



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha  
carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Almanza Cayo, Joel Theo (ORCID: 0000-0001-9495-6617)

Eros Quispe, Erik Eduardo (ORCID: 0000-0002-2069-7058)

**ASESOR:**

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico a mi familia en especial a mi madre Lidia Estefanía que forjo en mi gran parte de lo que soy en la actualidad, que con su gran amor y sabiduría supo guiar mis pasos para que en esta vida sea un hombre de bien y a mi hermana Karen Milagros que en el tiempo que compartimos juntos me enseñó en gran sentido de la responsabilidad y la perseverancia.

*Erik Eduardo, Eros Quispe.*

A Dios, por su infinito amor y bendiciones recibidas en todo momento de mi vida. A mi adorada madre, que ha estado siempre junto a mí en todo momento de mi vida, dándome la oportunidad de soñar y alcanzar mis metas brindándome su amor, cariño y apoyo incondicional. A mis hermanos quienes no le importaba lo que pasara, su apoyo siempre estaría presente. A mis amigos por ayudarme a perseverar y nunca rendirme para cumplir con mis metas.

*Joel Theo, Almanza Cayo.*



## **Agradecimientos**

Principalmente agradecer al todo poderoso que permite que se puedan cumplir todas nuestros objetivos y metas.

Agradecer a nuestro asesor M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy que con conocimientos y paciencia supo guiarnos para lograr concluir esta presente tesis.

Los Autores.

## Resumen

La presente tesis denominada “Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable Caracoto 2022” tiene como finalidad determinar el efecto que provocará las cenizas de *Stipa Ichu* en la estabilización de la subrasante ya sea en sus diferentes parámetros tales como nos define las normativas y metodologías MTC E107, ASTM D422 para análisis granulométrico; MTC E 110, ASTM D423 para límite líquido; MTC E 111, ASTM D4318 para límite plástico, MTC 3 115, ASTM D1557 para Proctor modificado y la MTC E 132, ASTM D1883 para ensayo de CBR en laboratorio.

La metodología que se utilizó es Hipotética deductiva ya que esta investigación es de carácter experimental, también este método es de los más utilizados en la ingeniería ya que demostramos los resultados a través de análisis de laboratorio; es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental y nivel explicativo.

Los resultados de laboratorio mostraron que en la calicata 1, 2 y 3 muestran resultados de CBR al 95% de 5.8, 5.9 y 5.4 respectivamente, con la adición de 4% de cenizas de ichu a estas mismas calicatas los valores de CBR aumentaron considerablemente a 15.9, 14.2 y 13.8 respectivamente, para la adición de 7% de cenizas de ichu para las calicatas 1, 2 y 3 también aumentan su valor de CBR al 95% a 12.2, 12.6 y 13.8 respectivamente y por último para la adición de 10% de cenizas de ichu a las calicatas 1, 2 y 3 los valores de CBR al 95% también presentan un aumento de valor de CBR al 95% a 8.3, 9.9, 10.9 respectivamente.

En conclusión, el CBR al 95% presenta mayor influencia positiva cuando se le agrega 4% de cenizas de ichu, luego en los porcentajes de 7% y 10% estos valores de CBR al 95% fueron disminuyendo progresivamente.

**Palabras clave:** Estabilización de la subrasante, ceniza de ichu, trocha carrozable, CBR.

## **Abstract.**

The present thesis called "Ichu ashes in the soil stabilization of a Caracoto 2022 trail" has the purpose of determining the effect that the ashes of Stipa Ichu will cause in the stabilization of the subgrade, either in its different parameters such as defined by the standards and methodologies MTC E107, ASTM D422 for granulometric analysis; MTC E 110, ASTM D423 for liquid limit; MTC E 111, ASTM D4318 for plastic limit, MTC 3 115, ASTM D1557 for modified Proctor and MTC E 132, ASTM D1883 for laboratory CBR testing.

The methodology that was used is Deductive Hypothetical since this research is of an experimental nature, this method is also one of the most used in engineering since we demonstrate the results through laboratory analysis; it is of an applied type, quantitative approach, quasi-experimental design and explanatory level.

The laboratory results showed that in pits 1, 2 and 3 they show CBR results at 95% of 5.8, 5.9 and 5.4 respectively, with the addition of 4% ichu ashes to these same pits the CBR values increased considerably to 15.9 , 14.2 and 13.8 respectively, for the addition of 7% ichu ash to pits 1, 2 and 3 also increase their CBR value to 95% to 12.2, 12.6 and 13.8 respectively and finally for the addition of 10% of ichu ashes to pits 1, 2 and 3 the CBR values at 95% also show an increase in the CBR value at 95% to 8.3, 9.9, 10.9 respectively.

In conclusion, the CBR at 95% has a greater positive influence when 4% ichu ashes are added, then in the percentages of 7% and 10% these values of CBR at 95% gradually decrease.

**Keywords:** Subgrade stabilization, ichu ash, carriageway trail, CBR.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Declaratoria de autenticidad de autores .....	iv
Resumen .....	v
Abstract.....	vi
Índice de contenidos .....	vii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de figuras.....	x
Índice de abreviaturas.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Formulación del problema.....	3
1.2 Justificación .....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Hipótesis .....	5
1.5 Delimitaciones .....	6
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	19
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
3.5. Procedimientos. ....	27
3.6. Método de análisis de datos .....	36
3.7. Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN.....	81
VII. RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
ANEXOS.....	92

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b>	Porcentajes de cenizas de ichu a aplicarse. ....	20
<b>Tabla 2.</b>	Magnitudes y rango de la validez.....	25
<b>Tabla 3.</b>	Datos de confiabilidad obtenidos. ....	26
<b>Tabla 4.</b>	Características químicas de las cenizas de ichu.....	38
<b>Tabla 5.</b>	Características físicas de las cenizas de ichu.....	38
<b>Tabla 6.</b>	Granulometría de la ceniza de ichu.....	39
<b>Tabla 7.</b>	Resumen de datos de laboratorio de la humedad natural.....	39
<b>Tabla 8.</b>	Resumen de granulometría para la calicata 1.....	40
<b>Tabla 9.</b>	Resumen de granulometría para la calicata 2.....	41
<b>Tabla 10.</b>	Resumen de granulometría para la calicata 3.....	42
<b>Tabla 11.</b>	Resumen de límites de consistencia para la calicata 1.....	43
<b>Tabla 12.</b>	Resumen de límites de consistencia para la calicata 2.....	43
<b>Tabla 13.</b>	Resumen de límites de consistencia para la calicata 3.....	43
<b>Tabla 14.</b>	Resumen de límites de consistencia.....	45
<b>Tabla 15.</b>	Clasificación de suelo por el método SUCS.....	47
<b>Tabla 16.</b>	Clasificación por el método AASHTO.....	48
<b>Tabla 17.</b>	Resumen de datos para clasificar suelos.....	48
<b>Tabla 18.</b>	Resumen de resultados de optimo contenido de humedad.....	49
<b>Tabla 19.</b>	Resumen de resultados de la máxima densidad seca.....	50
<b>Tabla 20.</b>	Resumen de límites de consistencia para la calicata 3.....	51
<b>Tabla 21.</b>	Resumen de resultados de CBR para la C1, C2 y C3.....	52
<b>Tabla 22.</b>	Resumen de resultados del CBR al 95%.....	54
<b>Tabla 23.</b>	Valores de IP para todas las muestras.....	55
<b>Tabla 24.</b>	Cálculo del valor de $i = 1n(xi - x)^2$ en el IP.....	56
<b>Tabla 25.</b>	Cálculo del valor de $i = 1kai * (x mayor \downarrow - x menor \uparrow)^2$ para el IP.....	57

<b>Tabla 26.</b>	Cálculos previos para la prueba de anova en el IP. ....	60
<b>Tabla 27.</b>	Tabla de anova para el IP. ....	61
<b>Tabla 28.</b>	Cálculo de la r de Pearson para el IP. ....	63
<b>Tabla 29.</b>	Valores de MDS para todas las muestras .....	64
<b>Tabla 30.</b>	Cálculo del valor de $i = 1n(xi - x)^2$ en la MDS. ....	65
<b>Tabla 31.</b>	Cálculo del valor de $i = 1kai * (x_{mayor \downarrow} - x_{menor \uparrow})^2$ en la MDS	66
<b>Tabla 32.</b>	Cálculos previos para la prueba de anova en la MDS. ....	69
<b>Tabla 33.</b>	Tabla de anova para el IP. ....	70
<b>Tabla 34.</b>	Valores de CBR al 95% para todas las muestras .....	73
<b>Tabla 35.</b>	Cálculo del valor de $i = 1n(xi - x)^2$ en el CBR al 95%. ....	74
<b>Tabla 36.</b>	Cálculo del valor de $i = 1kai * (x_{mayor \downarrow} - x_{menor \uparrow})^2$ en el CBR	75
<b>Tabla 37.</b>	Cálculos previos para la prueba de anova en el CBR al 95%. ....	78
<b>Tabla 38.</b>	Tabla de anova para el CBR al 95%. ....	79

## Índice de figuras

Figura 1.	Condición actual de la trocha carrozable. ....	1
Figura 3.	Cenizas de ichu. ....	3
Figura 4.	Muestra de cenizas de ichu en laboratorio.....	3
Figura 5.	Origen y formación de los suelos.....	12
Figura 6.	Construcción de primeros caminos en el Imperio Romano. ....	12
Figura 7.	Evolución de la rueda. ....	13
Figura 8.	Ensayo de granulometría por tamizado. ....	15
Figura 9.	Muestras de límite líquido y límite plástico.....	16
Figura 10.	Ensayo Proctor modificado. ....	17
Figura 11.	Molde de CBR para compactación. ....	18
Figura 12.	Extracción de muestras para laboratorio.....	28
Figura 13.	Recolección de ichu o paja. ....	28
Figura 14.	Cuarteo de muestras en laboratorio.....	29
Figura 15.	Calcinación de la ceniza de ichu.....	29
Figura 16.	Tamizaje de muestra en el ensayo “Granulometría”. ....	30
Figura 17.	Ensayo de límite líquido.....	31
Figura 18.	Ensayo de límite plástico. ....	32
Figura 19.	Combinación de muestras .....	33
Figura 20.	Molde y pisón en el ensayo de Proctor. ....	33
Figura 21.	Molde y pisón en el ensayo de CBR .....	34
Figura 22.	Moldes sumergidos en el ensayo CBR .....	35
Figura 23.	Lectura en la prensa de CBR.....	35
Figura 24.	Mapa de ubicación de las calicatas y tramo.....	37
Figura 25.	Curva granulométrica de la ceniza de ichu .....	39
Figura 26.	Gráfica del contenido de humedad .....	40
Figura 28.	Curva granulométrica de la calicata 2 .....	41
Figura 29.	Curva granulométrica de la calicata.....	42
Figura 30.	Gráfico de límites de consistencia en la calicata 01 .....	44
Figura 31.	Gráfico de límites de consistencia en la calicata 02 .....	44
Figura 32.	Gráfico de límites de consistencia en la calicata 03 .....	44
Figura 33.	Categoría de la subrasante respecto al IP .....	45

Figura 34.	Comportamiento del índice de plasticidad. ....	46
Figura 35.	Carta de plasticidad. ....	47
Figura 36.	Comportamiento del OCH para diferentes % de cenizas de ichu.....	49
Figura 37.	Comportamiento de la MDS para diferentes % de cenizas de ichu ...	50
Figura 38.	Resumen de resultados de laboratorio del Proctor modificado. ....	51
Figura 39.	Categoría de la subrasante según su CBR. ....	52
Figura 40.	CBR. al 100% .....	53
Figura 41.	CBR al 95%. ....	53
Figura 42.	Gráfica de probabilidad de IP .....	58
Figura 43.	p-valor en la prueba de Levene para el IP. ....	59
Figura 44.	Anova en minitab para el IP .....	62
Figura 45.	Método de Tukey para el IP en minitab.....	62
Figura 46.	Gráfica de comparación de medias en el IP .....	62
Figura 47.	Gráfica de probabilidad en la MDS. ....	67
Figura 48.	p-valor en la prueba de Levene para la MDS.....	68
Figura 49.	Anova en minitab para la MDS. ....	70
Figura 50.	Método de Tukey para la MDS en minitab. ....	71
Figura 51.	Grafica de la comparación de medias en la MDS. ....	71
Figura 52.	Gráfica de probabilidad de CBR al 95%.....	76
Figura 53.	p-valor en la prueba de Levene para el CBR al 95%. ....	77
Figura 54.	Anova en minitab para CBR al 95%.....	79
Figura 55.	Método de Tukey para el CBR al 95% en minitab.....	80
Figura 56.	Gráfica de la comparación de medias en el CBR al 95%.....	80



## Índice de abreviaturas

a. C.	:	Antes de cristo.
AASHTO	:	Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.
ASTM	:	Sociedad Americana para pruebas y materiales.
C	:	Arcilla.
C1	:	Calicata 1.
C2	:	Calicata 2.
C3	:	Calicata 3.
CBR	:	Californian Bearing Ratio.
CH	:	Arcilla de alta plasticidad
CI	:	Cenizas de ichu.
CL	:	Arcilla de baja plasticidad
EM	:	Ensayo de materiales
g/l	:	Gramos por litro.
H <sub>0</sub>	:	Hipótesis nula
H <sub>1</sub>	:	Hipótesis alternativa
I.S.O.	:	Organización Internacional de la Normalización.
IP	:	Índice de plasticidad
Kg	:	Kilogramo.
LL	:	Límite líquido
LP	:	Límite plástico
MDS	:	Máxima densidad seca
MH	:	Limo de alta plasticidad.
ML	:	Limos de baja plasticidad.
Mm	:	Milímetro.
Mr.	:	Módulo resiliente.
Ms/cm	:	Microsiemens por centímetro.
MTC	:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
NP	:	No plástico.
OCH	:	Óptimo contenido de humedad
OH	:	Suelos orgánicos de alta plasticidad.

OL	:	Suelos orgánicos de baja plasticidad.
Ppm	:	Partes por millón.
SN	:	Suelo Natural.
SN+10%CI	:	Suelo Natural más 10% de Cenizas de ichu.
SN+4%CI	:	Suelo Natural más 4% de Cenizas de ichu.
SN+7%CI	:	Suelo Natural más 7% de Cenizas de ichu.
SUCS	:	Sistema unificado de clasificación de suelos.
VC	:	Valor Crítico.
H <sub>0</sub>	:	Hipótesis nula
H <sub>1</sub>	:	Hipótesis alternativa.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el transcurrir de los años la conexión entre ciudades, comunidades, pueblos por medio de las diferentes infraestructuras viales (caminos) son de vital importancia ya que generan el crecimiento socioeconómico de una población, y para hacer esto posible se requiere que las vías o caminos que unen estos pueblos estén en un buen estado de transitabilidad.

Generalmente los suelos que son cohesivos en su formación y que se encuentran a nivel de subrasante en las vías o caminos comparten las siguientes características: Son complicadas de compactar, tienen una alta plasticidad, son de baja capacidad portante, son expansivos.

En la región de Puno se presencia distintos caminos rurales, con suelos cohesivos y estas vienen generando inconvenientes con la vía, en especial en las trochas carrozables del distrito de Caracoto; tal como se observa en la figura 1 ya que por la baja capacidad portante varían su volumen con los cambios de humedad, por lo que en temporadas de lluvia se presentan muchas dificultades para el transporte vehicular.



Figura 1. Condición actual de la trocha carrozable.

En la presente tesis se analizó el comportamiento mecánico que presentan los suelos cohesivos combinados con diferentes porcentajes de ceniza de paja (ichu),

por lo que destacaremos las propiedades de la ceniza de ichu: rápidamente renovable, material bio-degradable y material sostenible.

Se realizaron diferentes tipos de ensayos de control de calidad tales como granulometría, humedad natural, Límites de consistencia, Proctor modificado, CBR en el suelo natural, así como también el suelo natural más el aumento de diferentes porcentajes de cenizas de ichu para poder así visualizar los diferentes comportamientos que tendrá el suelo y así poder contemplar la influencia que tendrá la ceniza de ichu en el suelo; este último que crece de manera natural en el altiplano andino, tal como se muestra en la figura 2.



*Figura 2.* Biodiversidad natural stipa ichu.

Fuente. <https://bit.ly/38UzOnH>

En el Perú existen estudios de estabilizantes no tradicionales como son las diferentes variedades de cenizas producto de ladrilleras, vegetales, madera, carbón, etc. con el objetivo de aprovechar este residuo y dar solución a la inestabilidad de suelos problemáticos y cohesivos.

En la figura 3 se puede presenciar los residuos de las cenizas de paja (ichu).





Figura 3. Cenizas de ichu.

Fuente. <https://bit.ly/3zzmrV8>

En la figura 4 podemos observar las muestras que se llevaron a laboratorio para ser analizadas.



Figura 4. Muestra de cenizas de ichu en laboratorio.

## 1.1 Formulación del problema

### Problema principal.

Como problema principal de la presente investigación se plantea la pregunta ¿Los porcentajes de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu podrían mejorar la estabilidad del suelo a nivel de subrasante Caracoto 2022?

## **Problemas específicos**

- ¿El porcentaje de adición de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu reduce el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022?
- ¿El porcentaje de adición de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu incrementa la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022?
- ¿El porcentaje de adición de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu incrementa el valor de CBR al 95% del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022?

## **1.2 Justificación**

### **Justificación social**

Esta investigación se justifica socialmente debido a que trasciende de una forma nueva de cuidar el medio ambiente ya que la contaminación que está en aumento, perjudica a la población porque genera enfermedades y causa el severo cambio climático, para ello se está utilizando Cenizas de Ichu en la estabilización de un suelo, lo cual tiene como beneficio disminuir el impacto ambiental y, además, generar empleabilidad en el sector rural sobre la siembra de ichu.

### **Justificación teórica**

Este proyecto de investigación se justifica teóricamente debido a que al incorporar cenizas de ichu al suelo, sus propiedades físicas y mecánicas del suelo mejoren la estabilidad de dicho suelo; y estas afiancen el conocimiento y se amplía el interés hacia estudio de suelos arcillosos con la incorporación de la stipa ichu, además de estudiarlos y ensayarlos en laboratorio con porcentajes variados. Asimismo, se conoce en mayor medida el comportamiento del suelo con dicha adición de cuan estable puede llegar a ser.

### **Justificación práctica**

Esta investigación es justificada de forma práctica ya que es oportuno presentar resultados positivos ante el problema que se presentan a nivel mundial como es el tema relacionado a la contaminación mejorando a través de la utilización de las cenizas

de Ichu además de forma económica requieren menos inversión para su aplicación ya que tienen un menor costo que aditivos aplicados en la estabilización de suelos, por otro lado, generar ingresos para los pobladores del sector rural fomentando el cultivo y la siembra de ichu.

### **Justificación metodológica**

Esta investigación se justifica de forma metodológica ya que se empleó técnicas para la recolección de información tanto IN SITU (campo); como en laboratorio (ensayos), para su debido procesamiento en gabinete y la obtención de datos. Con dichos datos se pretende conocer cuál sería la proporción optima de cenizas de stipa ichu la cual perfeccionaría la estabilidad del suelo en el distrito de Caracoto.

## **1.3 Objetivos**

### **Objetivo principal**

Mejorar la estabilidad del suelo en una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionando cenizas de ichu en un porcentaje de 4%, 7% y 10%, Caracoto 2022.

### **Objetivos específicos**

- Reducir el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionando 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu, Caracoto 2022.
- Incrementar la relación humedad-densidad (Proctor Modificado) del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante añadiendo un porcentaje de Cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10%, Caracoto 2022.
- Incrementar el valor de (CBR al 95%) del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante añadiendo un porcentaje de Cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10%, Caracoto 2022.

## **1.4 Hipótesis**

### **Hipótesis principal**

Las cenizas de ichu mejora la estabilidad del suelo en una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionándole 4%, 7% y 10% de esta, Caracoto 2022.

## **Hipótesis específicas**

- La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10% reduce el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.
- La adición de cenizas de ichu en 4%, 7% y 10% incrementa la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante Caracoto 2022.
- La adición de cenizas de ichu en 4%, 7% y 10% incrementa el CBR al 95% de la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante.

## **1.5 Delimitaciones**

### **Delimitación temporal**

Este estudio se llevó a cabo en un periodo de 24 semanas, contando a partir del 04 de marzo del 2022 y culminó el 12 de agosto del año mencionado.

### **Delimitación espacial**

El proyecto de investigación se desarrolló netamente en la jurisdicción del distrito de Caracoto el cual posee una topografía plana, lluvias moderadas a intensas entre los meses de noviembre a marzo, teniendo como población aproximada de 6818 habitantes de acuerdo al censo del año 2017, teniendo como frontera a la principal zona económica y comercial que es la provincia de San Román – Juliaca de la región Puno.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Para el mejor entendimiento y desarrollo del proyecto de investigación se tomaron en cuenta las siguientes investigaciones en los diferentes ámbitos:

#### **Antecedentes internacionales**

Cañar (2017), en su investigación que tuvo como título “*Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*”. de la Universidad Técnica De Ambato - Colombia, sostuvo un principal *objetivo* la estabilización brindada a los suelos arenosos y arcillosos con asistencia de las cenizas de carbón, La *metodología* que se uso fue de tipo aplicada de diseño cuasi experimental. El principal *resultado* fue que se logró mejorar las propiedades físicas del suelo arcilloso y arenoso, para que así se pueda tener resultados si mejora las condiciones para un posterior uso. Posteriormente, se logró acrecentar la capacidad en los suelos arenosos, aun cuando en este último se requirió un mayor porcentaje de cenizas de carbón. Finalmente *concluyeron* que al incorporarle cenizas de carbón aun suelo este satisface positivamente en cuanto a los suelos arcillosos, ya que así se forma una masa compacta y el grado de compactación aumenta y a su vez el CBR se perfecciona.

Por su parte Buitrón y Enríquez (2018), en su proyecto de investigación con título: “*Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del volcán Tungurahua*” mencionan como *objetivo*: Mejorar las propiedades del suelo en arcillas expansivas adicionando las cenizas volcánicas, la *metodología* que aplico fue netamente experimental; por lo cual efectuaron distintos ensayos en laboratorio, obteniendo *resultados* con los ensayos de caracterización de suelo permitiendo analizar el comportamiento de las arcillas en un inicio y después de la implementación de la puzolana, quedando en manifiesto el veinte por ciento como el porcentaje adecuado de puzolana para las condiciones estudiadas. Finalmente, de la presente investigación, se *concluyó* que la adición de ceniza en la muestra de un suelo arcilloso, adicionándole un porcentaje óptimo se logran los resultados requeridos.

En otro lado Caamaño, Iván. (2016) en su tesis sustentada con título: “*Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cenizas de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente*” tuvo como *objetivo* perfeccionarse las propiedades geo mecánicas de un suelo flexible de subrasante por medio de la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, demuestra que mediante la *metodología* con tipo experimental, y como *resultados* se logró obtener una capa de soporte más sólido, con la incorporación de la cascarilla de arroz para la conformación de una estructura de pavimento, estimando su comportamiento a través de ensayos de clasificación y de resistencia como parámetros índices del suelo. Como aporte de esta investigación con fines de estudio se pudo *concluir* que, mediante la aplicación y/o incorporación de cenizas de cascarilla de arroz para la construcción de obras viales este permite que, al trabajarse con las subrasantes de la estructura de pavimento, aporta un óptimo y mejor resultado.

Por su parte Ramos e Illidge (2017) presentaron la investigación sobre el “*Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento*” se plantearon como *objetivo* principal el reducir la extensión de la arcilla en gran medida plástica y mejorar el coeficiente del índice de plasticidad para así poder simplificar la dispersión obtenida en el (CBR) y el módulo resiliente (Mr). Mencionan como *metodología* que aplicaron un diseño experimental, puesto que se analizaron en laboratorio; y posterior a ello se ensayaron las modificaciones de un suelo altamente plástico, con cascarilla de arroz y ceniza volante, para su aplicación a subrasante de un pavimento. Se ejecutaron distintos ensayos físicos, mecánicos y químicos con los cuales se pudo determinar los siguientes *resultados*: que la mezcla de seis por ciento de cascarilla de arroz y treinta por ciento de ceniza aumentaron los valores del ensayo CBR de dos a tres por ciento, además cabe resaltar que la expansión se redujo a menos del 2%, valor que cumple con las especificaciones de mejoramiento para subrasantes de acuerdo a las normas del Instituto Nacional de Vías 2013.

