#100	46.80	#100	45.90	<b>46.23</b>
#200	39.40	#200	40.10	#200	38.70	<b>39.40</b>

Figura 31 Clasificación SUCS Y AASTHO

Nota: Fuente propia



### ➤ Clasificación por SUCS

Se puede determinar la muestra si es un suelo grueso ya que el promedio pasante por el tamiz #200 es de 39.40%

#### Calicata 1 (muestra patrón)

$$LL = 47.08 \quad LP = 28.72 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 18.36$$

#### Calicata 2 (muestra patrón)

$$LL = 47.84 \quad LP = 28.59 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 19.25$$

Calicata 3 (muestra patrón)

$$LL = 46.50 \quad LP = 28.61 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 17.89$$

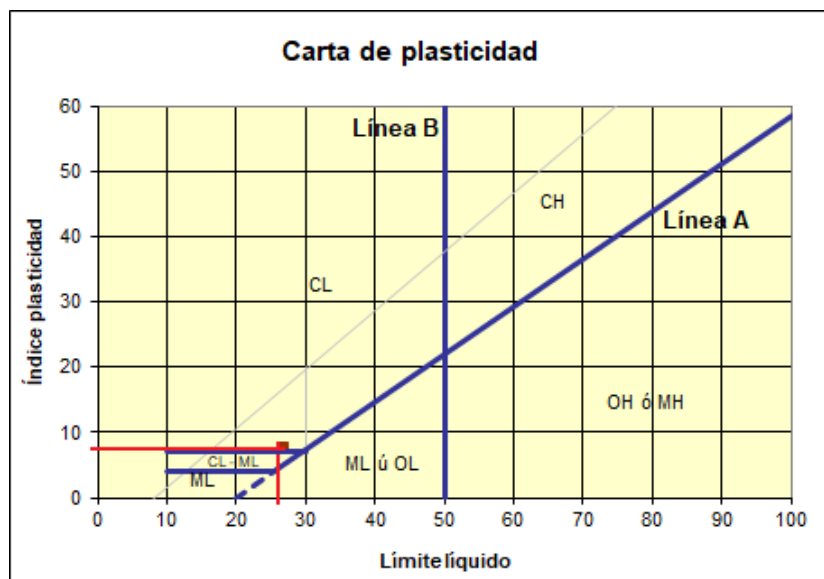
- El resultado nos da un suelo SM (arena limosa) se tiene los siguientes parámetros

*baja plasticidad si (LL < 50)    alta plasticidad si (LL > 50)*

- El tipo de suelo es una arena limosa de baja plasticidad.

*Figura 32 Representación de carta de plasticidad*

*Fuente: (Ingeniería civil práctica, 2012)*



### ➤ Clasificación por AASHTO

Si la muestra pasante por el tamiz #200 es > al 35% entonces es un suelo fino, pero y si es < al 35% es un suelo grueso. Es un suelo fino ya que el promedio que pasa por el tamiz #200 es de 39.40%

- Para poder determinar el tipo de suelo y su plasticidad se tiene que obtener los siguientes valores LL, LP y IP

### Calicata 1 (muestra patrón)

$$LL = 47.08 \quad LP = 28.72 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 18.36$$

### Calicata 2 (muestra patrón)

$$LL = 47.84 \quad LP = 28.59 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 19.25$$

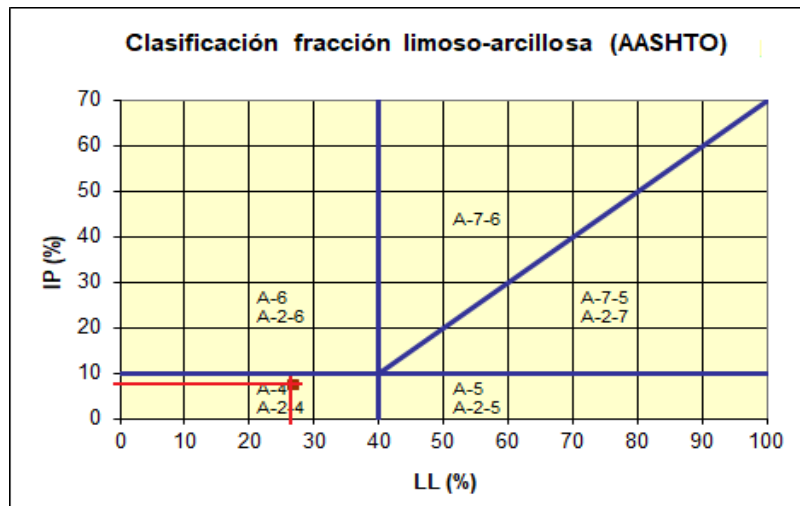
### Calicata 3 (muestra patrón)

$$LL = 46.50 \quad LP = 28.61 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 17.89$$

- Se logra obtener como resultado un suelo A-7-6 un suelo arcilloso

Figura 33 Clasificación AASHTO

Fuente: (Ingeniería civil práctica, 2012)



### Análisis granulométrico del suelo natural SN + la adición de ceniza de cañihua

El análisis granulométrico de la muestra de control (SN) como resultado nos da un suelo arcilloso con presencia de arena fina se puede definir que es un suelo inadecuado para una vía multicarril.

Tabla 16 Datos del análisis granulométrico 96% SN + 4% de CC

Fuente Resultados de laboratorio

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	<b>100</b>
3"	100.0	3"	100.0	3"	100.0	<b>100</b>
2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	<b>100</b>
2"	100.0	2"	100.0	2"	100.0	<b>100</b>
1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	<b>100</b>
1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	<b>100</b>
3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	<b>100</b>
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	<b>100</b>
3/8"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	<b>100</b>
#4	100.0	#4	100.0	#4	100.0	<b>100</b>
#10	85.80	#10	80.70	#10	81.90	<b>82.80</b>
#20	69.00	#20	61.20	#20	62.60	<b>64.27</b>
#40	55.80	#40	48.40	#40	49.60	<b>51.27</b>
#100	44.50	#100	38.00	#100	38.60	<b>40.37</b>
#200	34.40	#200	28.40	#200	27.10	<b>29.97</b>

Tabla 17 Datos del análisis granulométrico 92% SN + 8% de ceniza de CC.

Fuente Resultados de laboratorio

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	<b>100</b>
3"	100.0	3"	100.0	3"	100.0	<b>100</b>
2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	<b>100</b>
2"	100.0	2"	100.0	2"	100.0	<b>100</b>
1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	<b>100</b>
1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	<b>100</b>
3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	<b>100</b>
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	<b>100</b>
3/8"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	<b>100</b>
#4	100.0	#4	100.0	#4	100.0	<b>100</b>
#10	85.80	#10	80.90	#10	81.60	<b>82.97</b>

#20	69.00	#20	62.30	#20	63.40	<b>65.53</b>
#40	55.80	#40	50.10	#40	50.30	<b>52.53</b>
#100	44.50	#100	39.80	#100	39.50	<b>41.80</b>
#200	34.40	#200	30.10	#200	28.30	<b>31.50</b>

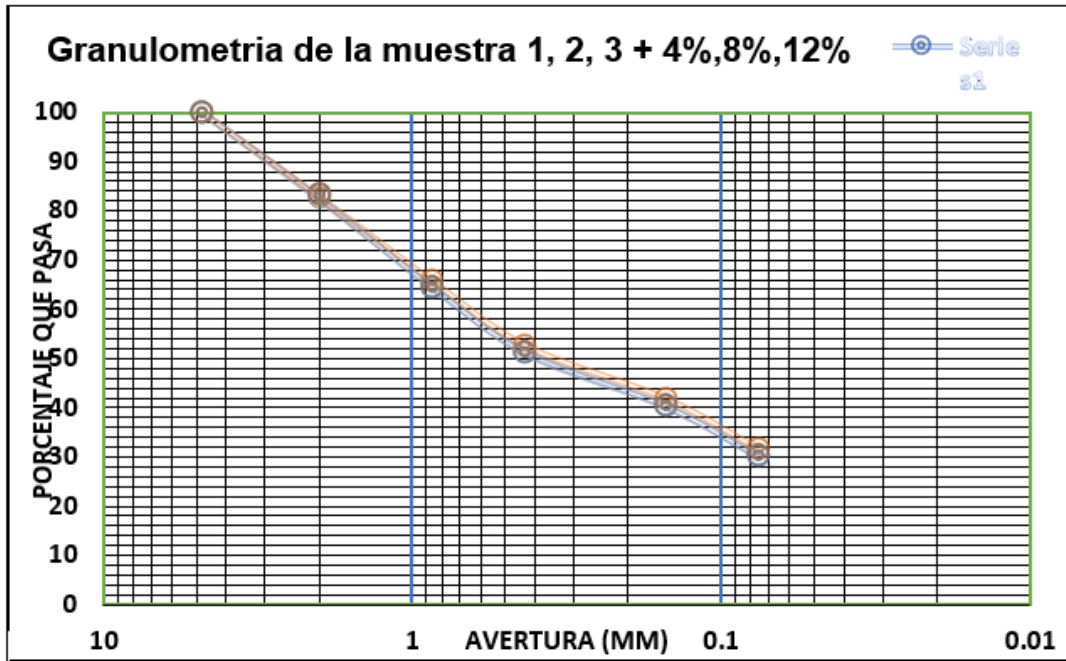
*Tabla 18 Datos del análisis granulométrico 88% SN + 12% de CC.*

*Fuente Resultados de laboratorio*

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	<b>100</b>
3"	100.0	3"	100.0	3"	100.0	<b>100</b>
2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	<b>100</b>
2"	100.0	2"	100.0	2"	100.0	<b>100</b>
1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	<b>100</b>
1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	<b>100</b>
3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	<b>100</b>
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	<b>100</b>
3/8"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	<b>100</b>
#4	100.0	#4	100.0	#4	100.0	<b>100</b>
#10	85.20	#10	80.40	#10	81.70	<b>82.43</b>
#20	68.70	#20	62.00	#20	63.20	<b>64.63</b>
#40	55.70	#40	48.80	#40	48.50	<b>51.00</b>
#100	45.10	#100	38.40	#100	37.40	<b>40.30</b>
#200	35.60	#200	28.60	#200	26.80	<b>30.33</b>

Figura 34 Clasificación de suelo natural por SUCS Y AASTHO

Nota: Fuente propia



En la curva granulométrica se observa que con la adición de ceniza de cañihua la cantidad de suelo fino va incrementado el porcentaje que pasa por la malla Nro. 200.

Tabla 19 granulometría del suelo natural y la CC.

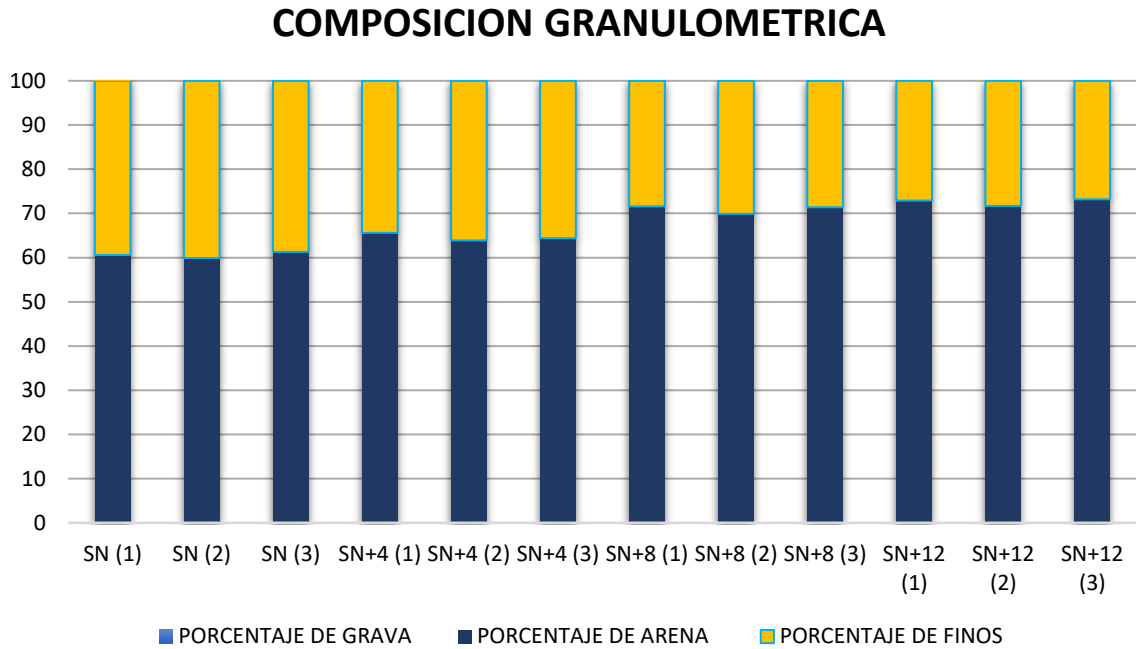
Fuente Resultados de laboratorio

MUESTRA	GRADACIÓN		
	Porcentaje de Grava	Porcentaje de Arena	Porcentaje de Finos
SN	0	60.6	39.4
SN	0	59.9	40.1
SN	0	61.3	38.7
SN+4	0	65.6	34.4
SN+4	0	63.9	36.1
SN+4	0	64.4	35.6
SN+8	0	71.6	28.4
SN+8	0	69.9	30.1
SN+8	0	71.4	28.6
SN+12	0	72.9	27.1
SN+12	0	71.7	28.3
SN+12	0	73.2	26.8



Figura 35 Clasificación de suelo natural por SUCS Y AASTHO

Nota: Fuente propia



### Límites de consistencia

#### ➤ LL y LP

Se ejecutaron en laboratorio se tomaron en cuenta la muestra patrón (SN) y las muestras experimentales agregando cenizas de cañihua (4%, 8%,12%) en cada muestra patrón obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 20 Resultados de LC del 100% suelo natural

Fuente Resultados de laboratorio

suelo natural + 4% CC				
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
LL	%	47.08	47.84	46.5
LP	%	28.72	28.59	28.61
IP	%	18.36	19.25	17.89

Tabla 21 Resultados LC del + 4% de ceniza de cañihua

Fuente Resultados de laboratorio

suelo natural + 4% CC				
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
LL	%	38.7	38.68	38.7
LP	%	29.09	28.86	28.99
IP	%	9.61	9.82	9.74

Tabla 22 Resultados LC del + 8% de ceniza de cañihua

Fuente Resultados de laboratorio

suelo natural + 8% CC				
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
LL	%	38.26	38.28	38.32
LP	%	29.62	29.53	29.79
IP	%	8.64	8.75	8.53

Tabla 23 Resultados LC del + 12% de ceniza de cañihua

Fuente Resultados de laboratorio

suelo natural + 12% CC				
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
LL	%	37.81	37.87	37.60
LP	%	29.85	30.02	29.94
IP	%	7.96	29.94	7.66

Tabla 24 Resumen de los resultados de límites líquido

Fuente Resultados de laboratorio

Ítem	Suelo natural	Suelo natural + CC		
	100% SN	96% SN + 4% CC	92% SN + 8% CC	88 SN + 12% CC
Calicata 1	47.08	38.70	38.26	37.81
Calicata 2	47.84	38.68	38.28	37.87
Calicata 3	46.50	38.73	38.32	37.60
Promedio	47.14	38.70	38.29	37.76

*Tabla 25 Resultado límites plástico*

*Fuente Resultados de laboratorio*

Ítem	Suelo natural	Suelo natural + PET		
	100% SN	96% SN + 4% CC	92% SN + 8% CC	88 SN + 12% CC
Calicata 1	28.72	29.09	29.62	29.85
Calicata 2	28.59	28.86	29.53	30.02
Calicata 3	28.61	28.99	29.79	29.94
Promedio	28.64	28.98	29.65	29.93

### **Clasificación de suelos**

La clasificación que se tuvo como resultado en los ensayos de límites de consistencia y granulometría de cada muestra patrón que se extrajeron de las 3 calicatas (vía no pavimentada avenida triunfo cuadra 10, 11 12), mediante la clasificación SUCS se determinó que el suelo es SM (arena limosa) y en la clasificación AASHTO es un suelo A-7-6 (suelo arcilloso).

$$\%Grava = 100\% \text{ de la muestra} - \% \text{ pasante del tamiz\#4}$$

$$\%Arenas = \% \text{ pasante del tamiz\#4} - \% \text{ pasante del tamiz\#200}$$

$$\%Finos = \% \text{ pasante del tamiz\#200}$$

*Tabla 26 Clasificación de suelo natural*

Clasificación de suelos			
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
SUCS	SM	SM	SM
AASHTO	A-7-6	A-7-6	A-7-6
% de grava	0.00	0.00	0.00
% de arena	60.60	59.90	61.30
% de finos		67.3	66.0
LL	26.76	28.96	28.06
LP	19.23	18.69	18.98
IP	7.53	10.27	9.08

## Proctor modificado

El ensayo de Proctor Modificado es calcular el CH y la MDS para que haya una relación entre ambos, por el cual se realizaron tres muestras de suelo patrón y para los otros grupos experimentales con agregación de ceniza de Cañihua de 4%, 8%, 12%.

*Tabla 27 Resultados de Proctor modificado C-1 (muestra 1)*

*Fuente Resultados de laboratorio*

Ensayo de Proctor modificado C-1 (muestra 1)			
100% SN	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.673
	OCH	%	18.07
96% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.713
4% CC	OCH	%	19.08
92% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.687
8% CC	OCH	%	19.23
88% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.628
12% CC	OCH	%	20.65

*Tabla 28 Resultados de Proctor modificado C-2 (muestra 2)*

*Fuente Resultados de laboratorio*

Ensayo de Proctor modificado C-2 (muestra 2)			
100% SN	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.675
	OCH	%	18.35
96% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.732
4% CC	OCH	%	19.02
92% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.692
8% CC	OCH	%	19.48
88% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.628
12% CC	OCH	%	20.73

*Tabla 29 Resultados de Proctor modificado C-3 (muestra 3)*

*Fuente Resultados de laboratorio*

Ensayo de Proctor modificado C-3 (muestra 3)			
100% SN	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.668
	OCH	%	17.79
96% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.720
4% CC	OCH	%	19.17
92% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.698
8% PET	OCH	%	19.48
88% SN +	MDS	g/cm <sup>3</sup>	1.649
12% PET	OCH	%	20.11

### **CBR de los suelos**

El ensayo de CBR como principal objetivo establecer la capacidad de soporte que tiene el suelo muestra patrón, con la adición de cenizas de cañihua (4%, 8, 12%), de las cuales las tres muestras patrones se realizó la adición correspondiente.

*Tabla 30 Resultados de CBR del suelo natural SN y adiciones de CC*

*Fuente Resultados de laboratorio*

Descripción del suelo	N° de calicata	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	CBR al 100% MDS Pen:0.1" (%)	CBR al 95%MDS Pen: 0.1" (%)
100% Suelo natural (SN)1+ 0% CC	1	1.673	18.07	3.9	2.3
	2	1.675	18.35	4.30	2.70
	3	1.668	17.79	4.90	3.10
96% Suelo natural (SN) + 4% CC	1	1.713	19.08	19.40	9.80
	2	1.732	19.02	18.70	8.90
	3	1.720	19.17	20.10	10.20
92% Suelo natural	1	1.687	19.23	22.20	10.80

(SN) + 8%CC	2	1.692	19.61	21.70	10.30
	3	1.698	19.61	21.70	11.50
88% Suelo natural (SN) + 12%CC	1	1.628	20.65	25.40	13.60
	2	1.624	20.73	24.10	12.80
	3	1.649	20.11	25.90	14.70

Los resultados de CBR para las muestras patrones y grupos experimentales con adición de ceniza de cañihua (4%,8%, 12%) se pudo obtener CBR al 100% 4.90% y de CBR al 95% 3.10%

#### 4.4 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.

#### Test 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 31 Prueba de normalidad del IP, DSM, CHO y CBR*

Pruebas de normalidad							
Dosificación		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP	SN	,247	3	.	,969	3	,663
	SN+4%CC	,229	3	.	,981	3	,739
	SN+8%CC	,175	3	.	1,000	3	1,000
	SN+12%CC	,236	3	.	,977	3	,708
DSM	SN	,276	3	.	,942	3	,537
	SN+4%CC	,236	3	.	,977	3	,712
	SN+8%CC	,191	3	.	,997	3	,900
	SN+12%CC	,330	3	.	,866	3	,286
CHO	SN	,175	3	.	1,000	3	1,000
	SN+4%CC	,219	3	.	,987	3	,780
	SN+8%CC	,249	3	.	,968	3	,656
	SN+12%CC	,342	3	.	,845	3	,227
CBR	SN	,175	3	.	1,000	3	1,000

	SN+4%CC	,265	3	.	,953	3	,583
	SN+8%CC	,211	3	.	,991	3	,817
	SN+12%CC	,208	3	.	,992	3	,826

La tabla presenta los valores de significancia son mayores a alpha, es decir se toma como válida la hipótesis nula, la prueba paramétrica para el presente estudio el análisis de varianza ANOVA es factible.

### Índice de plasticidad

#### Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Con la adición de las cenizas de Cañihua el índice de plasticidad no mejora de manera positiva en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con la adición de las cenizas de Cañihua el índice de plasticidad mejora de manera positiva en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_1$ )

*Tabla 32 Análisis de varianza del índice de plasticidad*

ANOVA de un factor					
IP					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	220,268	3	73,423	561,051	,000
Intra-grupos	1,047	8	,131		
Total	221,315	11			

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 la adición de las cenizas de Cañihua el índice de



plasticidad mejora de manera positiva en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022.

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

*Tabla 33 Post-hoc de Tukey para el IP*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: IP						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN	8,77667*	,29537	,000	7,8308	9,7226
	+4%CC	9,86000*	,29537	,000	8,9141	10,8059
	+8%CC	10,67667*	,29537	,000	9,7308	11,6226

*Tabla 34 Comparaciones múltiples para el IP*

IP				
HSD de Tukey <sup>a</sup>				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SN+12%CC	3	7,8233		
SN+8%CC	3	8,6400		
SN+4%CC	3		9,7233	
SN	3			18,5000
Sig.		,093	1,000	1,000

El índice de plasticidad se encuentra ubicados en diferentes columnas, es decir hay una variación significativa respecto al suelo patrón, resaltando más la adición de 12% de ceniza de Cañihua a la muestra de suelo.

## Densidad seca máxima

### Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Con la adición de las cenizas de Cañihua la máxima densidad seca no aumenta de manera positiva en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con la adición de las cenizas de Cañihua la MDS aumenta de manera positiva en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_1$ )

Tabla 35 Análisis de varianza de la DMS

ANOVA de un factor					
DSM					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	,012	3	,004	51,886	,000
Intra-grupos	,001	8	,000		
Total	,013	11			

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 la adición de las cenizas de Cañihua la máxima densidad seca aumenta de manera positiva en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022.

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

*Tabla 36 Post-hoc de Tukey para la DSM*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DSM						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN	-	,		-	-
	+4%CC	,049667*	007257	001	,07291	,02643
	SN	-	,		-	,0
	+8%CC	,020333	007257	088	,04357	0291
	SN	,0	,		,0	,0
	+12%CC	,38333*	007257	003	,1509	,6157

*Tabla 37 Comparaciones múltiples para la DSM*

DSM				
HSD de Tukey <sup>a</sup>				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SN+12%CC	3	1,63367		
SN	3		1,67200	
SN+8%CC	3		1,69233	
SN+4%CC	3			1,72167
Sig.		1,000	,088	1,000

Los valores de densidad seca máxima se encuentran ubicados en diferentes columnas, es decir hay una variación significativa respecto al suelo natural.

## Contenido de humedad óptimo

### Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Con la adición de las cenizas de Cañihua el contenido de humedad no influye de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con la adición de las cenizas de Cañihua el contenido de humedad influye de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_1$ )

*Tabla 38 Análisis de varianza del óptimo contenido de humedad*

ANOVA de un factor					
CHO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9,018	3	3,006	51,136	,000
Intra-grupos	,470	8	,059		
Total	9,488	11			

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 nula ( $H_1$ ): Con la adición de las cenizas de Cañihua el contenido de humedad influye de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022.

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

*Tabla 39 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
SN	SN+4%CC	-1,02000*	,19796	,004	-1,6539	-,3861
	SN+8%CC	-1,37000*	,19796	,001	-2,0039	-,7361
	SN+12%CC	-2,42667*	,19796	,000	-3,0606	-1,7927

*Tabla 40 Comparaciones múltiples para el CHO*

CHO				
HSD de Tukey <sup>a</sup>				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SN	3	18,0700		
SN+4%CC	3		19,0900	
SN+8%CC	3		19,4400	
SN+12%CC	3			20,4967
Sig.		1,000	,353	1,000

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

## CBR al 95% de la MDS

### Toma de decisión

P-valor  $> \alpha$  : Con la adición de las CC el CBR no aumenta de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_0$ )

P-valor  $\leq \alpha$  : Con la adición de las cenizas de Cañihua la capacidad de soporte aumenta de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022 ( $H_1$ )

*Tabla 41 Análisis de varianza de la capacidad de soporte*

ANOVA de un factor					
CBR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	196,389	3	65,463	139,530	,000
Intra-grupos	3,753	8	,469		
Total	200,143	11			

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 la adición de las cenizas de Cañihua la capacidad de soporte aumenta de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel – Puno 2022.

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

*Tabla 42 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
SN	SN+4%CC	-6,93333*	,55927	,000	-8,7243	-5,1424
	SN+8%CC	-8,16667*	,55927	,000	-9,9576	-6,3757
	SN+12%CC	-11,00000*	,55927	,000	-12,7910	-9,2090

*Tabla 43 Comparaciones múltiples para la capacidad de soporte*

CBR				
HSD de Tukey <sup>a</sup>				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SN	3	2,7000		
SN+4%CC	3		9,6333	
SN+8%CC	3		10,8667	
SN+12%CC	3			13,7000
Sig.		1,000	,201	1,000

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 12% de ceniza de Cañihua respecto a la muestra de suelo patrón.

## V. DISCUSIÓN

D1: En la investigación de (Goñas Labajos, 2019) las cenizas de carbón mejoran los suelos en la cual nos indica adicionar el 25% de cenizas y incrementan su capacidad portante, y en esta investigación establece la influencia en la estabilización de suelos cohesivos con cenizas de cañihua para subrasante de vías no pavimentadas, para poder cumplir con este objetivo se investigó artículos científicos, antecedentes nacionales, internacionales y normas para cada expresión de estudio.

D2: respecto al Proctor mejora su compactación el autor Fredy Yoel Yucra Yaguno, al realizar los ensayos respectivos en distintas adiciones (0%, 4%, 8%, 12%)

Se logro obtener los resultados (1.675 gr/cm<sup>3</sup>, 1.732 gr/cm<sup>3</sup>, 1.692 gr/cm<sup>3</sup>, 1.628 gr/cm<sup>3</sup>) de su MDS y (18.3%, 19.02 %, 19.48%, 20.73%) de su OCH, con la adición de CCA también mejoro de manera positiva valores mayores.

D3: En el artículo científico de (Brajesh & mohit Kuma,) indica que el ser humado produce gran cantidad de desechos plásticos que deterioran el planeta y contaminan el medio ambiente el autor busca nuevos materiales sostenibles que puedan ser reutilizados para la estabilización, en la autoría de Fredy Yoel Yucra Yaguno busca un material vegetal luego de tener gran cantidad de proteínas alimenticias sus tallos sirven para la reutilización al ser incinerados puesto que contiene gran cantidad de calcio.

D4: Según (Hoyle Vega & Rodríguez López, 2019) las cenizas de eucalipto contienen gran cantidad de elementos cementantes al adicionar este material natural incrementan de manera favorable en su capacidad portante en la investigación de Fredy Yoel Yucra Yaguno con adicción de cenizas de cañihua incrementa hasta un 14.70% con la adición de 12% del material incinerado.



## VI. CONCLUSIONES

Al analizar los resultados en laboratorio se llega a la conclusión que el suelo cohesivo mejoro satisfactoriamente, positivamente en sus propiedades a medida que vamos adicionando más cantidad de ceniza de cañihua nuestra subrasante con los ensayos correspondientes nos da resultados positivos.

Al realizar el análisis se determina que la ceniza de cañihua reduce su índice de plasticidad puesto que nuestra muestra patrón es un suelo cohesivo

Con el ensayo de Proctor modificado se pudo determinar que la adición de CC influye de manera positiva en nuestras muestras patrones aumentando los valores de máxima densidad seca.

Con el ensayo de Proctor modificado se pudo determinar que la adición de CC influye de manera favorable en nuestras muestras patrones aumentando los valores de contenido de humedad.

Con el ensayo de CBR, se pudo determinar que las cenizas de cañihua aumentan la capacidad de soporte a medida que vamos incrementado mayores porciones de ceniza.

Se puede deducir que las cenizas de cañihua contiene calcio y al ser adicionado al suelo cohesivo mejora la estabilidad y resistencia, puesto que este material es una alternativa ecológica, económica, no causa contaminación, daños ambientales.

## VII. RECOMENDACIONES

Para poder realizar cualquier tipo de pavimentación en una zona urbana es importante poder mejorar la subrasante para que el pavimento pueda tener una mayor vida útil, existen variedad de materiales para la estabilización en esta investigación se está proponiendo la ceniza de cañihua puesto que este material tiene calcio y eso ayuda a que el suelo inadecuado se estabilice y aumente su capacidad de soporte.

Se recomienda para futuros estudios buscar nuevas alternativas, materiales residuos vegetales que ayuden a mejorar el suelo natural.

Se recomienda para investigaciones futuras realizar la adición de materiales que no contaminen nuestro ambiente y mejore los suelos con otro tipo de cenizas vegetales evaluar su comportamiento funcional y estructural.

La presente investigación se tiene la adición de cenizas de cañihua (4%,8%12%) para suelos cohesivos SM (arena limosa) según clasificación SUCS a medida que se va adicionando este residuo vegetal incinerado aumenta su capacidad de soporte, como también reduce su índice de plasticidad se recomienda adicionar mayores dosificaciones.

## REFERENCIAS

- ACUÑA SUPO, S. M., & LIENDO LUQUE , C. E. (2020). *USO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS EN PAVIMENTOS*. LIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Agraria.pe. (22 de Junio de 2021). Producción nacional de granos andinos alcanzó las 127.000 toneladas en 2020. *Cultivos representan el sustento de más de 125.000 familias agrarias* .
- ALFARO RODRIGUEZ C. H. (2013). *Metologia de investifacion cientifica, aplicado a la ingenieria*(Vol. 53. Issue 9). Callao: Universidad Nacional del Callao, Facultad de ingenieria Electrica y Electronica.
- Arispe A., Yangali V., Guerrero B., Lozada de B., C. (2020). *La investigacion cientifica* . Ecuador : Universdad Internacional de Ecuador .
- Bartolo Estrella, D. E. (2013). Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). *Revista de Investigación Universitaria*, Vol. 2 (1), 47-53.
- Brajesh, M., & Mohit Kumar, G. (2019). Aprovechamiento de residuos plásticos en mezclas bituminosas por vía húmeda y vía seca.
- Bravo, R., Andrade Katia, Valdivia, R., & Soto, J. L. (2010). *Investigaciones sobre especies olvidadas y subutilizadas Granos andinos (quinua, cañahua/cañihua y amaranto/kiwicha)*. Bolivi-Peru: Bioersivity international.

- Condori Gutierrez , M. I. (2018). Evaluacion de calidad a los granos de cañihua (chenopodium pallidicaule aellen) en el departamento de Puno. *Revista Científica I+D Aswan Science*.
- Días Cruz , L. F., & Páez Ruano , J. E. (2019). *INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ACEITE SULFONADO EN LA RESPUESTA DINÁMICA A PEQUEÑAS DEFORMACIONES DE UN MATERIAL GRANULAR ARCILLOSO*. Bogotá.
- EDUARDO VARGAS, MARITZA GUTIERREZ, ROLANDO R, Y. (2020). *ESTABILIZACIÓN DE AFIRMADO CON CENIZA PROVENIENTE DE DESECHOS DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA APLICAR EN SUELOS DE CONSTRUCCIÓN DE VÍAS*. COLOMBIA - IBAGUE.
- Fernandez Valero, Y. (2018). *Aplicación del sistema de gestion de pavimentos para mejorar la conservacion y serviciabilidad del pavimento - juliaca 2016*.
- ICG. (2005). Manual de diseño geometrico de vías urbanas.
- Indecopi. (2018). *Biopat Perú, tema:cañihua*.
- Jaramillo Moscoso, J. M., Matias Yupanqui, P. A., Aliaga Cabezas, N., & Chavez Huaman , J. L. (2018). *Evaluacion de fallas presentadas en el pavimento flexible de la avenida mariategui*. Lima.
- Kean Thai, C., Hyunwook, C., Panyabot, K., & Chan-Young, Y. (10 de octubre de 2020). Estudio experimental del comportamiento resistente de arenas estabilizadas con cemento negro de humo recuperado. *Geomecánica e Ingeniería* , 31-38.
- MIRANDA REBOLLEDO , R. J. (2019). DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS. *UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE*.

- Mustafa, T., Sefer E., E., Buse , E., Abdulazim, Y., & Erol, T. (25 de octubre de 2021). Contribución del uso de geomallas bajo cimientos superficiales sobre arena sometida a cargas estáticas y repetidas: Ensayos de laboratorio y simulaciones numericas. *Geomecánica e Ingeniería*, 167-178.
- Narváez Burbano, G. A. (s.f.). Enfoques de investigacion.
- Nina Quispe, A. E. (2014). Comportamiento Agronomico de Diez Acciones de Cañihua. *UNSA*.
- Nina Quispe , A. E. (2014). Comportamiento agronómico de diez accesiones de calihua (chenopodiumpallidicauleaellen) en zonas áridas. En .
- Nina Quispe, A. E. (2014). *Comportamiento agronomico de diez accesiones de cañihua (chenopodiumpallidicauleaellen) en zonas aridas*.
- Noriega Armas, Y. V., Vives Arroyo, J. A., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Uso de estabilizadores de suelo: una revisión del impacto al corte y asentamiento. *Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Lambayeque Perú,*.
- pavimentos, D. d. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y tecnicas de reparacion.
- POMA CASTILLO , K. A. (2016). *Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado*. Huaraz: UNIVERSIDAD SAN PEDRO.
- Rahgooy, K., Bahmanpour, A., Derakhshandi, M., & Bagherzadeh-Khalkhali, A. (10 de enero del 2022). Distribución del módulo de reaccion de la subrasante para el analisis de cimentaciones balsas. *Geomecánica e Ingeniería* , 89-105.

VAN VEELLEN, M., & VISSER, A. (2017). El desempeño del material de caminos no pavimentados usando estabilizadores de suelos. *REVISTA DEL SUDAFRICANO INSTITUCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL*.

Villalaz, C. (2004). *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*.

VILLALAZ, C. (2004). Mecanica de suelos y cimentaciones .

Zevallos Gamarra, R. E. (2018). *Identificacion y evaluacion de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vias de la ciudad de barranca - 2017*.  
barranca.

Zhanbo, C., & Xueyu, G. (25 de octubre de 2021). Consistencia del suelo y características interpartículas de varios tipos de biopolímeros estabilización de arcilla. *Geomecánica e ingeniería* , 103-113.

CHAVARRY, Carlos, FIGUEROA, Rosario y REYNAGA, Rossy. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Revista de Investigación Polo del Conocimiento*, 5 (46): 40-69, noviembre 2020.

ISSN: 2550-682X

ESTABILIZACION química de suelos – materiales convencionales y activados alcalinamente por Aguirre Ana [et al]. Bogotá. *Revista de Investigación Sena*, 84 (2): 202-226, enero 2020.

ISSN: 2256-5035

JIMENEZ, Gabriel, LEITERITZ, Ralf y URREGUM, Carolina. Estado del arte de la económica política internacional en Latinoamérica. *Revista de Investigación Desafíos*, 30 (2): 9-11, setiembre 2018.

ISSN: 0124-4035

ESTUDIO exploratorio de las propiedades físicas de suelos y su relación con los deslizamientos superficiales: Cuenca del río Maracay, estado Aragua – Venezuela

por Ríos María [et al]. Venezuela. Revista de Investigación Geográfica Venezolana, 51 (2): 225-247, diciembre 2010.

ISSN: 1012-1617

ULLOA, Andrea. Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de pavimento asfáltico. s.l. Revista de Investigación Métodos y Materiales, 1(1):39-60, diciembre 2011.

ROJAS, Miguel y RAMIREZ, Andrés. Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico. Aproximación de análisis al caso infraestructura. Revista de Investigación de la Universidad de Medellín, 17 (32): 109-128, 2018.

COVARRUBIAS, Juan. Design of concrete pavement with optimized slab geometry. Santiago. Revista de Investigación Ingeniería de Construcción, 27(3):181-197, enero 2012.

ISSN: 0718-5073

ZAMBRANO, Isabel, TEJEDA, Eduardo y AAENLLE, Anadelys. Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbases de pavimentos. Revista de Investigación Infraestructura Vial LanammeUCR, 22 (39): 29-42, marzo 2020.

ISSN: 2215-3705

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

#### **Matriz consistencia**



**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TITULO:** "ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUB RASANTE DE VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL – PUNO 2022"

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	V. Independiente				
¿cómo influye la estabilización de suelos con cenizas de cañihua en las sub rasante de vías de no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022?	Estabilizar los suelos con cenizas de cañihua para sub rasantes de vías de no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022	Las cenizas de cañihua influye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas de la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022	Cenizas de cañihua	Dosificación	0% de ceniza de cañihua + muestra del suelo(subrasante)	Balanza de medición	
					4% de ceniza de cañihua + muestra del suelo(subrasante)		
					8% de ceniza de cañihua + muestra del suelo(subrasante)		
					12% de ceniza de cañihua + muestra del suelo(subrasante)		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Especificas	V. Dependiente				
¿Cuánto influye las cenizas de cañihua en la máxima densidad seca de la sub rasante de vías de no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022?	Determinar el índice de plasticidad en las propiedades físicas de suelos para sub rasante de vías no pavimentadas	Con la adición de las cenizas de cañihua el índice de plasticidad reduce en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022.	Estabilización de la sub rasante	Plasticidad	Índice de plasticidad límite líquido límite plástico	Ensayo de límites de Atterberg	
Máxima densidad seca	Ensayo de Proctor modificado						
¿Cuánto influye las cenizas de cañihua en la humedad optima de la sub rasante de vías de no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022?		Determinar el contenido de humedad en las propiedades físicas de suelos para sub rasante de vías no pavimentadas	Con la adición de las cenizas de cañihua el contenido de humedad influye de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022.			Humedad optima	
¿Cuánto influye las cenizas de cañihua en la capacidad de soporte de la sub rasante de vías de no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022?	Establecer la capacidad de soporte de las propiedades mecánicas en los suelos para sub rasante de vías no pavimentadas	Con la adición de las cenizas de cañihua la capacidad de soporte aumenta de manera favorable en la sub rasante de vías no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022.		Resistencia	Capacidad de soporte	Ensayo de Cbr	

**Tipo de investigación:** aplicada

**Nivel de explicación:** explicativo

**Enfoque:** cuantitativo

**Diseño de investigación:** experimental

**Población:** la presente investigación tuvo como población las sub rasantes de vías no pavimentadas del distrito de san miguel – puno 2022.

**Muestra:** av. triunfo (vía no pavimentada) cuadra 10, 11, 12

**Muestreo:** no probabilístico

**Instrumentos:** fichas de ensayos

## **Anexo 2**

Validación de los instrumentos para la obtención de datos

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, TICORA QUISPE JUAN DARWIN..... identificado con DNI 46296385 con CIP N° 267739....., como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - MTC E 108
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LÍMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD - MTC E 110 Y MTC E 111
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) - MTC E 115
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO CBR DE SUELOS (LABORATORIO) - MTC E 132

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación a la tesista de la Universidad Cesar Vallejo YUCRA YAGUNO, FREDY YOEL quien elabora la tesis titulada:

***“Estabilización de suelos cohesivos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGÍA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

VALORACION TOTAL	34
------------------	----

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 - 20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 34 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 04-03-2022



John Carlos Torres Páez  
INGENIERO CIVIL  
CIP 167739

Firma del experto

N° DNI: 46296385

N° CIP: 167739

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, FREDDY YAGUNO YUCRA identificado con DNI 72199522 con CIP N° 210662, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - MTC E 108
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LÍMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD - MTC E 110 Y MTC E 111
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) - MTC E 115
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO CBR DE SUELOS (LABORATORIO) - MTC E 132

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación a la tesista de la Universidad Cesar Vallejo YUCRA YAGUNO, FREDY YOEL quien elabora la tesis titulada:

***"Estabilización de suelos cohesivos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022"***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

VALORACION TOTAL	35
------------------	----

Fuente: Adaptación de Oiano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 35 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 04/03/2022

  
 Ing. Dennis Terry Jara Vilca  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 210662

Firma del experto

N° DNI: 72184523

N° CIP: 210662

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Alberth Ysidro Quispe identificado con DNI 49326745 con CIP N° 151300, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - MTC E 108
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LÍMITE LIQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD - MTC E 110 Y MTC E 111
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) - MTC E 115
- FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO CBR DE SUELOS (LABORATORIO) - MTC E 132

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación a la tesista de la Universidad Cesar Vallejo YUCRA YAGUNO, FREDY YOEL quien elabora la tesis titulada:

***“Estabilización de suelos cohesivos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					X
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.			X		
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

VALORACION TOTAL	36
------------------	----

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 36 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue Buena.

Juliaca, 04 de marzo 2022

  
  
INGENIERO CIVIL  
CIP 151300

Firma del experto

N° DNI: 44326745

N° CIP: 151300



### **Anexo 3**

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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

# **CERTIFICADOS DE ENSAYOS**

**PUNO - PERÚ  
2022**



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

# **CALICATA C-01**

**PUNO – PERÚ  
2022**



ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN :** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO :** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

**FECHA :** 11-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 01

**MUESTRA :** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+580

### TAMIZADO

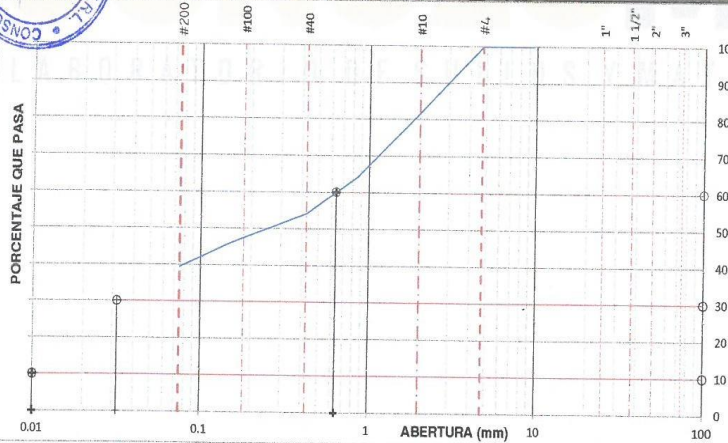
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	%	SUELO
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	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	219.6	18.3	81.7			
12	#20	0.850	209.7	17.5	64.2			
13	#40	0.425	121.1	10.1	54.1			
14	#100	0.150	97.0	8.1	46.0			
15	#200	0.075	80.3	6.7	39.4			
16	Fondo	0.075	472.3	39.4				

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,200 g
Peso muestra lavada y seca	727 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensavado < #4	1,200 g
Frac. equiv. < #200	39.4%
473 g	
<b>TIPO DE TAMIZADO</b>	<b>MANUAL</b>
<b>TAMANO MAXIMO</b>	<b>#4</b>
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	63.500
Curvatura (Cc)	0.161
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	
Límite Líquido (LL)	47.08
Límite Plástico (LP)	28.72
Índice Plástico (IP)	18.36



### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



<b>SUCS</b>
<b>SM</b>
<b>AASHTO</b>
<b>A-7-6</b>
<b>INDICE GRUPO</b>
<b>(3)</b>
<b>DIAMÉTROS</b>
D <sub>60</sub> Abertura
60 0.635 mm
30 0.032 mm
10 0.010 mm

### 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.  
  
 Albertk 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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUANO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 12-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN : SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO : PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN : IZQUIERDO  
PROGRESIVA : KM: 1+580

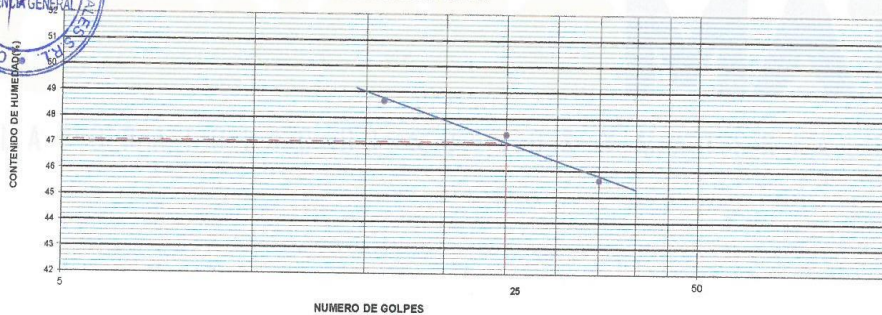
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
		C-04	C-26	C-30
Nº CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.91	36.41	36.18
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.55	31.18	31.11
PESO DE AGUA	(g)	5.36	5.23	5.07
PESO DE LA TARA	(g)	19.53	20.14	20.00
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.02	11.04	11.11
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.64	47.37	45.63
NUMERO DE GOLPES		16	25	35

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-11	T-23		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	25.58	25.18	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	24.10	23.87	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.01	19.25	-	-
PESO DE LA MUESTRA	(g)	1.48	1.31	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.09	4.62	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.08	28.35	-	28.72

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	47.08
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.72
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.35

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Parichahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Alberth Ysidro Quispe Bastinza  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
PROYECTO: DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+580

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	107.25	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	437.09	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	412.52	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	24.57	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	305.27	--	--
6	Humedad	%	8.05	--	--
7	Humedad Promedio	%	8.05		

### 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 Bustinza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUANO

FECHA : 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 1+580

**COMPACTACIÓN**

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

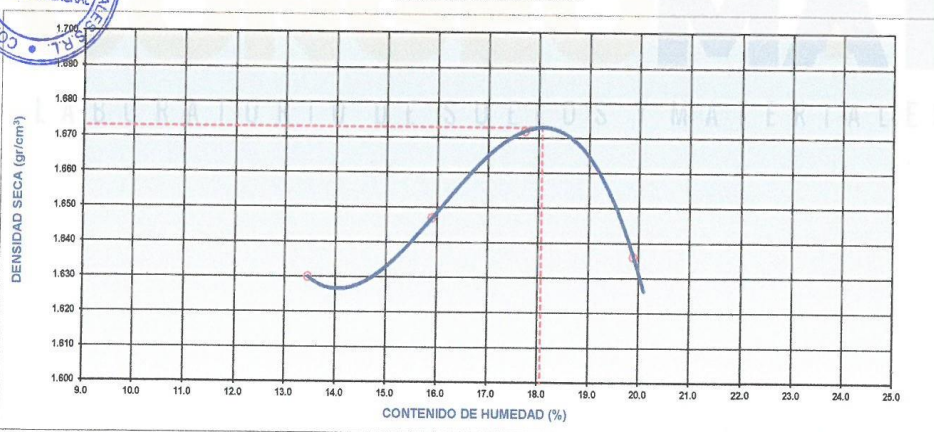
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5805	5871	5935	5927
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2007	2073	2137	2129
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.849	1.908	1.968	1.961
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.630	1.647	1.672	1.636

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	506.3	594.0	579.4	544.7
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	446.3	512.5	492.2	454.3
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	60.0	81.5	87.3	90.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	446.3	512.5	492.2	454.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.44	15.90	17.73	19.90

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.673	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.07
--	-------	---------------------------------	-------

**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 Paracahua Tintaya  
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 1+580

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	SM	AASHTO	A-7-6	PROCTOR	HO=18.07	MDS=1.673	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE07		26 GOLPES MOLDE03		55 GOLPES MOLDE04		
<b>DENSIDAD</b>									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11.865	12.136	12.001	12.212	12.262	12.439	
2	Peso del molde	g	8.030	8.030	7.914	7.914	8.074	8.074	
3	Volumen del molde REG	cc	2.086	2.086	2.124	2.124	2.133	2.133	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3.835	4.106	4.087	4.298	4.208	4.365	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.84	1.97	1.92	2.02	1.97	2.06	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	431.0	520.0	466.4	456.0	487.7	406.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	365.3	412.8	394.8	365.3	412.5	329.8	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	65.7	107.2	71.7	90.7	75.2	76.2	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	365.3	412.8	394.8	365.3	412.5	329.8	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.00	25.96	18.15	24.83	18.22	23.10	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.558	1.563	1.629	1.621	1.669	1.662	

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0			
0.025	7	12	14	6		11	13
0.050	15	21	29	14		20	28
0.075	21	33	44	20		32	43
0.100	32	42	58	31	30*	41	57
0.150	43	55	77	42		54	76
0.200	51	66	92	50	51*	65	92
0.250	59	74	105	58		73	104
0.300	65	82	117	64		81	116
0.400	74	93	135	73		92	134
0.500	89	104	150	88		103	149

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL (Div): 0.001"	ALTURAS			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	H <sub>suelo</sub> = 116.6 mm
Fecha Hora	(Hrs)	mm	%	mm	%
14/03/22 8:40:00 a.m.	0	0.00	0.00%	0.00	0.00%
16/03/22 8:40:00 a.m.	48	102.00	95.00%	65.00	2.59 2.22%
18/03/22 8:40:00 a.m.	96	129.00	118.00%	90.00	2.41 2.07%
					3.00 2.57%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.56	1.62	1.67	Humedad óptima	18.07%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	2.1	2.8	3.9	MDS	1.673	100% MDS	3.9
Penetración: 0.2"	2.3	3.0	4.3	95 % de la MDS	1.589	95 % MDS	2.3
							4.3
							2.5

**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 Bustinga  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151306