Según Hidalgo (2016), con su proyecto de investigación titulada: *El análisis comparativo de procesos de la estabilización de suelos con enzimas orgánicas, suelo y cemento aplicando a suelos arcillosos de subrasante* tuvo el *objetivo*

principal fijar los procesos para la estabilización del suelo con enzimas orgánicas y suelo cemento. La *metodología* aplicada fue tipo experimental, realizó el estudio de la investigación elaborando ensayos de laboratorio tales como: granulometría, límites de consistencia, cono de arena, Proctor Modificado y el de capacidad portante (CBR). Por lo tanto; como *resultado* obtuvo que la enzima al ser utilizada como estabilizante, teniendo de la muestra 01 con el valor que llega al 9,2% de CBR con respecto al valor de CBR de suelo natural 3,80%; el cual incrementa la capacidad portante de los suelos arcillosos. Además, que es un agente estabilizador muy bueno para el medio ambiente. Como *conclusión* que los suelos tienen propiedades altamente plásticas y con gran saturación de agua, por lo que considera a la estabilización con enzimas orgánicas una gran opción a emplearse, ya que presenta mejores resultados de CBR y también otorga mejorías en la subrasante del suelo.

### **Antecedentes nacionales**

De acuerdo con Pérez, C. (2014) en su tesis desarrollada sobre la “*Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada*”, sostuvo como *objetivo* principal el de pretender desarrollar un método opcional para la estabilización de suelos arcillosos con ceniza volante de carbón y que también pueda ser aplicada a la construcción de la capa de la subrasante satisfaciendo así al pavimento; en su investigación uso la *metodología* de tipo experimental, puesto que se efectuaron ensayos de caracterización, tales como Proctor y CBR, obteniendo de estos los siguientes *resultados*, trabajando con la incorporación de diez y treinta por ciento de cenizas de carbón, mejoran la capacidad portante del suelo patrón a un trece y doce por ciento respectivamente, cumpliendo con las especificaciones técnicas sobre la subrasante de regular a buena. Para finalizar se llega a la *conclusión* que la mezcla de la ceniza volante en proporción adecuada con un suelo arcilloso presenta una mayor resistencia en la mezcla final, para un suelo arcilloso.

Por su parte, los autores Bueno y Torre (2018), presentan la tesis con título “*Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz*”. de la Universidad César Vallejo, se plantearon el *objetivo* principal perfeccionar la estabilidad de

un suelo aplicando ceniza de carbón con fines posteriores hacia una pavimentación, para dicha investigación fue aplicada, una *metodología* de tipo experimental; mandando a ensayar los especímenes de suelo a laboratorio. Teniendo *resultados* de los ensayos experimentados con la ceniza del carbón se pudieron comprobar que el CBR y la máxima densidad seca aumentan, así mismo se logró reducir el índice de plasticidad de la muestra que se analizó y esta cumplió con los parámetros que debe tener el CBR en una subrasante. Se *concluyó* que después de haber ensayado en un laboratorio de suelos ensayos como, los límites de consistencia, Proctor y CBR, y haber realizado una debida combinación entre el suelo y las cenizas de carbón al cual se adiciono un cinco por ciento de dicha ceniza, y se logró obtener un mejor valor de CBR.

Goñas (2019), en su tesis que tuvo como título “*Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*”, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas”, se plantea el *objetivo* principal el de aliviar las propiedades de un suelo, tales como físicas – mecánicas y químicas; incorporándole cenizas de carbón para luego ser aplicada en una subrasante; como *metodología* uso un diseño de tipo experimental, porque se tomó muestras de suelo al azar para posteriormente ser llevadas a laboratorio y ser ensayadas, como *resultados* logró reducir el índice de plasticidad incorporando las cenizas de carbón, posterior a ello también disminuyo la humedad. Finalmente llego a la conclusión de que Las cenizas de carbón mejoran las propiedades ya mencionadas de los suelos arcillosos de alta plasticidad y de los suelos orgánicos.

Para Yucra (2022) que realizó la tesis: “*Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022*”. Con el objetivo de mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo cohesivo propuso aumentar la capacidad portante del suelo en la Avenida Triunfo aumentando cenizas de cañihua en proporciones de 4%, 8% y 12% en lo cual se concluyó que la adición de 4%de cenizas de cañihua la capacidad portante aumento en un 10.20%, con la adición de 8% de cenizas de cañihua aumento en 11.50% y con la adición de 12% de cenizas de cañihua aumento en un 14.70%, por lo que esta última adición de 12% de cenizas de cañihua presenta mayor influencia

en el suelo. El tipo de investigación que realizó este tesista es aplicada, con el nivel de investigación explicativo, enfoque cuantitativo y de diseño experimental

Finalmente, Baltazar & Abarca (2015). Realizaron la tesis para obtener el título de Ingeniero civil "*Resistencia del concreto  $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de cenizas de ichu*". Planteándose un *objetivo* general el cual es determinar la resistencia a compresión de concreto  $F'C = 210 \text{ Kg /Cm}^2$  adicionando al cemento las cenizas de la stipa ichu en un tres y siete por ciento, en paralelismo con el diseño de un concreto convencional. Dicha investigación posee una *metodología* de diseño cuasi experimental. Los investigadores llegaron a la *conclusión* de que si al concreto se le añadía 3% y 7% de cenizas de pasto natural (Ichu), su resistencia será óptima para lo cual se realizaron dos diseños de mezclas distinto uno para concreto convencional y otro para el concreto adicionando al cemento en un 3%, 5 % y 7 por ciento de cenizas de Stipa Ichu.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Teoría de la generación de los suelos.**

La corteza de la tierra se ve alterada principalmente por el agua y el aire, sin embargo, en un último estudio todos los componentes que atacan a la corteza se incluyen en estos grupos: Desintegración mecánica y descomposición química.

- Desintegración mecánica: Se basa principalmente a la intemperización de las rocas por agentes netamente físicos, tales como la temperatura ambiente, efectos de organismos vivos, estos fenómenos llegan a generar arenas, limos y arcillas en muy pocas cantidades
- Descomposición química: El principal agente que altera la constitución mineralógica o química es el agua y sus mecanismos de ataque más relevantes son la carbonatación, oxidación y la hidratación, estos fenómenos generan arcilla como ultimo producto de descomposición

El origen y la formación de los suelos empieza con la meteorización de las rocas; tal cual se muestra en la figura 5 este proceso consiste en el

desperfecto y metamorfosis de una roca que, al fraccionarse por la acción de factores físicos, químicos, biológicos y geológicos. (Juárez, 2005, p. 34)



Figura 5. Origen y formación de los suelos.

Fuente. <https://bit.ly/3EgwDCi>

## 2.2.2 Teoría de los primeros caminos.

Desde tiempos antiguos la construcción de vías de comunicación fue uno de los primeros avances de una civilización que poco a poco se va desarrollando, cuando las poblaciones de las primeras civilizaciones fueron creciendo vieron la necesidad de comunicación con otras poblaciones para poder hacer llegar provisiones alimenticias o transportarlos a otros consumidores, Los primeros constructores de caminos y carreteras se encuentran los mesopotámicos (Bañón y Beviá, 2000, p. 02).

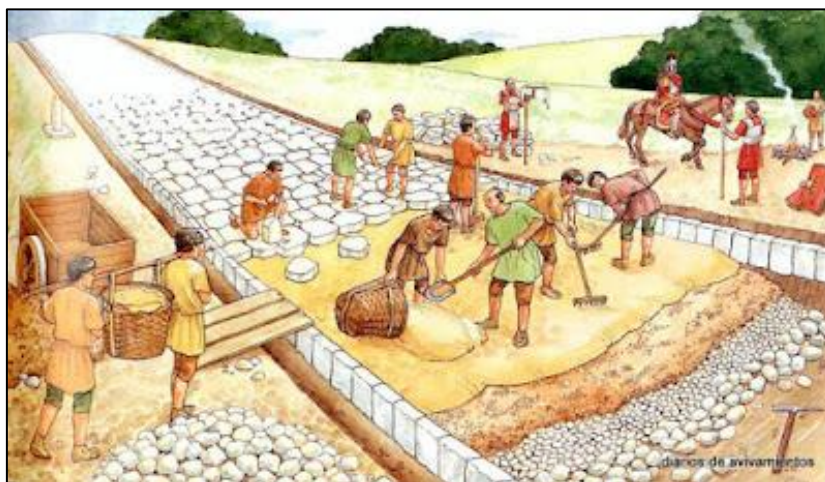


Figura 6. Construcción de primeros caminos en el Imperio Romano.

Fuente: <https://bit.ly/3z2e2Ja>

En la figura 6 se puede apreciar la construcción de los primeros caminos 500 a. C. en el imperio Romano.

El invento que revolucionó el mundo del transporte en la antigüedad sin duda fue la rueda, probablemente inventada por los acadios, sumerios, pueblos mesopotámicos; estos tuvieron la necesidad de comerciar productos, así como transportarlos en gran cantidad y para su transporte apareció el carro con ruedas. Las primeras ruedas eran pesadas, y requerían de animales u hombre para propulsarlas, estas ruedas se atascaban en terrenos blandos. Para aligerar el peso sus constructores eliminaron la parte de su composición, pasando a convertirse en un anillo con radios que se unían con el centro, donde se atravesaban por un eje tal como se ve en la figura 7. A estas ruedas se les dio uso en los primeros carros para transporte de mercancías. (Bañón y Beviá, 2000, p. 02).

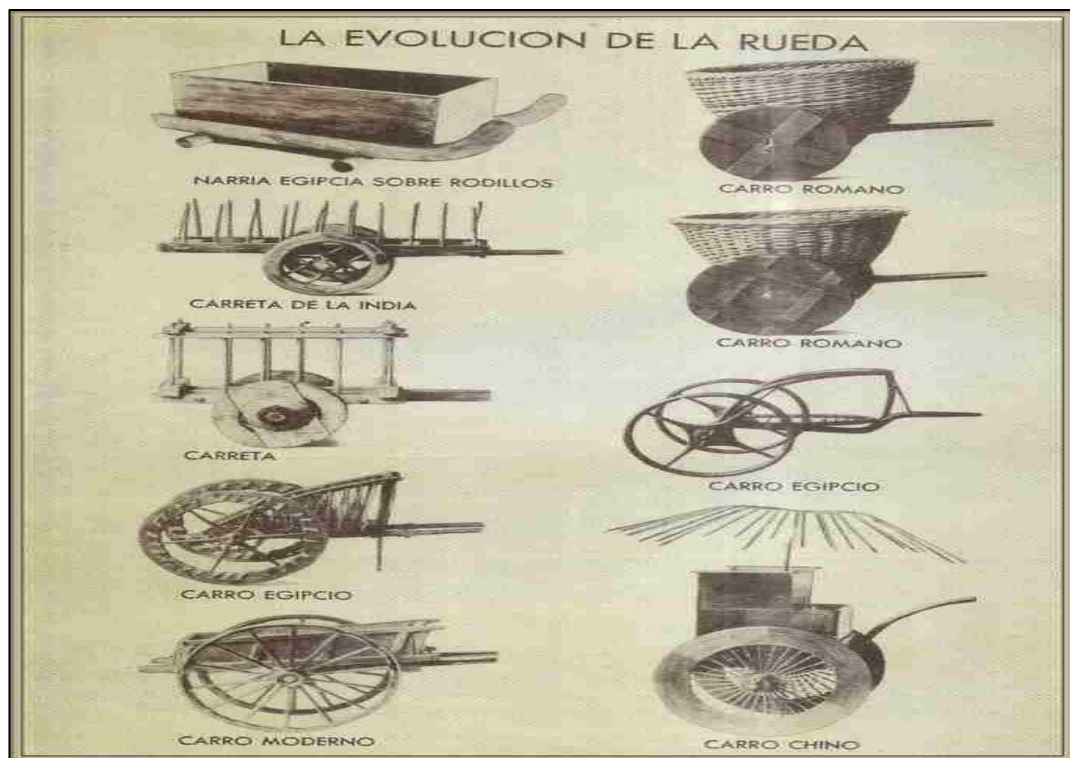


Figura 7. Evolución de la rueda.

Fuente: <https://bit.ly/3Ob47pB>

### **2.2.3 Teoría de la compactación de suelos**

El suelo está conformado por partículas de diferentes tamaños y de formas variadas, en las cuales hay espacios denominados vacíos como aire o agua o ambas. Cuando una porción de suelo se encuentra de manera suelta esta ocupa un mayor volumen, puesto que hay mayor número de vacíos; cuando esta masa de suelo se comprime esta porción de suelo se hace más compacta y el volumen disminuye dado que hay disminución de espacios vacíos. Este procedimiento de comprimir artificialmente la porción del suelo por medios mecánicos se llama compactación el cual se logra aplicando energía al suelo para mitigar los espacios vacíos. En resumen, se puede afirmar que al compactar una porción de suelo se tiene estas ventajas: las partículas que tengan un menor tamaño ocuparan los espacios vacíos, se genera un contacto mayor entre partículas y luego de la compactación la porción de suelo se vuelve más densa y la cantidad de vacíos disminuye. Para compactar una porción de suelo se tiene que vencer su resistencia al corte, ya que en suelos granulares se hace necesario reducir la fricción entre partículas, esto se va a obtener con una lubricación adecuada y controlando las cantidades de agua que se agregara durante el proceso de compactado, caso parecido pasa en los suelos finos con cohesión ya que es necesario disminuir la fuerza de la cohesión que presentan este tipo de suelos por lo que controlar la cantidad de agua que se agregará en el proceso de compactación es de vital importancia. (Espínace y Sanhueza, 2004, p. 167).

## **2.3 Marco conceptual.**

### **2.3.1 Clasificación de suelos**

Los suelos que tienen propiedades similares se pueden clasificar en grupos y subgrupos en relación con sus características mecánicas, así como su comportamiento para la ingeniería. Los sistemas de clasificación nos brindan un lenguaje común para identificar de forma precisa las características de un suelo. En la actualidad hay 2 sistemas de clasificación que están bien elaborados los cuales se basan en distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos. Estos son la AASHTO y SUCS (Braja, 2015, p. 78).



## Clasificación por el sistema AASHTO.

Este sistema para clasificación de suelos fue desarrollado por el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras en el año 1929 el cual fue objeto de varias revisiones, con la actual versión propuesta por la Comisión de Clasificación de Materiales para los tipos de Carreteras Subrasantes y Granulares de la Junta de investigación de Carreteras en 1945 (Norma ASTM D 3282; método AASHTO M145). (Braja, 2015, p. 78).

## Clasificación por el sistema SUCS.

Su forma original de este sistema lo propuso Casagrande en 1949 para su uso en los trabajos de construcción del aeródromo realizado por el cuerpo de ingenieros del ejército durante la segunda guerra mundial en colaboración con el U.S. Bureau of Reclamation, este sistema fue revisado en 1952. En la actualidad, es ampliamente utilizado por los ingenieros. (Braja, 2015, p. 82).

### 2.3.2 Granulometría.

Para Escobar y Escobar (2002, 27) la granulometría es un procedimiento para determinar las proporciones que tiene una muestra de suelo esto en función de sus tamaños, a esta distribución de tamaños se la llama gradación.

La distribución de tamaños varía en términos geológicos ya se aluden a los procesos de destrucción y construcción del relieve por consecuencia de erosión, sedimentación, etc.



Figura 8. Ensayo de granulometría por tamizado.

En la figura 8 se aprecia la realización del ensayo de granulometría por medio de tamices.

### 2.3.3 Límites de consistencia.

Para Escobar y Escobar (2002, 33) la consistencia es igual a la capacidad de tener mantenidas las partes de un conjunto integrado, en pocas palabras dar coherencia y estabilidad. La plasticidad de un suelo es característica principal de la deformación de la capa que se adsorbió en alrededores de los minerales desplazando a esta como sustancia viscosa en toda la superficie mineral, llegándose a controlar por la atracción iónica. En las arcillas su plasticidad en formas pequeñas o aplanadas son elevadas.

En pocas palabras la plasticidad de un suelo depende de su contenido de arcilla por lo tanto la plasticidad de un suelo es directamente proporcional a su cantidad de arcilla.

En la figura 9 se observa las muestras que se generaron luego de haber realizados los ensayos de límite líquido y límite plástico.



Figura 9. Muestras de límite líquido y límite plástico.

### 2.3.4 Compactación de suelos.

Según Braja (2015, p 91) es la consolidación del suelo por la mitigación del aire, por lo que se requiere energía mecánica para lograr esto, El grado de compactación de un suelo se tiene que medir en términos de su peso unitario seco. Al aumentar agua a la muestra de suelo durante su compactación, esta

genera una característica de suavidad sobre las partículas de la muestra. Estas se deslizan una sobre otras y poco a poco van acomodándose sus partículas sin dejar espacios de aire.

Para lograr una compactación de un suelo de manera controlada se realiza en ensayo de Proctor modificado, en la figura 10 se aprecia la compactación ejercida por el pisón del ensayo Proctor modificado.



Figura 10. Ensayo Proctor modificado.

### 2.3.5 Capacidad de soporte.

Según Roy (, 2016, p. 80). De todos los métodos de diseño de pavimentos, el método de relación de carga de California se ha encontrado como el medio más confiable para evaluar la resistencia de la subrasante (capacidad de carga del suelo) y los materiales de construcción y, por lo tanto, estimar el espesor requerido del pavimento. Es una prueba de penetración destinada a la evaluación de la resistencia de la subrasante para caminos y pavimentos.

El ensayo de CBR se emplea para analizar la capacidad portante o de soporte de terrenos compactados, esta consiste básicamente en compactar un suelo en moldes que ya se encuentran normalizados, sumergirlos en agua y aplicar energía sobre el suelo.

En la figura 11 se visualiza la compactación de muestra de suelo en moldes de CBR.



Figura 11. Molde de CBR para compactación.

### 2.3.6 Subrasante del camino.

La subrasante se define como a la superficie ya terminada de una carretera a nivel de movimiento de tierras, esta subrasante es el colchón de la estructura del pavimento y forma parte el esquema de la carretera que se construye entre el terreno de fundación y la estructura del pavimento.

La subrasante tiene que tener la propiedad de soportar las condiciones de servicio conjuntamente con el tránsito vehicular y los materiales con que se construyen tiene que tener un control de calidad (MTC 2013, p 23)

### 2.3.7 Estabilización de suelos.

Esta se define como el mejoramiento de las diferentes propiedades físicas de un suelo añadiendo diferentes elementos naturales, químicos o sintéticos. Estas estabilizaciones en gran mayoría se realizan a la subrasante que se encuentre en un estado pobre o inadecuado.

El dar estabilidad a los suelos conlleva en dotar a los mismos de resistencia mecánica y el no deterioro a lo largo del tiempo de estas. (MTC 2013, p 107).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Método de investigación

Según Cerdá (2000) una de las dificultades e inconvenientes que se enfrentan en la actualidad las personas que desean investigar son la inmensa cantidad de metodologías, instrumentación y técnicas que existen como opciones los cuales forman indefinidos paradigmas, diferentes posiciones epistemológicas, cuyas diversidades desconciertan. Por ello para este autor y en relación con las metodologías científicas han predominado 3 métodos científicos básicos los cuales son:

- Baconiano. - Desarrolla la inducción
- Galileano. - Desarrolla la experimentación
- Cartesiano Desarrolla la fundamentación de la duda en el análisis con la síntesis del problema.

Para Bernal (2010, p. 59) en la actualidad las metodologías de investigación se han complementado, por lo cual este autor reconoce a estos métodos de investigación:

Inductivo, Deductivo, Inductivo-Deductivo, Hipotético Deductivo, Analítico, Sintético, Analítico - Sintético, Histórico-Comparativo, Cualitativos-Cuantitativos.

Para Popper (1980) La metodología Hipotética-Deductiva establece una separación entre el descubrimiento y su justificación, Además plantea que en la investigación las teorías se establecen como suposiciones especulativas o hipótesis y que nuestro raciocinio crea posibilidades que intenten solucionar problemas y de facilitarnos una explicación adecuada que demuestren la solución a nuestro problema luego de ser comprobadas por la experimentación y visualización.

En el presente trabajo de investigación se aplicó el método Hipotético – Deductivo ya que probamos que efectos tiene la ceniza de paja (stipa ichu) con la estabilización del suelo, y para demostrar este echo experimentamos a través de ensayos de laboratorio.

## Tipo de investigación

Para Lozada (2014 p 2) la investigación aplicada genera conocimientos de estudio directamente a los problemas coyunturales en la sociedad, esta se basa en una serie de recopilaciones de datos de la investigación básica, resaltando el proceso que tiene el producto con la teoría.

En esta tesis se empleó la investigación en su tipo aplicada, porque capturamos datos de trabajos de investigación que ya fueron realizadas (antecedentes) para así poder complementar conocimientos en busca de la solución más óptima para nuestro problema.

## Diseño de investigación

Según Sampieri, Fernández y Baptista (2014, p. 129) En un diseño experimental el investigador busca establecer un posible efecto de una causa que se manipula. La manipulación de una variable independiente genera distintas posibilidades en la variable dependiente, por lo que para notar estos cambios se trabaja con dos grupos, uno de control y otro experimental.

En este trabajo de investigación aplicamos el diseño experimental dado que al iniciar la presente tesis no se tenía la certeza de que porcentaje de ceniza de ichu influiría de manera positiva nuestro suelo por lo que se tuvo que probar con diferentes cantidades de ceniza de stipa ichu para ver el comportamiento de nuestro suelo cohesivo y así poder obtener un mejor resultado en nuestra investigación.

En la tabla 1 Se puede visualizar diferentes porcentajes de ichu de 0%, 4%, 7% y 11% en lo cual se analizó a nuestro suelo, ya que se fue alterado por estos porcentajes de ichu y a la vez nos brindaron diferentes indicadores.

**Tabla 1.** *Porcentajes de cenizas de ichu a aplicarse.*

<b>PORCENTAJE DE CENIZA DE ICHU</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>11%</b>	Suelo alterado (11% de ichu)	indicador 4
<b>7%</b>	Suelo alterado (7% de ichu)	indicador 3
<b>4%</b>	Suelo alterado (4% de ichu)	indicador 2
<b>-</b>	Suelo natural	indicador 1

## **Enfoque de investigación**

Sampieri y Mendoza (2018, p. 41), señala que los problemas deben estar elaborados como interrogación, claro y objetivo, nuestro planteamiento del problema debe tener las posibilidades de analizarse empíricamente, el planteamiento tiene que ser ético, y que el problema en si se asocie a unidades de medición, números, variables, etc.

Esta tesis posee un enfoque cuantitativo ya que nuestros resultados están en unidades de medida y números los cuales determinaron si nuestro proyecto cumplió o no con su cometido de dar solución a nuestros problemas los cuales se contrastan con nuestras hipótesis.

## **Nivel de investigación**

Según Sampieri, Fernández y Baptista (2014, p. 93), nos indican que hay cuatro niveles o alcances de investigación las cuales son: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Para estos autores el alcance o nivel correlacional es un tipo de estudio que tiene como fin conocer la asociación o grado de relación que hay entre dos o más variables en una muestra, en resumen, lo que nos menciona estos autores el estudio correlacional asocian variables mediante un patrón predecible para una población o grupo.

Esta investigación es de nivel correlacional dado que buscamos la relación que existe entre las cantidades de cenizas de ichu con el grado de estabilización del suelo con fines de subrasante.

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable independiente:** Cenizas de ichu.

**Definición Conceptual:** Como nombre común lo conocen como paja blanca, pertenece a la familia de las gramíneas, son hierbas cespitosas con tallos de 400mm a 800mm de altura, vainas florales glabras, laminas filiformes de 0.03 cm a 0.05cm de diámetro, con presencia de pelos largos en la parte superior, presenta un ciclo perenne, con brotación que se presencian en la etapa de invierno y

primavera, esta especie se presenta en mayor cantidad en zonas como México, Perú, Bolivia, Argentina, Esta especie se presencia en paisajes naturales del sector occidental de la región pampeana, El stipa ichu tiene un comportamiento como maleza que son invasoras de alfalfa y pasto llorón (Ruiz & Pav).