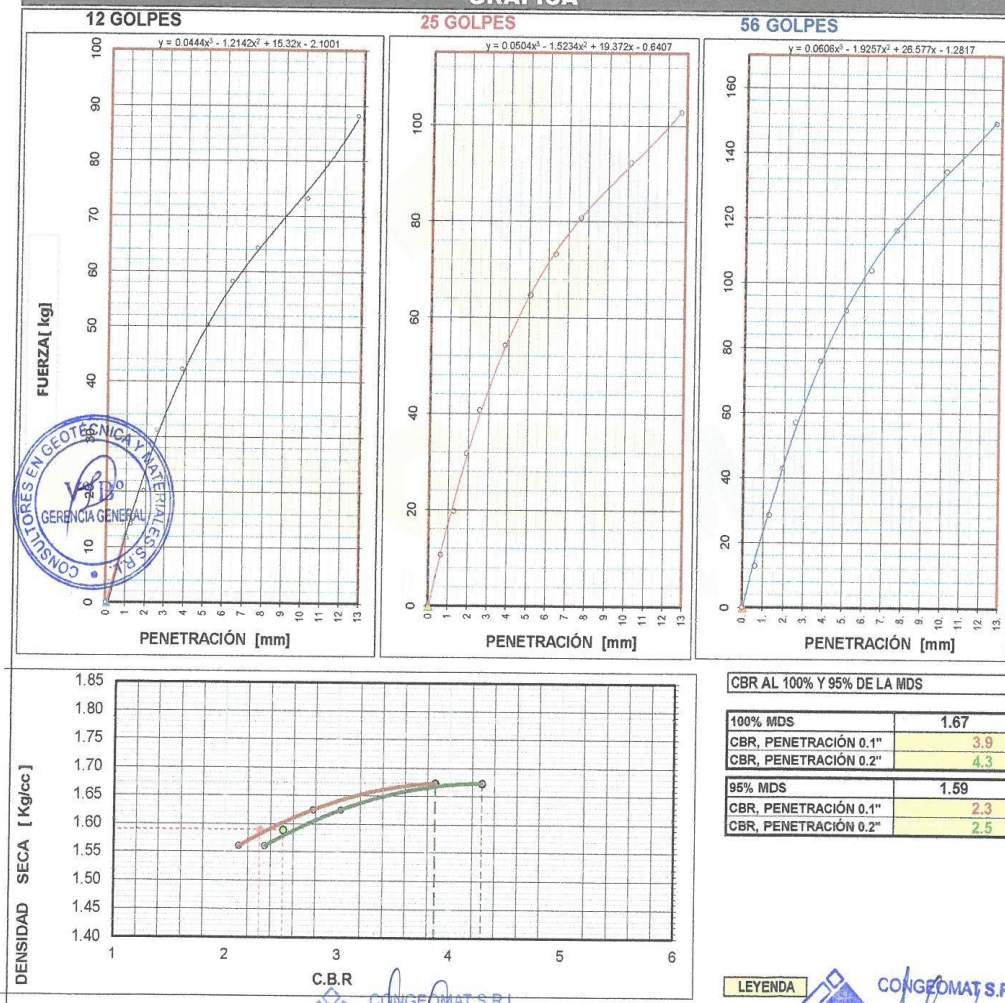
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CANIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO: C - 2022 - 184  
FECHA: 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA: 1  
MARGEN: IZQUIERDO

**GRAFICA**



CONGEMAT S.R.L.  
*John Percy Paicahua Tintaya*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA  
CONGEMAT S.R.L.  
*Alberto Ysidro Quispe Bustinza*  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C-1 P N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**FECHA:** 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**MUESTRA:** 1

**MARGEN:** IZQUIERDO

**PROGRESIVA:** KM: 1+580

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.05	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(3)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	60.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	39.40	--
8	Límite líquido	%	47.08	--
9	Límite plástico	%	28.72	--
10	Índice de plasticidad	%	18.36	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.673	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	18.07	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	3.90	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	2.30	--



**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 Bustinza*  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022

PUNO – PERÚ  
2022

# MUESTRA PATRON + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA



## 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA:** 11-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 01

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM:1+580

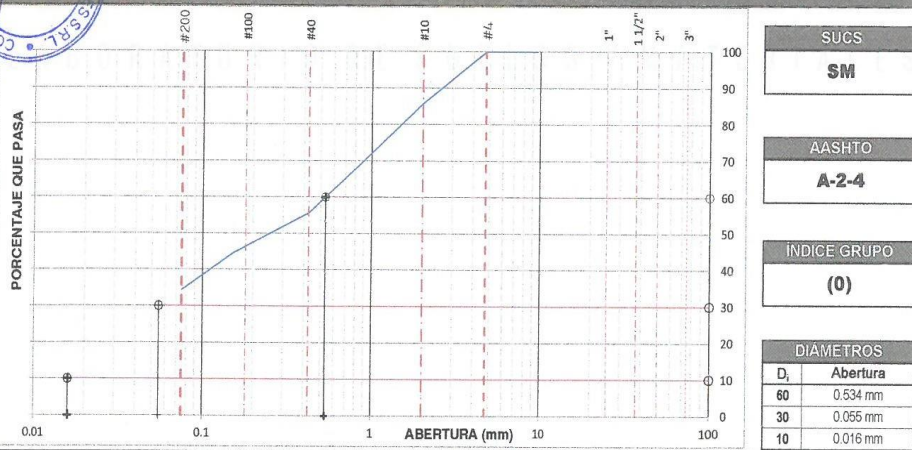
### TAMIZADO

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	186.1	14.2	85.8			
12	#20	0.850	220.2	16.8	69.0			
13	#40	0.425	173.1	13.2	55.8			
14	#100	0.150	147.4	11.3	44.5			
15	#200	0.075	132.5	10.1	34.4			
16	Fondo	0.075	450.7	34.4				

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,310 g
Peso muestra lavada y seca	859 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,310 g
Frac. equiv. <#200	34.4%
	451 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	33.375
Curvatura (Cc)	0.354
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Límite Líquido (LL)	38.70
Límite Plástico (LP)	29.09
Índice Plástico (IP)	9.61

### 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 Oultspe 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 Huanacané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUANO

REGISTRO : C - 2022 - 184

FECHA : 12-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 01

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN : SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN : IZQUIERDO

TRAMO : PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA : KM:1+580

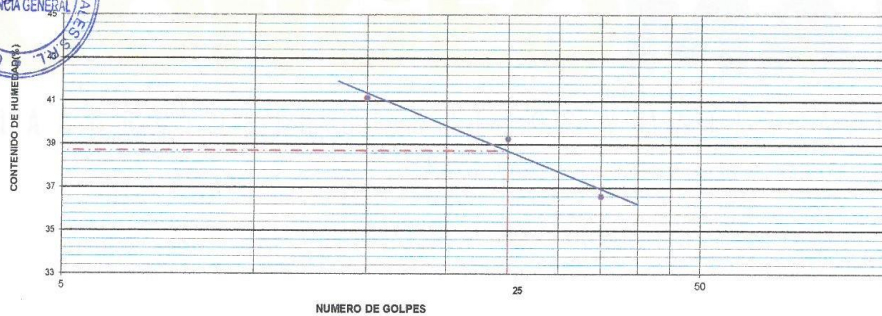
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-12	C-40	C-31	
N° CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.06	38.64	39.60	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.53	33.50	34.47	-
PESO DE AGUA	(g)	4.53	5.14	5.13	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.52	20.41	20.45	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.01	13.09	14.02	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.14	39.27	36.59	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	35	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-38	T-32		
N° TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	26.36	26.36	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.06	25.12	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	20.60	20.85	-	-
PESO DEL SUELO HUMEDO	(g.)	1.30	1.24	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.46	4.27	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.15	29.04	-	29.09

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	38.70
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.09
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.61

**OBSERVACIONES**

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

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bustinza*  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
**PROYECTO:** DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO **FECHA:** 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM:1+580

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	85.76	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	377.50	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	356.49	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	21.01	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	270.73	--	--
	Humedad	%	7.76	--	--
	Humedad Promedio	%	7.76		



### 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 Bustinza  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO      **REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO      **FECHA:** 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01      **MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA      **MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)      **PROGRESIVA:** KM:1+580

**COMPACTACIÓN**

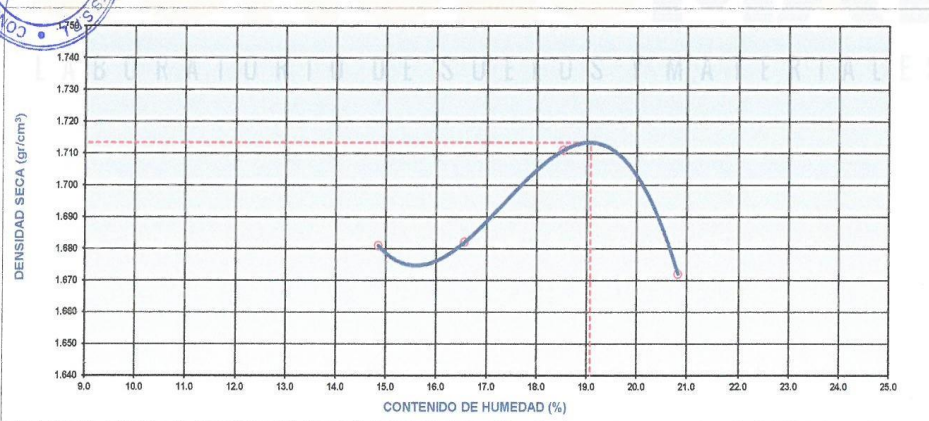
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	: "A"
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	: 25
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	: 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5894	5926	6000	5991
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2096	2128	2202	2193
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.931	1.960	2.028	2.020
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.681	1.682	1.711	1.672

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

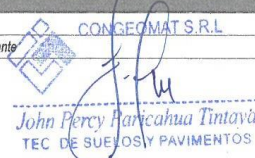
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	488.5	488.1	488.9	490.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	425.4	418.8	395.6	405.8
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	63.1	69.4	73.3	84.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	425.4	418.8	395.6	405.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.84	16.56	18.53	20.82
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.713			<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> 19.08

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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
 UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
 REGISTRO: C - 2022 - 184  
 FECHA: 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
 DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
 TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
 MUESTRA: 1  
 MARGEN: IZQUIERDO  
 PROGRESIVA: KM:1+580

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	SM	AASHTO	A-2.4	PROCTOR	HC=19.08	MDS=1.713	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE09		26 GOLPES MOLDE01		55 GOLPES MOLDE02			
<b>DENSIDAD</b>										
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11.796	12.053	12.121	12.264	12.263	12.354		
2	Peso del molde	g	7.830	7.830	7.891	7.891	7.963	7.963		
3	Volumen del molde REG.	cc	2.114	2.114	2.136	2.136	2.116	2.116		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3.968	4.223	4.230	4.373	4.300	4.391		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.88	2.00	1.98	2.05	2.03	2.08		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	488.0	462.0	502.0	497.0	458.9	456.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	412.5	365.9	421.8	403.2	385.7	377.5		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	75.5	96.1	80.2	93.8	73.3	78.5		
10	Peso del suelo seco, [9]-[10]	g	412.5	365.9	421.8	403.2	385.7	377.5		
11	Contenido de humedad, [9]/[10]	%	18.29	26.25	19.02	23.25	18.99	20.80		
12	Densidad seca, [5]/([1]+[2]/100)	g/cc	1.587	1.582	1.664	1.661	1.708	1.718		

**PENETRACIÓN**

STANDARD	pulg.	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA		
0.000	0	0	0	0		0				
0.025	8	10	40	7		9		39		
0.050	20	73	156	19		72		155		
0.075	45	98	260	44		97		259		
70.5 kg-f/cm2	0.100	80	167	312	79	126*	166	179*	311	279*
0.150	175	236	355	174		235		354		
105.7 kg-f/cm2	0.200	245	370	465	244	258*	369	373*	464	468*
0.250	325	458	533	324		457		532		
0.300	348	540	578	347		539		577		
0.400	401	663	776	400		662		775		
0.500	468	767	876	467		766		875		

19 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN:  $X^2 + 1.00000000 X - 0.760700$

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.001"			ALTURAS				H <sub>relab</sub> =		
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
14/03/22	9:20:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
16/03/22	9:20:00 a.m.	48	57.00	45.00	30.00	1.45	1.24%	1.14	0.98%	0.76	0.65%
18/03/22	9:20:00 a.m.	96	63.00	54.00	43.00	1.60	1.37%	1.37	1.18%	1.09	0.94%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.58	1.65	1.71	Humedad óptima	19.08%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	8.7	12.5	19.4	MDS	1.713	100% MDS	19.4	21.7
Penetración: 0.2"	11.9	17.3	21.7	95 % de la MDS	1.628	95 % MDS	8.8	14.7

**OBSERVACIONES**

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

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

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

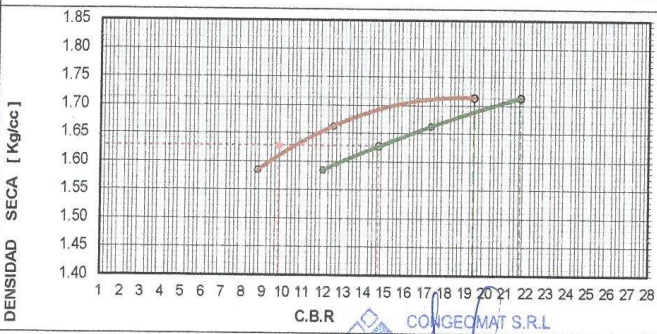
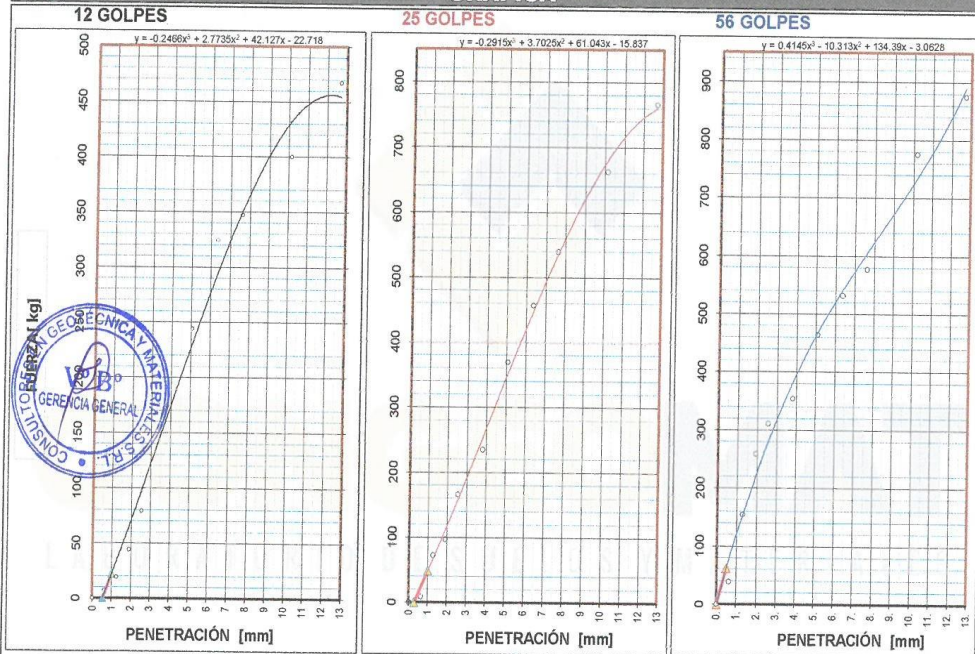
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO: C - 2022 - 184  
FECHA: 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA: 1  
MARGEN: IZQUIERDO

**GRAFICA**



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

<b>100% MDS</b>	<b>1.71</b>
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	19.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	21.7
<b>95% MDS</b>	<b>1.63</b>
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	9.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	14.7

**LEYENDA**

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

*John Percy Parichahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**FECHA:** 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01  
**MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
**MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
**PROGRESIVA:** KM:1+580

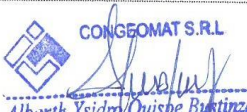
**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.76	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	65.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	34.40	--
8	Límite líquido	%	38.70	--
9	Límite plástico	%	29.09	--
10	Índice de plasticidad	%	9.61	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.713	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	19.08	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	19.40	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	9.80	--

**OBSERVACIONES**

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

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

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



ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022

# MUESTRA PATRON + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 11-03-2022

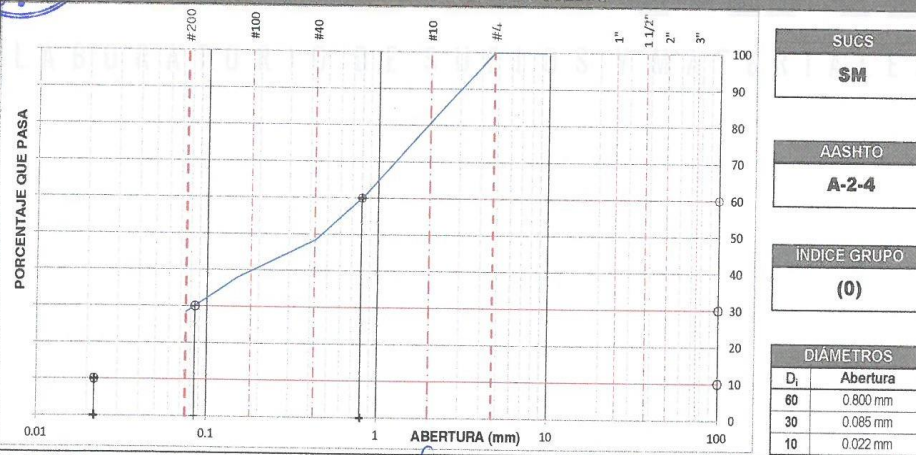
## DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01	MUESTRA : 1
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA	MARGEN: IZQUIERDO
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)	PROGRESIVA: KM: 1+580

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		ACUMULADO (%)		DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,290 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	924 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4	1,290 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0 g
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Finos ensayado < #4	1,290 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	366 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		TAMAÑO MÁXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	36.364
11	#10	2.000	248.8	19.3	80.7		Curvatura (Cc)	0.411
12	#20	0.850	251.2	19.5	61.2			
13	#40	0.425	165.1	12.8	48.4			
14	#100	0.150	134.1	10.4	36.0			
15	#200	0.075	124.0	9.6	28.4			
16	Forma	0.075	366.8	28.4				



## CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.

CONGEMAT S.R.L.  
John Percy Parichahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997184766  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 12-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 01  
MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN : SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA  
MARGEN : IZQUIERDO  
TRAMO : PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
PROGRESIVA : KM: 1+580

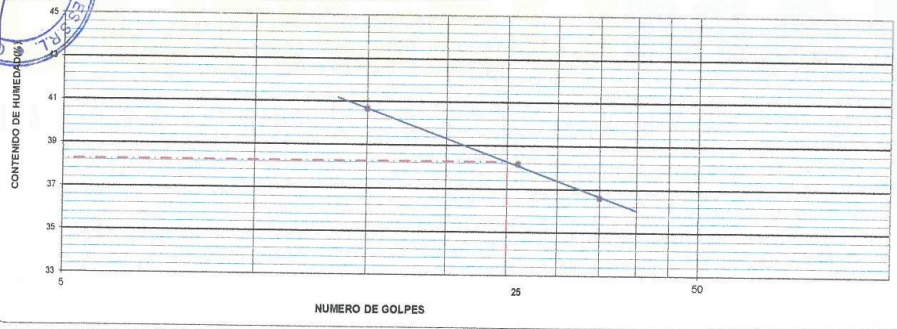
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-39	C-37	C-34	
Nº CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	40.70	40.54	40.07	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	34.79	35.01	34.73	-
PESO DE AGUA	(g)	5.91	5.53	5.34	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.25	20.52	20.14	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.54	14.49	14.59	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.65	38.16	36.60	-
NUMERO DE GOLPES		15	26	35	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-05	T-15			
Nº TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.06	25.14	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.15	23.86	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.07	19.55	-	-	-
PESO DE LA CAPSULA	(g.)	0.91	1.28	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.08	4.31	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.55	29.70	-	-	29.62

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	38.26
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.62
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.64

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Parichahua Tintayá  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Albertha Ysidro Quispe Bustinza  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
PROYECTO: DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+580

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	92.19	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	336.04	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	319.05	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	16.99	--	--
	Peso de muestra de suelo seco	g.	226.86	--	--
	Humedad	%	7.49	--	--
	Humedad Promedio	%	7.49		



### 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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA: 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01 MUESTRA: 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA MARGEN: IZQUIERDO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+580

**COMPACTACIÓN**

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

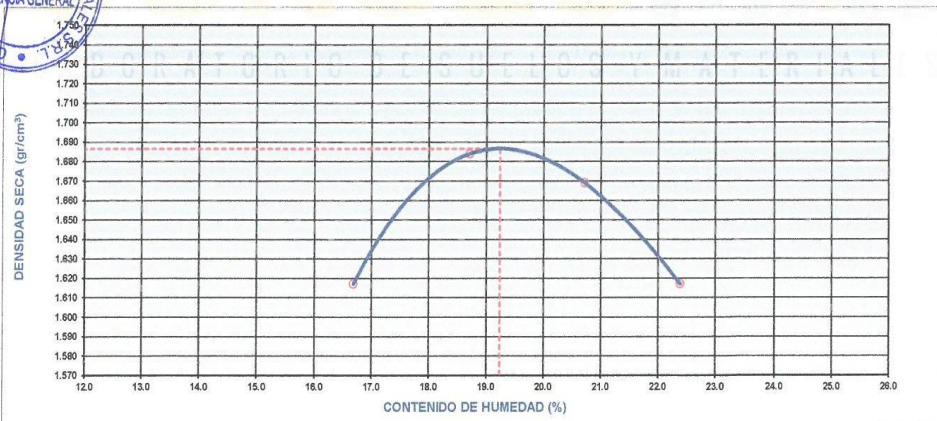
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5847	5969	5986	5947
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2049	2171	2188	2149
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.887	2.000	2.015	1.979
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.617	1.684	1.669	1.617

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	608.4	676.6	620.6	644.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	521.4	569.9	514.1	526.5
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	87.0	106.7	106.5	117.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.68	16.72	20.71	22.39

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.687	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.23
--	-------	---------------------------------	-------

**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 Tintayá*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUENO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 1+580

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	SM	AASHTO	A-2-4	PROCTOR	HO=19.23	MDS=1.687	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE05		26 GOLPES MOLDE06		55 GOLPES MOLDE08		
<b>DENSIDAD</b>									
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,747	11,806	12,151	12,242	12,227	12,295	
2	Peso del molde	g	7,980	7,980	8,006	8,006	7,963	7,963	
3	Volumen del molde REG.	cc	1,985	1,985	2,103	2,103	2,107	2,107	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,767	3,926	4,145	4,236	4,264	4,332	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1,90	1,98	1,97	2,01	2,02	2,06	
6	Id Capsula	-	SN	SN	SN	SN	SN	SN	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	426.0	504.0	517.5	434.0	453.2	486.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	356.3	401.8	433.6	352.6	379.4	400.6	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	69.7	102.2	83.9	81.4	73.8	85.4	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	356.3	401.8	433.6	352.6	379.4	400.6	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.57	25.44	19.36	23.09	19.45	21.32	
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc	1.587	1.577	1.651	1.636	1.694	1.695	

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
	STANDARD	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0						
0.025	31	32	31	30			31		30	
0.050	72	85	113	71			84		113	
0.075	119	177	217	118			176		217	
70.5 kg-f/cm2	0.100	157	208	308	156	154*	207	204*	307	319*
0.150	214	287	446	213			286		445	
105.7 kg-f/cm2	0.200	273	351	568	272	271*	350	365*	567	577*
0.250	318	424	667	317			423		666	
0.300	359	498	747	358			497		746	
0.400	443	605	914	442			604		913	
0.500	523	713	1,015	522			712		1,015	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSIÓN**

TIEMPO			LECTURA DIAL(Div): 0.001"			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
14/03/22	10:15:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
16/03/22	10:15:00 a.m	48	40.00	35.00	28.00	1.02	0.87%	0.89	0.76%	0.74	0.63%
18/03/22	10:15:00 a.m	96	57.00	49.00	40.00	1.45	1.24%	1.24	1.07%	1.02	0.87%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.58	1.64	1.69	Humedad óptima	19.23%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	10.7	14.2	22.2	MDS	1.687	100% MDS	22.2	26.7
Penetración: 0.2"	12.6	16.9	26.7	95 % de la MDS	1.602	95 % MDS	10.8	12.7

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Parichagua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

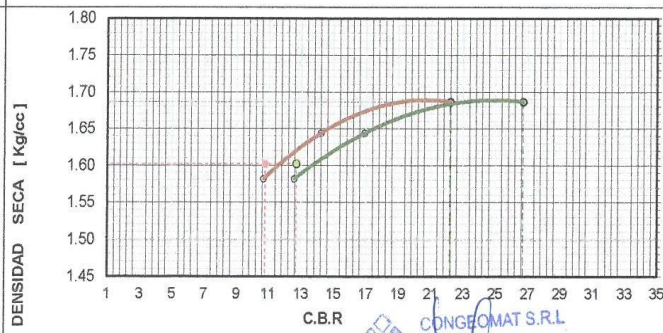
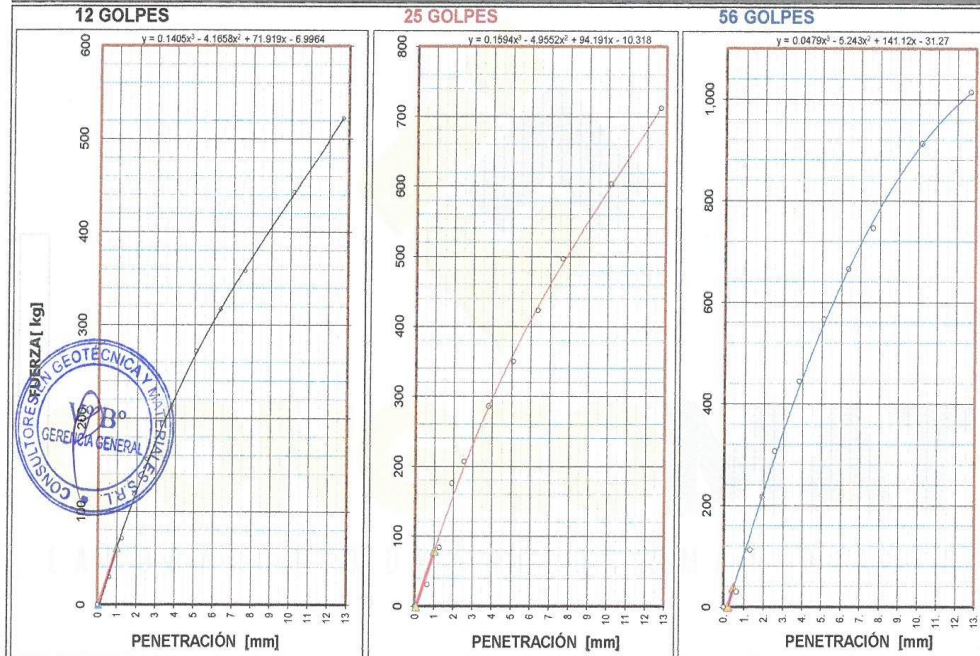
MUESTRA : 1

DESCRIPCION: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.69
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	22.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	26.7
95% MDS	1.60
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	10.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	12.7

LEYENDA

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

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA:** 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+580

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.49	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	71.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	28.40	--
8	Límite líquido	%	38.26	--
9	Límite plástico	%	29.62	--
10	Índice de plasticidad	%	8.64	--
11	Wp óptimo máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.687	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	19.23	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	22.20	--
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 Parichahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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



ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022

PUNO – PERÚ  
2022

# MUESTRA PATRON + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA



## 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA: 11-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+580

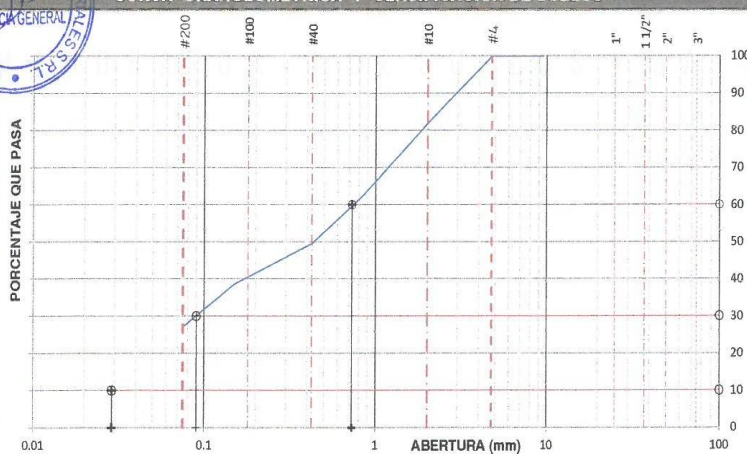
### TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACIÓN	ASTM (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	251.6	18.1	81.9	
12	#20	0.850	267.7	19.3	62.6	
13	#40	0.425	181.1	13.0	49.6	
14	#100	0.150	153.4	11.0	38.6	
15	#200	0.075	160.0	11.5	27.1	
16	Fondo	0.075	376.2	27.1		
17						

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,390 g
Peso muestra lavada y seca	1,013 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,390 g
Frac. equiv. < #200:	27.1%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	25.103
Curvatura (Cc)	0.384
<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Límite Líquido (LL)	37.81
Límite Plástico (LP)	29.85
Índice Plástico (IP)	7.96

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



<b>SUCS</b>	
<b>SM</b>	
<b>AASHTO</b>	
<b>A-2-4</b>	
<b>INDICE GRUPO</b>	
<b>(0)</b>	
<b>DIÁMETROS</b>	
D <sub>i</sub>	Abertura
60	0.728 mm
30	0.090 mm
10	0.029 mm

### 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 Bustinza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151308

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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 12-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+580

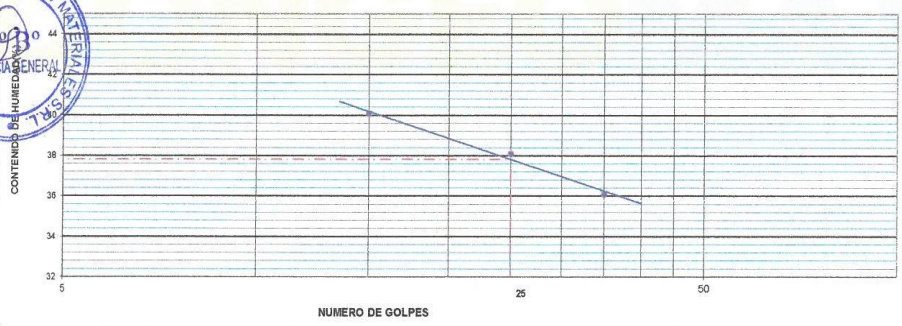
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				
		ID	C-13	C-10		C-24
Nº CAPSULA			C-13	C-10	C-24	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)		39.55	41.30	42.08	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		33.90	35.24	36.08	-
PESO DE AGUA	(g)		5.65	6.06	6.00	-
PESO DE LA TARA	(g)		19.80	19.33	19.45	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)		14.10	15.91	16.63	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		40.07	38.09	36.08	-
NUMERO DE GOLPES			15	25	35	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		ID	T-08	T-09	
Nº TARRO			T-08	T-09	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)		26.93	26.42	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		25.06	24.52	-
PESO DE LA TARA	(g)		18.73	18.22	-
PESO DEL AGUA	(g)		1.87	1.90	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)		6.33	6.30	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		29.54	30.16	29.85

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	37.81
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.85
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.96

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Paracahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Altherth Ysidro Quispe Bustinza  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
PROYECTO: DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA: 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+580

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	105.13	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	383.41	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	365.23	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	18.18	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	260.10	--	--
6	Humedad	%	6.99	--	--
7	Humedad Promedio	%	6.99		

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



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

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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 14-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01 MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA MARGEN: IZQUIERDO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+580

**COMPACTACIÓN**

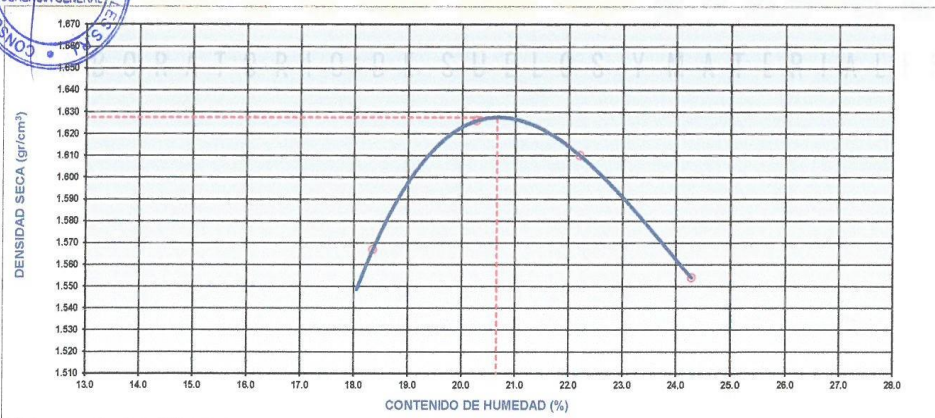
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5811	5921	5934	5895	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2013	2123	2136	2097	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.854	1.955	1.967	1.931	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.567	1.626	1.610	1.554	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	503.4	617.7	647.4	552.7
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	425.4	513.6	529.8	444.7
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	78.0	104.1	117.6	108.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	425.4	513.6	529.8	444.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.35	20.28	22.20	24.28

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>) 1.628 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 20.65

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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CANIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA: 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CANIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+580

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS SM AASHTO A-2-4 PROCTOR HO-20.65 MDS-1.628 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES			26 GOLPES			56 GOLPES		
			MOLDE12	MOLDE11	MOLDE10	MOLDE12	MOLDE11	MOLDE10	MOLDE12	MOLDE11	MOLDE10

**DENSIDAD**

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,748	11,835	12,020	12,147	12,074	12,141
2	Peso del molde	g	7,948	7,948	8,062	8,062	7,936	7,936
3	Volumen del molde REG.	cc	2,109	2,109	2,106	2,106	2,110	2,110
4	Peso suelo húmedo [1]-[2]	g	3,800	3,987	3,958	4,085	4,138	4,205
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.80	1.89	1.88	1.94	1.96	1.99
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	493.0	496.0	627.9	597.0	452.1	492.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	412.4	395.7	521.8	481.3	375.4	401.9
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	80.7	100.3	106.2	115.7	76.7	90.2
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso suelo seco, [9]-[10]	g	412.4	395.7	521.8	481.3	375.4	401.9
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.56	25.35	20.34	24.03	20.43	22.43
13	Densidad seca, [5]/(1+12)/100	g/cc	1.507	1.508	1.562	1.564	1.628	1.628

**PENETRACIÓN**

LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)			
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	
0.000	0	0	0	0
0.025	27	49	94	26
0.050	79	111	191	78
0.075	131	176	320	130
0.100	144	230	366	143
0.150	208	305	491	207
0.200	255	364	616	254
0.250	293	416	731	292
0.300	334	453	812	333
0.400	394	527	953	393
0.500	451	609	1,104	450

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSIÓN**

TIEMPO			LECTURA DIAL(Div): 0.001"			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
14/03/22	11:50:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
18/03/22	11:50:00 a.m	48	32.00	22.00	18.00	0.81	0.70%	0.56	0.48%	0.46	0.39%
18/03/22	11:50:00 a.m	96	48.00	40.00	39.00	1.22	1.05%	1.02	0.87%	0.99	0.85%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.51	1.56	1.63	Humedad óptima	20.65%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	10.3	15.4	25.4	MDS	1.628	100% MDS	25.4
Penetración: 0.2"	11.8	16.9	28.8	95 % de la MDS	1.546	95 % MDS	13.6

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
John Percy Parichahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Albert H. Quispe Bustanza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



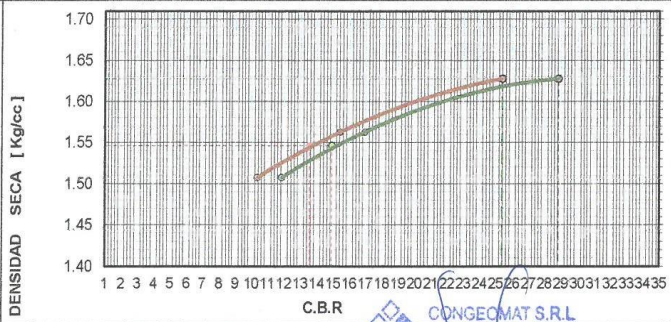
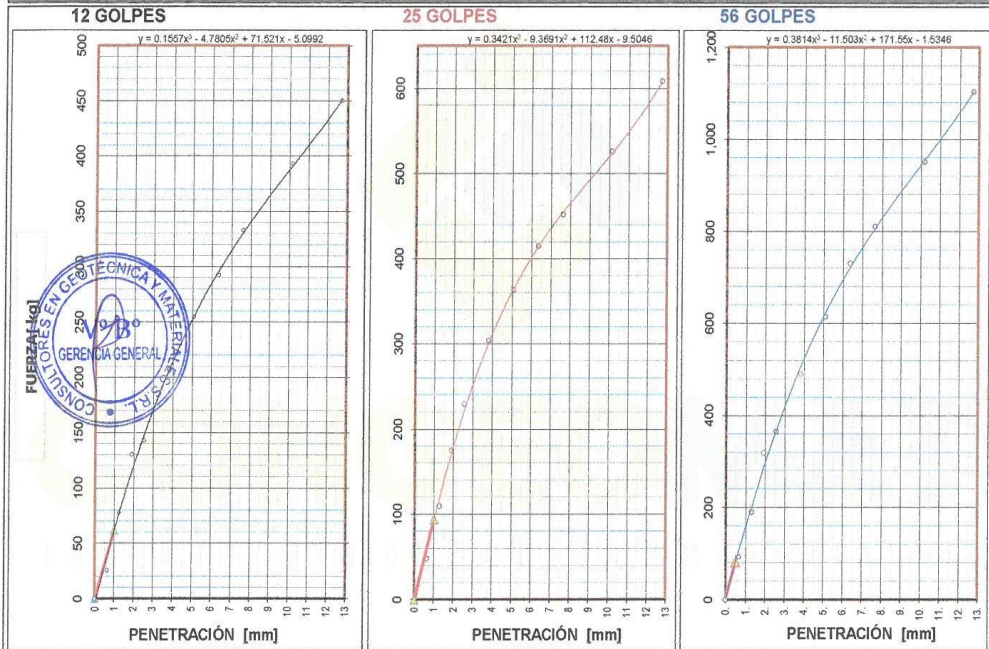
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCION: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.63
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	25.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	28.8
95% MDS	1.55
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	13.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	14.9

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

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

**FECHA:** 18-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 1+580

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	6.99	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	72.90	--
7	Porcentaje de Finos	%	27.10	--
8	Límite líquido	%	37.81	--
9	Límite plástico	%	29.85	--
10	Índice de plasticidad	%	7.96	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.628	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	20.65	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	25.40	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	13.60	--

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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

# **CALICATA C-02**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

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

**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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUANO

FECHA : 15-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

MARGEN: DERECHO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+660

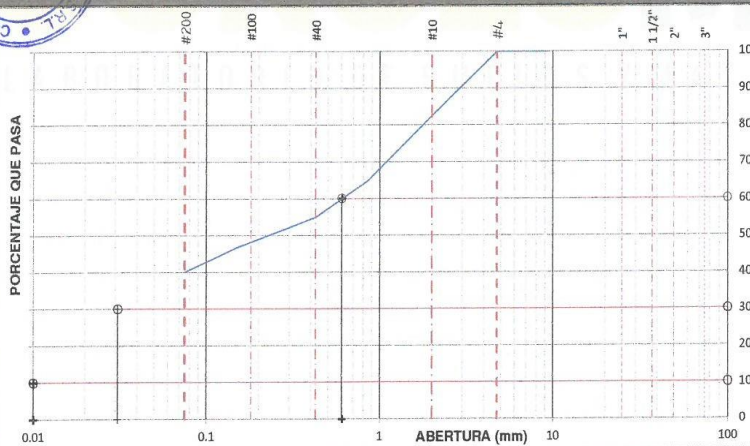
### TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	(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	205.8	17.5	82.5	
12	#20	0.850	207.1	17.6	64.9	
13	#40	0.425	115.7	9.8	55.0	
14	#100	0.150	97.0	8.3	46.8	
15	#200	0.075	78.3	6.7	40.1	
16	Endo	0.075	471.1	40.1		

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,175 g
Peso muestra lavada y seca	704 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,175 g
Frac. equiv. < #200	40.1%
471 g	
<b>TIPO DE TAMIZADO</b>	
TAMANO MAXIMO	MANUAL
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	60.300
Curvatura (Cc)	0.159
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	
Limite Líquido (LL):	47.84
Limite Plástico (LP):	28.59
Indice Plástico (IP):	19.25

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



<b>SUCS</b>	<b>SM</b>
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-6</b>
<b>INDICE GRUPO</b>	<b>(3)</b>
<b>DIAMETROS</b>	
D <sub>60</sub>	Abertura
60	0.603 mm
30	0.031 mm
10	0.010 mm

### OBSERVACIONES

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

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

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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO      REGISTRO : C - 2022 - 184  
SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUNO      FECHA : 16-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02      MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)      MARGEN: DERECHO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)      PROGRESIVA: KM: 1+660

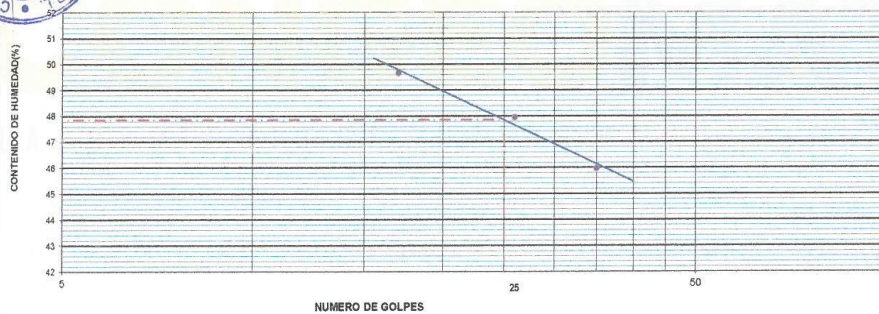
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-02	C-03	C-04	
Nº CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	32.87	33.69	35.63	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	28.54	28.81	30.56	-
PESO DE AGUA	(g)	4.33	4.88	5.07	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.82	18.63	19.53	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.72	10.18	11.03	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.66	47.94	45.97	-
NUMERO DE GOLPES		17	26	35	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-07	T-10			
Nº TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	24.42	26.72	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.44	25.70	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	20.06	22.08	-	-	-
PESO DE AGUA	(g.)	0.98	1.02	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.38	3.62	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.99	28.18	-	-	28.59

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	47.84
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.59
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	19.25

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Parcahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Alberth Ysidro Quispe 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS

PROYECTO: DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA: 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

MARGEN: DERECHO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+660

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	97.16	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	381.01	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	358.46	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	22.55	--	--
	Peso de muestra de suelo seco	g.	261.30	--	--
	Humedad	%	8.63	--	--
	Humedad Promedio	%	8.63		



### 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 Quispé Bustinza*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 17-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02 MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) MARGEN: DERECHO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+660

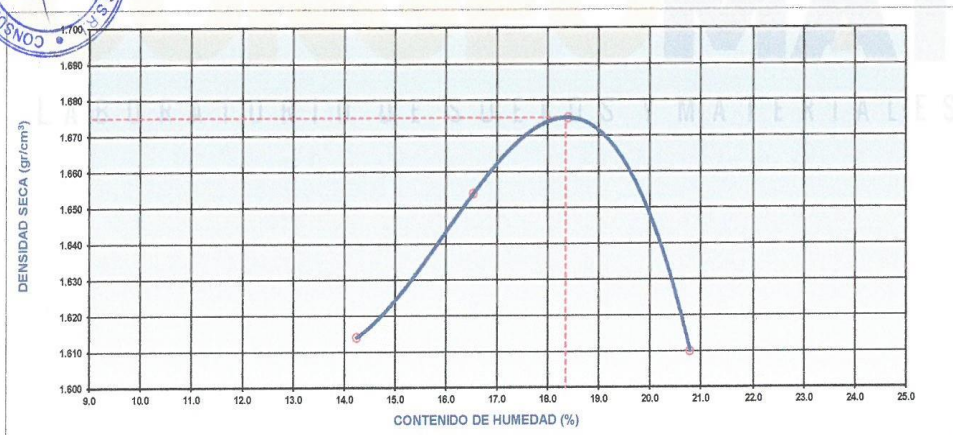
**COMPACTACIÓN**

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)	5800	5891	5951	5910	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2002	2093	2153	2112	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.844	1.928	1.983	1.945	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.614	1.654	1.675	1.610	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	458.3	448.3	606.7	425.9
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	401.2	384.7	512.4	352.6
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	57.1	63.6	94.3	73.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	401.2	384.7	512.4	352.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.24	16.54	18.40	20.79
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.675		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
			18.35	

**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 Paucachua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO: C - 2022 - 184  
FECHA: 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA: 1  
MARGEN: DERECHO  
PROGRESIVA: KM: 1+660

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	SM	AASHTO	A-7-6	PROCTOR	HO=18.35	MDS=1.675	N°CAPAS	5	
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES				
			MOLDE10		MOLDE01		MOLDE04				
<b>DENSIDAD</b>											
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11.802	12.036	12.032	12.244	12.305	12.475			
2	Peso del molde	g	7.936	7.936	7.891	7.891	8.074	8.074			
3	Volumen del molde REG	cc	2.110	2.110	2.136	2.136	2.133	2.133			
4	Peso suelo húmedo [1]-[2]	g	3.866	4.100	4.141	4.353	4.231	4.401			
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.83	1.94	1.94	2.04	1.98	2.06			
6	Id. Capsula	-	SN	SN	SN	SN	SN	SN			
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	468.0	498.0	475.1	472.0	474.8	474.0			
8	Peso del suelo seco + capsula	g	412.6	394.8	401.2	377.2	401.2	384.8			
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	75.4	103.3	73.9	94.8	73.6	89.3			
10	Peso de la capsula	g									
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	412.6	394.8	401.2	377.2	401.2	384.8			
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.27	26.16	18.42	25.15	18.35	23.20			
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc	1.549	1.540	1.637	1.628	1.676	1.675			
<b>PENETRACIÓN</b>											
REFERENCIA GENERAL		LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)					
STANDARD	pulg.	12 GOLPES	26 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
Area del pistón	0.000	0	0	0	0		0				
20-42 cm2	0.025	8	14	16	8		13		16		
	0.050	18	25	35	17		24		34		
	0.075	25	39	52	24		38		51		
70.5 kg-f/cm2	0.100	38	50	69	38	37*	49	47*	69	62*	
	0.150	52	63	84	51		62		84		
105.7 kg-f/cm2	0.200	61	79	102	60	61*	78	78*	101	106*	
	0.250	71	89	126	70		88		125		
	0.300	78	98	140	77		97		140		
	0.400	89	112	162	88		111		161		
	0.500	107	124	180	106		123		179		
10	CORRECCIÓN: DE LA CELDA	DE LA CELDA	DE CARGA EN	KILO	ECUACION:	X <sup>2</sup> +	1.00000000	X	-0.760700		
<b>EXPANSIÓN</b>											
TIEMPO		LECTURA DIAL(Div): 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
19/03/22	8:10:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
21/03/22	8:10:00 a.m.	48	103.00	97.00	69.00	2.62	2.24%	2.46	2.11%	1.75	1.50%
23/03/22	8:10:00 a.m.	96	130.00	121.00	96.00	3.30	2.83%	3.07	2.64%	2.44	2.09%
<b>RESULTADOS</b>											
ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL					
Densidad Seca prom.	1.54	1.63	1.67	Humedad óptima	18.35%	Penetración	0.1"	0.2"			
Penetración: 0.1"	2.5	3.3	4.3	MDS	1.675	100% MDS	4.3	4.9			
Penetración: 0.2"	2.8	3.6	4.9	95 % de la MDS	1.591	95 % MDS	2.7	2.9			

**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 Ysidro Ouspé Bustinza  
ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300

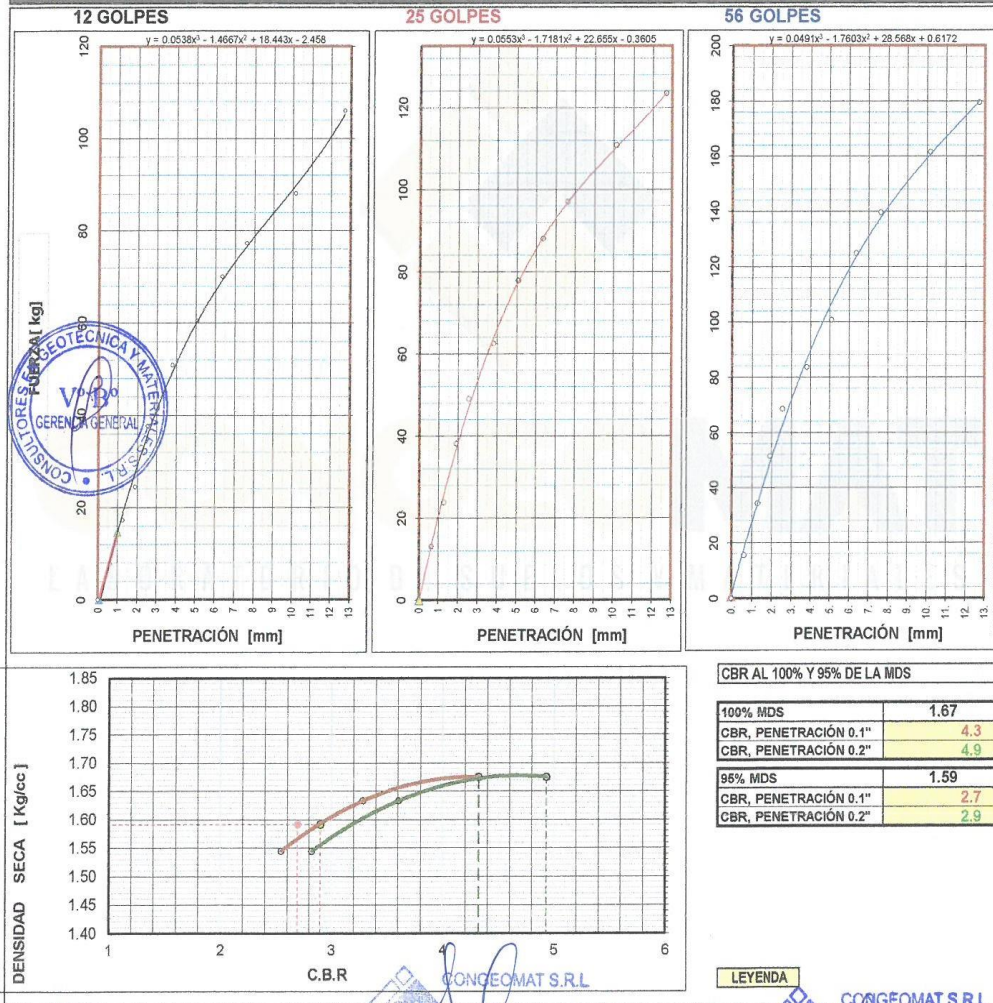
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO

**GRAFICA**



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

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**FECHA:** 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

**MARGEN:** DERECHO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+660

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.63	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(3)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	59.90	--
7	Porcentaje de Finos	%	40.10	--
8	Límite líquido	%	47.84	--
9	Límite plástico	%	28.59	--
10	Índice de plasticidad	%	19.25	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.675	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	18.35	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	4.30	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	2.70	--

**OBSERVACIONES**

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



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



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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

**PUNO - PERÚ  
2022**

# **MUESTRA PATRON + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA**



## 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA: 15-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: DERECHO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+660

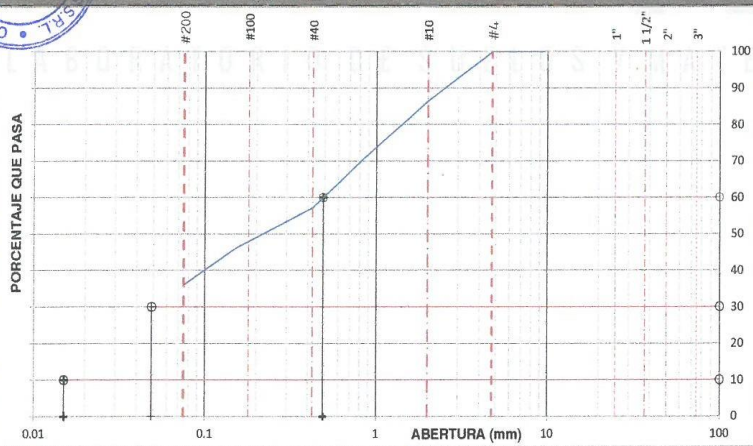
### TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)	
	DENOMINACION	(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	171.4	13.6	86.4			
12	#20	0.850	194.9	15.5	70.9			
13	#40	0.425	172.1	13.7	57.2			
14	#100	0.150	139.8	11.1	46.1			
15	#200	0.075	125.6	10.0	36.1			
	Fondo	0.075	454.2	36.1				

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,258 g
Peso muestra lavada y seca	804 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,258 g
Frac. equiv. < #200	36.1%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	32.867
Curvatura (Cc)	0.327
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Límite Líquido (LL)	38.68
Límite Plástico (LP)	28.86
Índice Plástico (IP)	9.82

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



SUCS

**SM**

AASHTO

**A-4**

ÍNDICE GRUPO

**(0)**

DIÁMETROS

D <sub>s</sub>	Abertura
60	0.490 mm
30	0.049 mm
10	0.015 mm

### 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 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:20806413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 16-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
MUESTRA : 1  
DESCRIPCION: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
MARGEN: DERECHO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
PROGRESIVA: KM: 1+680

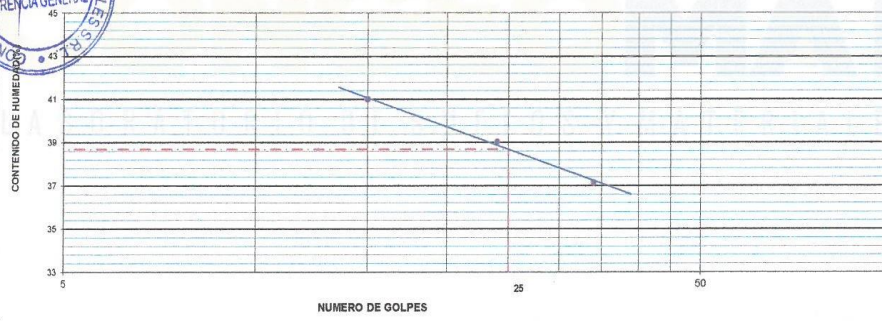
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-01	C-05	C-08	-
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.82	35.43	36.49	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.04	30.84	31.68	-
PESO DE AGUA	(g)	4.56	4.59	4.61	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.87	19.08	18.73	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.17	11.76	12.95	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.00	39.03	37.14	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	34	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-09	T-12	-	-	
Nº TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	26.52	25.60	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.37	24.43	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	21.40	20.36	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	1.15	1.17	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.97	4.07	-	-	-
		28.97	28.75	-	-	28.86

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	38.86
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.86
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.82

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Parichua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
PROYECTO: DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02 MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA MARGEN: DERECHO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+660

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	82.19	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	437.91	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	410.65	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	27.26	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	328.46	--	--
6	Humedad	%	8.30	--	--
	Humedad Promedio	%		8.30	



**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 Bustinza  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. N° 151300



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 17-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02 MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA MARGEN: DERECHO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+660

**COMPACTACIÓN**

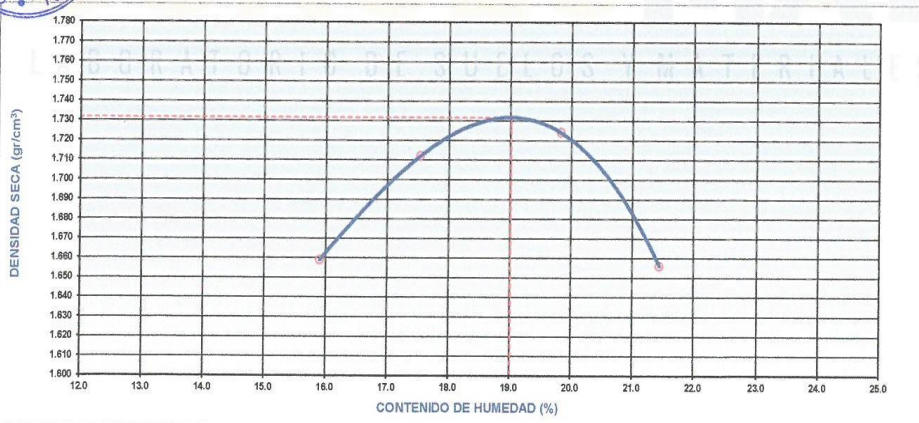
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"  
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25  
NUMERO DE CAPAS : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5886	5982	6041	5982
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2088	2184	2243	2184
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.923	2.012	2.066	2.012
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.659	1.712	1.724	1.656

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	378.5	491.9	532.8	476.7
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	326.6	418.5	444.6	392.5
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	51.9	73.4	88.2	84.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	326.6	418.5	444.6	392.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.91	17.53	19.83	21.44
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.732	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.02

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

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

CONGEMAT S.R.L.  
*John Percy Paucacahua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA: 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: DERECHO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+660

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS SM AASHTO A-4 PROCTOR HO-19.02 MDS=1.732 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE07	26 GOLPES MOLDE02	55 GOLPES MOLDE09
---	-------------	-----	----------------------	----------------------	----------------------

**DENSIDAD**

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,945	12,203	12,186	12,335	12,175
2	Peso del molde	g	8,030	8,030	7,963	7,963	7,830
3	Volumen del molde REG.	cc	2,086	2,086	2,116	2,116	2,114
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,915	4,173	4,223	4,372	4,345
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.88	2.00	2.00	2.07	2.06
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	418.0	509.0	447.5	496.0	505.5
8	Peso del suelo seco + capsula	g	352.6	401.8	375.6	401.8	423.7
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	66.4	107.2	71.9	94.2	81.9
10	Peso de la capsula	g					
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	352.6	401.8	375.6	401.8	423.7
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.83	26.67	19.13	23.44	19.32
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.579	1.579	1.675	1.674	1.723

**PENETRACIÓN**

STANDARD	CARGA pulg.	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Área del pistón: 20.42 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0			
	0.025	7	8	38	6		38	
	0.050	18	64	151	17		150	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.075	41	86	252	40		251	
	0.100	72	147	303	71	113*	146	161*
	0.150	158	218	340	157		217	339
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	221	326	451	220	232*	325	331*
	0.250	293	403	517	292		402	516
	0.300	313	475	561	312		474	560
	0.400	361	583	753	360		583	752
	0.500	421	675	850	420		674	849

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div.) 0.001"			ALTURAS			
Fecha	Hora	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
19/03/22	8:50:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%
21/03/22	8:50:00 a.m.	48	60.00	49.00	1.52	1.31%	1.24	1.07%
23/03/22	8:50:00 a.m.	96	66.00	58.00	42.00	1.68	1.44%	1.47

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.58	1.67	1.73	Humedad óptima	19.02%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	7.9	11.2	18.7	MDS	1.732	100% MDS	18.7
Penetración: 0.2"	10.7	15.3	21.0	95 % de la MDS	1.645	95 % MDS	8.9

**OBSERVACIONES**

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



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



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

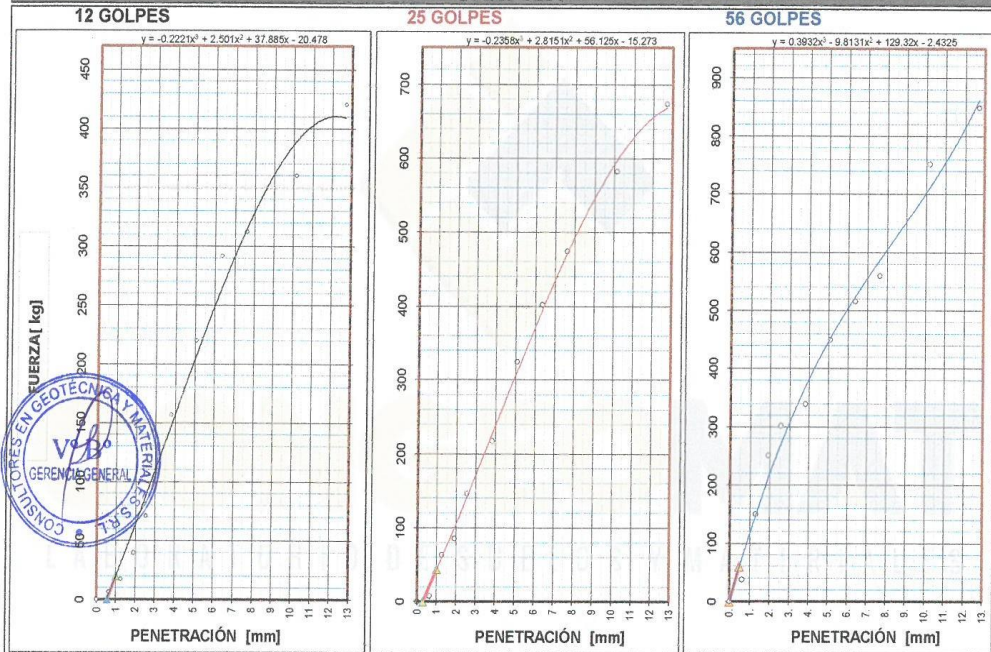
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
REGISTRO: C-2022-184  
FECHA: 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA: 1  
MARGEN: DERECHO

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.73
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	18.7
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	21.0
95% MDS	1.65
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	8.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	13.3

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

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**LUGAR :** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE :** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
**REGISTRO :** C - 2022 - 184  
**FECHA :** 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02  
**MUESTRA :** 1  
**DESCRIPCIÓN :** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
**MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
**PROGRESIVA:** KM: 1+660

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.30	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	63.90	--
7	Porcentaje de Finos	%	36.10	--
8	Límite líquido	%	38.68	--
9	Límite plástico	%	28.86	--
10	Índice de plasticidad	%	9.82	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.732	--
13	Optimo contenido de humedad	%	19.02	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	18.70	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	8.90	--

**OBSERVACIONES**

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



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



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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

**MUESTRA  
PATRON + 8%  
CENIZAS DE  
CAÑIHUA**

**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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN :** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO :** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA :** 15-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 02

**MUESTRA :** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** DERECHO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+660

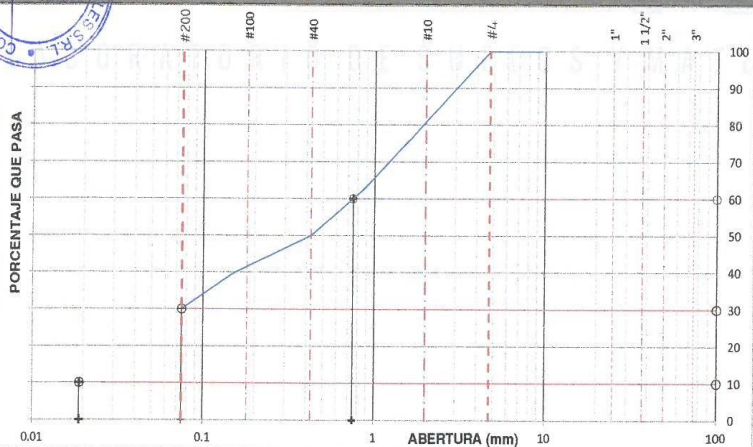
### TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	(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	267.5	19.1	80.9	
12	#20	0.850	260.1	18.6	62.3	
13	#40	0.425	171.6	12.2	50.1	
14	#100	0.150	144.7	10.3	39.8	
15	#200	0.075	135.3	9.7	30.1	
16	Fondo	0.075	421.8	30.1		

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,401 g
Peso muestra lavada y seca	979 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensavado < #4	1,401 g
Frac. equiv. < #200:	30.1%
422 g	
<b>MANUAL</b>	
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	39.474
Curvatura (Cc)	0.395
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Límite Líquido (LL)	38.28
Límite Plástico (LP)	29.53
Índice Plástico (IP)	8.75

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



<b>SUCS</b>	
<b>SM</b>	
<b>AASHTO</b>	
<b>A-2-4</b>	
<b>ÍNDICE GRUPO</b>	
<b>(0)</b>	
<b>DIÁMETROS</b>	
D <sub>60</sub>	Abertura
60	0.750 mm
30	0.075 mm
10	0.019 mm

### 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 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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 16-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 02

MUESTRA : 1

DESCRIPCION : SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN : DERECHO

TRAMO : PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA : KM: 1+660

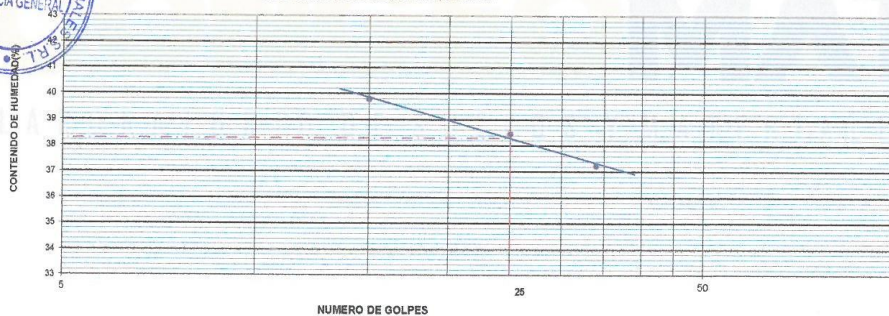
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				
		ID	C-06	C-11		C-13
Nº CAPSULA			C-06	C-11	C-13	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)		34.36	36.79	38.20	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		30.17	32.64	33.83	-
PESO DE AGUA	(g)		4.19	4.15	4.37	-
PESO DE LA TARA	(g)		19.64	21.85	22.09	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)		10.53	10.79	11.74	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		39.79	38.46	37.22	-
NUMERO DE GOLPES			15	25	34	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		ID	T-14	T-17	
Nº TARRO			T-14	T-17	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)		25.01	26.06	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)		23.65	24.88	-
PESO DE LA TARA	(g.)		19.05	20.88	-
PESO DEL SUELO	(g.)		1.36	1.18	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)		4.60	4.00	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		29.57	29.50	29.53

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	38.28
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.53
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.75

**OBSERVACIONES**

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

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustinza  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA: 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: DERECHO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+660

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	102.35	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	420.14	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	396.74	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	23.40	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	294.39	--	--
	Humedad	%	7.95	--	--
7	Humedad Promedio	%	7.95		



### 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 Bustinza  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 17-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02	MUESTRA : 1
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA	MARGEN: DERECHO
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)	PROGRESIVA: KM: 1+680

**COMPACTACIÓN**

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

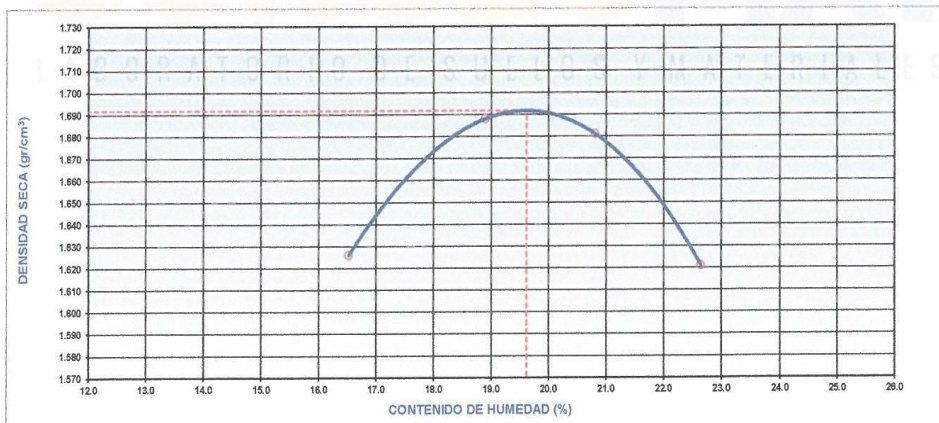
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5855	5977	6003	5956
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2057	2179	2205	2158
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.895	2.007	2.031	1.988
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.626	1.688	1.681	1.621

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	504.1	576.8	715.6	513.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	432.6	485.1	592.3	418.8
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	71.5	91.7	123.3	94.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	432.6	485.1	592.3	418.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.53	18.90	20.81	22.65

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.692	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.61
--	-------	---------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**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*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUENO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**FECHA:** 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 1+660

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACION:	SUCS	SM	AASHTO	A-2-4	PROCTOR	HO=19.61	MDS=1.692	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE03	26 GOLPES MOLDE08	55 GOLPES MOLDE05				
<b>DENSIDAD</b>									
<b>Condición de humedad</b>			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,846	12,040	12,058	12,184	11,988	12,058	
2	Peso del molde	g	7,914	7,914	7,963	7,963	7,980	7,980	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,124	2,124	2,107	2,107	1,985	1,985	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,932	4,126	4,093	4,221	4,006	4,076	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1,85	1,94	1,94	2,00	2,02	2,06	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	494,0	486,0	447,9	544,0	505,1	440,0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	412,4	386,3	374,6	441,0	422,2	362,5	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	81,7	99,8	73,3	103,0	82,9	77,6	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	412,4	386,3	374,6	441,0	422,2	362,5	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19,80	25,83	19,57	23,36	19,64	21,40	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1,545	1,544	1,625	1,624	1,687	1,691	

**PENETRACION**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)			
		DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD 5					
Área del pistón:					
20.42 cm <sup>2</sup>					
	0.000	0	0	0	0
	0.025	18	26	50	17
	0.050	46	78	108	45
	0.075	62	133	204	62
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	113	168	268	113
	0.150	143	230	462	142
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	199	301	542	198
	0.250	232	356	659	232
	0.300	255	404	740	254
	0.400	302	483	890	302
	0.500	374	593	1,077	373

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION:  $X^2 + 1,0000000 X - 0,760700$

**EXPANSION**

TIEMPO	LECTURA DIAL(Div):	ALTURAS							
		mm	%	mm	%				
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
19/03/22	9:30:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%
21/03/22	9:30:00 a.m.	48	43.00	36.00	30.00	1.09	0.94%	0.91	0.78%
23/03/22	9:30:00 a.m.	96	60.00	51.00	40.00	1.52	1.31%	1.30	1.11%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.54	1.62	1.69	Humedad óptima	19.61%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	7.6	11.9	21.7	MDS	1.692	100% MDS	21.7
Penetración: 0.2"	9.0	14.0	25.9	95 % de la MDS	1.607	95 % MDS	10.3

**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 Qulspe Bustinza  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P N° 151300

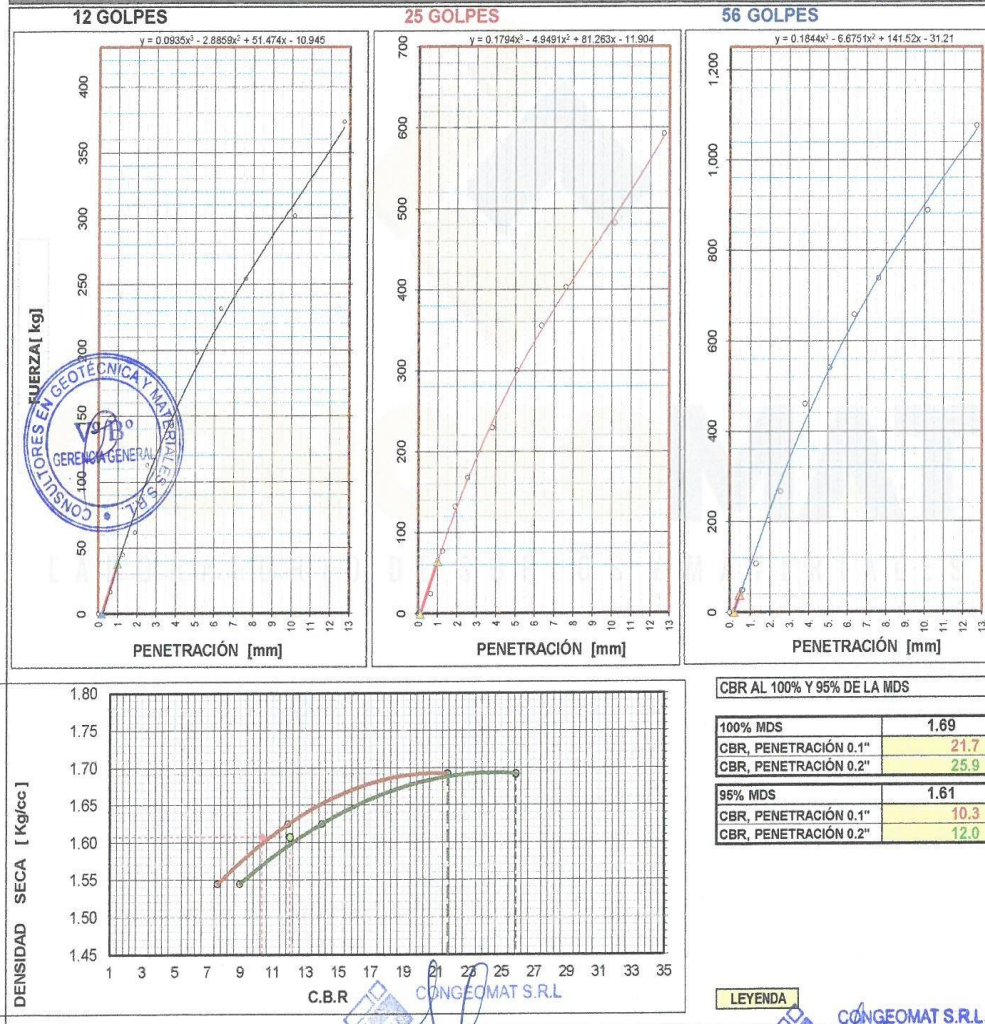
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO

**GRAFICA**



John Percy Paricahua Tintayá  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**FECHA:** 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** DERECHO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+660

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.95	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	69.90	--
7	Porcentaje de Finos	%	30.10	--
8	Limite liquido	%	38.28	--
9	Limite plástico	%	29.53	--
10	Indice de plasticidad	%	8.75	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.692	--
13	Optimo contenido de humedad	%	19.61	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	21.70	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	10.30	--

**OBSERVACIONES**

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



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



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



ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022

PUNO – PERÚ  
2022

# MUESTRA PATRON + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA



## 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA:** 15-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 02

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** DERECHO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+660

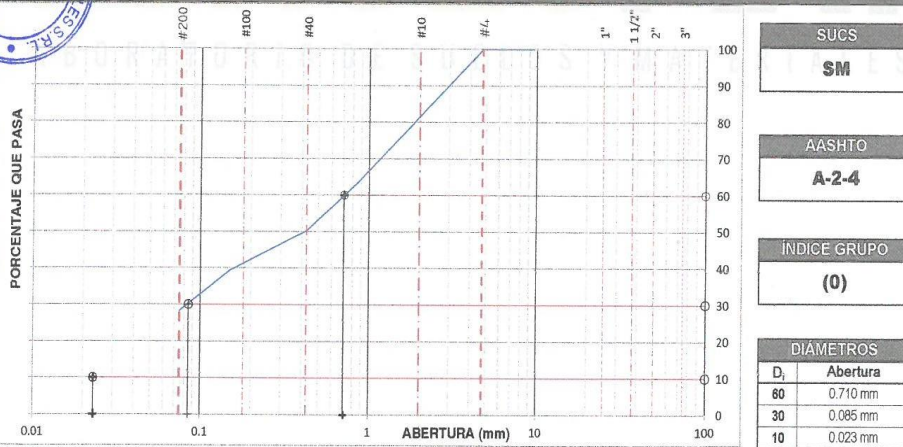
TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	ACUMULADO (%)		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	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	224.0	18.4	81.6			
12	#20	0.850	222.9	18.3	63.4			
13	#40	0.425	159.8	13.1	50.3			
14	#100	0.150	131.3	10.8	39.5			
15	#200	0.075	137.0	11.2	28.3			
16	Fondo	0.075	345.0	28.3				