**Definición Operacional:** Para la obtención de ceniza de ichu primero se calcino la paja o ichu a una temperatura aproximada de 85°C para luego esperar a que enfrié, posteriormente se procedió a tamizarlo por el tamiz N°4. Este material que quedo se usó para realizar la experimentación de combinación con la muestra natural sin alterar.

**Variable dependiente:** Estabilización de subrasante

**Definición Conceptual:** El objetivo del mejoramiento de un suelo es optimizar las propiedades físicas por medio de procedimientos mecánicos y la adición de ciertos componentes o aditivos con el fin de dotar a estas de resistencia mecánica (Manual de Carretas, 2013, p. 107).

**Definición Operacional:** Con el objetivo de determinar si una muestra de subrasante logro estabilizarse realizamos ciertos ensayos que nos determinaron si nuestra muestra mejora o no en sus propiedades físicas, los ensayos que realizamos fueron: granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.

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

#### **Población**

Para Arias (2012, p. 81) la población es un conjunto infinito o finito de componentes con características similares para los cuales serán extensivas las conclusiones del proyecto de investigación. Esta se delimita por los problemas y el objetivo de estudio.

En este proyecto de investigación, nuestra población pertenece a las trochas carrozables del distrito de Caracoto, provincia de San Román, Región Puno.



- **Criterios de inclusión**

Para Sampieri y Mendoza (2018, p. 199) el criterio de inclusión corresponde a elementos de estudio que comparten ciertas características dentro de una misma población.

Para este proyecto de investigación la población son las trochas carrozables del distrito de Caracoto y el criterio de inclusión son los caminos que presentan suelos cohesivos en la subrasante.

- **Criterios de exclusión**

Para Sampieri y Mendoza (2018, p. 199) el criterio de exclusión corresponde a elementos que alteren y que interfieran con la calidad de nuestros resultados.

Para este proyecto de investigación la población son las trochas carrozables del distrito de Caracoto y el criterio de exclusión son los caminos que tengan características diferentes a los suelos cohesivos en su subrasante.

## **Muestra**

Para Hernández, Carpio (2019, p 76) una muestra es un subconjunto de la población o parte representativa de esta, conformadas a su vez por unidades muestrales que son los componentes del objetivo de estudio. Se tiene que realizar la selección de nuestra muestra cuando la población es infinita o finita, pero de gran tamaño.

Para nuestra investigación nuestra muestra es la vía denominada “Tomas Pampa” que comprende de Caracoto hacia la Urb. Nazareno. Esto dentro el distrito de Caracoto.

## **Muestreo**

Según Arias (2012, p 85) hace referencia al muestro no probabilístico en lo cual lo define a esta como un método de selección en la cual no se conoce la probabilidad que tienen los elementos de una población para componer la muestra, también hace mención al muestreo opinático o intencional en lo cual los componentes son elegidos con juicio o criterio de conocimientos que ya tenga el investigador.

Para este proyecto de investigación realizamos el muestreo no probabilístico intencional dado que una muestra de suelo no va a definir el tipo de suelo de la vía Tomas Pampa, también es intencional dado que en base a ciertos criterios identificaremos que lugares serán representativos para realizar la captación de muestras.

### **Unidad de análisis**

Según Azcona, Manzini y Dorati (2013), hace mención a la unidad de análisis del cual se obtendrán diferentes parámetros para ser analizados que serán investigados.

Para esta tesis tomamos como unidad de análisis a la cantidad de calicatas que realizamos para obtener muestras de suelo que fueron analizadas en laboratorio, para nuestro caso tomamos 3 calicatas que nos brindaron la información para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

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

### **Técnicas de recolección de datos.**

Según Tamayo, Silva (2012, p 2) los criterios para la elaboración de métodos de recolección de datos pueden ser la naturaleza del objeto de estudio, posibilidad de acceso a los investigadores, tamaño de la muestra, recursos, oportunidad de obtener datos, naturaleza y tipo de la fuente de datos. También define a la observación experimental como aquella que elabora datos en base a formatos pre establecidos en los cuales se basará el investigador.

En esta presente tesis se realizó la observación experimental ya que con formatos pre establecidos tomamos control de nuestros resultados que se fueron dando el laboratorio.

### **Instrumentos para recolectar datos.**

(Luz, Mendoza y Ávila, 2020, p52) Los instrumentos que se utilizaran para la recolección de datos en una investigación científica debe tener confiabilidad, objetivo y validez, si alguna de estas características no cumple con los estándares, estas se desecharan ya que no brindaran resultados confiables.

Los instrumentos que utilizamos para esta tesis son formatos pre establecido, como se muestra en el anexo 05, estas nos ayudaron a tener orden y entendimiento de los datos que obtuvimos.

### **Validez y confiabilidad.**

Para Sampieri y Mendoza (2018. p 323) la confiabilidad se basa en determinar instrumentos que generen resultados coherentes, con lógica y consistentes en nuestras muestras, además que al repetir un instrumento al mismo individuo produzca resultados muy parecidos o iguales.

La confiabilidad en un proyecto de investigación se refiere a que un instrumento de evaluación genere resultados de calidad, óptimos, que garanticen que el procedimiento que se viene realizando sea legítimo.

Para Sampieri y Mendoza (2018. p 229) la validez es el nivel en que se mide con exactitud a la variable, se visualiza el concepto tácito a través de sus indicadores empíricos.

Para dar validez a esta investigación efectuamos los diferentes ensayos de laboratorios que ya se encuentran normados, así como también la participación de profesionales que emitieron un juicio, tal como se muestra en el anexo 04, sobre nuestra investigación.

En la tabla 2 se visualiza que el rango es directamente proporcional a la magnitud dado que a menor valor numérico (cuantitativo) para el rango se genera un menor valor de validez. (cualitativo)

**Tabla 2.** *Magnitudes y rango de la validez*

<b>RANGO</b>	<b>MAGNITUD</b>
0.53 a menos	Validez nula
0.54 – 0.65	Validez baja
0.60 – 0.65	Valida
0.66 – 0.71	Muy valida
0.72 – 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Nota: Tomado de Santos (2017)

Para dar confiabilidad a los instrumentos que se utilizaron se efectuó la prueba de fidelidad de alfa de Cronbach como se detalla a continuación en la tabla 3.

**Tabla 3.** Datos de confiabilidad obtenidos.

Objetos	ITEMS								Suma
	Claridad	Objetividad	Estructura	Eficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	5	5	4	5	4	5	3	5	36
2	4	4	4	5	4	3	4	4	32
3	3	4	3	3	3	3	4	3	26
<b>Varianza</b>	0.667	0.222	0.222	0.889	0.222	0.889	0.222	0.667	
<b>∑Varianzas</b>	4.000								
<b>Varianza ∑ ítems</b>	16.889								

Los datos de la tabla 3 se extrajeron del anexo 04.

Aplicaremos la siguiente fórmula para el cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum \sigma_1^2}{\sigma_T^2} \right]$$

Donde:

K : Cantidad de ítems

$\sum \sigma_1^2$  : Sumatoria de varianzas individuales

$\sigma_T^2$  : Varianza total

$\alpha$  : Coeficiente de Alpha de Cronbach

Operando los datos se obtiene:

$$K = 8$$

$$\sum S_1^2 = 4.000$$

$$S_T^2 = 16.889$$

$$\alpha = 0.872$$

Según los valores detallados en la tabla 3, el valor de alfa de Cronbach es de 0.872, y que de acuerdo a los parámetros presentados en la tabla 2, se deduce que los instrumentos empleados en el presente estudio poseen una confiabilidad categorizada como “excelente validez”.

### **3.5. Procedimientos.**

En esta parte detallamos los pasos o procesos que realizamos para así poder cumplir con nuestras metas propuestas en este proyecto de investigación, estas se desarrollaran en diferentes etapas.

#### **Etapa de campo (insitu).**

Para esta etapa visitamos el tramo que analizamos para su estudio el cual se encuentra en el distrito de Caracoto, este tramo es una trocha carrozable que tiene deficiencias en su subrasante, para lo cual realizamos 3 calicatas que tienen muestra para nuestro análisis, de cada calicata inspeccionamos la estratigrafía del suelo para así tener un mejor conocimiento de estratigrafía que presenta la zona, luego fuimos extrayendo muestra suficiente para poder realizar los respectivos ensayos en laboratorio, para la extracción de muestras se usó una retroexcavadora la cual hizo excavaciones de hasta 1.50m como indica la EM 101 2016, también se hizo uso de sacos para el traslado de muestras.

En la figura 12 se presencia la extracción de muestras con retroexcavadora que luego serán llevadas a laboratorio para ser analizadas.



Figura 12. Extracción de muestras para laboratorio

Posteriormente recolectamos paja (stipa ichu) en el mismo distrito de Caracoto el cual también será trasladado a laboratorio.

En la figura 13 se muestra la recolección de paja o ichu para luego ser trasladado a laboratorio.



Figura 13. Recolección de ichu o paja.

### **Etapas de laboratorio:**

Ya con nuestras muestras de stipa ichu y muestras de suelo de subrasante se comenzó a realizar nuestros respectivos ensayos en lo cual comenzamos con el cuarteo correspondiente de las muestras, así como la calcinación del ichu.



En la figura 14 se presencia el cuarteo respectivo de muestras para su posterior análisis de laboratorio.



Figura 14. Cuarteo de muestras en laboratorio.

En la figura 15 se muestra la calcinación del ichu o paja a una temperatura aproximada de 85°C.



Figura 15. Calcinación de la ceniza de ichu

### Ensayo de granulometría: MTC E 107

Como primer paso se secó la muestra, esta se puede secar llevándolo al horno o secarlo exponiéndolo al sol, una vez secos se comienza a triturar utilizando un combo de goma.

Como segundo paso realizamos el cuarteo respectivo de la muestra, esta puede ser de manera manual o utilizando equipos mecánicos. Para así poder obtener la muestra representativa y suficiente para nuestro ensayo.

Como tercer paso realizamos el separado de nuestras fracciones finas de las gruesas, para separar esta fracción utilizamos el tamiz N°04, luego se lavó las muestras finas con el tamiz N°200 y las gruesas con el tamiz N° 04.

Como cuarto paso secamos estas muestras en recipientes separados en un horno que tenga una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas para luego ser tamizadas por un juego de tamices de diferentes tamaños y así tener resultados por cada malla lo cual nos permitirá calcular el porcentaje que pasa por cada abertura de tamiz.

En la figura 16 se aprecia la realización del tamizaje de las muestras en el ensayo de granulometría.



Figura 16. Tamizaje de muestra en el ensayo "Granulometría".

## Ensayo de límites de consistencia. MTC E 110, MTC E 111

### Límite líquido

Como primer paso obtuvimos nuestra muestra tamizando la fracción fina por el tamiz N° 40, en un aproximado de 200 gr.

Como segundo paso para el método multipunto usamos la cuchara de Casagrande con nuestra muestra la cual se humedeció con agua destilada, para luego con ayuda de una espátula mezclarla de tal manera que se encuentre uniforme, esta muestra se colocó en la cuchara de Casagrande y con ayuda del acanalador se procede a dividir la muestra en dos, con la manecilla de la cuchara de Casagrande se procedió a girar la esta manecilla dos vueltas en un segundo, este procedimiento



se realizó hasta conseguir que la manecilla cierre entre 15 a 25 goles, 20 a 30 golpes y 25 a 35 golpes.

Como tercer paso colocamos las muestras que llegaron a los golpes mencionados en el paso número 2 de la cuchara de Casagrande a unos recipientes que contendrán la muestra para su respectivo secado en el horno.

En la figura 17 se visualiza el colocado de diferentes muestras en la cuchara de Casagrande

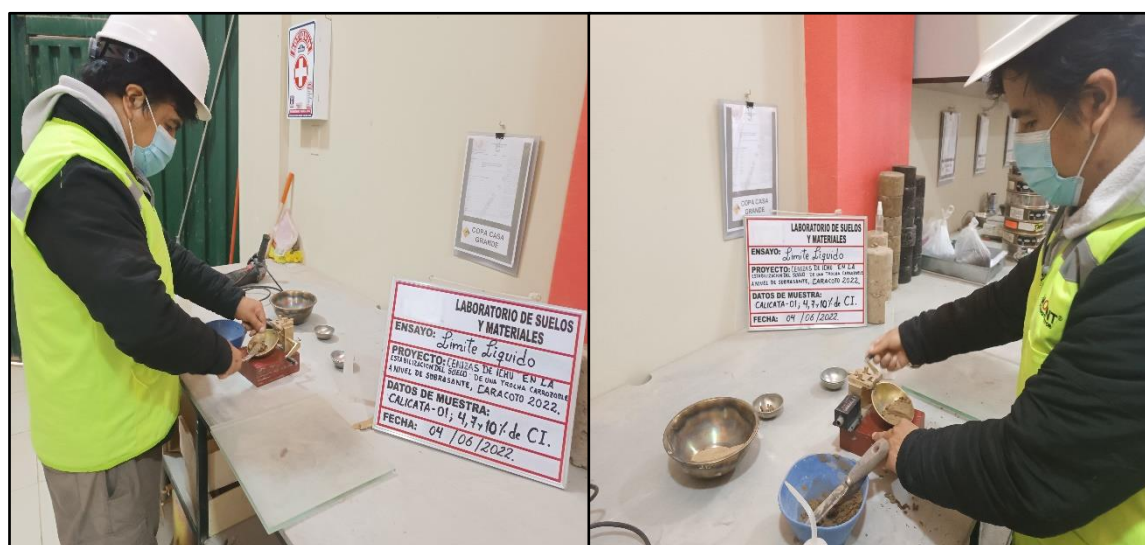


Figura 17. Ensayo de límite líquido.

### Limite plástico.

Para el ensayo de límite plástico se tomó la misma muestra que se usa para el límite líquido.

Como primero paso se humedeció la muestra, luego formamos una esfera de barro, con el cual se formaron bastoncillos de 3mm de diámetro en una superficie lisa.

Como segundo paso se registró el peso de los bastoncillos que lograron fisurarse o agrietarse cuando estas llegaron a los 3mm de diámetro.

Como tercer paso se llevaron a un horno para el secado correspondiente de esta muestra y luego registrar los pesos correspondientes.

En la figura 18 se muestra los instrumentos a realizar para el ensayo, así como las muestras ya elaboradas en laboratorio.



Figura 18. Ensayo de límite plástico.

### Ensayo de Proctor modificado MTC E 115

Como primer paso utilizamos los datos de la granulometría para así poder identificar el método que se realizara ya sea A, B o C.

Como segundo paso dependiendo del método a realizar obtendremos diferentes cantidades de muestras, para el método A necesitaremos 25 kg, para los métodos B y C necesitaremos 12 kg de muestra aproximadamente.

Como tercer paso humedecemos la muestra de suelo que previamente fue tamizada por el tamiz N° 4, luego se combinara esta muestra con cenizas de ichu tal como se muestra en la figura 19, este procedimiento se repite variando los porcentajes de agua que van variando de 2% en 2%, en un recipiente dividimos la muestra en 5 partes iguales los cuales serán colocados en el molde Proctor para luego ser compactadas en 5 capas proporcionadas con 25 golpes cada capa.



Figura 19. Combinación de muestras

Como cuarto paso quitamos el collarín de molde para posteriormente enrazarlo y luego pesarla en una balanza electrónica, luego de esta misma muestra se extrajo una porción de material para obtener un contenido de humedad.

En la figura 20 se aprecia el compactado de la muestra con una apisonadora normalizada el cual reducirá los espacios vacíos presentes en la muestra



Figura 20. Molde y pisón en el ensayo de Proctor.

### Ensayo de CBR. MTC E 132

Como primer paso con resultados del Proctor modificado como el contenido óptimo de humedad se realizó el humedecimiento de nuestras muestras que pasaron el tamiz N° 4.

Como segundo paso la muestra ya humedecida se colocó en un recipiente para luego fraccionarlo en 5 partes iguales y luego colocarlos en el molde de CBR y este proceso se repitió 3 veces, uno para 12 golpes, otro para 25 golpes y otro para 56 golpes.

En la figura 21 se aprecia al material en el molde de CBR ya compactados con el pisón



Figura 21. Molde y pisón en el ensayo de CBR

Como tercer paso luego de ser compactadas las muestras se quitó el collarín del molde de CBR, luego se procedió a enrazar, se invirtió la muestra así mismo se colocarán aros metálicos que simulen las capas granulares y pavimento.

Como cuarto paso se colocaron los especímenes en agua con el objetivo de saturarlas por 96 horas sobre el molde de CBR se colocó un trípode diariamente que contará con un dial que sirvió para medir la expansión.

En la figura 22 se observa a las muestras en los moldes de CBR los cuales han estado en sumergidas en un periodo de 4 días, también se aprecia las lecturas iniciales que se tienen de los moldes con el trípode de expansión para CBR con dial.





Figura 22. Moldes sumergidos en el ensayo CBR

Como quinto paso luego de las 96 horas se sacaron los moldes de CBR y se dejaron escurrir por 15 minutos para luego llevarlas a la prensa de CBR en la cual se tomaron mediciones por un tiempo de 10 minutos y la prensa estuvo a una velocidad aproximada de 1.27 mm por minuto y luego se hizo la correspondiente digitalización de datos.

En la figura 23 se aprecia a la prensa de CBR que nos sirvió de instrumento para forzar la penetración del pistón en la muestra y así obtener lecturas progresivas que van desde el minuto cero, hasta el minuto 10.



Figura 23. Lectura en la prensa de CBR

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para recolectar datos en esta investigación se empleó la estadística descriptiva en lo cual usaremos a la herramienta de office Excel con plantillas ya programadas, así como gráficos de barras, líneas de tendencia, etc.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación se efectuó cumpliendo y respetando las normas de ética en investigación de la Universidad César Vallejo, se cumplieron todos los lineamientos establecidos como el respeto al esfuerzo ajeno, la honestidad, búsqueda del bienestar, justicia, rigor científico, competitividad profesional y científico, asimismo se ah sometido al software anti plagio Turnitin y todos los autores fueron citados adecuadamente según la norma ISO-690. Asimismo, los datos fueron obtenidos en un laboratorio acreditado que brindo los resultados de calidad y óptimos a la vez que estos no fueron manipulados para la validez de resultados.

Según López, Quintero, Machado (2007, p 356) ética es una rama de filosofía que tiene influencia en todo ámbito, especialmente relacionados con los proyectos de investigación, su papel es determinante en toda actividad humana, dado que si no aplicaríamos la ética el mundo viviría un caos y descontrol total en cuanto a valores y por consecuencia prevalecería la impunidad, por ello la aplicación de la ética en nuestro día a día generara valores positivos, responsabilidad y principios.

Para Inguillay, Tercero, López (2020) la ética es el comportamiento que diferencia lo bueno de lo malo, no basta con cumplir obligaciones morales de humanos hacia humanos, sino que también deben mostrar actitud ética en todos los aspectos de la vida.

## IV. RESULTADOS

En esta sección de la tesis expondremos los datos obtenidos en laboratorio, para posteriormente interpretarlos, analizarlos y contrastarlos con la teoría planteada y así realizar la prueba estadística con el fin de contribuir con conocimiento en la investigación científica.

### 4.1 Recolección de muestras.

- Ubicación y datos de las calicatas.

Región	: Puno.
Provincia	: San Román.
Distrito	: Caracoto.
Nombre de la vía	: Tomas Pampa.
Tramo	: Caracoto – Urb. Nazareno.
Calicata 1	: E (381395), S (8279078).
Calicata 2	: E (381284), S (8279343).
Calicata 3	: E (381171), S (8279609).



Figura 24. Mapa de ubicación de las calicatas y tramo.

En la figura 24 se aprecia de color verde la ruta de Caracoto hacia la urbanización Nazareno, también se observa la ubicación de las calicatas.

## 4.2 Características de la ceniza de ichu.

### Características Químicas

Se llevó una porción de ceniza de ichu a laboratorio físico químico de 250 gr. En la cual se obtuvieron los siguientes datos como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** *Características químicas de las cenizas de ichu*

Descripción	Unidad	Resultado
Dureza total.	ppm	665.0
Cloruros.	ppm	4326.12
Sulfatos.	ppm	360.0

### Características Físicas

Los resultados de las características físicas de la ceniza de ichu se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.** *Características físicas de las cenizas de ichu*

Descripción	Unidad	Resultado
Conductividad eléctrica.	ms/cm	24.40
pH	-	10.86.3

Los datos de las características físicas y químicas se extrajeron del anexo 09.

### Granulometría de la ceniza de ichu.

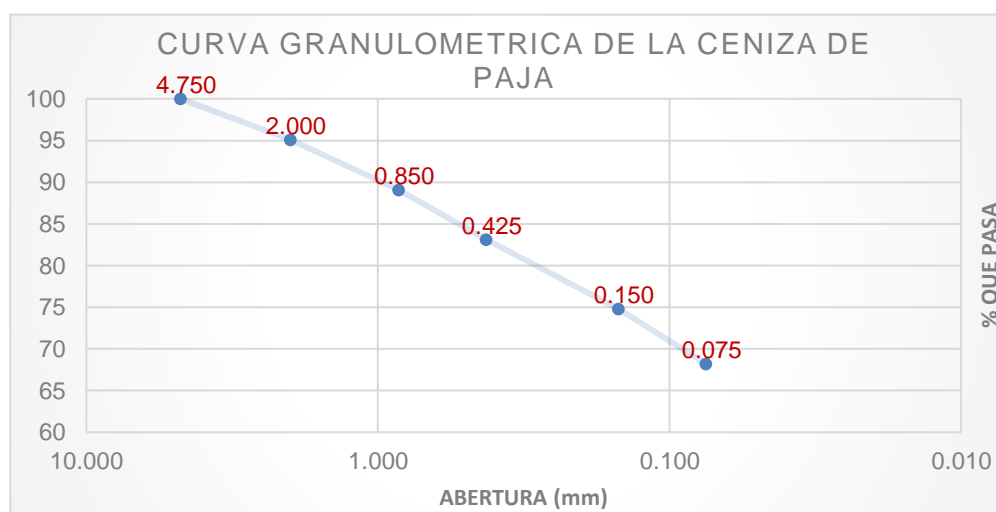
Se tuvo que recolectar 80kg. aproximadamente de ichu para incinerarlos y luego obtener 7kg de ceniza de ichu.

En la tabla 6 y figura 25 se puede visualizar el porcentaje que pasa, así como la curva granulométrica.



**Tabla 6.** Granulometría de la ceniza de ichu

TAMIZ		%QUE PASA
ASTM	Abertura (mm)	
N°4	4.750	100
N°10	2.000	95.1
N°20	0.850	89.1
N°40	0.425	83.1
N°100	0.150	74.8
N°200	0.075	68.2



*Figura 25.* Curva granulométrica de la ceniza de ichu

### 4.3 Características del suelo natural

#### Humedad Natural.

En este ensayo se calcula el contenido de agua del suelo natural, así como también del suelo natural más las diferentes proporciones de ceniza (4%, 7%, 10%). Los resultados se detallan en la siguiente tabla 7 y figura 26.

**Tabla 7.** Resumen de datos de laboratorio de la humedad natural

Nro. de Calicata vs %de suelo y ceniza	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
Calicata 1	12.65%	10.48%	9.12%	8.11%
Calicata 2	13.18%	10.86%	9.37%	7.87%
Calicata 3	11.98%	9.75%	8.94%	8.22%

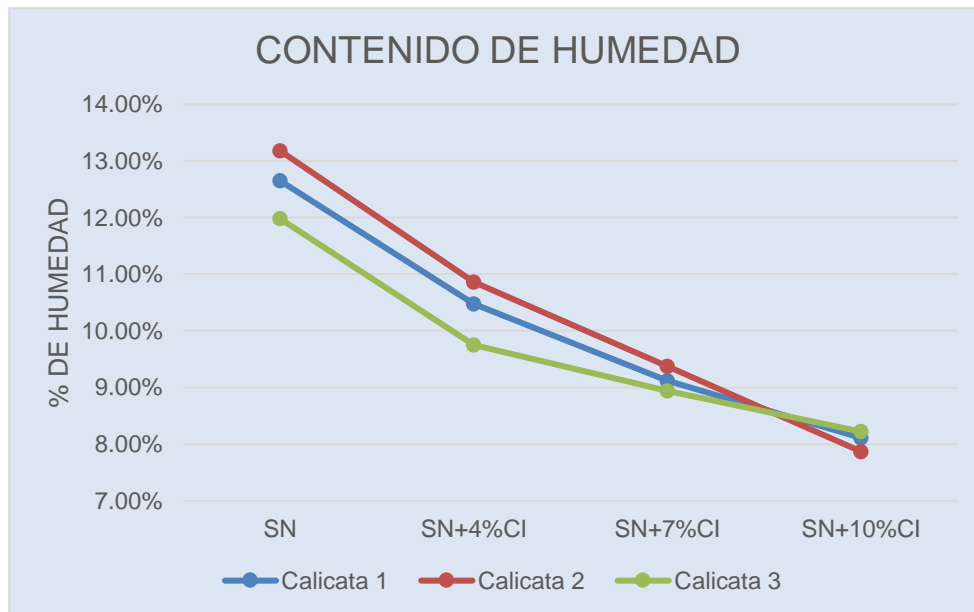


Figura 26. Gráfica del contenido de humedad

### Granulometría.

Se realizó el ensayo de granulometría en laboratorio para la muestra natural, así como también para las muestras alteradas con cenizas de ichu.