RESUMEN	
DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,220 g
Peso muestra lavada y seca	875 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,220 g
Frac. equiv. < #200	28.3%
	345 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	30.870
Curvatura (Cc)	0.442
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL)	37.87
Limite Plástico (LP)	30.02
Indice Plástico (IP)	7.85



### 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 Bustinza  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 16-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN : SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO : PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN : DERECHO  
PROGRESIVA : KM: 1+660

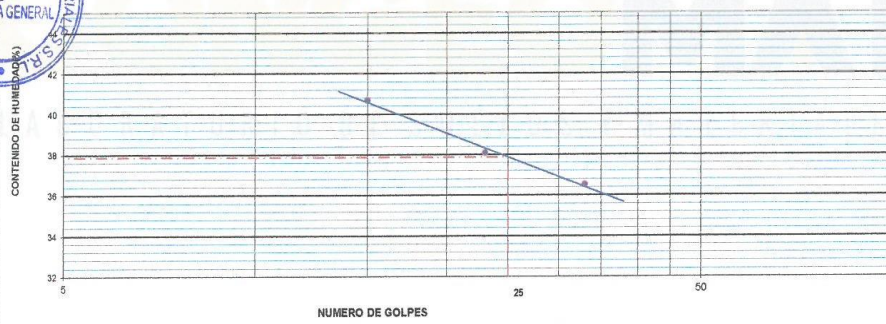
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-15	C-16	C-20	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.50	36.88	37.26	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.18	32.93	32.91	-
PESO DE AGUA	(g)	4.32	3.95	4.35	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.56	22.56	21.00	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.62	10.37	11.91	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.68	38.08	36.52	-
NUMERO DE GOLPES		15	23	33	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-22	T-21		
Nº TARRO	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	25.07	24.56	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	23.75	23.88	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.35	20.75	-	-
PESO DE AGUA	(g)	1.32	0.88	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.40	2.93	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.00	30.03	-	30.02

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	37.87
LIMITE PLÁSTICO (%)	30.02
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.85

**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 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
PROYECTO: DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA: 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: DERECHO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+660

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	96.37	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	347.47	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	329.45	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	18.02	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	233.08	--	--
6	Humedad	%	7.73	--	--
	Humedad Promedio	%	7.73		



### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

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

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



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO **FECHA:** 17-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 1+660

**COMPACTACIÓN**

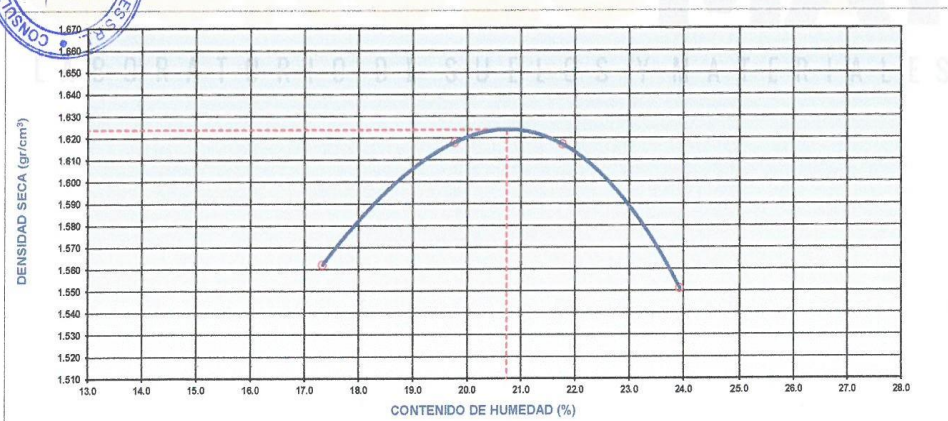
**MÉTODO DE COMPACTACIÓN:** "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA:** 25  
**NUMERO DE CAPAS:** 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5788	5902	5935	5885
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1990	2104	2137	2087
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.833	1.938	1.968	1.922
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.562	1.618	1.617	1.551

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

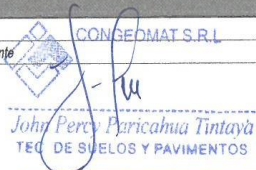
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	413.7	576.4	488.5	488.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	352.6	481.3	401.2	394.3
PESO DE LA TARA (gr)	61.1	95.1	87.3	94.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	352.6	481.3	401.2	394.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.33	19.77	21.76	23.93
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.624		<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> 20.73	

**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 Bustinza**  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**FECHA:** 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** DERECHO  
**PROGRESIVA:** KM: 1+660

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	SM	AASHTO	A-2-4	PROCTOR	HO=20.73	MDS=1.624	N°CAPAS	5	
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES			26 GOLPES			55 GOLPES		
			MOLDE06	MOLDE11	MOLDE12	MOLDE11	MOLDE12	MOLDE12	MOLDE12	MOLDE12	MOLDE12
<b>DENSIDAD</b>											
<b>Condición de humedad</b>				<b>Normal</b>	<b>Saturado</b>	<b>Normal</b>	<b>Saturado</b>	<b>Normal</b>	<b>Saturado</b>	<b>Normal</b>	<b>Saturado</b>
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,748	11,935	12,020	12,147	12,074	12,141	12,074	12,141	12,141
2	Peso del molde	g	8,006	8,006	8,062	8,062	7,948	7,948	7,948	7,948	7,948
3	Volumen del molde REG	cc	2,103	2,103	2,106	2,106	2,109	2,109	2,109	2,109	2,109
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,742	3,929	3,958	4,085	4,126	4,193	4,126	4,193	4,193
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.78	1.87	1.88	1.94	1.96	1.99	1.96	1.99	1.99
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	426.0	567.0	588.1	623.0	530.7	517.0	530.7	517.0	517.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	352.6	451.3	487.3	501.2	439.5	421.6	439.5	421.6	421.6
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	73.4	115.7	100.8	121.8	91.2	95.4	91.2	95.4	95.4
10	Peso de la capsula	g	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	352.6	451.3	487.3	501.2	439.5	421.6	439.5	421.6	421.6
10	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	20.81	25.64	20.69	24.30	20.75	22.63	20.75	22.63	22.63
13	Densidad seca, [5]/([11]/100)	g/cc	1.473	1.487	1.567	1.560	1.620	1.621	1.620	1.621	1.621

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
0.000	0	0	0	0		0				
0.025	24	47	89	23		46		88		
0.050	71	105	181	70		104		180		
0.075	118	177	304	117		176		303		
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	129	219	348	128	134*	218	208*	347	347*
	0.150	187	275	466	186		274		465	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	230	346	585	229	230*	345	344*	584	591*
	0.250	264	395	694	263		394		693	
	0.300	300	431	771	299		430		770	
	0.400	355	501	905	354		500		904	
	0.500	406	579	1,049	405		578		1,048	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN:  $X^2 + 1.00000000 X - 0.760700$

**EXPANSIÓN**

TIEMPO			LECTURA DIAL(Div)			ALTURAS							
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm		%		mm		%	
19/03/22	10:50:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
21/03/22	10:50:00 a.m	48	35.00	24.00	19.00	0.89	0.76%	0.61	0.52%	0.48	0.41%	0.48	0.41%
23/03/22	10:50:00 a.m	96	50.00	43.00	38.00	1.27	1.09%	1.09	0.94%	0.97	0.83%	0.97	0.83%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.48	1.56	1.62	Humedad óptima	20.73%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	9.3	14.5	24.1	MDS	1.624	100% MDS	24.1	27.4
Penetración: 0.2"	10.7	15.9	27.4	95 % de la MDS	1.543	95 % MDS	12.8	14.1

**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

  
**Albert 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-008  
Versión : 2.0  
Aprobado : Ene-21

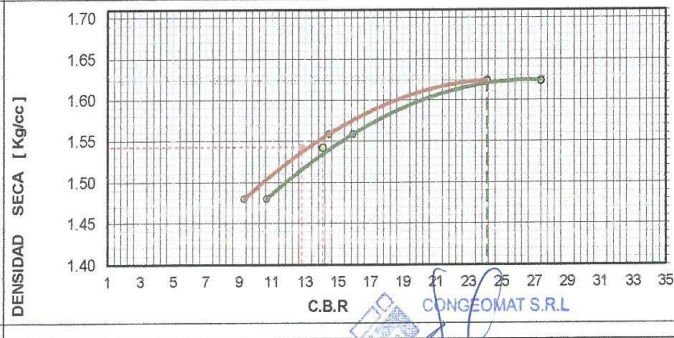
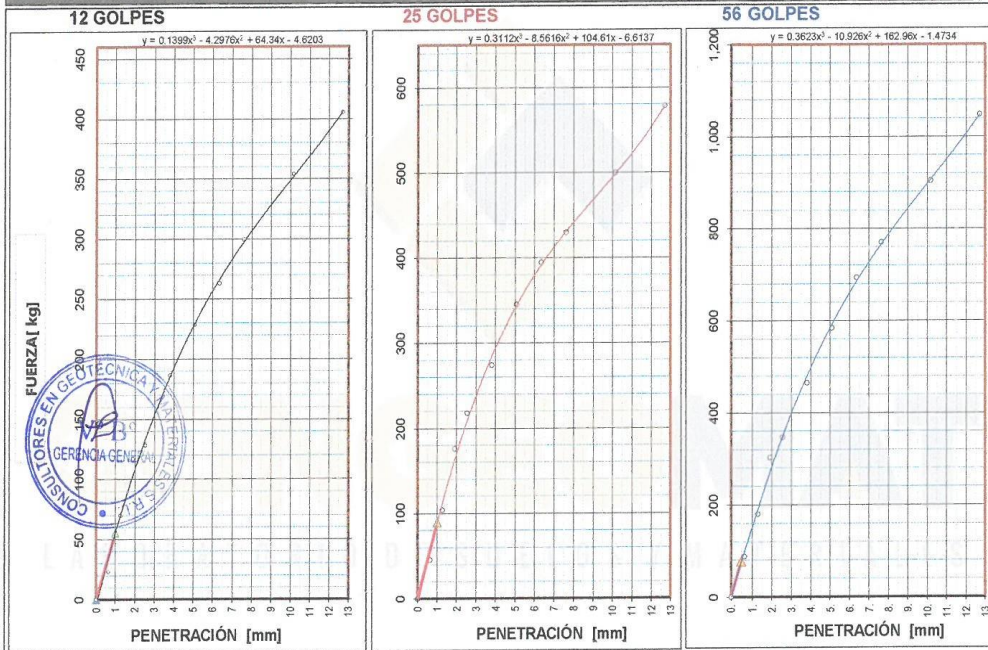
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCION: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: DERECHO

**GRAFICA**



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

<b>100% MDS</b>	<b>1.62</b>
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	24.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	27.4
<b>95% MDS</b>	<b>1.54</b>
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	12.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	14.1

LEYENDA CONGEOMAT S.R.L.

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

*Alberth 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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**FECHA:** 23-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02  
**MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA  
**MARGEN:** DERECHO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
**PROGRESIVA:** KM: 1+660

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.73	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	71.70	--
7	Porcentaje de Finos	%	28.30	--
8	Límite líquido	%	37.87	--
9	Límite plástico	%	30.02	--
10	Índice de plasticidad	%	7.85	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.624	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	20.73	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	24.10	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	12.80	--



**OBSERVACIONES**

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

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

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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

# **CALICATA C-03**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 19-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 0+750

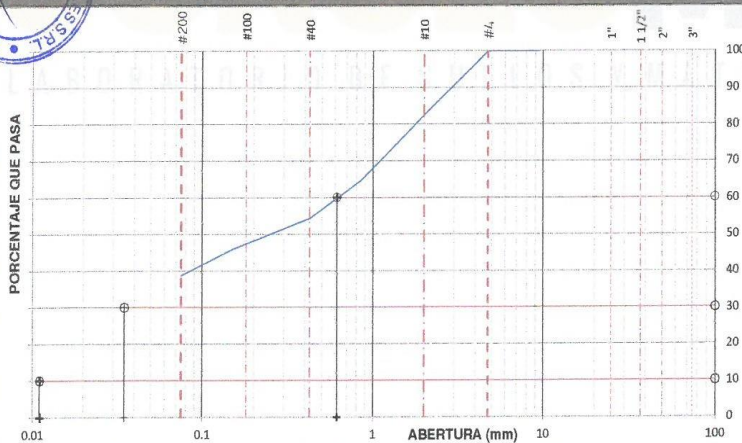
### TAMIZADO

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	188.7	17.5	82.5	
12	#20	0.850	192.6	17.8	64.7	
13	#40	0.425	111.6	10.3	54.4	
14	#100	0.150	91.8	8.5	45.9	
15	#200	0.075	77.7	7.2	38.7	
16	Fondo	0.075	417.6	38.7		

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,080 g
Peso muestra lavada y seca	662 g
Finos equiv. <#4	100.0%
Grava usada	0.0%
Finos ensayado < #4	1,080 g
Frac. equiv. < #200	38.7%
418 g	
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	55.909
Curvatura (Cc)	0.181
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Limite Líquido (LL)	46.50
Limite Plástico (LP)	28.61
Indice Plástico (IP)	17.89

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



<b>SUCS</b>	
<b>SM</b>	
<b>AASHTO</b>	
<b>A-7-6</b>	
<b>INDICE GRUPO</b>	
<b>(3)</b>	
<b>DIÁMETROS</b>	
D <sub>i</sub>	Abertura
60	0.615 mm
30	0.035 mm
10	0.011 mm

### 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 Bustinza  
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:20608413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 21-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN : SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO : PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN : IZQUIERDO  
PROGRESIVA : KM: 0+750

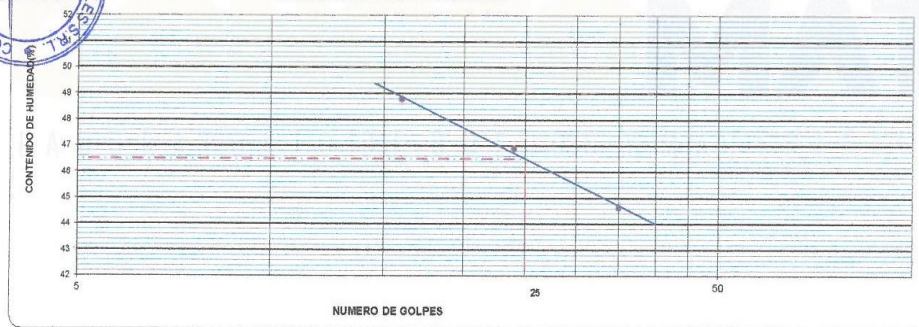
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-10	C-11	C-01	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	32.26	34.10	32.74	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	28.02	30.19	28.46	-
PESO DE AGUA	(g)	4.24	3.91	4.28	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.33	21.86	18.87	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.69	8.34	9.59	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.79	46.88	44.63	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	35	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-05	T-08		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	24.29	23.94	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	23.01	22.74	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.52	18.56	-	-
PESO DE AGUA	(g)	1.28	1.20	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.49	4.18	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.51	28.71	-	28.61

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	46.50
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.61
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.89

**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 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
PROYECTO: DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 0+750

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	88.63	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	426.94	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	401.27	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	25.67	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	312.64	--	--
6	Humedad	%	8.21	--	--
	Humedad Promedio	%	8.21		



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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 22-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 0+750

**COMPACTACIÓN**

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

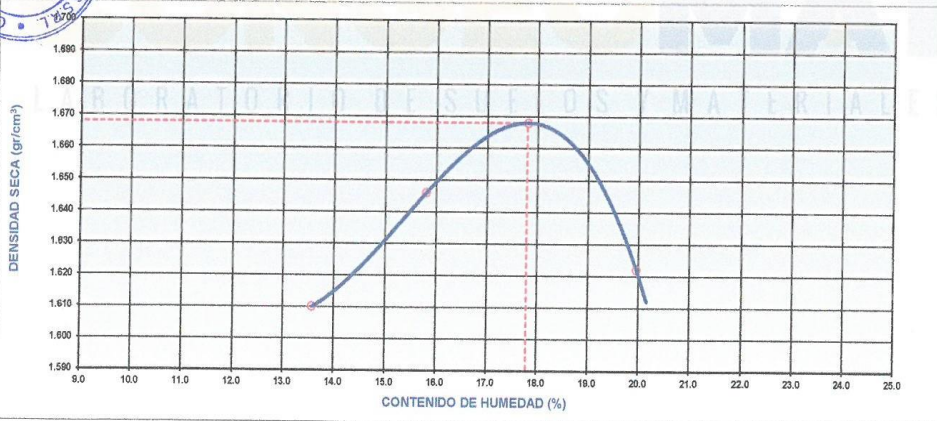
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5783	5868	5932	5910
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1985	2070	2134	2112
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.828	1.907	1.966	1.945
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.610	1.646	1.668	1.622

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	411.5	477.0	597.0	700.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	362.4	411.9	506.8	584.2
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	49.2	65.1	90.3	116.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	362.4	411.9	506.8	584.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.56	15.80	17.81	19.95


MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.668	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.79
--	-------	---------------------------------	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Paracahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Alberth Ysidro Quispe 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CANIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO **FECHA:** 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 0+750

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	SM	AASHTO	A-7-6	PROCTOR	HO=17.79	MDS=1.688	N°CAPAS	5
<b>N</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>UND</b>	<b>12 GOLPES</b>		<b>26 GOLPES</b>		<b>55 GOLPES</b>	
				<b>MOLDE16</b>		<b>MOLDE16</b>		<b>MOLDE01</b>	
<b>DENSIDAD</b>									
	<b>Condición de humedad</b>			<b>Normal</b>	<b>Saturado</b>	<b>Normal</b>	<b>Saturado</b>	<b>Normal</b>	<b>Saturado</b>
1	Peso suelo húmedo + molde	g		11,965	12,235	12,140	12,350		12,284
2	Peso del molde	g		8,180	8,180	8,141	8,141	7,891	7,891
3	Volumen del molde REG	cc		2,117	2,117	2,122	2,122	2,136	2,136
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g		3,785	4,055	3,999	4,209	4,168	4,393
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc		1.79	1.92	1.88	1.98	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		486.0	497.0	455.3	510.0	466.0	508.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g		412.4	395.6	386.5	408.7	395.6	412.4
9	Peso del agua, [7]-[8]	g		73.7	101.4	68.8	101.3	70.4	95.7
10	Peso de la capsula	g							
	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g		412.4	395.6	386.5	408.7	395.6	412.4
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%		17.86	26.63	17.80	24.79	17.78	23.20
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc		1.517	1.525	1.600	1.590	1.657	1.669

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)					
	pulg.	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0						
0.025	8	13	16	7			12		16	
0.050	17	24	35	16			23		34	
0.075	24	37	52	23			37		51	
70.5 kg-f/cm2	0.100	37	48	69	36	35*	47	46*	69	69*
0.150	49	64	100	49			64		99	
105.7 kg-f/cm2	0.200	59	75	111	58	58*	75	76*	110	113*
0.250	68	85	126	67			84		125	
0.300	75	94	140	74			93		140	
0.400	85	107	162	84			106		161	
0.500	102	119	180	102			118		179	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN:  $X^2 + 1.0000000 X - 0.760700$   $H_{suelo} = 116.6 \text{ mm}$

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
25/03/22	8:50.00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
27/03/22	8:50.00 a.m.	48	106.00	94.00	68.00	2.69	2.31%	2.39	2.05%	1.73	1.48%
29/03/22	8:50.00 a.m.	96	135.00	120.00	94.00	3.43	2.94%	3.05	2.61%	2.39	2.05%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.52	1.59	1.67	Humedad óptima	17.79%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	2.4	3.2	4.8	MDS	1.688	100% MDS	4.8	5.2
Penetración: 0.2"	2.7	3.5	5.2	95 % de la MDS	1.585	95 % MDS	3.1	3.3

**OBSERVACIONES**

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

John Percy Parícahua Tintaya  
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth 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

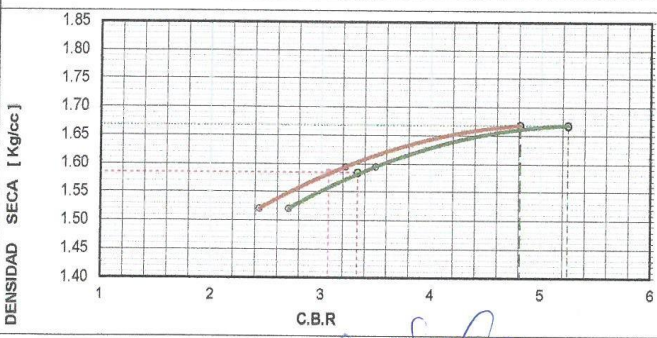
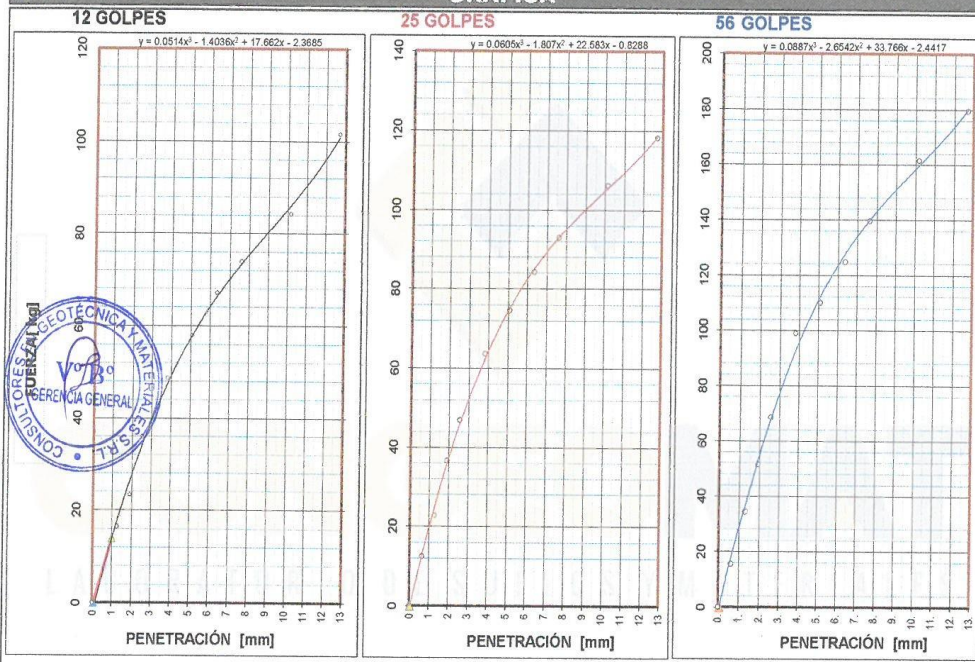
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON)  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.67
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	4.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	5.2
95% MDS	1.58
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	3.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	3.3

**LEYENDA**

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

CONGEOMAT S.R.L.  
 Alberth Ysidro Quspé 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 Niza. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20806413283

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

**FECHA:** 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON)

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 0+750

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.21	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(3)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	61.30	--
7	Porcentaje de Finos	%	38.70	--
8	Límite líquido	%	46.50	--
9	Límite plástico	%	28.61	--
10	Índice de plasticidad	%	17.89	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.668	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	17.79	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	4.80	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	3.10	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

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

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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

# **MUESTRA PATRON + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA**

**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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 19-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+750

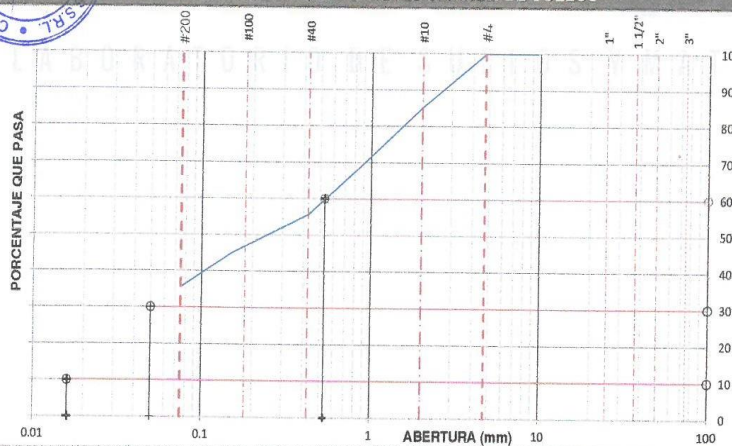
### TAMIZADO

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	198.0	14.8	85.2	
12	#20	0.850	220.2	16.5	68.7	
13	#40	0.425	173.4	13.0	55.7	
14	#100	0.150	140.8	10.6	45.1	
15	#200	0.075	126.6	9.5	35.6	
16	ondo	0.075	475.0	35.6		

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,334 g
Peso muestra lavada y seca	869 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,334 g
Frac. equiv. < #200:	35.6%
475 g	
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	33.188
Curvatura (Cc)	0.294
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Limite Líquido (LL)	38.73
Limite Plástico (LP)	28.99
Indice Plástico (IP)	9.74

### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



<b>SUCS</b>	
<b>SM</b>	
<b>AASHTO</b>	
<b>A-2-4</b>	
<b>ÍNDICE GRUPO</b>	
<b>(0)</b>	
<b>DIÁMETROS</b>	
D <sub>1</sub>	Abertura
60	0.531 mm
30	0.050 mm
10	0.016 mm

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

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

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispé 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.  
Julica: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20808413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUANO

FECHA : 21-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 03

MUESTRA : 1

DESCRIPCION : SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN : IZQUIERDO

TRAMO : PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA : KM: 1+750

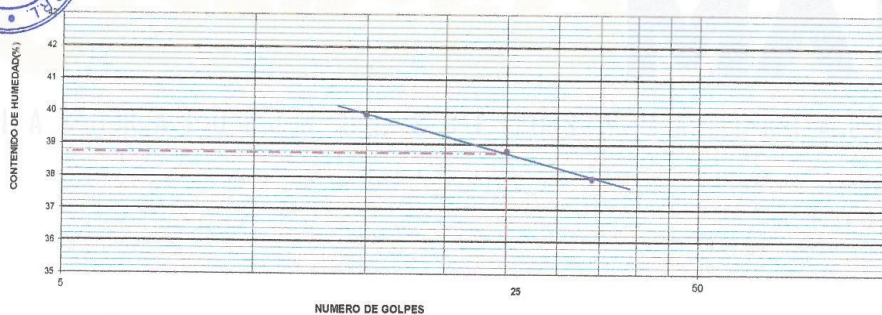
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		ID	C-02	C-07	
Nº CAPSULA					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.51	35.22	37.34	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.32	30.98	32.47	-
PESO DE AGUA	(g)	4.19	4.24	4.87	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.82	20.05	19.64	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.50	10.93	12.83	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.90	38.79	37.96	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	34	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-03	T-04		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.78	24.43	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.61	23.33	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	18.58	19.53	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.17	1.10	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.03	3.80	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.03	28.95	-	28.99

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	38.73
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.99
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.74

**OBSERVACIONES**

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

  
CONGEMAT S.R.L.  
John Percy Parcahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Bustinza  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
**PROYECTO:** DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO **FECHA:** 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 1+750

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	88.17	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	355.69	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	335.94	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	19.75	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	247.77	--	--
6	Humedad	%	7.97	--	--
	Humedad Promedio	%		7.97	



**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) 997164786  
 congeomat@gmail.com

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Niza. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20806413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 22-03-2022

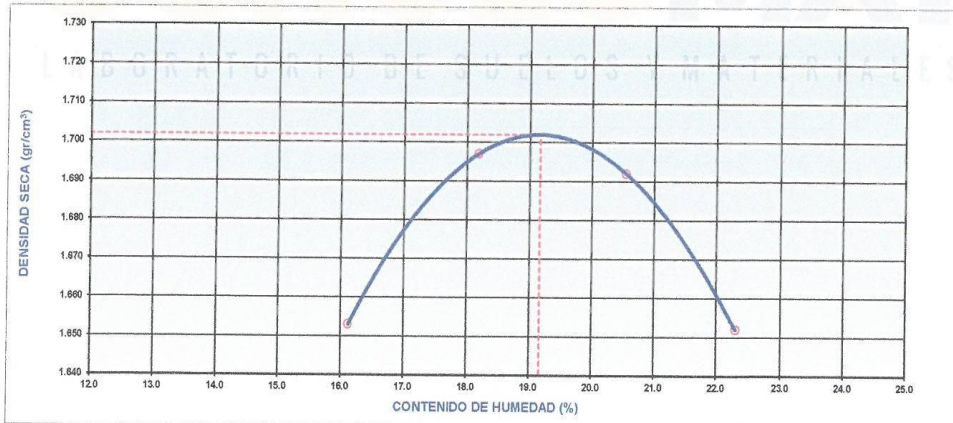
**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03 MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA MARGEN: IZQUIERDO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+750

**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)	5882	5975	6012	5991	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2084	2177	2214	2193	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.919	2.005	2.039	2.020	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.653	1.697	1.692	1.652	
RECIPIENTE	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	605.4	467.6	506.5	459.4	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	521.3	395.6	420.2	375.6	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	84.1	72.0	86.3	83.8	
PESO DE SUELO SECO (gr)	521.3	395.6	420.2	375.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.12	18.19	20.54	22.30	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.702		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.17

**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 Parichahua Tintaya*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUANO  
REGISTRO: C - 2022 - 184  
FECHA: 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA: 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 1+750

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	SM	AASHTO	A-2-4	PROCTOR	HO-19.17	MDS-1.702	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES			
			MOLDE02		MOLDE04		MOLDE03			
DENSIDAD										
Condición de humedad										
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,798	12,053	12,121	12,264	12,263	12,354		
2	Peso del molde	g	7,963	7,963	8,074	8,074	7,914	7,914		
3	Volumen del molde REG.	cc	2,116	2,116	2,133	2,133	2,124	2,124		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,835	4,090	4,047	4,190	4,349	4,440		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.81	1.93	1.90	1.96	2.05	2.08		
6	Id. Capsula		S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	420.0	650.0	575.2	488.0	477.9	525.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	352.6	512.3	482.6	395.2	401.2	432.5		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	67.4	137.7	92.6	92.8	76.7	92.5		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	352.6	512.3	482.6	395.2	401.2	432.5		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.10	26.87	19.19	23.48	19.12	21.39		
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.522	1.524	1.592	1.591	1.719	1.722		

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)			
	STANDARD	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0				
0.025	6	18	56	5			55	
0.050	14	51	105	13			104	
0.075	32	69	278	31			278	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	56	117	327	55	88*	121*	289*
0.150	123	175	381	122			380	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	172	245	492	171	180*	255*	511*
0.250	228	321	582	227			581	
0.300	244	378	683	243			682	
0.400	281	464	831	280			830	
0.600	328	537	915	327			914	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X<sup>2</sup> + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
25/03/22	9:40:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
27/03/22	9:40:00 a.m.	48	63.00	44.00	33.00	1.60	1.37%	1.12	0.96%	0.84	0.72%
29/03/22	9:40:00 a.m.	96	69.00	52.00	46.00	1.75	1.50%	1.32	1.13%	1.17	1.00%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.52	1.59	1.70	Humedad óptima	19.17%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	6.1	8.4	20.1	MDS	1.702	100% MDS	20.1
Penetración: 0.2"	8.3	11.8	23.7	95 % de la MDS	1.617	95 % MDS	10.2
							13.8

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Paracahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

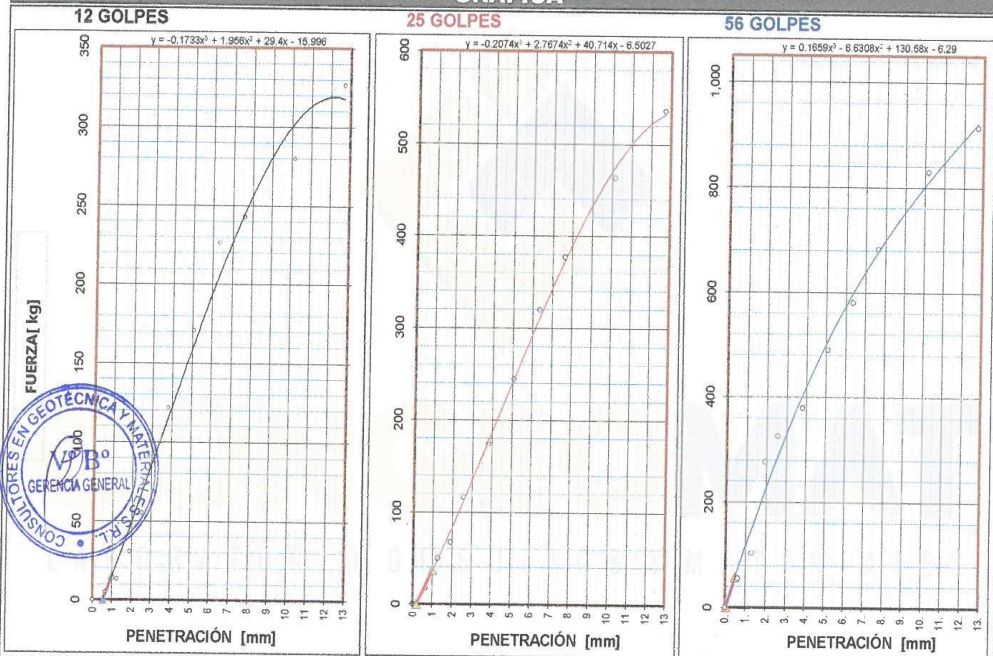
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
REGISTRO: C - 2022 - 184  
FECHA: 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA: 1  
MARGEN: IZQUIERDO

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.70
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	20.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	23.7
95% MDS	1.62
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	10.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	13.8

**LEYENDA**

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

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**FECHA:** 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 4% CENIZAS DE CAÑIHUA  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
**MUESTRA:** 1  
**MARGEN:** IZQUIERDO  
**PROGRESIVA:** KM: 1+750

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.97	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	64.40	--
7	Porcentaje de Finos	%	35.60	--
8	Límite líquido	%	38.73	--
9	Límite plástico	%	28.99	--
10	Índice de plasticidad	%	9.74	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	W <sub>max</sub> densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.702	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	19.17	--
14	CBR a 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	20.10	--
15	CBR a 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	10.20	--



**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Paricahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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



ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022

PUNO – PERÚ  
2022

# MUESTRA PATRON + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA



## 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA: 19-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

MUESTRA: 1

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

PROGRESIVA: KM: 1+750

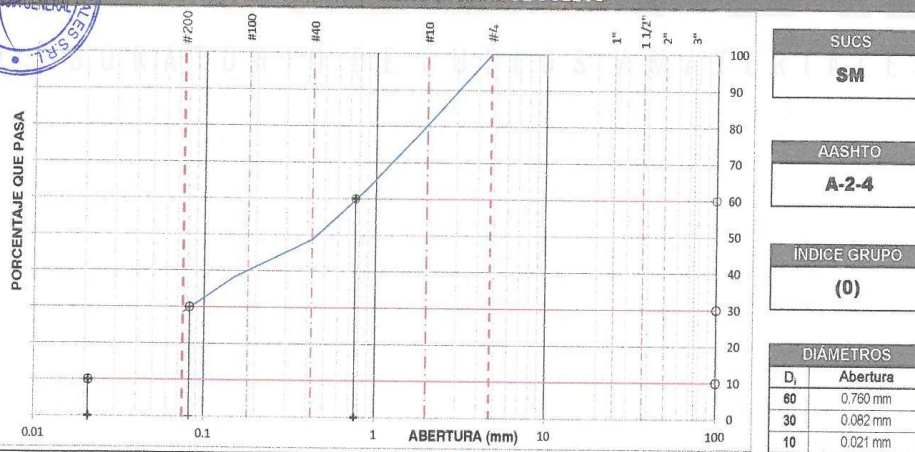
### TAMIZADO

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	232.9	19.6	80.4	
12	#20	0.850	219.3	18.4	62.0	
13	#40	0.425	156.5	13.2	48.8	
14	#100	0.150	123.9	10.4	38.4	
15	#200	0.075	116.9	9.8	28.6	
16	Fondo	0.075	340.5	28.6		

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,190 g
Peso muestra lavada y seca	860 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,190 g
Frac. equiv. < #200:	28.6%
	340 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	38.190
Curvatura (Cc)	0.421
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Limite Líquido (LL)	38.32
Limite Plástico (LP)	29.79
Indice Plástico (IP)	8.53

### 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 Paricoxua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberth Ysidro Quispe Blustinza  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 21-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO  
PROGRESIVA: KM: 1+750

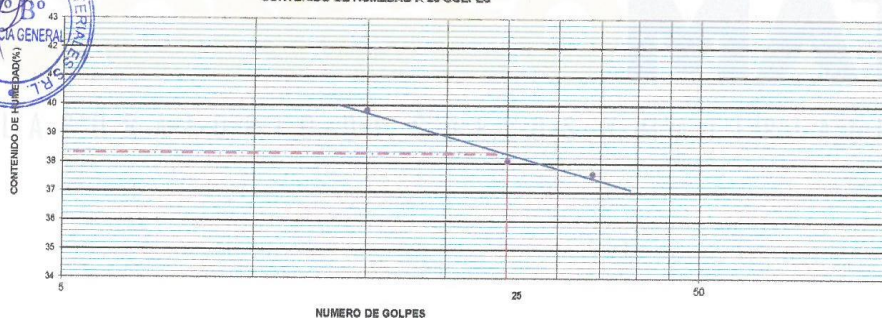
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		C-09	C-12	C-15	
Nº CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	37.02	33.30	34.08	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	32.60	29.90	30.11	-
PESO DE AGUA	(g)	4.42	3.80	3.97	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.50	19.52	19.58	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.10	9.98	10.55	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.82	38.08	37.63	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	34	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-13	T-18	T-25	
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	24.54	23.64	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.45	22.68	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.80	19.45	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.09	0.99	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.65	3.23	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.86	29.72	-	29.79

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	38.32
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.79
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.53

**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.  
*Alberto Ysidro Quispe Bastinza*  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
**PROYECTO:** DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO **FECHA:** 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 1+750

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	88.67	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	411.43	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	391.25	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	20.18	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	302.58	--	--
6	Humedad	%	6.67	--	--
	Humedad Promedio	%		<b>6.67</b>	



**OBSERVACIONES**

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

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

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Alberth 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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 22-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03 MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA MARGEN: IZQUIERDO  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+750

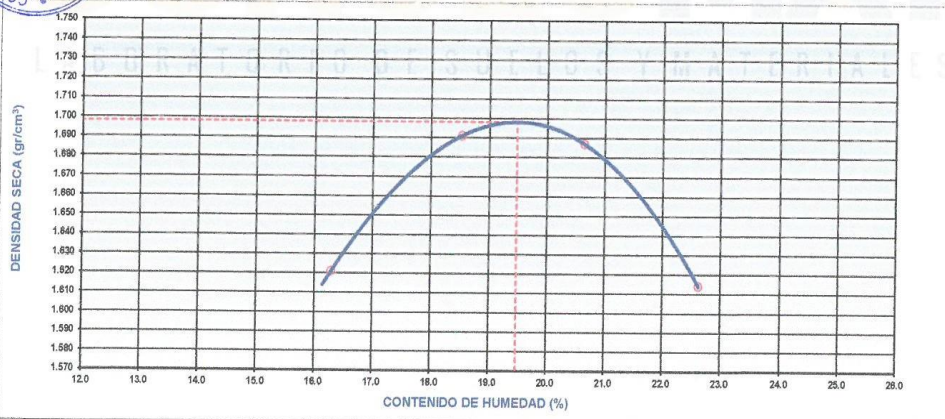
**COMPACTACIÓN**

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)	5845	5974	6008	5947	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2047	2176	2210	2149	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.885	2.004	2.036	1.979	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.621	1.691	1.687	1.614	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	495.8	423.1	505.2	625.9	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	426.4	356.9	418.8	510.4	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	69.5	66.2	86.5	115.5	
PESO DE SUELO SECO (gr)	426.4	356.9	418.8	510.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.29	18.54	20.64	22.62	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.698		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.48

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUANO **FECHA:** 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 1+750

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	SM	AASHTO	A-2.4	PROCTOR	HO-19.48	MDS-1.698	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES			
			MOLDE05		MOLDE12		MOLDE06			
CONDICIÓN DE HUMEDAD			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,712	11,895	12,048	12,165	12,265	12,345		
2	Peso del molde	g	7,980	7,980	7,948	7,948	8,006	8,006		
3	Volumen del molde REG:	cc	1,985	1,985	2,109	2,109	2,103	2,103		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,732	3,915	4,100	4,217	4,259	4,339		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.88	1.97	1.94	2.00	2.03	2.06		
6	Id. Capsula		S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	493.0	495.0	421.1	499.0	506.4	456.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	412.4	395.6	352.6	405.7	423.8	375.6		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	80.7	99.4	68.5	93.3	82.6	80.4		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	412.4	395.6	352.6	405.7	423.8	375.6		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.56	25.11	19.43	23.00	19.49	21.41		
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc	1.573	1.576	1.628	1.626	1.695	1.699		

**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					
20.42 cm2	0.025	14	29	65	13			28	
	0.050	50	77	165	50			76	154
	0.075	83	159	242	83			159	241
70.5 kg-f/cm2	0.100	110	187	302	109	109*	186	187*	301
	0.150	150	268	486	149		267		485
105.7 kg-f/cm2	0.200	191	316	572	190	191*	315	331*	571
	0.250	223	382	670	222		381		669
	0.300	251	448	795	251		447		794
	0.400	310	544	905	309		543		904
	0.500	366	642	986	365		641		985

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
25/03/22	10:30:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
27/03/22	10:30:00 a.m.	48	42.00	38.00	26.00	1.07	0.91%	0.97	0.83%	0.66	0.57%
29/03/22	10:30:00 a.m.	96	63.00	50.00	39.00	1.60	1.37%	1.27	1.09%	0.99	0.85%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.57	1.63	1.70	Humedad óptima	19.48%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	7.6	13.0	22.6	MDS	1.698	100% MDS	22.6	27.1
Penetración: 0.2"	8.9	15.3	27.1	95 % de la MDS	1.613	95 % MDS	11.5	13.5

**OBSERVACIONES**

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

  
John Percy Parichhua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C-2022-184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03

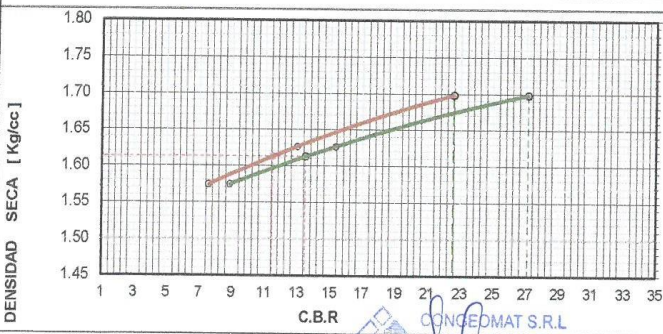
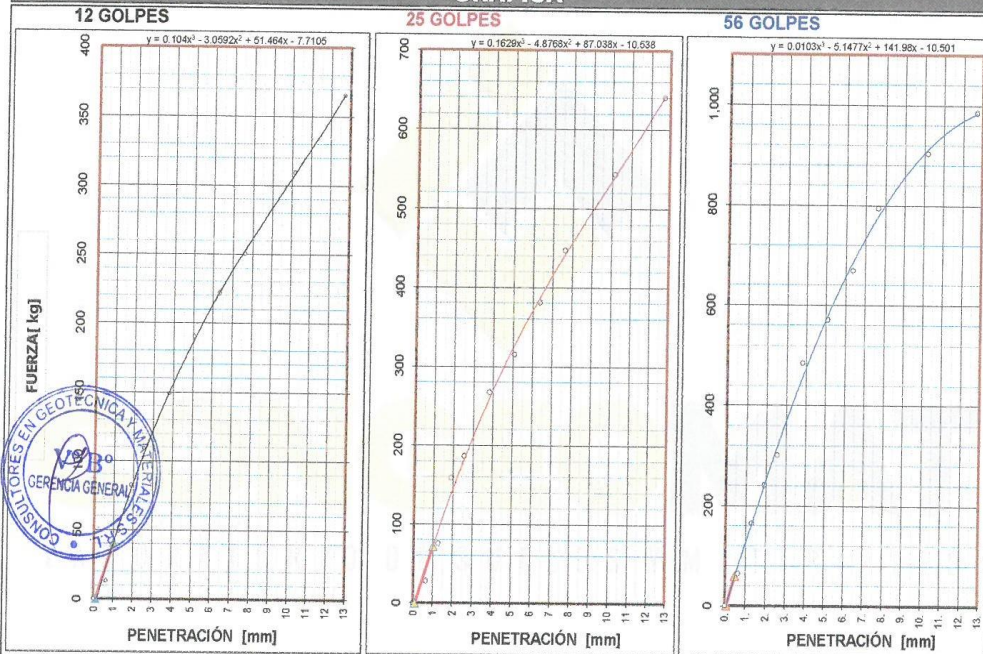
MUESTRA : 1

DESCRIPCION: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

MARGEN: IZQUIERDO

TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.70
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	22.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	27.1
95% MDS	1.61
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	11.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	13.5

LEYENDA CONGEOMAT S.R.L.

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

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**FECHA:** 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 8% CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+750

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	6.67	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2.4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	71.40	--
7	Porcentaje de Finos	%	28.60	--
8	Límite líquido	%	38.32	--
9	Límite plástico	%	29.79	--
	Índice de plasticidad	%	8.53	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.698	--
13	Óptimo contenido de humedad	%	19.48	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	22.60	--
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



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



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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

# **MUESTRA PATRON + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA**

## 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA:** 19-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12%  
CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+750

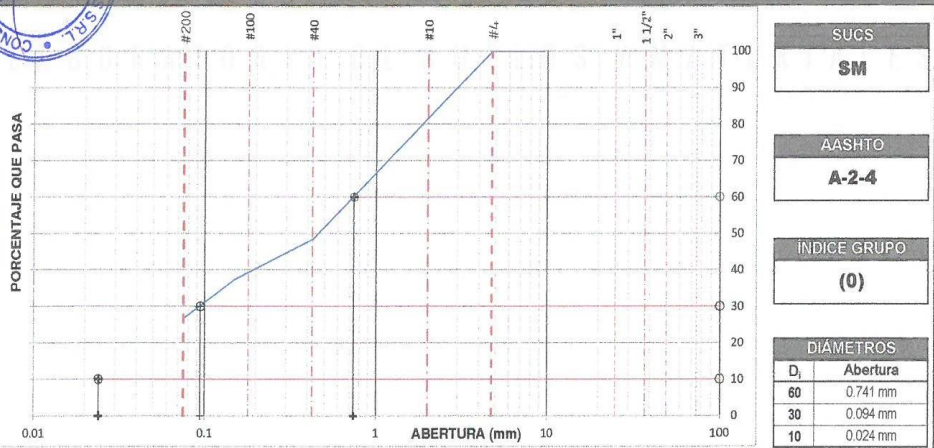
### TAMIZADO

N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)	
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	SUELO		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	214.5	18.3	81.7			
12	#20	0.850	216.6	18.5	63.2			
13	#40	0.425	171.6	14.7	48.5			
14	#100	0.150	129.5	11.1	37.4			
15	#200	0.075	124.4	10.6	26.8			
16	Fondo	0.075	313.4	26.8				

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,170 g
Peso muestra lavada y seca	856 g
Finos equiv. <#4: 100.0%	1,170 g
Grava usada 0.0%	0 g
Fino ensavado < #4	1,170 g
Frac. equiv. < #200	26.8%
	314 g
<b>MANUAL</b>	
TIPO DE TAMIZADO	#4
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	30.875
Curvatura (Cc)	0.497
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Limite Líquido (LL)	37.60
Limite Plástico (LP)	29.94
Indice Plástico (IP)	7.66

### 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 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 Niza. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE : FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

FECHA : 21-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03 MUESTRA : 1  
 DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA MARGEN: IZQUIERDO  
 TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) PROGRESIVA: KM: 1+750

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-20	C-22	C-21	-
N° CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.15	33.81	36.05	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.18	29.88	31.48	-
PESO DE AGUA	(g)	3.97	3.93	4.57	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.00	19.46	19.02	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.18	10.42	12.46	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.00	37.72	36.68	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	35	-

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-19	T-17	-	-	
N° TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.38	25.08	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.38	24.11	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.03	20.88	-	-	-
PESO DE AGUA	(g.)	1.00	0.97	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.35	3.23	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.85	30.03	-	-	29.94

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	37.60
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.94
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.66

**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 Guispá Bustinza  
 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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS  
**PROYECTO:** DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUÑO

**FECHA:** 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+750

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	86.35	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	313.89	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	298.65	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	15.24	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	212.30	--	--
6	Humedad	%	7.18	--	--
7	Humedad Promedio	%	7.18		



### CONSERVACIONES

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 Qulspe Bustinza  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151300

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN :** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO :** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA :** 22-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA :** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 1+750

**COMPACTACIÓN**

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

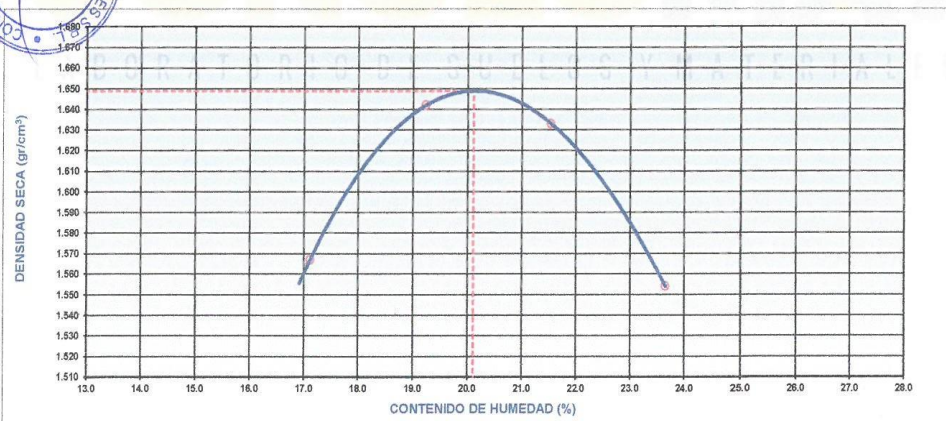
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5790	5924	5953	5884
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1992	2126	2155	2086
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.835	1.958	1.985	1.921
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.567	1.642	1.633	1.554