En la tabla 8 y en la figura 27 se muestra el resumen de resultados de laboratorio para la calicata 1.

Tabla 8. Resumen de granulometría para la calicata 1.

Tamiz		%Que pasa Calicata 1			
ASTM	Abertura (mm)	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
N°4	4.750	100.00	100.00	100.00	100.00
N°10	2.000	99.20	99.50	99.40	99.00
N°20	0.850	97.80	98.00	98.10	98.50
N°40	0.425	91.40	90.00	92.90	93.70
N°100	0.150	75.90	76.40	78.30	81.00
N°200	0.075	58.60	60.80	61.80	63.50

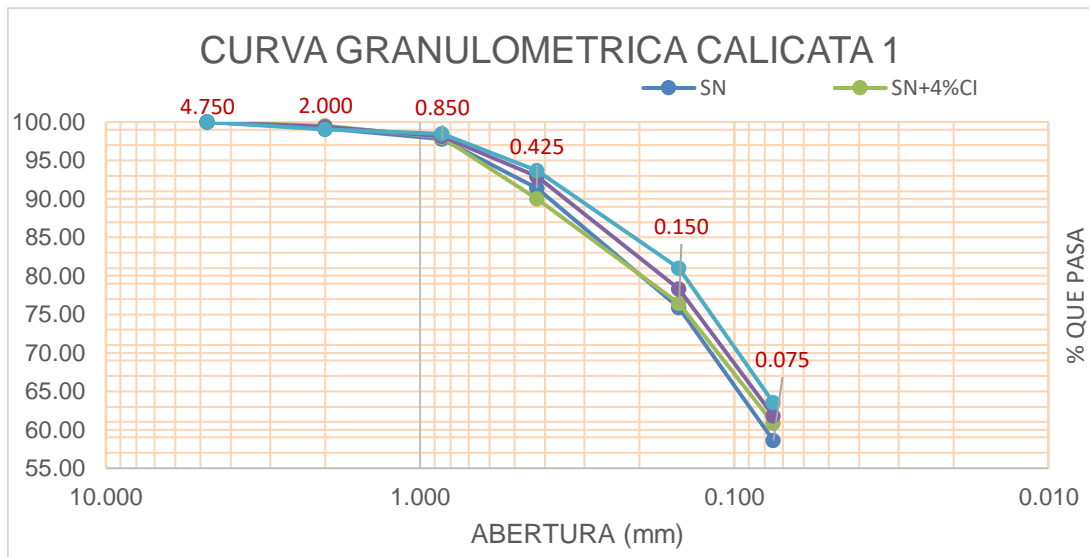


Figura 27. Curva granulométrica de la calicata 1

En la tabla 9 y en la figura 28 se muestra el resumen de resultados de laboratorio para la calicata 2.

**Tabla 9.** Resumen de granulometría para la calicata 2

TAMIZ		%QUE PASA CALICATA 2			
ASTM	Abertura (mm)	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
N°4	4.750	100.00	100.00	100.00	100.00
N°10	2.000	98.70	99.30	99.80	98.90
N°20	0.850	97.90	98.70	99.30	95.40
N°40	0.425	92.10	91.90	91.80	90.70
N°100	0.150	75.40	77.30	78.20	78.10
N°200	0.075	57.40	59.80	62.20	63.00

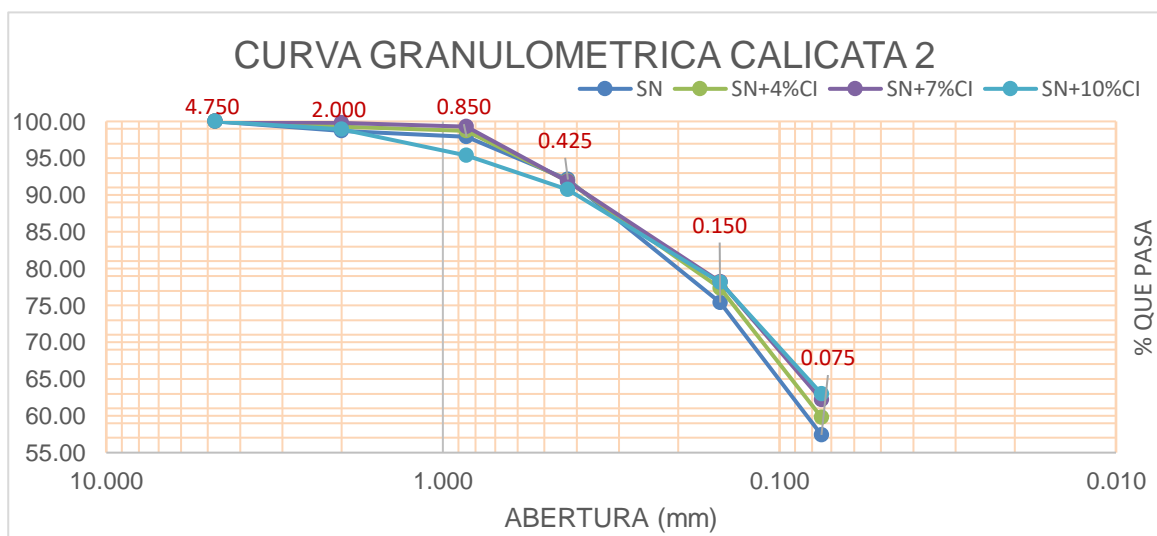
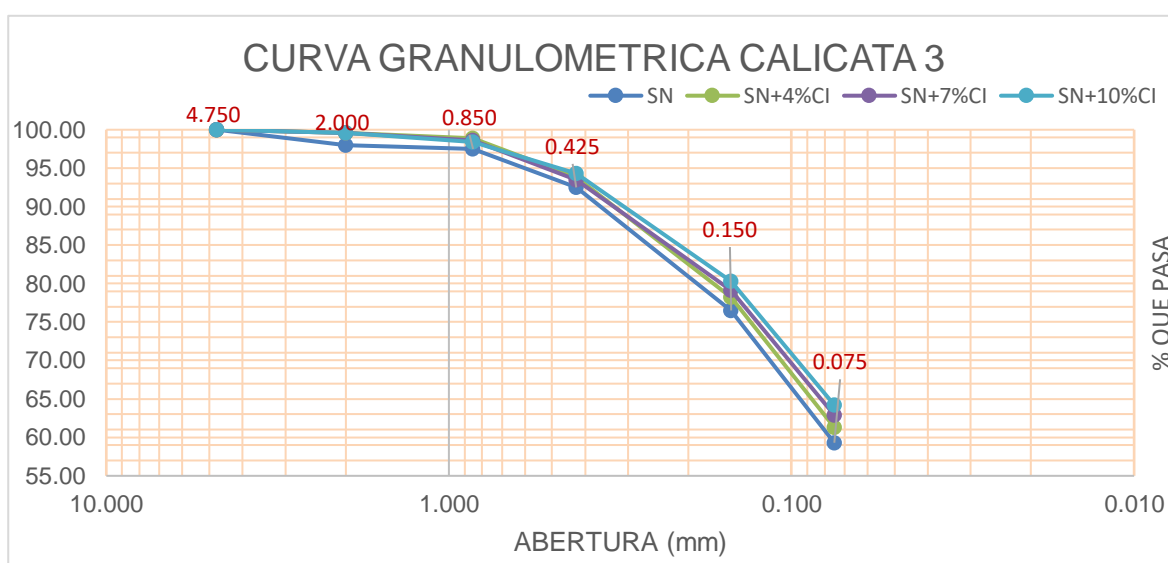


Figura 28. Curva granulométrica de la calicata 2

En la tabla 10 y en la figura 29 se muestra el resumen de resultados de laboratorio para la calicata 3.

**Tabla 10.** Resumen de granulometría para la calicata 3

TAMIZ		%QUE PASA CALICATA 3			
ASTM	Abertura (mm)	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
N°4	4.750	100.00	100.00	100.00	100.00
N°10	2.000	98.00	99.60	99.60	99.60
N°20	0.850	97.50	98.90	98.60	98.40
N°40	0.425	92.50	93.80	93.50	94.30
N°100	0.150	76.50	78.20	79.10	80.30
N°200	0.075	59.30	61.30	62.90	64.20



*Figura 29.* Curva granulométrica de la calicata

### Límites de consistencia.

Se ejecutaron en laboratorio los respectivos ensayos de Límite Líquido (LL) y Límite plástico (LP) en nuestro suelo natural (SN), así como también en el suelo natural alterado con los distintos porcentajes de ceniza de ichu (CI) (4%, 7%, 10%) obteniéndose los siguientes resultados para cada calicata.

**Para la calicata 1:** Se muestra a continuación en la tabla 11, los resultados otorgados por laboratorio

**Tabla 11.** *Resumen de límites de consistencia para la calicata 1*

Calicata 1	Descripción		
	LL	LP	IP
<b>SN</b>	44.51	28.84	15.67
<b>SN+4%CI</b>	41.24	29.53	11.71
<b>SN+7%CI</b>	36.68	27.45	9.23
<b>SN+10%CI</b>	31.5	24.65	6.85

**Para la calicata 2:** Se muestra a continuación en la tabla 12, los resultados otorgados por laboratorio.

**Tabla 12.** *Resumen de límites de consistencia para la calicata 2*

Calicata 2	Descripción		
	LL	LP	IP
<b>SN</b>	43.98	28.56	15.42
<b>SN+4%CI</b>	40.50	29.22	11.28
<b>SN+7%CI</b>	36.80	27.16	9.64
<b>SN+10%CI</b>	29.22	23.89	5.33

**Para la calicata 3:** Se muestra a continuación en la tabla 13, los resultados otorgados por laboratorio.

**Tabla 13.** *Resumen de límites de consistencia para la calicata 3*

Calicata 3	Descripción		
	LL	LP	IP
<b>SN</b>	45.14	28.30	16.84
<b>SN+4%CI</b>	41.57	29.03	12.54
<b>SN+7%CI</b>	35.81	27.33	8.48
<b>SN+10%CI</b>	29.96	24.07	5.89

Para un mejor entendimiento de los resultados de los límites de consistencia, en las figuras 30, 31 y 32 se muestran el comportamiento o tendencia que tienen las muestras de suelo mientras vamos agregando más porcentaje de ceniza de ichu.

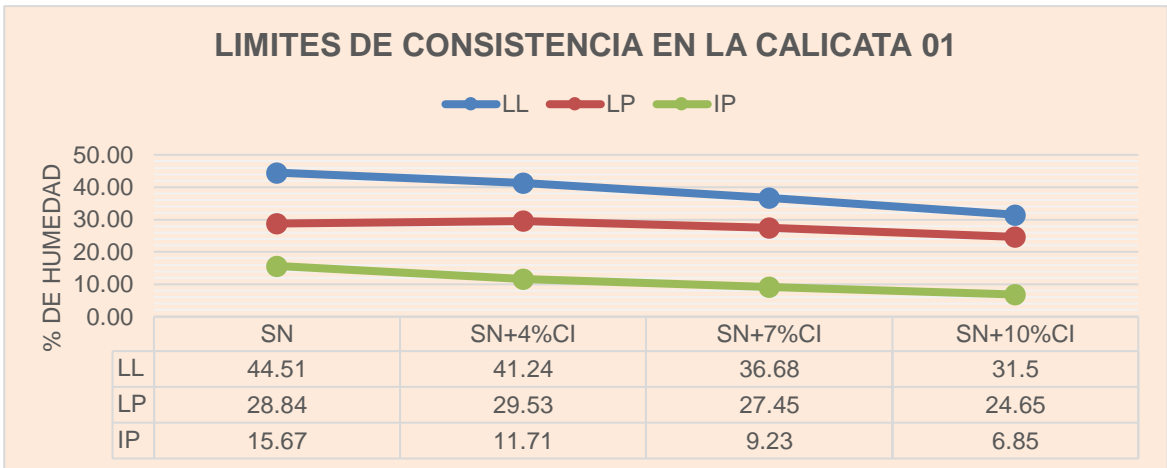


Figura 30. Gráfico de límites de consistencia en la calicata 01

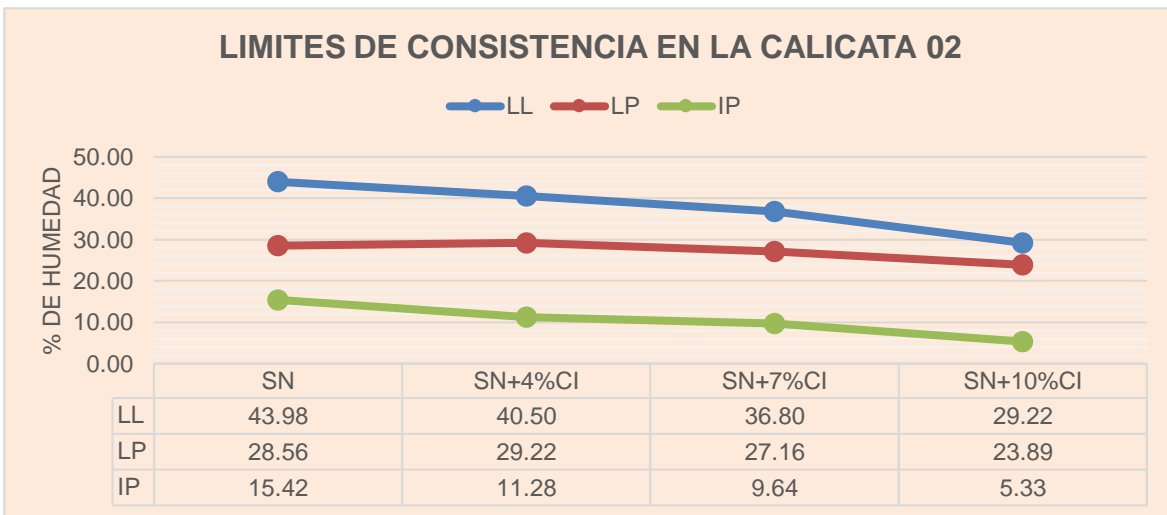


Figura 31. Gráfico de límites de consistencia en la calicata 02

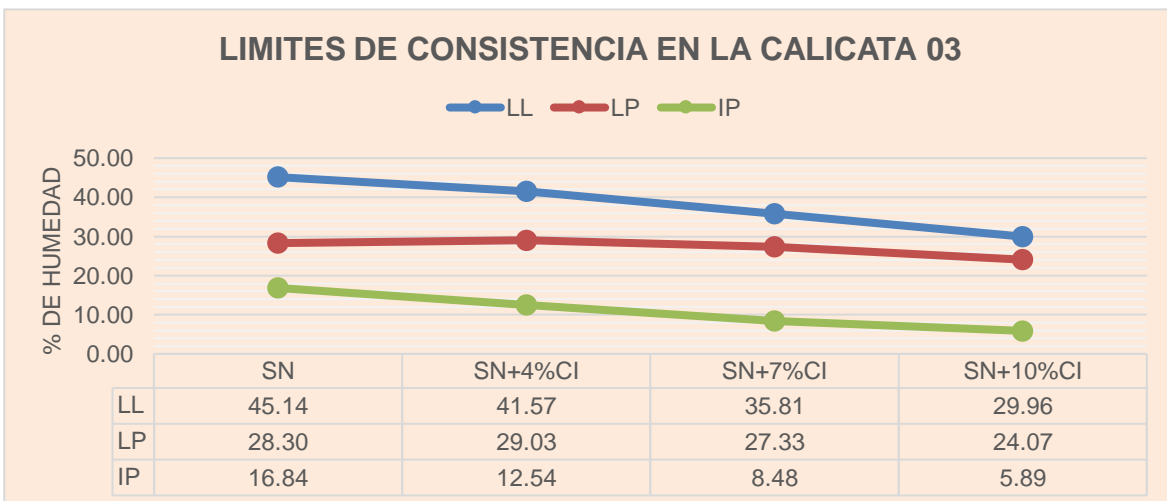


Figura 32. Gráfico de límites de consistencia en la calicata 03

Como se aprecia en las figuras 30, 31 y 32; tanto como el límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP) van disminuyendo de porcentaje mientras se va adicionando más ceniza de ichu (CI).

En el manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14 se clasifica el suelo según el índice de plasticidad como se muestra en la figura 33.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Figura 33. Categoría de la subrasante respecto al IP

Fuente: Manual de carreteras sección suelos y pavimentos (2014).

En la tabla 14 se aprecia el resumen del índice de plasticidad que se tuvo en las diferentes muestras con los distintos porcentajes de ichu.

Tabla 14. Resumen de límites de consistencia

Índice de plasticidad	Descripción			Promedio	Plasticidad
	IP (C1)	IP (C2)	IP (C3)		
<b>SN</b>	15.67	15.42	16.84	<b>15.98</b>	<b>MEDIA</b>
<b>SN+4%CI</b>	11.71	11.28	12.54	<b>11.84</b>	<b>MEDIA</b>
<b>SN+7%CI</b>	9.23	9.64	8.48	<b>9.12</b>	<b>MEDIA</b>
<b>SN+10%CI</b>	6.85	5.33	5.89	<b>6.02</b>	<b>BAJA</b>

En la figura 34 podemos visualizar la tendencia o comportamiento que presenta el índice de plasticidad con los diferentes porcentajes de ceniza de ichu.

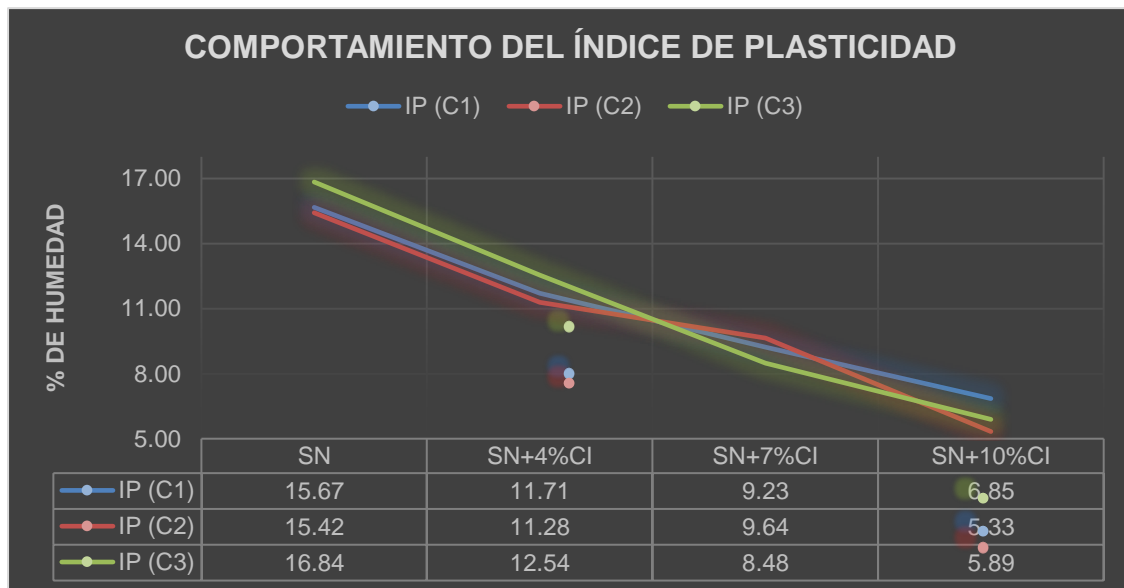


Figura 34. Comportamiento del índice de plasticidad.

Basándonos en la tabla 14 y en la figura 34 podemos deducir que el Índice de plasticidad varía en cada calicata cuando el porcentaje de cenizas de ichu va variando.

Para el suelo natural (SN) en las 3 calicatas el índice de plasticidad presenta un promedio de 15.98%, para el suelo natural más 4% de cenizas de ichu (SN+4%CI) en las 3 calicatas el índice de plasticidad presenta un promedio de 11.84%, para el suelo natural más 7% de cenizas de ichu (SN+7%CI) en las 3 calicatas el índice de plasticidad presenta un promedio de 9.12%, para estos casos el suelo es de plasticidad media y su característica es de un suelo arcilloso dado que el  $IP > 7$  y  $IP \leq 20$ , tal como se muestra en la figura 33.

Para el suelo natural más 10% de cenizas de ichu (SN+10%CI) en las 3 calicatas el índice de plasticidad presenta un promedio de 6.02% el cual es de plasticidad baja y su característica es suelo poco arcilloso dado que su  $IP < 7$ , tal como se aprecia en la figura 33.

Se sabe que en un suelo la cantidad de arcilla, dependiendo de su magnitud puede ser un elemento que genere riesgo en la subrasante debido a su alta sensibilidad al agua por lo que incorporando 10% de cenizas de ichu a la muestra genera un mejor comportamiento al suelo dado que baja el índice de plasticidad de un 15.98% correspondiente al suelo natural a un 6.02%.



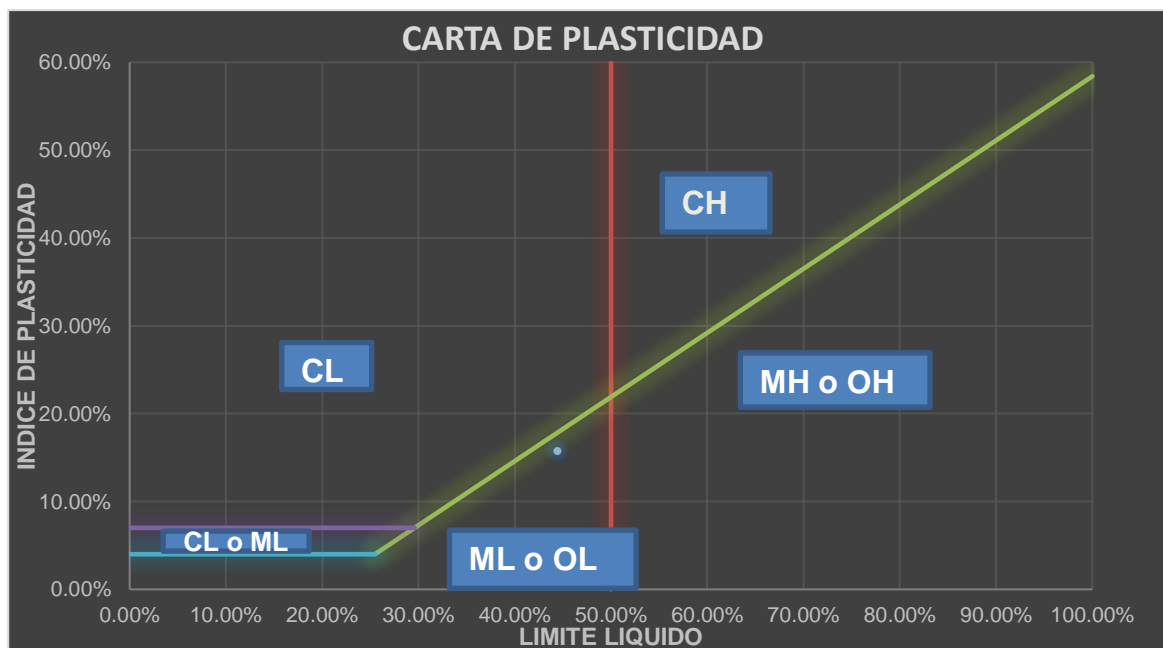
## Clasificación SUCS y AASHTO

- Clasificación SUCS.

Para nuestro caso presenciamos que todas las muestras presentan un porcentaje de pasante de la malla N°200 mayor a 50 % en la tabla 15, lo que significa que para clasificar por el método SUCS tenemos que ir a la carta de plasticidad como se muestra en la figura 35.

**Tabla 15.** Clasificación de suelo por el método SUCS.

TAMIZ		%QUE PASA CALICATA 1				%QUE PASA CALICATA 2				%QUE PASA CALICATA 3			
ASTM	Abertura (mm)	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
N°4	4.750	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
N°10	2.000	99.20	99.50	99.40	99.00	98.70	99.30	99.80	98.90	98.00	99.60	99.60	99.60
N°20	0.850	97.80	98.00	98.10	98.50	97.90	98.70	99.30	95.40	97.50	98.90	98.60	98.40
N°40	0.425	91.40	90.00	92.90	93.70	92.10	91.90	91.80	90.70	92.50	93.80	93.50	94.30
N°100	0.150	75.90	76.40	78.30	81.00	75.40	77.30	78.20	78.10	76.50	78.20	79.10	80.30
N°200	0.075	58.60	60.80	61.80	63.50	57.40	59.80	62.20	63.00	59.30	61.30	62.90	64.20
MAS 50 % PASANTE N°200		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO
LIMITE LIQUIDO		44.51%	41.24%	36.68%	31.50%	43.98%	40.50%	36.80%	29.22%	45.14%	41.57%	35.81%	29.96%
LIMITE PLASTICO		28.84%	29.53%	27.45%	24.65%	28.56%	29.22%	27.16%	23.89%	28.30%	29.03%	27.33%	24.07%
IP		15.67%	11.71%	9.23%	6.85%	15.42%	11.28%	9.64%	5.33%	16.84%	12.54%	8.48%	5.89%
SUCS		ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML



**Figura 35.** Carta de plasticidad.

En la figura 35 donde se presencia la carta de plasticidad se puede observar que los puntos azules de IP y LL caen en la zona de ML lo que significa que todas nuestras muestras incluido las de suelo natural son “limos de baja plasticidad”.

- Clasificación AASHTO.

Para clasificar por el método AASHTO nos basamos en la tabla 16.

**Tabla 16. Clasificación por el método AASHTO**

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% O MENOS PASA EL TAMIZ N° 200)						MATERIALES LIMO ARCILLOSOS (MÁS DEL 35% PASA EL TAMIZ N° 200)				
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
SUB-GRUPOS	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10 (2.00 mm) .....	50 máx.										
N° 40 (0.425 mm) .....	30 máx.	50 máx.					51 min				
N° 200 (0.075 mm) .....	15 máx.	25 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	10 máx	36 min.	36 min.	36 min.	
Características del material que pasa el tamiz N° 40											
Límite Líquido .....			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.		40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Plasticidad .....	6 máx.	6 máx.	10 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de grupo	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	0	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
TIPOS DE MATERIAL	Fragmentos de piedra grava y arena.		Gravas y arenas limosas y arcillosas.				Arena Fina	Suelos limosos.		Suelos arcillosos.	
TERRENO DE FUNDACIÓN	Excelente a bueno.		Excelente a bueno.		Regular		Excelent e a bueno	Regular a malo			

Fuente: <https://bit.ly/3PcSezY>

En la tabla 17 se aprecia el resumen de los dalos obtenidos en laboratorio el cual nos ayudó a clasificar el suelo por el método AASHTO como se indica en la tabla 16.

**Tabla 17. Resumen de datos para clasificar suelos.**

TAMIZ		%QUE PASA CALICATA 1				%QUE PASA CALICATA 2				%QUE PASA CALICATA 3			
ASTM	Abertura (mm)	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
N°4	4.750	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
N°10	2.000	99.20	99.50	99.40	99.00	98.70	99.30	99.80	98.90	98.00	99.60	99.60	99.60
N°20	0.850	97.80	98.00	98.10	98.50	97.90	98.70	99.30	95.40	97.50	98.90	98.60	98.40
N°40	0.425	91.40	90.00	92.90	93.70	92.10	91.90	91.80	90.70	92.50	93.80	93.50	94.30
N°100	0.150	75.90	76.40	78.30	81.00	75.40	77.30	78.20	78.10	76.50	78.20	79.10	80.30
N°200	0.075	58.60	60.80	61.80	63.50	57.40	59.80	62.20	63.00	59.30	61.30	62.90	64.20
MAS 35 % PASANTE		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
N°200		S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO	S.FINO
LIMITE LIQUIDO		44.51%	41.24%	36.68%	31.50%	43.98%	40.50%	36.80%	29.22%	45.14%	41.57%	35.81%	29.96%
LIMITE PLASTICO		28.84%	29.53%	27.45%	24.65%	28.56%	29.22%	27.16%	23.89%	28.30%	29.03%	27.33%	24.07%
IP		15.67%	11.71%	9.23%	6.85%	15.42%	11.28%	9.64%	5.33%	16.84%	12.54%	8.48%	5.89%
IG		8	7	6	6	8	6	6	6	9	7	6	6
AASHTO		A-7-6 (8)	A-7-6 (7)	A-4 (6)	A-4 (6)	A-7-6 (8)	A-7-6 (7)	A-4 (6)	A-4 (6)	A-7-6 (9)	A-7-6 (7)	A-4 (6)	A-4 (6)

## Proctor modificado.

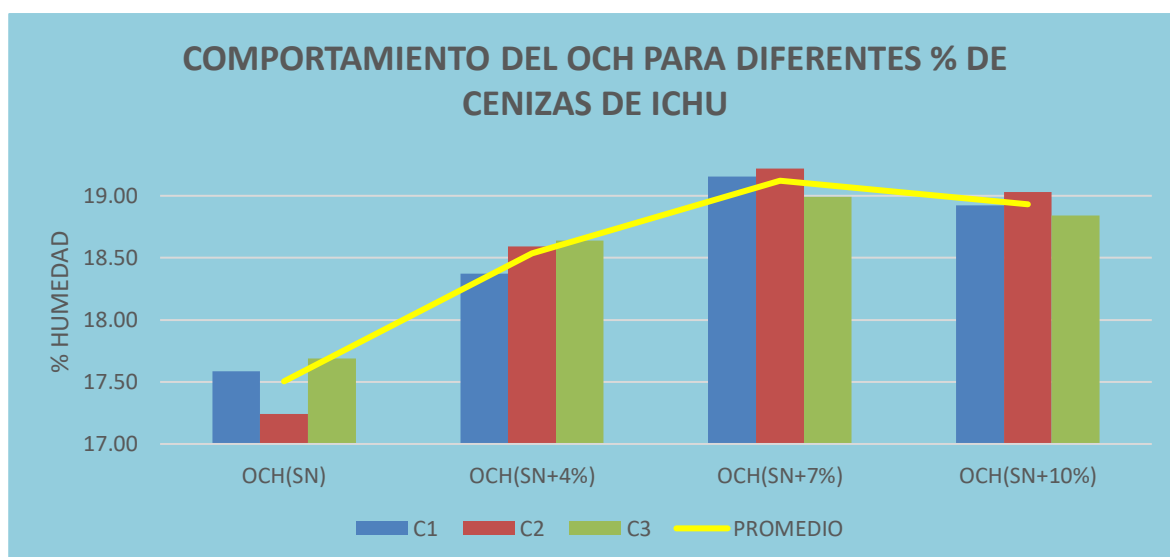
Este ensayo nos permite calcular el óptimo contenido de humedad (OCH) así como también la máxima densidad seca (MDS), estos ensayos se aplicaron en las diferentes calicatas con la adición de cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10%, los resultados se muestran a continuación.

1.- Óptimo contenido de humedad: Es el porcentaje de agua en la que el suelo llega a alcanzar el máximo peso unitario seco usando la compactación modificada. En la siguiente tabla 18 se aprecia el óptimo contenido de humedad sometido a diferentes porcentajes de cenizas de ichu, así como la calicata que se empleó.

**Tabla 18.** Resumen de resultados de óptimo contenido de humedad

Óptimo contenido de humedad	OCH(SN)	OCH(SN+4%CI)	OCH(SN+7%)	OCH(SN+10%)
<b>C1</b>	17.58	18.37	19.15	18.92
<b>C2</b>	17.24	18.59	19.22	19.03
<b>C3</b>	17.69	18.64	18.99	18.84
<b>Promedio</b>	<b>17.50</b>	<b>18.53</b>	<b>19.12</b>	<b>18.93</b>

Para una mejor visualización del comportamiento del OCH con diferentes porcentajes de cenizas de ichu en las diferentes calicatas se presencia la figura 36.



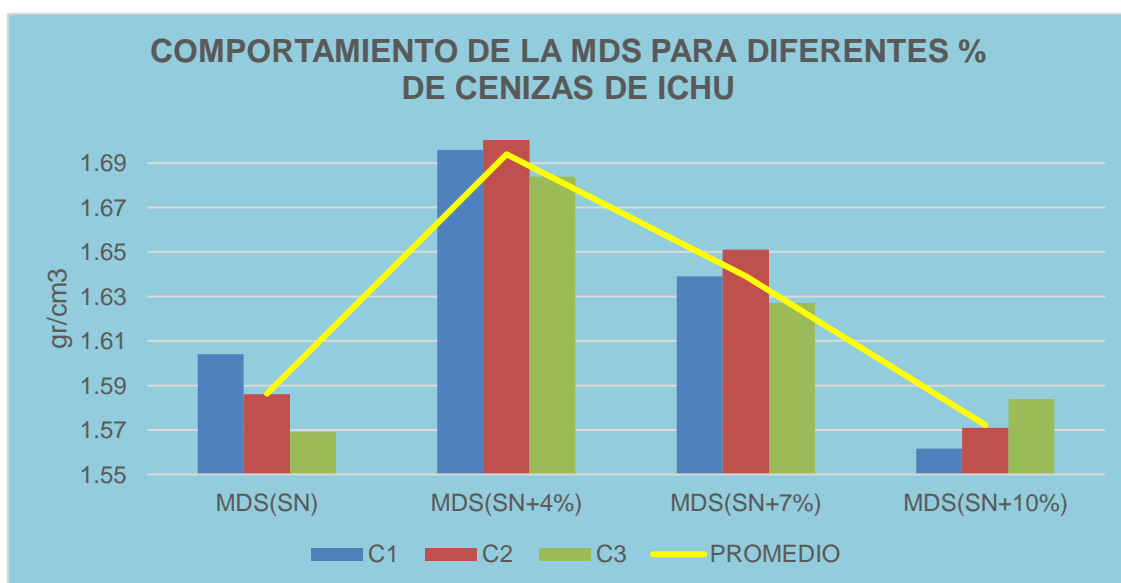
**Figura 36.** Comportamiento del OCH para diferentes % de cenizas de ichu

2.- Máxima densidad seca: Se refiere a la mayor densidad que alcanza un suelo al compactarse a la humedad óptima. En la siguiente tabla 19 se aprecia la máxima densidad seca de muestras sometido a diferentes porcentajes de cenizas de ichu.

**Tabla 19.** Resumen de resultados de la máxima densidad seca.

Máxima densidad seca	MDS(SN)	MDS(SN+4%CI)	MDS(SN+7%CI)	MDS(SN+10%CI)
<b>C1</b>	1.60	1.70	1.64	1.56
<b>C2</b>	1.59	1.70	1.65	1.57
<b>C3</b>	1.57	1.68	1.63	1.58
<b>Promedio</b>	<b>1.59</b>	<b>1.69</b>	<b>1.64</b>	<b>1.57</b>

Para una mejor visualización del comportamiento de la MDS con diferentes porcentajes de cenizas de ichu en las diferentes calicatas se presencia la figura 37.

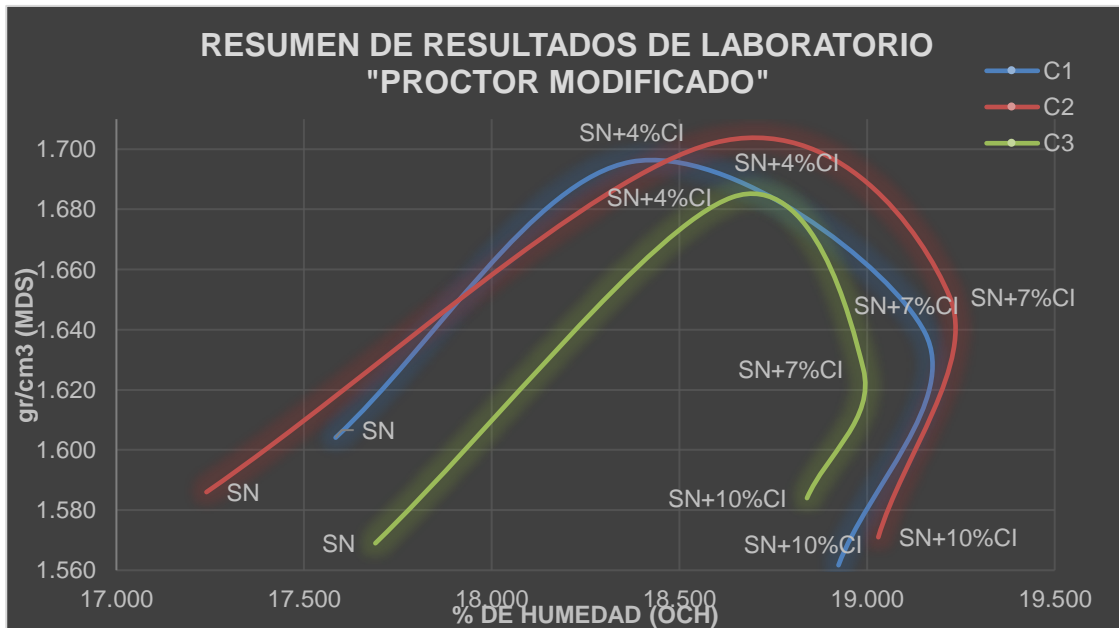


**Figura 37.** Comportamiento de la MDS para diferentes % de cenizas de ichu

En la tabla 20 y figura 38 se muestra el resumen de los datos obtenidos en laboratorio del ensayo Proctor modificado tanto la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

**Tabla 20.** Resumen de límites de consistencia para la calicata 3

Descripción		Proctor Modificado	
		OCH	MDS
C1	SN	17.584	1.604
	SN+4%CI	18.372	1.696
	SN+7%CI	19.154	1.639
	SN+10%CI	18.924	1.562
C2	SN	17.240	1.586
	SN+4%CI	18.590	1.702
	SN+7%CI	19.220	1.651
	SN+10%CI	19.030	1.571
C3	SN	17.690	1.569
	SN+4%CI	18.640	1.684
	SN+7%CI	18.990	1.627
	SN+10%CI	18.840	1.584



**Figura 38.** Resumen de resultados de laboratorio del Proctor modificado.

De la tabla 20 y la figura 38 se puede presenciar que los valores más altos de la máxima densidad seca (MDS) se presentan cuando las muestras (C1, C2, C3) fueron experimentadas por la adición de 4% de cenizas de ichu (SN+4%CI), siendo la más alta la de la calicata 2 (C2).

## CBR de los suelos.

El ensayo de CBR (California Bearing Ratio) viene a ser un indicador del suelo que determina su capacidad resistente como subrasante. Este ensayo es empírico ya que se realizan en condiciones de humedad y densidad controladas, por lo que preliminarmente se tiene que realizar el ensayo de Proctor modificado.

En el manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14 el valor del CBR al 95% define la categoría de la subrasante tal como se muestra en la siguiente figura 39.

Categorías de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Figura 39. Categoría de la subrasante según su CBR.

Fuente: Manual de carreteras sección suelos y pavimentos (2014).

En la siguiente tabla 21 se muestran los resultados de laboratorio de CBR al 95% y CBR al 100% en las diferentes muestras como SN, SN+4%CI, SN+7%CI y SN+10%CI para cada calicata (C1, C2, C3).

Tabla 21. Resumen de resultados de CBR para la C1, C2 y C3.

Descripción		CBR	
		CBR 95%	CBR 100%
C1	SN	5.8	7.8
	SN+4%CI	15.9	19.4
	SN+7%CI	12.2	16.1
	SN+10%CI	8.3	10.9
C2	SN	5.9	8.2
	SN+4%CI	14.2	18.6
	SN+7%CI	12.6	17.4
	SN+10%CI	9.9	13.1
C3	SN	5.4	7.5
	SN+4%CI	13.8	20.3
	SN+7%CI	10.9	16.4
	SN+10%CI	7.8	12.7
Promedio	SN	5.7	7.8
	SN+4%CI	14.6	19.4
	SN+7%CI	11.9	16.6
	SN+10%CI	8.7	12.2

En las figuras 40 y 41 se muestran las gráficas del CBR al 100% y el CBR al 95% respectivamente lo cual nos brindara un mejor entendimiento de los resultados brindados en la tabla 21.

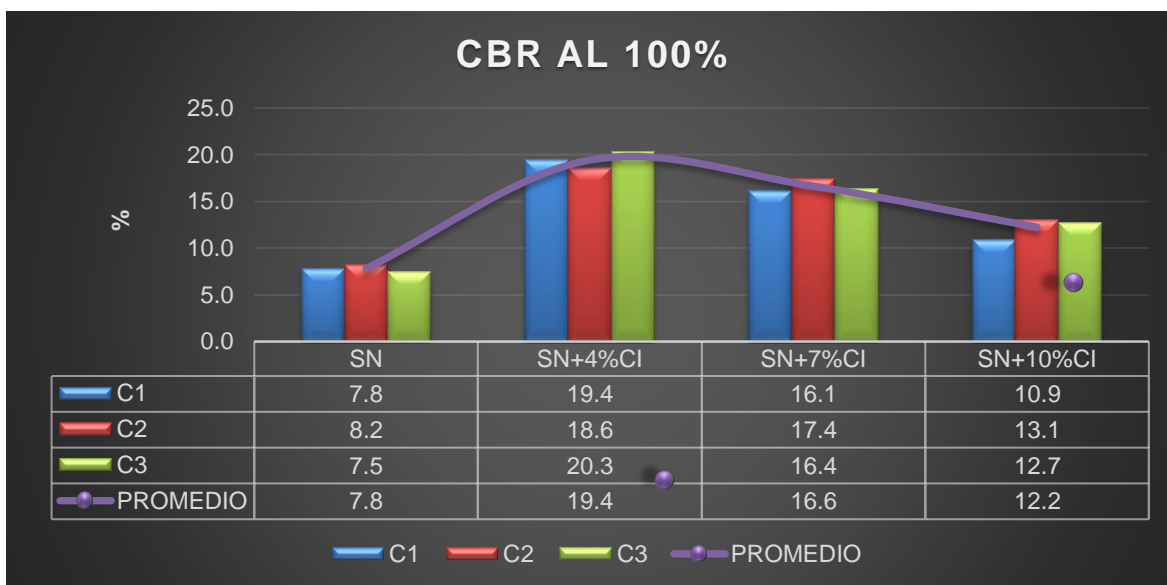


Figura 40. CBR. al 100%

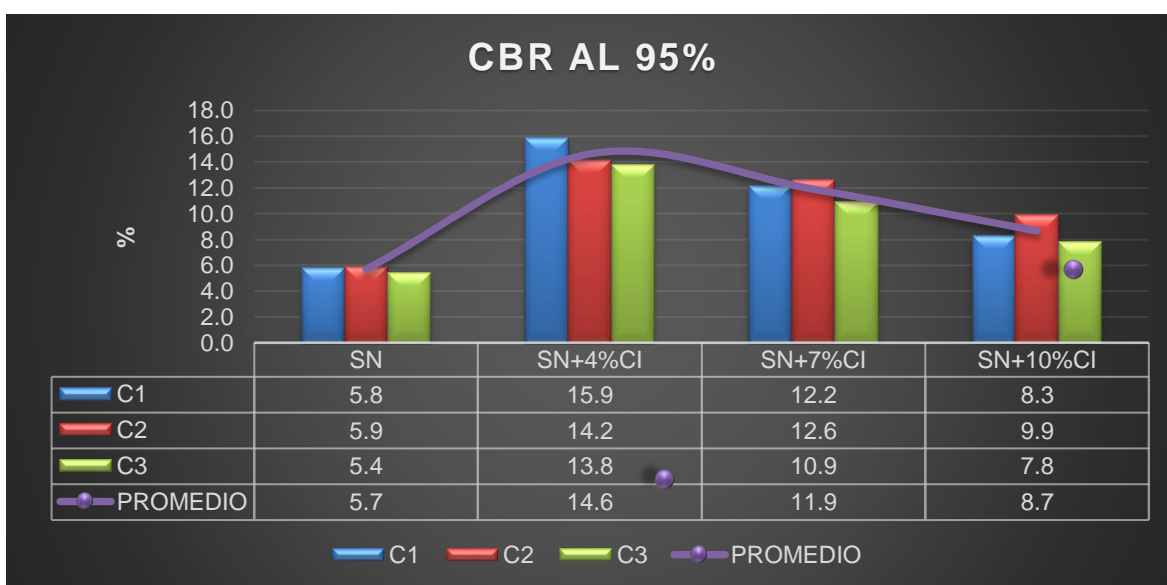


Figura 41. CBR al 95%.

Basándonos en la figura 39 donde se define la categoría de la subrasante y la figura 41 donde se nos detalla el CBR al 95% interpretamos lo siguiente:

Que las calicatas (C1, C2, C3) sin la adición de cenizas de ichu presentan un CBR al 95% de: 5.8, 5.9, 5.4 respectivamente lo que lo categoriza como una subrasante

“pobre” dado que los valores de CBR son mayores o iguales que 3 y menores que 6.

Las calicatas (C1, C2, C3) que se vieron alteradas con un 4% de cenizas de ichu presentan un CBR al 95% de: 15.9, 14.2, 13.8 respectivamente lo que los cataloga como una subrasante “buena” dado que los valores de CBR son mayores o iguales que 10 y menores que 20.

Las calicatas (C1, C2, C3) que se vieron alteradas con un 7% de cenizas de ichu presentan un CBR al 95% de: 12.2, 12.6, 10.9 respectivamente lo que los cataloga como una subrasante “buena” dado que los valores de CBR son mayores o iguales que 10 y menores que 20.

Las calicatas (C1, C2, C3) que se vieron alteradas con un 10% de cenizas de ichu presentan un CBR al 95% de: 8.3, 9.9, 7.8 respectivamente lo que los cataloga como una subrasante “regular” dado que los valores de CBR son mayores o iguales que 6 y menores que 10.

En la tabla 22 se nos detalla el resumen de los resultados de CBR al 95% y la categoría de subrasante a la que pertenecen.

**Tabla 22.** *Resumen de resultados del CBR al 95%.*

Resumen	CBR AL 95%				Categoría subrasante.
	C1	C2	C3	Promedio	
<b>SN</b>	5.8	5.9	5.4	<b>5.7</b>	<b>Pobre</b>
<b>SN+4%CI</b>	15.9	14.2	13.8	<b>14.6</b>	<b>Buena</b>
<b>SN+7%CI</b>	12.2	12.6	10.9	<b>11.9</b>	<b>Buena</b>
<b>SN+10%CI</b>	8.3	9.9	7.8	<b>8.7</b>	<b>Regular</b>

De la tabla 22 concluimos que tanto las calicatas (C1, C2, C3) que fueron experimentadas con el 4% de cenizas de ichu alcanzaron un mayor valor de CBR



#### 4.4 Contrastación de hipótesis.

##### 4.4.1. Contrastación de hipótesis específica 1.

Para dar contraste a esta hipótesis plantearemos la hipótesis nula y alternativa.

$H_0: \mu = \bar{x}$  La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% no reduce el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.

$H_1: \mu > \bar{x}$  La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% reduce el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.

Se verificó si los datos obtenidos de los diferentes valores de IP son estadísticamente iguales. Para ello utilizamos la prueba de Shapiro Wilk para la normalidad y de Levene para la homocedasticidad de varianzas.

En la tabla 23 podemos apreciar todos los valores de IP que se calcularon en laboratorio, estos valores lo utilizamos para desarrollar la prueba de Shapiro Wilk.

**Tabla 23.** Valores de IP para todas las muestras

Índice de plasticidad	Descripción		
	IP (C1)	IP (C2)	IP (C3)
SN	15.67	15.42	16.84
SN+4%CI	11.71	11.28	12.54
SN+7%CI	9.23	9.64	8.48
SN+10%CI	6.85	5.33	5.89

**Como paso 1** estableceremos las siguientes hipótesis.

$H_0$ : Los datos de índice de plasticidad tienen una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de índice de plasticidad no tienen una distribución normal.

**Como paso 2** estableceremos el nivel de significancia.

Para ingenierías se recomienda  $\alpha=0.05$  (5%).

**Como paso 3** calcularemos el valor del estadístico de prueba de Shapiro Wilk con la siguiente fórmula:

$$w = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Para lo cual ordenaremos los valores de IP de menor a mayor además de calcular los valores de  $(x_i - \bar{x})$  y  $(x_i - \bar{x})^2$  tal como se muestra en la tabla 24.

**Tabla 24.** Cálculo del valor de  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  en el IP.

$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
5.33	-5.41	29.2681
5.89	-4.85	23.5225
6.85	-3.89	15.1321
8.48	-2.26	5.1076
9.23	-1.51	2.2801
9.64	-1.10	1.2100
11.28	0.54	0.2916
11.71	0.97	0.9409
12.54	1.80	3.2400
15.42	4.68	21.9024
15.67	4.93	24.3049
16.84	6.10	37.2100

De la tabla 24 de obtiene el valor de:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 164.4102$$

Donde:

$x_i$  = Datos del IP de menor a mayor.

$\bar{x}$  = Media aritmética de los datos del IP

$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  = Sumatoria de los datos de IP restados con su media al cuadrado.

Luego calcularemos el valor de  $[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2$  mediante la siguiente tabla 25.

**Tabla 25.** Cálculo del valor de  $[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2$  para el IP

Pares	$a_i$	x mayor↓	x menor↑	x mayor - x menor	$a_i*(x \text{ mayor}-x \text{ menor})$
1	0.5475	16.84	5.33	11.51	6.3017
2	0.3325	15.67	5.89	9.78	3.2519
3	0.2347	15.42	6.85	8.57	2.0114
4	0.1586	12.54	8.48	4.06	0.6439
5	0.0922	11.71	9.23	2.48	0.2287
6	0.0303	11.28	9.64	1.64	0.0497

De la tabla 25 obtenemos el valor de:

$$[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2 = 155.9306$$

Donde:

$a_i$  = Se obtiene de los valores de la tabla de coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro Wilk como se muestra en el anexo 10.

x mayor = Son los valores del IP que van de mayor a menor.

x menor = Son los valores de IP que van de menor a mayor.

Ya con los valores calculados para la fórmula:

$$w = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{155.9306}{164.4102} = 0.9484$$

Entonces el valor de  $w = 0.9484$

**Como paso 4** calcularemos el valor crítico de las tablas de Shapiro Wilk donde nuestro  $n=12$  y  $\alpha=0.05$  para lo cual usaremos el anexo 11.

Entonces el VC = 0.859

**Como paso 5** vamos a decidir si se acepta o no la hipótesis nula  $H_0$ . Para lo cual tomaremos en cuenta lo siguiente:

Si:

$w < VC$  :  $H_0$  se rechaza.

$w > VC$  :  $H_0$  se acepta.

Entonces dado que nuestra  $w=0.9484$  es mayor que  $VC=0.859$  entonces se acepta la hipótesis nula.

**Como paso 6** concluiremos que con una significancia de 0.05 o 5% los datos muestrales provienen de una distribución normal.

Para corroborar nuestros datos haremos una comprobación con el software Minitab tal como se muestra en la figura 42

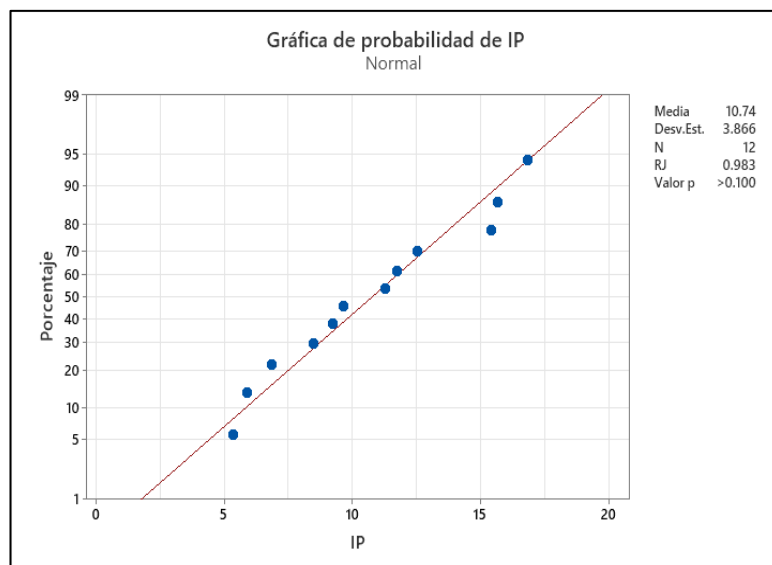


Figura 42. Gráfica de probabilidad de IP

Tal como se muestra en la figura 42 se puede apreciar que el p valor es mayor a 0.05 por lo que se concluye que los datos muestrales provienen de una distribución normal.

**Como paso 7** realizaremos un test de Levene para saber si las muestras presentadas en esta hipótesis presentan diferencia de varianzas.

Si el p-valor  $\geq 0.05$  entonces significa que nuestros datos no presentan diferencia de varianza.

Si el p-valor < 0.05 entonces significa que nuestros datos presentan diferencia de varianza.

Para el cálculo del p-valor haremos uso del software minitab el cual nos dio los siguientes datos, tal como se muestra en la figura 43.

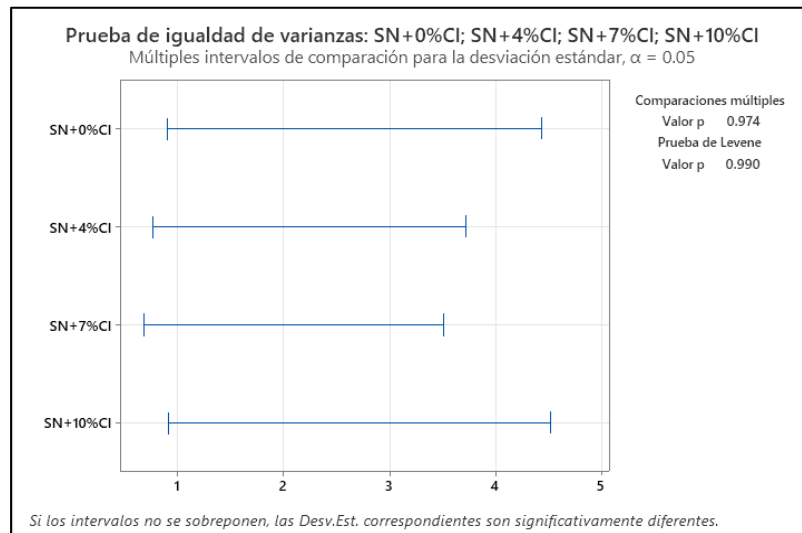


Figura 43. p-valor en la prueba de Levene para el IP.

Como se aprecia en la figura 43 se puede observar que el p-valor es de 0.99 el cual es mayor que 0.05 por lo que se puede validar que nuestros datos presentados no tienen diferencia en sus varianzas.

**Como paso 8** concluiremos que las muestras presentadas en esta hipótesis presentan normalidad e igualdad de varianzas en sus datos por lo que es factible usar el método o prueba de anova

### Prueba de anova para la hipótesis específica 1.

#### Formulación de la hipótesis.

$H_0: \mu = \bar{x}$  Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% son estadísticamente iguales.

$H_1: \mu \neq \bar{x}$  Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% presenta al menos alguna estadística diferente.

El nivel de significancia para esta hipótesis será de 0.05 ya que es lo más recomendado para ingenierías.

Para desarrollar la prueba de anova extraemos los datos correspondientes de la tabla 26.

**Tabla 26.** Cálculos previos para la prueba de anova en el IP.

Anova para IP	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
<b>C1</b>	15.67	11.71	9.23	6.85
<b>C2</b>	15.42	11.28	9.64	5.33
<b>C3</b>	16.84	12.54	8.48	5.89
Suma	47.93	35.53	27.35	18.07
Suma total (T)	128.88			
Suma total al cuadrado (T <sup>2</sup> )	16610.05			
Sumatoria de todos los elementos al cuadrado (y <sub>ij</sub> )	1548.58			
Suma cuadrados (T <sub>i</sub> <sup>2</sup> )	2297.28	1262.38	748.02	326.52
Sumatoria total cuadrados	4634.21			
Media (x̄)	15.98	11.84	9.12	6.02
Elementos(n <sub>i</sub> )	3	3	3	3
Elementos totales (N)	12			
Columnas (k)	4			

Para complementar los datos presentados en la tabla 26, se adiciona las siguientes fórmulas.

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 1548.58 - \frac{16610.05}{12} = 164.41$$

$$SS_{tr} = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{N} = \frac{4634.21}{3} - \frac{16610.05}{12} = 160.57$$

$$SSE = SST - SS_{tr} = 164.41 - 160.566 = 3.84$$

Donde:

SST = Suma de cuadrados del total

SS<sub>tr</sub> = Suma de cuadrados del tratamiento.

SSE = Suma de cuadrados del error.

Con los datos obtenidos en la tabla 26 y con los resultados de las fórmulas, se llenó la siguiente tabla 27.

**Tabla 27.** *Tabla de anova para el IP.*

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>
<b>Entre grupos</b>	$SS_{tr}= 160.567$	$k-1 = 3$	$160.567/3=53.52$	$53.52/0.48=111.40$
<b>Dentro de los grupos</b>	$SSE=3.84$	$N-k = 8$	$3.844/8=0.48$	
<b>Total</b>	$SST=164.41$	11		

De la tabla 27 se calculó el valor de F de 111.40, luego se procedió a calcular el valor crítico que proviene de las tablas de anova para 0.05 de significancia con grado de libertad para el numerados de  $k-1=3$  y denominador  $N-k=8$  (Anexo 12) el cual nos da un valor crítico de 4.066.

Para aceptar o rechazar nuestra hipótesis nula nos basamos en el siguiente criterio:

Si:

$$F \leq VC : H_0 \text{ se acepta.}$$

$$F > VC : H_0 \text{ se rechaza.}$$

Dado que nuestro F calculado es mayor entonces rechazaremos la hipótesis nula y aceptaremos a la hipótesis alternativa “Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% presenta al menos alguna estadística diferente.”

Para dar corroboración de los datos presentados se usó el software minitab el cual nos presentó los siguientes datos, tal como se muestra en la figura 44

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	160.567	53.5222	111.40	0.000
Error	8	3.844	0.4805		
Total	11	164.410			

Figura 44. Anova en minitab para el IP

Para saber cuánto influyeron los diferentes porcentajes de cenizas de ichu en nuestra muestra aplicamos la prueba de Tukey.

En la figura 45 se aprecia los datos obtenidos del software minitab.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%			
Factor	N	Media	Agrupación
SN+0%CI	3	15.977	A
SN+4%CI	3	11.843	B
SN+7%CI	3	9.117	C
SN+10%CI	3	6.023	D

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

Figura 45. Método de Tukey para el IP en minitab.

De la figura 45 se puede deducir que las 4 muestras presentan diferencias significativas en sus medias.

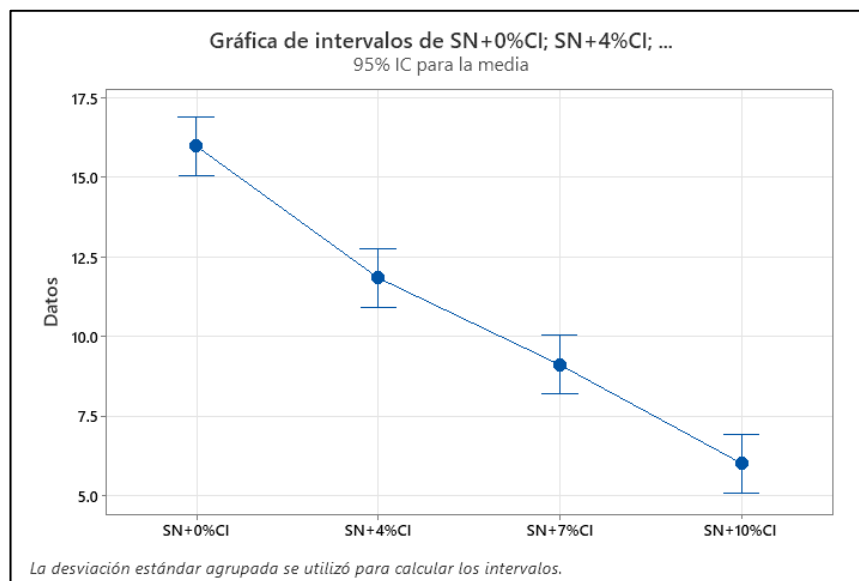


Figura 46. Gráfica de comparación de medias en el IP



En la figura 46 se muestra la comparativa de las medias, además la media de la muestra patrón (SN+0%CI) es mayor que las demás muestras que vienen a ser las experimentales por lo que la hipótesis alternativa “La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% reduce el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.” presentada en este análisis, muestra suficiente evidencia para ser válida.

### Correlación de variables.

Para verificar la correlación que existe entre nuestras variables se realizó la prueba estadística de r de Pearson o lineal.

En la tabla 28 se muestra los datos que se utilizaron en esta prueba y el cálculo de la r de Pearson.

**Tabla 28.** Cálculo de la r de Pearson para el IP.

Categoría		Numérica		
Descripción	(X)	IP C1 (Y <sub>1</sub> )	IP C2 (Y <sub>2</sub> )	IP C3 (Y <sub>3</sub> )
SN	0	15.67	15.42	16.84
SN+4%CI	4	11.71	11.28	12.54
SN+7%CI	7	9.23	9.64	8.48
SN+10%CI	10	6.85	5.33	5.89
r de pearson		-0.99841	-0.98839	-0.99736

La r de Pearson se calculó con la siguiente formula:

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

Donde:

$S_{XY}$ = Covarianza de X, Y<sub>n</sub>.

$S_X$ = Desviación estándar de X.

$S_Y$ = Desviación estándar de Y<sub>n</sub>.

De la tabla 28 se concluye que los valores de r de Pearson para C1, C2, C3 son -0.99841, -0.98839 y -0.99736 respectivamente por lo que se deduce que nuestras variables presentan una correlación negativa alta.

#### 4.4.2. Contrastación de hipótesis específica 2.

Para dar contraste a esta hipótesis plantearemos la hipótesis nula y alternativa.

$H_0: \mu = \bar{x}$  La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% no incrementa la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante Caracoto 2022.

$H_1: \mu < \bar{x}$  La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% incrementa la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante Caracoto 2022.

Se verificó si los datos obtenidos de los diferentes valores de MDS son estadísticamente iguales. Para ello utilizamos la prueba de Shapiro Wilk para la normalidad y de Levene para la homocedasticidad de varianzas.

En la tabla 29 podemos apreciar todos los valores de MDS que se calcularon en laboratorio, estos valores lo utilizamos para desarrollar la prueba de Shapiro Wilk.

**Tabla 29.** Valores de MDS para todas las muestras

Máxima Densidad seca	Descripción		
	MDS (C1)	MDS (C2)	MDS (C3)
SN	1.60	1.59	1.57
SN+4%CI	1.70	1.70	1.68
SN+7%CI	1.64	1.65	1.63
SN+10%CI	1.56	1.57	1.58

**Como paso 1** estableceremos las siguientes hipótesis.

$H_0$ : Los datos de la máxima densidad seca tienen una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la máxima densidad seca no tienen una distribución normal.

**Como paso 2** estableceremos el nivel de significancia.

Para ingenierías se recomienda  $\alpha=0.05$  (5%).

**Como paso 3** calcularemos el valor del estadístico de prueba de Shapiro Wilk con la siguiente fórmula:

$$w = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Para lo cual ordenaremos los valores de la MDS de menor a mayor además de calcular los valores de  $(x_i - \bar{x})$  y  $(x_i - \bar{x})^2$  tal como se muestra en la tabla 30.

**Tabla 30.** Cálculo del valor de  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  en la MDS.

$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1.56	-0.06	0.0039
1.57	-0.05	0.0028
1.57	-0.05	0.0028
1.58	-0.04	0.0018
1.59	-0.03	0.0011
1.60	-0.02	0.0005
1.63	0.01	0.0001
1.64	0.02	0.0003
1.65	0.03	0.0008
1.68	0.06	0.0033
1.70	0.08	0.0060
1.70	0.08	0.0060

De la tabla 30 de obtiene el valor de:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.0292$$

Donde:

$x_i$  = Datos de la MDS de menor a mayor.

$\bar{x}$  = Media aritmética de los datos del IP

$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  = Sumatoria de los datos de IP restados con su media al cuadrado.

Luego calcularemos el valor de  $[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2$  mediante la siguiente tabla

**Tabla 31.** Cálculo del valor de  $[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2$  en la MDS

Pares	$a_i$	x mayor↓	x menor↑	x mayor - x menor	$a_i*(x \text{ mayor}-x \text{ menor})$
1	0.5475	1.70	1.56	0.14	0.0766
2	0.3325	1.70	1.57	0.13	0.0432
3	0.2347	1.68	1.57	0.11	0.0258
4	0.1586	1.65	1.58	0.07	0.0111
5	0.0922	1.64	1.59	0.05	0.0046
6	0.0303	1.63	1.60	0.03	0.0009

De la tabla 31 obtenemos el valor de:

$$[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2 = 0.0263$$

Donde:

$a_i$  = Se obtiene de los valores de la tabla de coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro Wilk como se muestra en el anexo 10.

x mayor = Son los valores de la MDS que van de mayor a menor.

x menor = Son los valores de la MDS que van de menor a mayor.

Ya con los valores calculados para la fórmula:

$$w = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{0.0263}{0.0292} = 0.9014$$

Entonces el valor de  $w = 0.9014$

**Como paso 4** calcularemos el valor crítico de las tablas de Shapiro Wilk donde nuestro  $n=12$  y  $\alpha=0.05$  para lo cual usaremos el anexo 11.

Entonces el VC = 0.859

**Como paso 5** vamos a decidir si se acepta o no la hipótesis nula  $H_0$ . Para lo cual tomaremos en cuenta lo siguiente:

Si:

$w < VC$  :  $H_0$  se rechaza.

$w > VC$  :  $H_0$  se acepta.

Entonces dado que nuestra  $w=0.9014$  es mayor que  $VC=0.859$  entonces se acepta la hipótesis nula.

**Como paso 6** concluiremos que con una significancia de 0.05 o 5% los datos muestrales provienen de una distribución normal.

Para corroborar nuestros datos haremos una comprobación con el software Minitab tal como se muestra en la figura 47.

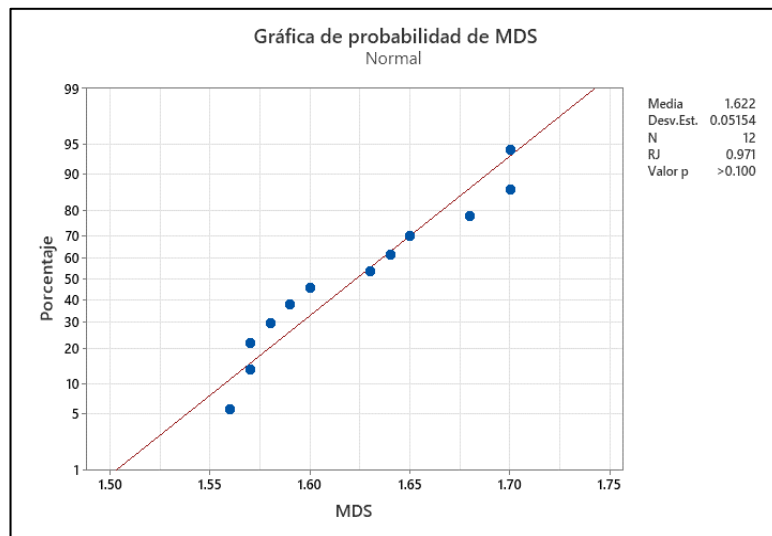


Figura 47. Gráfica de probabilidad en la MDS.

Tal como se muestra en la figura 47. se puede apreciar que el p valor es mayor a 0.05 por lo que se concluye que los datos muestrales provienen de una distribución normal.

**Como paso 7** realizaremos un test de Levene para saber si las muestras presentadas en esta hipótesis presentan diferencia de varianzas.

Si el p-valor  $\geq 0.05$  entonces significa que nuestros datos no presentan diferencia de varianza.

Si el p-valor  $< 0.05$  entonces significa que nuestros datos presentan diferencia de varianza.

Para el cálculo del p-valor haremos uso del software minitab el cual nos dio los siguientes datos, tal como se muestra en la figura 48.

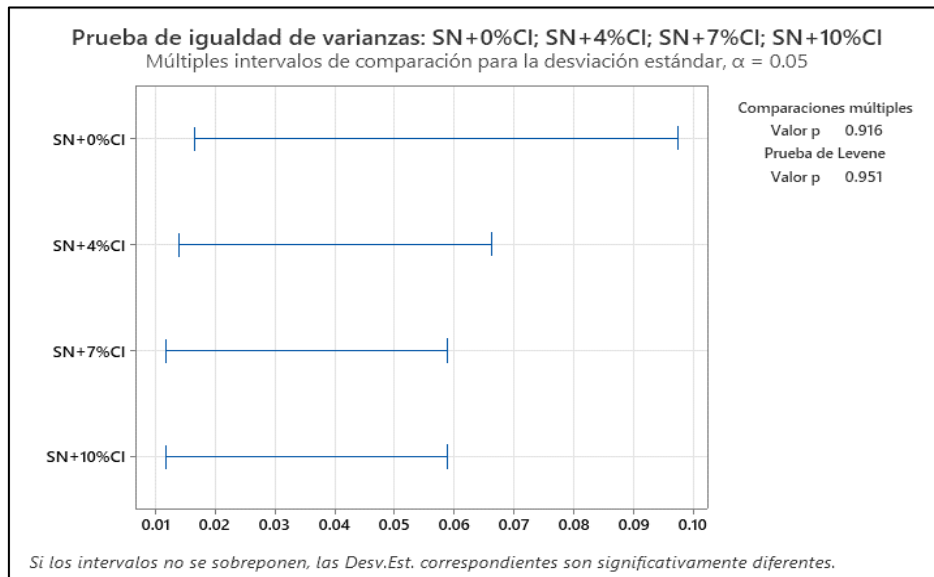


Figura 48. p-valor en la prueba de Levene para la MDS.

Como se aprecia en la figura 48 se puede observar que el p-valor es de 0.951 el cual es mayor que 0.05 por lo que se puede validar que nuestros datos presentados no tienen diferencia en sus varianzas.

Como paso 8 concluiremos que las muestras presentadas en esta hipótesis presentan normalidad e igualdad de varianzas en sus datos por lo que es factible poder usar el método o prueba de anova

## Prueba de anova para la hipótesis específica 2.

### Formulación de la hipótesis.

$H_0: \mu = \bar{x}$  Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% son estadísticamente iguales.

$H_1: \mu \neq \bar{x}$  Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% presenta al menos alguna estadística diferente.

El nivel de significancia para esta hipótesis será de 0.05 ya que es lo más recomendado para ingenierías.

Para desarrollar la prueba de anova extraemos los datos correspondientes de la tabla 32.

**Tabla 32.** Cálculos previos para la prueba de anova en la MDS.

Anova para la MDS.	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
<b>C1</b>	1.60	1.70	1.64	1.56
<b>C2</b>	1.59	1.70	1.65	1.57
<b>C3</b>	1.57	1.68	1.63	1.58
Suma	4.76	5.08	4.92	4.71
Suma total (T)	19.47			
Suma total al cuadrado (T <sup>2</sup> )	379.08			
Sumatoria de todos los elementos al cuadrado (y <sub>ij</sub> )	31.62			
Suma cuadrados (T <sub>i</sub> <sup>2</sup> )	22.66	25.81	24.21	22.18
Sumatoria total cuadrados	94.85			
Media (x̄)	1.59	1.69	1.64	1.57
Elementos(n <sub>i</sub> )	3	3	3	3
Elementos totales (N)	12			
Columnas (k)	4			

Para complementar los datos presentados en la tabla 32, se adiciona las siguientes fórmulas.

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 31.62 - \frac{379.08}{12} = 0.029$$

$$SS_{tr} = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{N} = \frac{94.85}{3} - \frac{379.08}{12} = 0.028$$

$$SSE = SST - SS_{tr} = 0.029 - 0.028 = 0.001$$

Donde:

SST = Suma de cuadrados del total

SS<sub>tr</sub> = Suma de cuadrados del tratamiento.

SSE = Suma de cuadrados del error.

Con los datos obtenidos en la tabla 32 y con los resultados de las fórmulas, se llenó la siguiente tabla 33.

**Tabla 33.** *Tabla de anova para el IP.*

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>
<b>Entre grupos</b>	SS <sub>tr</sub> = 0.028	k-1 = 3	0.028/3=0.0094	0.0094/0.0001= 66.097
<b>Dentro de los grupos</b>	SSE=0.001	N-k = 8	0.0001/8=0.0001	
<b>Total</b>	SST=0.029	11		

De la tabla 32 se calculó el valor de F de 66.097, luego se procedió a calcular el valor crítico que proviene de las tablas de anova para 0.05 de significancia con grado de libertad para el numerados de k-1=3 y denominador N-k=8 (Anexo 12) el cual nos da un valor crítico de 4.066.

Para aceptar o rechazar nuestra hipótesis nula nos basamos en el siguiente criterio:

Si:

$F \leq VC$  : H<sub>0</sub> se acepta.

$F > VC$  : H<sub>0</sub> se rechaza.

Dado que nuestro F calculado es mayor entonces rechazaremos la hipótesis nula y aceptaremos a la hipótesis alternativa “Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% presenta al menos alguna estadística diferente.”

Para dar corroboración de los datos presentados se usó el software minitab el cual nos presentó los siguientes datos, tal como se muestra en la figura 49.

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>	
Factor	3	0.028092	0.009364	66.10	0.000	
Error	8	0.001133	0.000142			
Total	11	0.029225				

**Figura 49.** *Anova en minitab para la MDS.*



Para saber cuánto influyeron los diferentes porcentajes de cenizas de ichu en nuestra muestra aplicamos la prueba de Tukey.

En la figura 50 se aprecia los datos obtenidos del software minitab

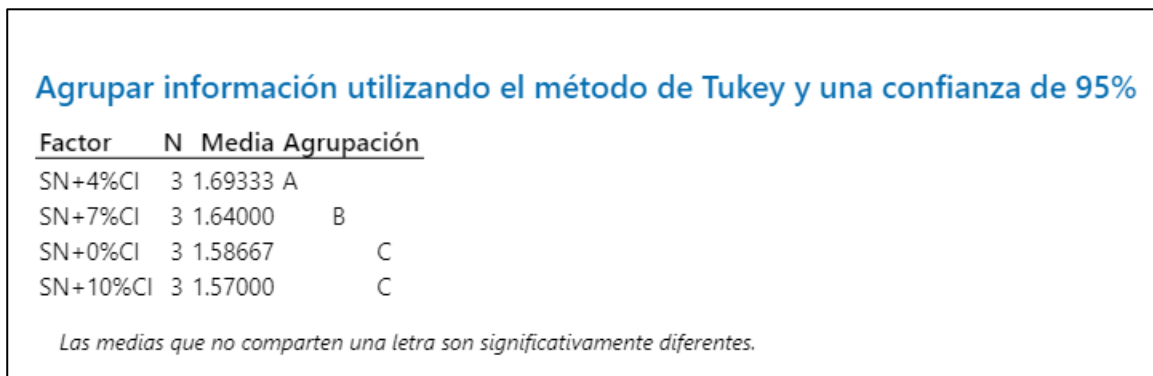


Figura 50. Método de Tukey para la MDS en minitab.

De la figura 50 se deduce que las muestras de SN+4%CI y SN+7%CI presentan diferencias significativas en sus medias, las muestras SN+0%CI y SN+10%CI no presentan diferencias significativas en sus medias por lo que se muestra evidencia para afirmar que son significativamente iguales.

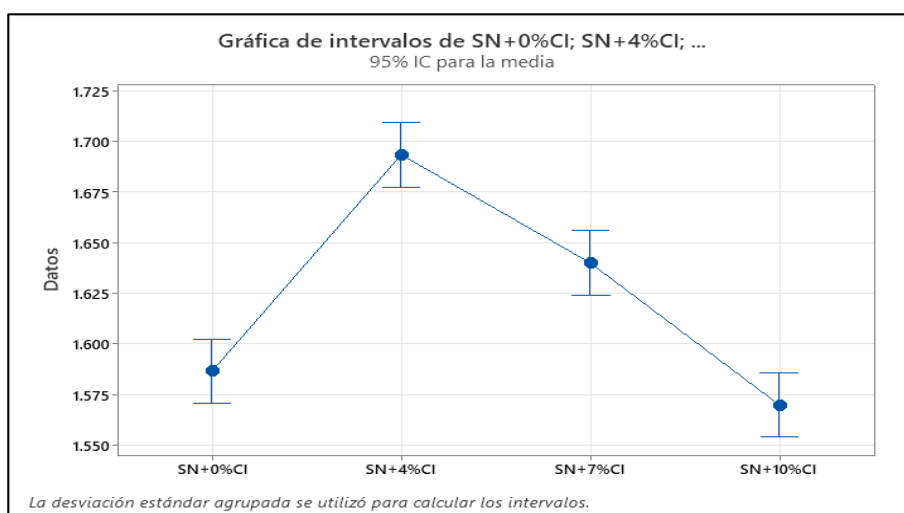


Figura 51. Gráfica de la comparación de medias en la MDS.

De la figura 51 se puede deducir que en las medias del grupo experimental del SN+4%CI y SN+7% son significativamente superiores a la de la muestra patrón SN+0%CI por lo que para estos 2 casos se incrementa el valor de la MDS, en el caso de la muestra SN+10%CI la media disminuye con respecto a la media de la muestra SN+0%CI por lo que en este caso disminuye la MDS (SN+0%CI) es mayor que las demás muestras que vienen a ser las experimentales por lo que la hipótesis

alternativa “La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% incrementa la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.” presentada en este análisis, muestra evidencia para afirmar con la adición de 4% y 7% incrementan la MDS mientras que para el 10% disminuye la MDS.

### 4.4.3. Contrastación de hipótesis específica 3.

Para dar contraste a esta hipótesis plantearemos la hipótesis nula y alternativa.

$H_0: \mu = \bar{x}$  La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% no incrementa el CBR al 95% de la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante Caracoto 2022.

$H_1: \mu < \bar{x}$  La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% incrementa el CBR al 95% de la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante Caracoto 2022.

Se verificó si los datos obtenidos de los diferentes valores de MDS son estadísticamente iguales. Para ello utilizamos la prueba de Shapiro Wilk para la normalidad y de Levene para la homocedasticidad de varianzas.

En la tabla 34 podemos apreciar todos los valores de MDS que se calcularon en laboratorio, estos valores lo utilizamos para desarrollar la prueba de Shapiro Wilk.

**Tabla 34.** Valores de CBR al 95% para todas las muestras

CBR al 95% de la MDS.	Descripción		
	CBR 95% (C1)	CBR 95% (C2)	CBR 95% (C3)
SN	5.80	5.90	5.40
SN+4%CI	15.90	14.20	13.80
SN+7%CI	12.20	12.60	10.90
SN+10%CI	8.30	9.90	7.80

**Como paso 1** estableceremos las siguientes hipótesis.

$H_0$ : Los datos de la máxima densidad seca tienen una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la máxima densidad seca no tienen una distribución normal.

**Como paso 2** estableceremos el nivel de significancia.

Para ingenierías se recomienda  $\alpha=0.05$  (5%).

**Como paso 3** calcularemos el valor del estadístico de prueba de Shapiro Wilk con la siguiente fórmula:

$$w = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Para lo cual ordenaremos los valores del CBR al 95% de menor a mayor además de calcular los valores de  $(x_i - \bar{x})$  y  $(x_i - \bar{x})^2$  tal como se muestra en la tabla 35.

**Tabla 35.** Cálculo del valor de  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  en el CBR al 95%.

$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
5.40	-4.83	23.2806
5.80	-4.43	19.5806
5.90	-4.33	18.7056
7.80	-2.43	5.8806
8.30	-1.93	3.7056
9.90	-0.32	0.1056
10.90	0.68	0.4556
12.20	1.98	3.9006
12.60	2.38	5.6406
13.80	3.58	12.7806
14.20	3.98	15.8006
15.90	5.68	32.2056

De la tabla 35 de obtiene el valor de:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 142.0425$$

Donde:

$x_i$  = Datos de la MDS de menor a mayor.

$\bar{x}$  = Media aritmética de los datos del IP

$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  = Sumatoria de los datos de IP restados con su media al cuadrado.

Luego calcularemos el valor de  $[\sum_{i=1}^k a_i * (x \text{ mayor } \downarrow - x \text{ menor } \uparrow)]^2$  mediante la siguiente tabla

**Tabla 36.** Cálculo del valor de  $[\sum_{i=1}^k a_i * (x_{mayor \downarrow} - x_{menor \uparrow})]^2$  en el CBR al 95%

Pares	$a_i$	x mayor↓	x menor↑	x mayor - x menor	$a_i*(x_{mayor-x_{menor}}$
1	0.5475	15.90	5.40	10.5	5.7488
2	0.3325	14.20	5.80	8.4	2.7930
3	0.2347	13.80	5.90	7.9	1.8541
4	0.1586	12.60	7.80	4.8	0.7613
5	0.0922	12.20	8.30	3.9	0.3596
6	0.0303	10.90	9.90	1	0.0303

De la tabla 36 obtenemos el valor de:

$$[\sum_{i=1}^k a_i * (x_{mayor \downarrow} - x_{menor \uparrow})]^2 = 133.3341$$

Donde:

$a_i$  = Se obtiene de los valores de la tabla de coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro Wilk como se muestra en el anexo 10.

x mayor = Son los valores de la MDS que van de mayor a menor.

x menor = Son los valores de la MDS que van de menor a mayor.

Ya con los valores calculados para la fórmula:

$$w = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i * (x_{mayor \downarrow} - x_{menor \uparrow})]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{133.3341}{142.0425} = 0.9387$$

Entonces el valor de  $w = 0.9387$

**Como paso 4** calcularemos el valor crítico de las tablas de Shapiro Wilk donde nuestro  $n=12$  y  $\alpha=0.05$  para lo cual usaremos el anexo 11.

Entonces el VC = 0.859

**Como paso 5** vamos a decidir si se acepta o no la hipótesis nula  $H_0$ . Para lo cual tomaremos en cuenta lo siguiente:

Si:

$w < VC$  :  $H_0$  se rechaza.

$w > VC$  :  $H_0$  se acepta.

Entonces dado que nuestra  $w=0.9387$  es mayor que  $VC=0.859$  entonces se acepta la hipótesis nula.

**Como paso 6** concluiremos que con una significancia de 0.05 o 5% los datos muestrales provienen de una distribución normal.

Para corroborar nuestros datos haremos una comprobación con el software Minitab tal como se muestra en la figura 52.

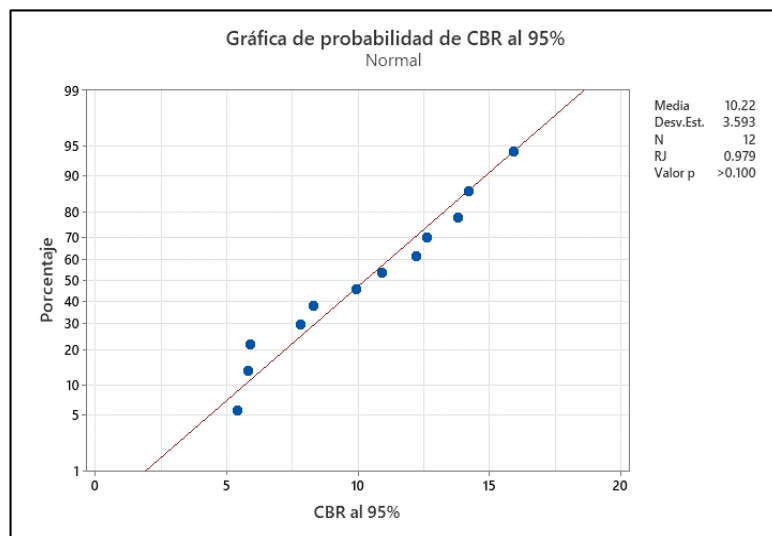


Figura 52. Gráfica de probabilidad de CBR al 95%

Tal como se muestra en la figura 52 se puede apreciar que el p valor es mayor a 0.05 por lo que se concluye que los datos muestrales provienen de una distribución normal.

**Como paso 7** realizaremos un test de Levene para saber si las muestras presentadas en esta hipótesis presentan diferencia de varianzas.

Si el p-valor  $\geq 0.05$  entonces significa que nuestros datos no presentan diferencia de varianza.

Si el p-valor  $< 0.05$  entonces significa que nuestros datos presentan diferencia de varianza.

Para el cálculo del p-valor haremos uso del software minitab el cual nos dio los siguientes datos, tal como se muestra en la figura 53.

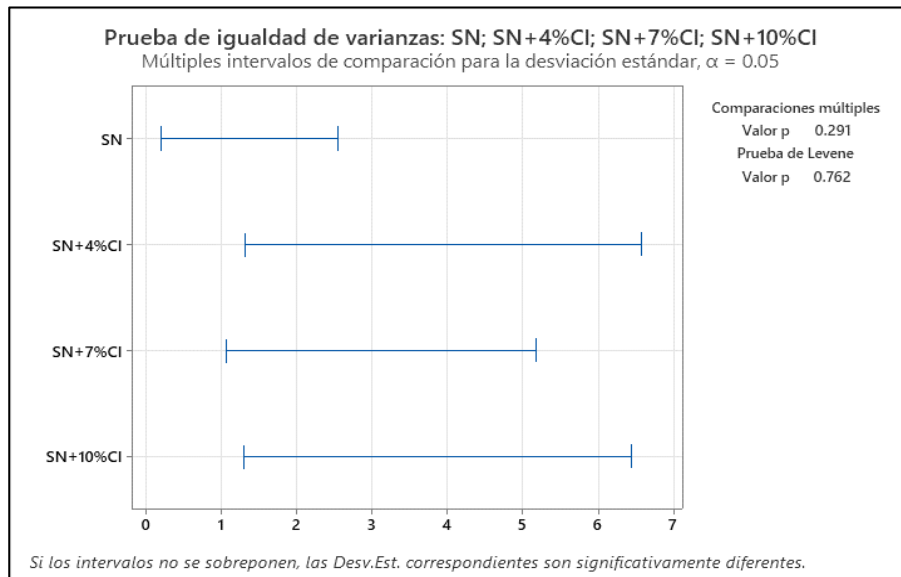


Figura 53. p-valor en la prueba de Levene para el CBR al 95%.

Como se aprecia en la figura 53 se puede observar que el p-valor es de 0.762 el cual es mayor que 0.05 por lo que se puede validar que nuestros datos presentados no tienen diferencia en sus varianzas.

Como paso 8 concluiremos que las muestras presentadas en esta hipótesis presentan normalidad e igualdad de varianzas en sus datos por lo que es factible poder usar el método o prueba de anova

### Prueba de anova para la hipótesis específica 3.

#### Formulación de la hipótesis.

$H_0: \mu = \bar{x}$  Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% son estadísticamente iguales.

$H_1: \mu \neq \bar{x}$  Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% presenta al menos alguna estadística diferente.

El nivel de significancia para esta hipótesis será de 0.05 ya que es lo más recomendado para ingenierías.

Para desarrollar la prueba de anova extraemos los datos correspondientes de la tabla 37.

**Tabla 37.** Cálculos previos para la prueba de anova en el CBR al 95%.

Anova para el CBR al 95%.	SN	SN+4%CI	SN+7%CI	SN+10%CI
<b>C1</b>	5.80	15.90	12.20	8.30
<b>C2</b>	5.90	14.20	12.60	9.90
<b>C3</b>	5.40	13.80	10.90	7.80
Suma	17.10	43.90	35.70	26.00
Suma total (T)	122.70			
Suma total al cuadrado (T <sup>2</sup> )	15055.29			
Sumatoria de todos los elementos al cuadrado (y <sub>ij</sub> )	1396.65			
Suma cuadrados (T <sub>i</sub> <sup>2</sup> )	292.41	1927.21	1274.49	676.00
Sumatorio total cuadrados	4170.11			
Media (x̄)	5.70	14.63	11.90	8.67
Elementos(n <sub>i</sub> )	3	3	3	3
Elementos totales (N)	12			
Columnas (k)	4			

Para complementar los datos presentados en la tabla 36, se adiciona las siguientes fórmulas.

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 1396.65 - \frac{15055.29}{12} = 142.0425$$

$$SS_{tr} = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{N} = \frac{4170.11}{3} - \frac{15055.29}{12} = 135.4292$$

$$SSE = SST - SS_{tr} = 142.0425 - 135.4292 = 6.6133$$

Donde:

SST = Suma de cuadrados del total

SS<sub>tr</sub> = Suma de cuadrados del tratamiento.

SSE = Suma de cuadrados del error.



Con los datos obtenidos en la tabla 37 y con los resultados de las fórmulas, se llenó la siguiente tabla 38.

**Tabla 38.** Tabla de anova para el CBR al 95%.

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>
<b>Entre grupos</b>	SS <sub>tr</sub> = 135.4292	k-1 = 3	135.4292/3=45.1431	45.1431/0.8267= 54.6085
<b>Dentro de los grupos</b>	SSE=6.6133	N-k = 8	6.6133/8=0.8267	
<b>Total</b>	SST=142.0425	11		

De la tabla 38 se calculó el valor de F de 54.6085, luego se procedió a calcular el valor crítico que proviene de las tablas de anova para 0.05 de significancia con grado de libertad para el numerados de k-1=3 y denominador N-k=8 (Anexo 12) el cual nos da un valor crítico de 4.066.

Para aceptar o rechazar nuestra hipótesis nula nos basamos en el siguiente criterio:

Si:

$$F \leq VC : H_0 \text{ se acepta.}$$

$$F > VC : H_0 \text{ se rechaza.}$$

Dado que nuestro F calculado es mayor entonces rechazaremos la hipótesis nula y aceptaremos a la hipótesis alternativa “Las medias de los grupos de la adición de cenizas de ichu en un 0, 4%, 7%, 10% presenta al menos alguna estadística diferente.”

Para dar corroboración de los datos presentados se usó el software minitab el cual nos presentó los siguientes datos, tal como se muestra en la figura 54.

<b>Análisis de Varianza</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Factor	3	135.429	45.1431	54.61	0.000
Error	8	6.613	0.8267		
Total	11	142.042			

**Figura 54.** Anova en minitab para CBR al 95%.

Para saber cuánto influyeron los diferentes porcentajes de cenizas de ichu en nuestra muestra aplicamos la prueba de Tukey.

En la figura 55 se aprecia los datos obtenidos del software minitab

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Factor	N	Media	Agrupación
SN+4%CI	3	14.633	A
SN+7%CI	3	11.900	B
SN+10%CI	3	8.667	C
SN	3	5.700	D

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

Figura 55. Método de Tukey para el CBR al 95% en minitab.

De la figura 55 se deduce que todas las muestras presentan diferencias significativas.

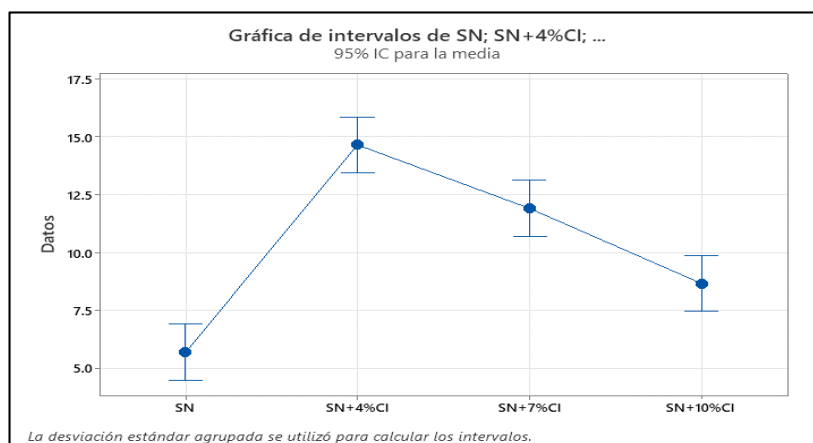


Figura 56. Gráfica de la comparación de medias en el CBR al 95%.

De la figura 56 se puede deducir que en las medias del grupo experimental del SN+4%CI, SN+7%CI y SN+10%CI son significativamente superiores a la de la muestra patrón SN+0%CI por lo que para las 3 muestras del grupo experimental se presencia incremento en los valores de CBR al 95%.entonces la hipótesis alternativa “La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7%, 10% incrementa el valor de CBR al 95% de la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.” presentada en este análisis, muestra evidencia para afirmar con la adición de 4%, 7% y 10% incrementan el valor de CBR al 95% de la máxima densidad seca.

Nota: Los procedimientos por el método de anova se extrajo del libro de Estadística aplicada a los negocios y la economía de Lind, Marchal, Whaten.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1.

En la investigación de Cañar (2017) “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de los suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón” nos menciona que, al incorporarle cenizas de carbón al suelo, esta mejora positivamente sus propiedades mecánicas los suelos arcillosos.

En este trabajo de investigación se puede apreciar que también adicionando cenizas de ichu en un 4% podemos mejorar la capacidad portante de un suelo cohesivo, por lo que se deduce que tanto las cenizas de carbón y las cenizas de ichu generan un impacto positivo en las características mecánicas de un suelo cohesivo.

### Discusión 2.

Por su parte Buitrón y Enríquez (2018) en su investigación “Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza volcán Tungurahua” nos menciona que adicionando cenizas en un porcentaje óptimo se logran resultados satisfactorios.

Comparando con este trabajo de investigación se aprecia que las cenizas volcán Tungurahua y las cenizas de ichu mejoran considerablemente las propiedades físico mecánicas de un suelo si se adicionan cantidades óptimas de estas.

### Discusión 3.

Caamaño, Iván (2016) en su tesis “Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cenizas de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente”. Nos menciona que la aplicación e incorporación de cenizas de cascarilla de arroz en una subrasante la estructura de pavimento mejora sus propiedades mecánicas.

En este trabajo de tesis también se mejoró las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando un porcentaje óptimo de cenizas de ichu, por lo que se deduce que tanto las cenizas de cascarilla de arroz y las cenizas de ichu mejoran las propiedades mecánicas de una subrasante.

#### **Discusión 4.**

Ramos e Illidge (2017) con su investigación “Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento.” Nos mencionan que la combinación de 6% de cascarilla de arroz y 30% de cenizas volante aumentan los valores de CBR de 2% a 3%.

En este trabajo de tesis, a un porcentaje de 4% de cenizas de ichu se mejoró el CBR al 95% de 5.7 a 14.6. Por lo que se deduce que la adición de 6% de cascarilla de arroz y 30% de cenizas volante mejoran el CBR en un menor porcentaje a comparación de la adición de cenizas de ichu que tuvo mejores resultados en los valores de CBR.

#### **Discusión 5.**

Para Hidalgo (2016). En su investigación “El análisis comparativo de procesos de la estabilización de suelos con enzimas orgánicas, suelo y cemento aplicando a suelos arcillosos de subrasante” no menciona que la adición de enzimas orgánicas mejora el CBR del suelo arcilloso de un 3.8 a un 9.2 por lo que se incrementa su capacidad portante.

Comparando los valores de CBR con los de esta investigación se puede concluir que para un suelo cohesivo la adición de cenizas de ichu tuvo mejor desempeño en mejorar los valores de CBR al 95% dado que se aumentó de un 5.7 a un 14.6.

#### **Discusión 6.**

Para Pérez (2014) en su tesis “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada” nos menciona que la adición adecuada de ceniza volante a un suelo arcilloso mejora sus características mecánicas como subrasante dado que incrementa los valores de CBR.

En este trabajo de investigación también se logró mejorar las características mecánicas de una subrasante cohesiva adicionado un porcentaje óptimo de cenizas de ichu dado que los valores de CBR se incrementan satisfactoriamente.

### **Discusión 7.**

Para Bueno y Torre (2018) en su título “Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz.” Nos menciona que al adicionarle cenizas de carbón a una muestra esta logra disminuir su plasticidad, También nos indica que al adicionarle 5% de cenizas de carbón el suelo presenta mejoras en los valores de CBR por lo cual mejora sus propiedades mecánicas con fines de pavimentación.

En esta presente tesis también se logró reducir los índices de plasticidad mientras se va incorporando cenizas de ichu, así también se logró mejorar el valor de CBR del suelo con fines estabilización de subrasante adicionando un 4% de ceniza de ichu

### **Discusión 8.**

Para Goñas (2019), en la investigación “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada.” Nos menciona que el incremento de la capacidad portante es directamente proporcional a los porcentajes de ceniza de carbón que fueron adicionados por lo que se deduce que la adición de ceniza de carbón si mejora de manera positiva los suelos con fines de subrasante mejorada

En la presente tesis se realizó la adición de cenizas de ichu de 4%, 7% y 10 %, en los 3 casos se mejora los valores de CBR del suelo cohesivo, pero en el caso de la adición de cenizas de 4% es donde el valor de CBR alcanza su valor máximo, en los casos de 7% y 10% los valores de CBR van disminuyendo progresivamente.

### **Discusión 9.**

Yucra (2022) que realizó la tesis “Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasante de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022” nos menciona que adicionó 4%, 8% y 12% de cenizas de cañihua a la muestra con el fin de aumentar la capacidad portante del suelo, en los 3 casos el suelo presenta mejoras en los valores de CBR siendo el más influente la adición de 12% de cenizas de cañihua.

Comparado con esta tesis se logra concluir que los valores de CBR si aumentan con la adición de cenizas de ichu así como la adición de cenizas de cañihua, sin

embargo al adicionar un 4% de cenizas de ichu en un suelo cohesivo se presenta mejores resultados de CBR, mientras que con las cenizas de cañihua esto se da al adicionarse un 12% de esta.

### **Discusión 10.**

Baltazar, Abarca (2015) en su tesis “Resistencia del concreto  $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de cenizas de ichu.” No menciona que, si al concreto le añadimos 3% y 7% de cenizas de ichu, su resistencia será óptima.

Las cenizas de ichu logran dar una mejor estabilización del suelo con fines de subrasante tal como se demostró en esta tesis, así como también logra dar una mejor resistencia al diseño de concreto como se menciona en la tesis de Baltazar, Abarca (2015). en cantidades óptimas.

## VI. CONCLUSIONES

Del objetivo general “Mejorar la estabilidad del suelo en una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionado cenizas de ichu en un porcentaje de 4%, 7% y 10%” concluimos que la adición de cenizas de ichu en los porcentajes mencionados nos brinda mejoras en las características mecánicas del suelo con fines de estabilizar un suelo.

Del objetivo específico 1 “Reducir el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionando 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu” logramos concluir que la adición de cenizas de ichu es directamente proporcional a la reducción del índice de plasticidad, por consiguiente, al añadir 10% de cenizas de ichu se logra conseguir mejores resultados.

Del objetivo específico 2 “Incrementar la relación humedad-densidad (Proctor Modificado) del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante añadiendo un porcentaje de Cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10%. Se concluye que la adición de 4% y 7% mejora la máxima densidad seca mientras que con la adición de 10% de ceniza de ichu la máxima densidad seca disminuye con respecto a la muestra de suelo natural.

Del objetivo específico 3 “Incrementar el valor de (CBR al 95%) del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante añadiendo un porcentaje de Cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10%.” Se deduce que la adición de 4%, 7% y 10% de ceniza de ichu mejora considerablemente el valor de CBR al 95%, siendo el de mayor influencia la adición de 4% de ceniza de ichu, sin embargo, a partir de la adición de 4% de cenizas de ichu hacia adelante los valores de CBR al 95% disminuyen progresivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

En la presente tesis se demostró que adición de cenizas de ichu es una buena opción para estabilizar subrasantes cohesivas dado que es un material que no genera impactos negativos en la salud, es sostenible dado que lo encontramos en las zonas altoandinas en abundancia.

Para futuros proyectos de investigación que quieran profundizar más en este tema recomendamos que realicen la adición de cenizas de ichu en un 2%, 4% y 6% en suelos cohesivos.

A las personas que estén interesadas en estabilizar los suelos con fines de mejorar las características mecánicas de una subrasante cohesiva con cenizas de materiales o residuos vegetales se les recomienda realizar una investigación científica dado que las cenizas tienen impacto positivo en la mejora de la capacidad portante del suelo.

Si el objetivo de algún investigador es reducir la plasticidad de un suelo que presenta características cohesivas, se recomienda seguir aumentando la cantidad de cenizas de ichu, porque en esta tesis se demostró que la adición progresiva de cenizas de ichu es directamente proporcional a la reducción del índice de plasticidad.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Trabajos de titulación.

BALTAZAR y ABARCA, 2015. *Resistencia del concreto  $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de cenizas de ichu* [en línea]. Universidad San Pedro. Disponible en: <https://bit.ly/3vomIGK>.

BUITRON y ENRIQUEZ, 2018. *Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del volcán Tungurahua* [en línea]. S.I.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://bit.ly/3uGNCuu>.

BUENO y TORRE, 2018. *Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar*, Independencia, Huaraz [en línea]. Universidad Cesar Vallejo Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40554>

CAÑAR, 2017. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón* [en línea], Universidad Técnica De Ambato-Colombia. Disponible en: <https://bit.ly/3vnesqs>.

CAAMAÑO, Iván. 2016. *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente* [en línea], Universidad militar nueva de granada. Disponible en: <https://bit.ly/3jBCicN>.

GOÑAS, 2019. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada* [en línea]. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Disponible en: <https://bit.ly/3ck1owj>

HIDALGO, 2016. *El análisis comparativo de procesos de la estabilización de suelos con enzimas orgánicas, suelo y cemento aplicando a suelos arcillosos de subrasante* [en línea]. S.I.: Universidad Técnica de Ambato-Ecuador. Disponible en: <https://bit.ly/3rug6pj>.

YUCRA, 2022. *Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno, 2022. San Miguel, Puno* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo Disponible en: <https://bit.ly/3RthP9E>

## **Libros.**

BRAJA, Das. *Fundamentos de la ingeniería geotécnica*. 4.a ed. Mexico, Cengage, 2015, 635pp, ISBN: 9786075193724. 2.a ed. Quito. Editorial el Buho. 1993. 439pp. ISBN: 9589023657.

ESCOBAR, Gonzalo y ESCOBAR, Carlos. *Mecánica de suelos*. Manizales, Universidad Nacional. 2002, 163pp, ISBN:

JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. *Fundamentos de la mecánica de suelos*. 3.a ed. México, Limusa, 2005, 624pp, ISBN: 9681800699.

SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación*. Mexico. Mc graw Hill. 2018. 714pp. ISBN: 9781456260965.

TERZAGUI, Karl y PECK, Ralph. *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. 2.a ed. España. El ateneo. 1979. 697pp. ISBN: 8470211978.

## **Libros en línea.**

ARIAS, Fidas. *El proyecto de la investigación* [en línea]. 5.a ed. Caracas. Episteme. 2012. [fecha de consulta: 11 de abril del 2022] Disponible en: <https://bit.ly/3LHTqJZ>. ISBN: 9800785299.

BAÑON, Luis y BEVIÁ, José, *Manual de carreteras* [en línea] , Alicante, Ortiz e hijos Contratista de Obras SA, 2000, [fecha de consulta: 11 de mayo del 2022] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/1788>. ISBN: 8460702677

BERNAL, Cesar, *Metodo de la investigación*. [en línea] 3.a ed. Colombia. Pearson. 2010. [fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/36proUb>. ISBN: 9789586991285.

CERDÁ, Hugo. *Los elementos de la investigación*. [en línea] 2.a ed. Quito. Editorial el Buho. 1993. [fecha de consulta: 14 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/36iGZ8h>. ISBN: 9589023657

ESPINACE, Raúl y SANHUEZA, Carola. *Texto guía para la cátedra de mecánica de suelos* [en línea]. Santiago de Chile. Pontificie Universidad Católica de Chile. 2004. [fecha de consulta: 14 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3myNQPs>

LIND, Douglas; MARCHAL, William y WHATEN, Samuel. Estadística aplicada los negocios y la economía [en línea]. 15va ed. México , 2012, [fecha de consulta: 11 de julio del 2022] Disponible en <https://bit.ly/3vCyjDd> ISBN: 9786071507426.

OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227-232. ISSN 07179502. Doi 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: <https://bit.ly/36A1AVQ>.

POPPER, Karl. *La lógica de la investigación científica*. [en línea]. 5.a ed. Madrid. Tecnos. 1980. [fecha de consulta: 11 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3jEw8bT>. ISBN: 8430907114.

ÑAUPAS, Humberto; MEJÍA, Elías; NOVOA, Eliana y VILLAGÓMEZ, Alberto. Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y redacción de la tesis. 2014. [fecha de consulta: 11 de abril del 2022]. Disponible en <https://bit.ly/3R4H2X1>. ISBN: 9789587621884

#### **Artículos de revistas electronicas.**

ARIAS, J., VILLASÍS, M.Á. y MIRANDA, M.G., 2016. El protocolo de investigación III : la población de estudio. *Alergia* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 201-206. Disponible en: <https://bit.ly/3IUSBLP>. ISSN: 00025151

AZCONA, Maximiliano, MANZINI, Fernando. y DORATI, Javier, 2013. *Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación*. IV Congreso Internacional de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de La Plata [en línea], Noviembre, 2013. [fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3iXpQUa>.

BONO, Roser. *Diseño cuasi experimentales y longitudinales* [en línea]. 14, Setiembre, 2012. [fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/37gmgCB>.

HERNANDEZ, Carlos y CARPIO, Natalia. *Introduccion a los tipos de muestreo* [en línea] 15, Febrero, 2019; [fecha de consulta: 09 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3uMrjn4>.

INGUILLAY, Lizbeth, TERCERO, SILVIA y LOPEZ, Jose. *Ética de la investigación científica*. [en línea]. Vol 3. Num 1. Enero-Junio, 2020 [fecha de consulta: 08 de abril del 2022]. Disponible en <https://bit.ly/3OfSRZO>.

LOPEZ, Juana, QUINTERO, Johana y MACHADO, Ineida. *Ética de la investigación* [en línea]. Vol 9. Num 2. Mayo-agosto, 2007. [fecha de consulta: 9 de abril del 2022]. Disponible en <https://bit.ly/3JNBc88>. ISSN: 13170570.

LOZADA, José. *Investigación aplicada*. [en línea]. Diciembre 2014. [fecha de consulta: 12 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3vFWgJ5>. ISSN: 1390 9592.

ROY, S. *Assessment of Soaked California Bearing Ratio Value Using Geotechnical Properties of Soils. Resources and Environment* [en línea], vol. 6, no. 4, pp. 80-87. DOI 10.5923/j.re.20160604.03. 2016 [fecha de consulta: 10 de abril del 2022] Disponible en: <https://bit.ly/3wVSfCm>.

TAMAYO, Carla y SILVA, Irene. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. [en línea]. [fecha de consulta: 11 de abril del 2022]. Disponible en <https://bit.ly/3uNcbpJ>.

### **Blogs.**

MORENO, Eliseo. *Funciones del problema en la investigación*. [en línea]. 4, Marzo, 2022. [fecha de consulta: 05 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3vpGY10>.

RUIZ y PAV. *Plantas stipa ichu*. [en línea]. 24, Noviembre. [fecha de consulta: 14 de abril del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3OqEy40>.

### **Manuales y normas.**

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayo de materiales*. Lima, Perú: El Peruano. 2016. 1268pp. Disponible en: <https://bit.ly/3LaynQp>.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras de suelo, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima, Perú: El Peruano. 2013. 349pp. Disponible en: <https://bit.ly/3vqONgK>.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Especificaciones técnicas generales para la construcción*. Lima, Perú: El Peruano. 2013. 1274pp. Disponible en: <https://bit.ly/3pJO9bO>

### **Boletines informativos.**

MENDOZA, Luz. y AVILA, Danae., 2020. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53. Disponible en: <https://bit.ly/3wOnLST>.

PEREZ, C. 2014. *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada [en línea]*, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Disponible en: <https://bit.ly/3M5wXq7>.

RAMOS e ILLIDGE, 2017. *Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento [en Universidad de la Salle, Bogotá. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/117/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/117/)*

ROBLES, B., 2019. Población y muestra. *Pueblo Continente* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 245-246. Disponible en: <https://bit.ly/3lYp1Fk>.

## **ANEXOS**

**Anexo 01.** Matriz de operacionalización de variables

**Anexo 02.** Matriz de consistencia

**Anexo 03.** Reporte del software anti plagio Turniting.

**Anexo 04.** Constancia de validación de instrumentos

**Anexo 05.** Instrumentos de validación de datos

**Anexo 06.** Panel fotográfico

**Anexo 07.** Certificados de ensayos de suelos.

**Anexo 08.** Certificado de calibración de equipos de laboratorio de suelos.

**Anexo 09.** Resultados de análisis físico químico de la ceniza de ichu.

**Anexo 10.** Coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks.

**Anexo 11.** Niveles de significancia para el contraste de Shapiro Wilks.

**Anexo 12.** Valores críticos de la distribución f (0.05)

**Anexo 01. Matriz de operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<p align="center"><b>VI:</b> Cenizas de ichu</p>	<p>Como nombre común lo conocen como paja blanca, pertenece a la familia de las gramíneas, son hierbas cespitosas con tallos de 400mm a 800mm de altura, vainas florales glabras, laminas filiformes de 0.03 cm a 0.05cm de diámetro, con presencia de pelos largos en la parte superior, presenta un ciclo perenne, con brotación que se presencian en la etapa de invierno y primavera, esta especie se presenta en mayor cantidad en zonas como México, Perú, Bolivia, Argentina, Esta especie se presencia en paisajes naturales del sector occidental de la región pampeana, El stipa ichu tiene un comportamiento como maleza que son invasoras de alfalfa y pasto llorón (Ruiz &amp; Pav).</p>	<p>Para la obtención de ceniza de ichu primero se calcino la paja o ichu a una temperatura aproximada de 85°C para luego esperar a que enfríe, posteriormente se procedió a tamizarlo por el tamiz N°4. Este material que quedo se usó para realizar la experimentación de combinación con la muestra natural sin alterar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de material</li> </ul>	<p align="center">Peso (Kg)</p>	<p align="center">Razón</p>
<p align="center"><b>VD:</b> Estabilidad de subrasante</p>	<p>El objetivo del mejoramiento de un suelo es optimizar las propiedades físicas por medio de procedimientos mecánicos y la adición de ciertos componentes o aditivos con el fin de dotar a estas de resistencia mecánica (Manual de Carretas, 2013, p. 107).</p>	<p>Con el objetivo de determinar si una muestra de subrasante logra estabilizarse realizamos ciertos ensayos que nos determinaron si nuestra muestra mejoro o no en sus propiedades físicas, estos ensayos que realizamos son: granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de plasticidad</li> <li>• Grado de compactación</li> <li>• Capacidad portante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite plástico</li> <li>• Limite liquido</li> <li>• Densidad seca máxima</li> <li>• Contenido de humedad optimo</li> <li>• CBR al 95% de DMS</li> </ul>	<p align="center">Razón</p>

## Anexo 02. Matriz de consistencia

“Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante Caracoto 2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Los porcentajes de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu podría mejorar la estabilidad del suelo a nivel de subrasante Caracoto 2022?	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Mejorar la estabilidad del suelo en una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionando cenizas de ichu en un porcentaje de 4%, 7% y 10%, Caracoto 2022.	<b>HIPOTESIS PRINCIPAL</b> Las cenizas de ichu mejora la estabilidad del suelo en una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionándole 4%, 7% y 10% de esta, Caracoto 2022.	<b>VI:</b> Cenizas de ichu	Cantidad del material	Peso (kg)	<b>METODO DE INVESTIGACION:</b> Método hipotético deductivo
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO N°1</b> ¿El porcentaje de adición de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu reduce el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022?	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1</b> Reducir el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionando 4%, 7%, 10% de cenizas de ichu, Caracoto 2022	<b>HIPOTESIS ESPECIFICA N°1</b> La adición de cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10% reduce el índice de plasticidad del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.				<b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b> Experimental. Ge1 (A): $Y1 \Rightarrow X1 \Rightarrow Y2$ Ge2 (A): $Y3 \Rightarrow X2 \Rightarrow Y4$ Ge1 sin adición de CI Ge2 con adición de CI
<b>PROBLEMA ESPECIFICO N° 2</b> ¿El porcentaje de adición de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu incrementa la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022?	<b>OBJETIVO ESPECIFICO N° 2</b> Incrementar la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante añadiendo un porcentaje de Cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10%, Caracoto 2022	<b>HIPOTESIS ESPECIFICA N°2</b> La adición de cenizas de ichu en 4%, 7% y 10% incrementa la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.				<b>VD:</b> Estabilidad de la subrasante
<b>PROBLEMA ESPECIFICO N° 3</b> ¿El porcentaje de adición de 4%, 7% y 10% de cenizas de ichu incrementa el valor de CBR al 95% del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante Caracoto 2022?	<b>OBJETIVO ESPECIFICO N° 3</b> Incrementar el valor de CBR al 95% del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante añadiendo un porcentaje de Cenizas de ichu en un 4%, 7% y 10%, Caracoto 2022	<b>HIPOTESIS ESPECIFICA N°3</b> La adición de cenizas de ichu en 4%, 7% y 10% incrementa el valor de CBR al 95% de la máxima densidad seca del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.	Grado de compactación	Optimo contenido de humedad (%) Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS:</b> Observación experimental  <b>TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> Formatos o plantillas de Excel pre establecidas.	
				Capacidad portante	CBR al 95% (%)	



### Anexo 03. Reporte del software anti plagio Turniting.

Para el reporte Turniting solo se consideró la caratula y el contenido que comprende desde INTRODUCCION hasta RECOMENDACIONES.

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main content area shows the thesis title and author information. The right sidebar displays the similarity score and a list of sources. The bottom status bar provides page and word counts, as well as report options.

**feedback studio** ERIK EDUARDO EROS QUISPE | TESIS ALMANZA - EROS TURNITING

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Título de la tesis.**  
Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022.  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**  
Almanza Cayo, Joel Theo (ORCID: 0000-0001-9495-6617)  
Eros Quispe, Erik Eduardo (ORCID: 0000-0002-5899-4031)

**ASESOR:**  
M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**  
2022

**Resumen de coincidencias** ×

**21 %**

Se están viendo fuentes estándar

**Coincidencias**

Número	Fuente	Porcentaje
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	7 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
4	qdoc.tips Fuente de Internet	1 %
5	P F Newton, P A Jolliffe... Publicación	1 %
6	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	Dspace.Unitru.Edu.Pe Fuente de Internet	<1 %
9	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 87 | Número de palabras: 16788 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado

**Anexo 04.**     *Constancia de validación de instrumentos*



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, TICONA QUISPE JOHN DARWIN.....identificado con DNI 46296185 con CIP N° 167739....., 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 PLASTICO E ÍNDICE 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 los tesisistas de la Universidad Cesar Vallejo ERIK EDUARDO, EROS QUISPE Y JOEL THEO ALMANZA CAYO quienes elaboraron la tesis titulada:

***“Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 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

<b>VALORACION TOTAL</b>	<b>36</b>
-------------------------	-----------

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 BUENO.

Juliaca, 27 - 05 - 2022



Stamp: JUNTA DEPARTAMENTAL QUESADA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 167739

Firma del experto

N° DNI: 46296185

N° CIP: 167739

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Alberto Ysidro Puvspe Bostuza..... identificado con DNI 44326745..... 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 LÍQUIDO, 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 los tesis de la Universidad Cesar Vallejo ERIK EDUARDO, EROS QUISPE Y JOEL THEO ALMANZA CAYO quienes elaboraron la tesis titulada:

***“Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 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.					λ
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.				λ	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

**VALORACION TOTAL**

**32**



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 32 y está dentro del rango de valoración 31 - 36  
y su validación fue BUENO.

Juliaca, 26 Mayo 2022



Alberth Ysidro Quispe Bustanza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 151300

Firma del experto

N° DNI: 44326745

N° CIP: 151300

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Ronny Richard Parizaca Quispe..... identificado con DNI 43609962.... con CIP N° 185927....., 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 PLASTICO E ÍNDICE 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 los tesis de la Universidad Cesar Vallejo ERIK EDUARDO, EROS QUISPE Y JOEL THEO ALMANZA CAYO quienes elaboraron la tesis titulada:

***“Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 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.			✓		
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				✓	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.			✓		
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.			✓		
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.			✓		
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.			✓		
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				✓	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.			✓		

**VALORACION TOTAL**

26

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 26 y está dentro del rango de valoración 21 - 30  
y su validación fue Regular.

Juliaca, 26-05-2022


Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
Cusco  
CIP/183927

Firma del experto

N° DNI: 43609962

N° CIP: 183927



**Anexo 05.** *Instrumentos de validación de datos*



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
SOLICITANTE: \_\_\_\_\_ REGISTRO DE CLIENTE: \_\_\_\_\_

**FORMATO DE ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107**

MUESTRA: \_\_\_\_\_ FECHA DE INICIO DE ENSAYO: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_ ECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
CÓDIGO DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DATOS DE EQUIPOS		
EQUIPO	CODIGO	APROXIMACIÓN
HORNO		0.5 °c
BALANZA		0.1g.
BALANZA		0.01g.

DATOS DE AMBIENTE	
UBICACIÓN:	_____
LUGAR:	_____
ALTITUD:	_____
OTROS:	_____

TAMIZADO			
N	TAMIZ		OBSERVACIONES
	DENOMINACIÓN	RETENIDO PESO (g)	
	ASTM	(mm)	
1	3 1/2"	90.000	
2	3"	75.000	
3	2 1/2"	63.000	
4	2"	50.000	
5	1 1/2"	37.500	
6	1"	25.000	
7	3/4"	19.000	
8	1/2"	12.500	
9	3/8"	9.500	
10	#4	4.750	
11	#10	2.000	
12	#20	0.850	
13	#40	0.425	
14	#100	0.150	
15	#200	0.075	
16	Fondo	0.075	

GENERALES		
DESCRIPCIÓN	VALOR	FECHA Y HORA
Peso de bandeja		
Peso de bandeja + peso húmedo de la muestra		
humedad relativa		
Temperatura del ambiente		
Temperatura de secado		
Peso de bandeja + peso seco de la muestra		
Peso muestra lavada y seca retenido en el tamiz nro. 4		
Peso lavado pasante de tamiz nro 4		
temp. De secado		

**OBSERVACIONES**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Realizado por :*

Nombre / cargo	D
	M
Firma:	A

*Revisado por :*

Nombre / cargo	D
	M
Firma:	A

*Aprobado por :*

Nombre / cargo	U
	M
Firma:	A

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
SOLICITANTE: \_\_\_\_\_ REGISTRO DE CLIENTE: \_\_\_\_\_

**FORMATO DE ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD - NYC E 110 Y NYC E 111**

MUESTRA: \_\_\_\_\_ FECHA DE INICIO DE ENSAYO: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_ FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
CÓDIGO DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

**DATOS DE EQUIPOS**

EQUIPO	CODIGO	APROXIMACIÓN
HORNO		0.5 %
BALANZA		0.01g
LICUADOR LARSA GRAND		-

**DATOS DE AMBIENTE**

UBICACIÓN: \_\_\_\_\_  
LUGAR: \_\_\_\_\_  
ALTITUD: \_\_\_\_\_  
OTROS: \_\_\_\_\_

**LIMITE LIQUIDO (NYC E 110)**

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS	
Nº TARA	ID		
REPO DE TARA	FECHA Y HORA		
	(s)		
REPO TARA + SUELO HUMEDO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(s)		
TEMPERATURA DE SECADO	°C		
REPO TARA + SUELO SECO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(s)		
NUMERO DE GOLPES	Nº.		

**LIMITE PLÁSTICO (NYC E 111)**

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS	
Nº TARA	ID		
REPO DE TARA	FECHA Y HORA