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	610.9	588.1	512.7	489.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	521.6	493.2	421.9	395.6
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	89.3	94.9	90.9	93.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.11	19.23	21.54	23.65

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.649	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	20.11
---	-------	--	-------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

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

  
**CONGEMAT S.R.L.**  
  
 John Percy Parichagua Tintaya  
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 184  
**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO **FECHA:** 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03 **MUESTRA:** 1  
**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA **MARGEN:** IZQUIERDO  
**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12) **PROGRESIVA:** KM: 1+750

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	SM	AASHTO	A-2-4	PROCTOR	HC-20.11	MDS=1.649	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES			26 GOLPES			55 GOLPES
			MOLDE09			MOLDE13			MOLDE14
DENSIDAD									
	Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,653	11,842	11,653	11,752	11,845	11,912	
2	Peso del molde	g	7,830	7,830	7,598	7,598	7,674	7,674	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,114	2,114	2,108	2,108	2,111	2,111	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,823	4,012	4,055	4,154	4,171	4,238	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.81	1.90	1.92	1.97	1.98	2.01	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	439.0	517.0	516.3	437.0	508.5	636.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	365.2	412.9	429.7	352.6	423.6	520.1	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	73.8	104.2	86.7	84.4	84.9	115.9	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	365.2	412.9	429.7	352.6	423.6	520.1	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	20.20	25.23	20.17	23.93	20.05	22.27	
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc	1.505	1.516	1.601	1.590	1.646	1.642	

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
0.000	0	0	0	0		0				
0.025	32	53	83	31		52		82		
0.050	85	132	151	84		131		150		
0.075	114	196	290	113		195		289		
70.5 kg-f/cm2	0.100	186	294	353	185	156*	293	257*	352	373*
	0.150	215	329	546	214		328		545	
105.7 kg-f/cm2	0.200	253	400	605	252	258*	399	394*	604	638*
	0.250	288	418	752	287		417		751	
	0.300	319	465	801	318		464		800	
	0.400	386	512	964	385		511		963	
	0.500	425	601	1,085	424		600		1,084	

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO			LECTURA DIAL(Div): 0.001*			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
25/03/22	11:15:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
27/03/22	11:15:00 a.m	48	33.00	20.00	16.00	0.84	0.72%	0.51	0.44%	0.41	0.35%
29/03/22	11:15:00 a.m	96	46.00	37.00	30.00	1.17	1.00%	0.94	0.81%	0.76	0.65%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
				Humedad óptima	20.11%	Penetración	0.1 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
Densidad Seca prom.	1.51	1.60	1.65	MDS	1.649	100% MDS	25.9	29.8
Penetración: 0.1"	10.8	17.8	25.9	95 % de la MDS	1.666	95 % MDS	14.7	14.5
Penetración: 0.2"	12.0	18.3	29.6					

**OBSERVACIONES**

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

  
**John Perry Parichima Tintaya**  
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Alberth Ysidro Quispe Bustinza**  
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 151390

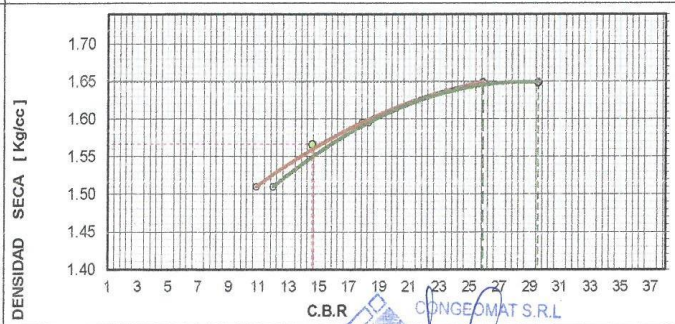
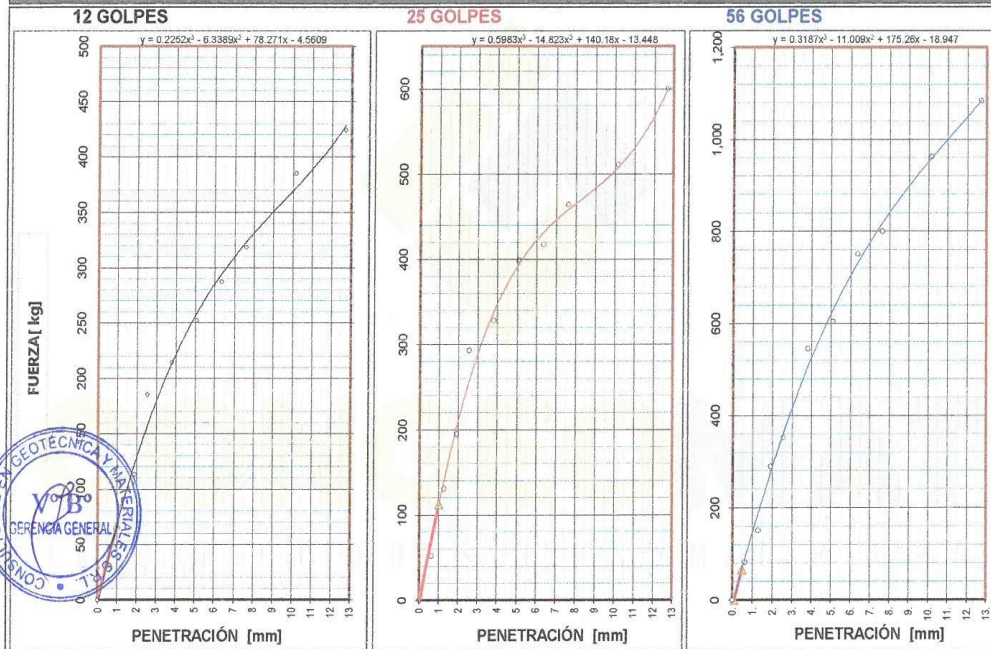
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 29-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCION: SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1  
MARGEN: IZQUIERDO

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.65
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	25.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	29.6
95% MDS	1.57
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	14.7
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	14.5

LEYENDA CONGEOMAT S.R.L.

*John Percy Paracahua Tintayá*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

## RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F - 019  
Versión : 2.0  
Aprobado : Ene-21

### DATOS GENERALES

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA:** 29-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** CALICATA 03

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** SUELO NATURAL (SUELO PATRON) + 12% CENIZAS DE CAÑIHUA

**MARGEN:** IZQUIERDO

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**PROGRESIVA:** KM: 1+750

### RESUMEN DEL ESTRATO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.18	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	SM	ARENA LIMOSA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-2-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(0)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	73.20	--
7	Porcentaje de Finos	%	26.80	--
8	Limite líquido	%	37.60	--
9	Limite plástico	%	29.94	--
10	Indice de plasticidad	%	7.66	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Massa densidad seca	gr/cm3	1.649	--
13	Optimo contenido de humedad	%	20.11	--
14	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	25.90	--
15	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	14.70	--

### OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

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

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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

# **CENIZAS DE CAÑIHUA**

**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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**FECHA:** 11-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**MUESTRA:** 1

**DESCRIPCIÓN:** CENIZAS DE CAÑIHUA

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

### TAMIZADO

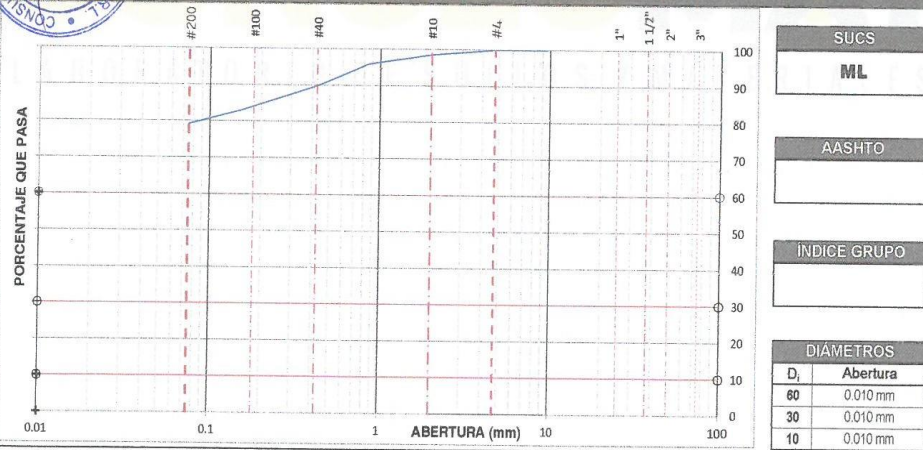
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0	NP
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0	NP
11	#10	2.000	18.4	1.4	98.6	NP
12	#20	0.850	34.6	2.7	95.9	
13	#40	0.425	77.0	6.0	89.8	
14	#100	0.150	89.0	7.0	82.9	
15	#200	0.075	46.8	3.7	79.2	
16		0.075	1.014.2	79.2		

### RESUMEN

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,280 g
Peso muestra lavada y seca	266 g
Finos equiv. < #4	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,280 g
Frac. equiv. < #200	79.2%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Limite Líquido (LL)	NP
Limite Plástico (LP)	NP
Indice Plástico (IP)	NP



### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



### OBSERVACIONES

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

John Percy Raricahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth 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



**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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
REGISTRO : C - 2022 - 184  
FECHA : 12-03-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
DESCRIPCIÓN: CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)  
MUESTRA : 1

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº CAPSULA	ID		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	NP	
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			

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº TARRO	ID		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	NP	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)		
PESO DE LA TARA	(g.)		
PESO DEL SUELO SECO	(g.)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NUMERO DE GOLPES
52	
51	
50	
49	
48	
47	
46	
45	
44	
43	
42	
5	



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 Percy Paricashua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Alberth Ysidro Quispe Bustinza*  
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 SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 184

SOLICITANTE: FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

FECHA : 10-03-2022

### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO MUESTRA : 1  
DESCRIPCIÓN: CENIZAS DE CAÑIHUA  
TRAMO: PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	91.34	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	392.63	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	388.94	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	3.89	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	297.60	--	--
6	Humedad	%	1.24	--	--
	Humedad Promedio	%		1.24	

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 Tintayá*  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTE EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

**LUGAR:** SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTE:** FREDY YOEL YUCRA YAGUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 184

**FECHA:** 10-03-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**DESCRIPCIÓN:** CENIZAS DE CAÑIHUA

**TRAMO:** PROLONGACIÓN AV. TRIUNFO (CUADRA 10, 11 Y 12)

**MUESTRA:** 1

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	1.24	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
3	Clasificación de suelos AASTHO	--		
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(9)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	20.80	--
7	Porcentaje de Finos	%	79.20	--
8	Límite líquido	%	NP	--
9	Límite plástico	%	NP	--
10	Índice 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

  
John Perry Parichahua Tintayá  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

**Anexo 4**  
**Panel fotográfico**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

"Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022"



Foto N° 01



Foto N° 02

RECOLECCION DE CAÑIHUA TARACO – HUANCANE-PUNO 2022



Foto N° 03



Foto N° 04

SE RECOLECTO 250KG DE CAÑIHUA PARA LUEGO INCINERARLOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

"Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022"



Foto N° 05



Foto N° 06

SE CALCINO A UNA TEMPERATURA DE 63.5°C EN LA FOTO N°6 EL PROCIDCTO DE LA CENIZA



Foto N° 07



Foto N° 08

UBICACIÓN DE LAS CALICATAS 1 Y 2 DE VIAS NO PAVIMENTADAS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

"Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022"



Foto N° 09



Foto N° 10

UBICACIÓN DE LA CALICATA 3, LUEGO SE LLEVO A LABORATORIO LAS MUESTRAS



Foto N° 11



Foto N° 12

SE REALIZO LA PREPARACION DE LA MUESTRA Y EL CUARTEO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

"Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022"



Foto N° 13



Foto N° 14

ENSAYOS DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG



Foto N° 15



Foto N° 16

ENSAYO DE LIMITE PLASTICO Y CONTENIDO DE HUMEDAD







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

"Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022"



Foto N° 21



Foto N° 22

ENSAYO DE CBR PARA CALCULAR SU CAPACIDAD DE SOPORTE



Foto N° 23



Foto N° 24

ENSAYO DE CBR.

## **Anexo 5**

### **Resultados de ensayos de laboratorio de las cenizas de cañihua**



LABORATORIO AMBIENTAL DE  
AGUA SUELOS Y MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS  
Fito - Químico - Microbiológico  
Agua, suelos, alimentos  
Medio ambiente  
Mecánica de suelos y otros.



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE MUESTRA DE CENIZA DE CAÑIHUA

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZAS DE CAÑIHUA PARA SUBRASANTES EN VIAS NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PUNO, 2022

PROCEDENCIA : DISTRITO TARACO – PROVINCIA HUANCANE – DEPARTAMENTO DE PUNO  
INTERESADO : FREDY YOEL YUCRA YAGUNO  
MOTIVO : ANALISIS FISICO-QUIMICO  
FECHA DE MUESTREO : 10/03/2022. (por el interesado)  
FECHA DE ANALISIS : 11/03/2022.  
TOTAL DE MUESTRAS : 01 MUESTRA.

**CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Aspecto : Sólido  
Color : Negro  
Cantidad : 400gr

**MUESTRA 01:**

**CARACTERISTICAS FISICOS:**

pH		8.38
C.E	mS/cm	12.34

**CARACTERISTICAS QUIMICOS:**

Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	ppm	1197.00
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	ppm	3872.23
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	ppm	84.00
Calcio (como Ca <sup>++</sup> )	ppm	296.40
Solidos Disueltos Totales	g/l	9.67

**INTERPRETACION:**

El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



## **Anexo 6**

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



**ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS COHESIVOS CON  
CENIZAS DE CAÑIHUA  
PARA SUBRASANTE EN  
VÍAS NO PAVIMENTADAS  
DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, PUNO, 2022**

# **CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**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  
Resolución** 1 g

**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 INM, INDECOPI, 3era edición Enero  
2009 y la Norma Metroológica Peruana Instrumentos de Pesaje de  
Funcionamiento No Automático (NMP 005-2009)

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  
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 Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**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-021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-021

**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	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.1	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.1	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.1	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.1	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.1	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12

Carga (g)	Diferencia Máxima Autorizada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5

CONGRUENCIA 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 Arévalo Carnica  
 METROLOGÍA







CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0750-046-2021

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 0750-046-2021

Intervalo de indicación 3100 g

División de escala 0.01 g  
Resolución

División de verificación 0.01 g  
(e)

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 de Funcionamiento no  
Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM, INACOPI, 3era edición Enero  
2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de  
Funcionamiento No Automático (NMP 002-2009)

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 en 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 las 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.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-3680 / 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

Página 2 de 3

**Arso 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	-0.007	1000	0.004	-0.007
10	500.0	0.005	-0.003	1000	0.004	-0.008
<b>Carga (g)</b>	<b>Diferencia Máxima Encuentra (g)</b>			<b>Error Máximo Permitido (g)</b>		
500	0			0.05		
1000				0.3		



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vfv. 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 Aravalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENRICIDAD**

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	-0.001	-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						0.1
10.00	10.00	0.006	0.004	0.004	10.00	0.005	-0.001	0.004	0.1
50.00	50.00	0.002	-0.005	0.003	50.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
100.00	100.00	0.002	0.004	0.005	100.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
500.00	500.00	0.009	0.004	0.008	500.00	0.005	0.005	0.001	0.1
800.00	800.00	0.004	0.008	0.002	800.00	0.004	-0.004	0.003	0.1
1000.00	1000.00	0.005	0.008	0.003	1000.00	0.007	0.004	0.004	0.1
1500.00	1500.00	0.004	0.004	0.005	1500.00	0.005	-0.03	-0.002	0.1
3000.00	3000.00	0.009	0.004	0.004	3000.00	0.003	-0.008	-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 corrección

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición:  $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.000002 \text{ g}^2 + 0.0000025259908 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida:  $R_{\text{Corregida}} = R + 139.069373490 \text{ R}$

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 las balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica 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° 0751-046-2021

Página 1 de 5

**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 **HORNO DE LABORATORIO**

Identificación 0751-046-2021

Marca ARSOU

Modelo HR701

Serie 1201

Cámara 80 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

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

Ubicación

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración  
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms 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 y 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 Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



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

Página 2 de 5

**Arso 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	110.5	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	110.1	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	110.1	110.1	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	110.6	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	110.1	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	110.2	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	110.3	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	110.1	110.1	110.3	110.5	0.7
00:26	110	110.8	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.1	110.1	110.6	110.5	110.3	0.8
00:28	110	110.9	110.6	110.5	110.0	110.8	110.3	110.1	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	110.1	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	110.1	110.1	110.2	110.7	110.6	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.2	110.4	110.4	110.1	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	110.1	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	110.1	110.8	110.5	110.0	110.3	110.5	0.9
00:44	110	110.6	110.1	110.5	110.4	111.0	110.5	110.3	110.8	110.2	111.0	110.5	0.9
00:46	110	110.9	110.8	110.5	110.5	110.7	110.1	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	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	110.9	111.0	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.
- T<sub>max</sub> Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas por 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



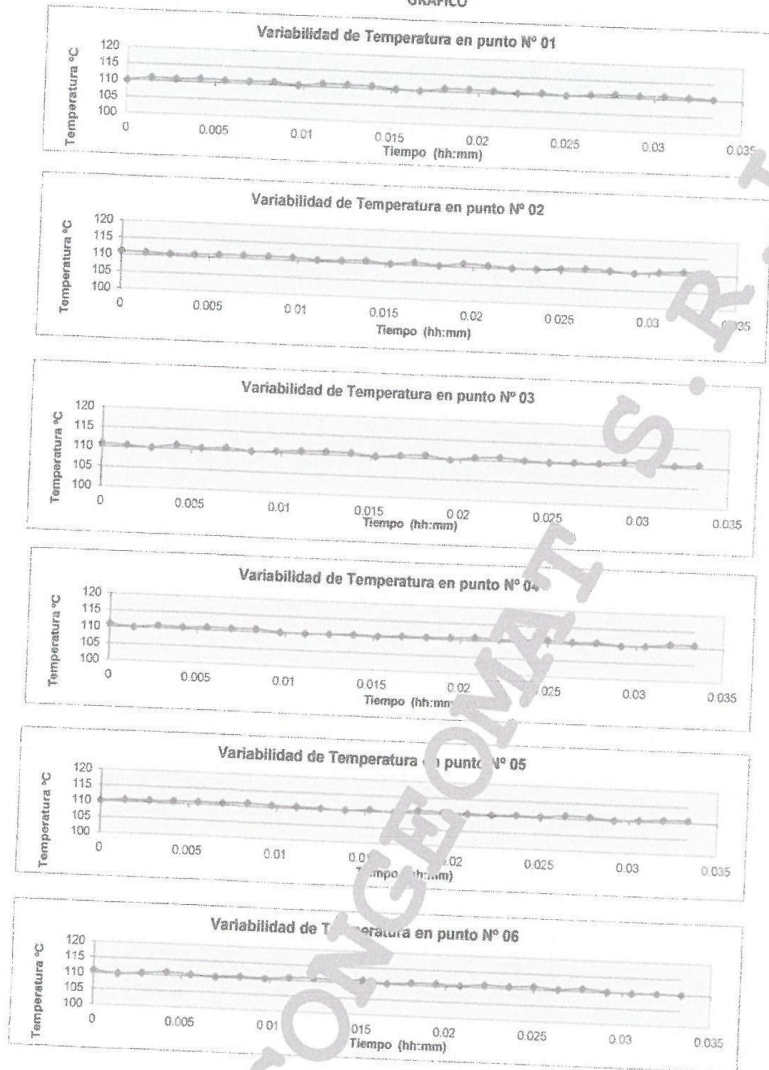
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



CONGEOFORMAT S.R.L.

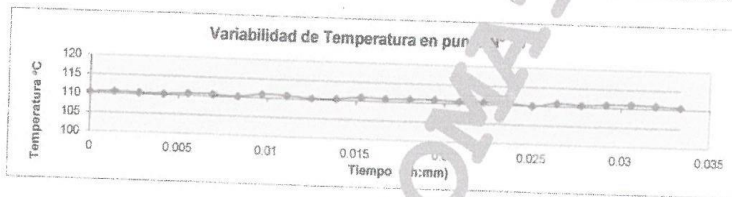
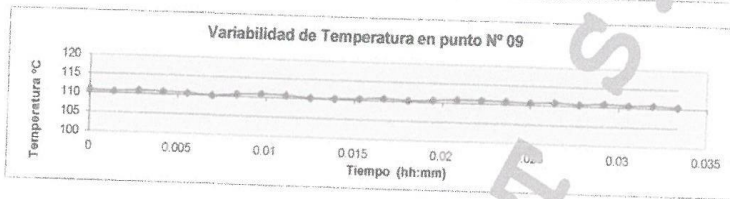
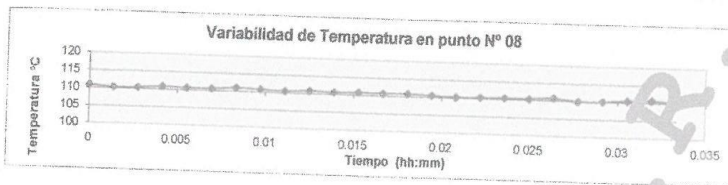
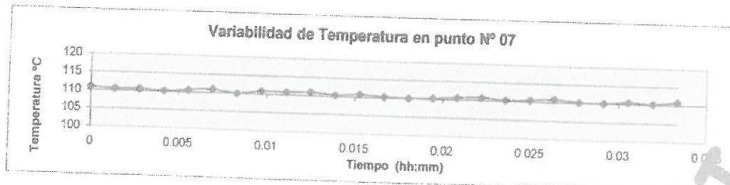
**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



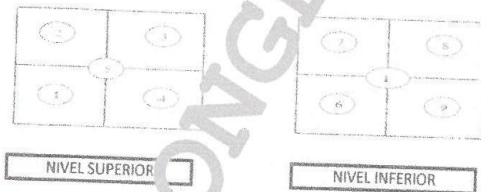
ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnelea  
METROLOGÍA



Arsou Group  
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

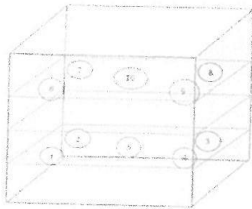


ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión  
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 "CALIP" "00"

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 Carolea  
METROLOGÍA





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-014-2022

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/02/23
Solicitante	<b>CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	<b>PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA</b>
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	LABORATORIO DE SUELOS JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Fecha de calibración	2022/02/23

**Método/Procedimiento de calibración**  
El procedimiento toma como referencia 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 Martin 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° LFP-014-2022

Página 2 de 3

**Arso 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	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO	ERROR	RPTBLD
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR	ERROR (2)			
Kg	Kg	Kg	%	%	Kg	Ep	Rp
500	499,9	498,9	-0,02	-0,22	499,4	-0,12	0,14
1000	999,6	997,4	-0,04	-0,24	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**

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



CONGRUO



**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**

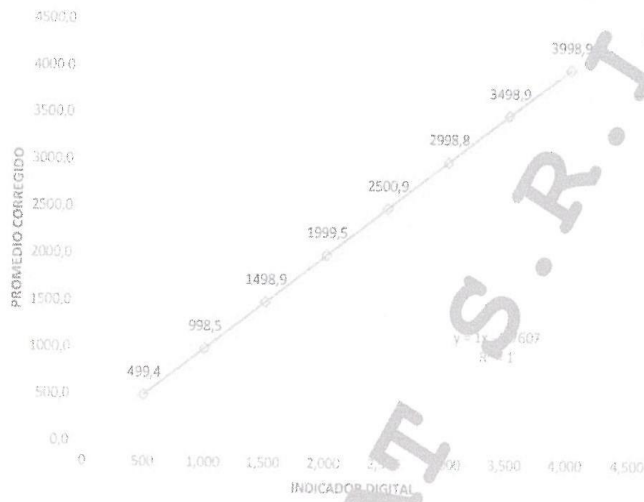
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión  
**METROLOGÍA**



**Arso 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 en el instrumental.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**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 Carrión  
METROLOGÍA



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

Página 1 de 2

**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 **DÍAL INDICADOR**

Identificación NO INDICA

Marca INSIZE

Modelo 2307-1

Serie 3131

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 diámetro 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 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.



CONGEOMAT



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.  
  
Hugo Luis Arévalo Carrión  
METROLOGÍA



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	0,6697	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

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- 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 Carrión  
METROLOGÍA



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

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/02/23	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 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.
Solicitante	<b>CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>	
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
Instrumento de medición	<b>DÍAL INDICADOR</b>	
Identificación	NO INDICA	
Marca	INSIZE	
Modelo	2307-1	
Serie	3370	
Rango	1 in	
Sensibilidad	0.001 in	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS	Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.
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 mediciones al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.	



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 Carneal*  
METROLOGÍA



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	0,9831	-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: +51 301-3680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-052-2022

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 **COPA CASAGRANDE**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo CSA 902

Serie 201101

Mecanismo Manual

Ranurador BRONCE

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SOLOS

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 119.

**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



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.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGIA





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LBS-052-2022

Página 2 de 3

**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 Limite 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		2.00	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53	
Tolerancia, pulg.	± 0.08	± 0.004	± 0.4		± 0.6	± 0.2	± 0.2	± 0.004	± 0.004	± 0.004	

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (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 Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-052-2022

Página 3 de 3

**Arso 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.  
Ingr. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA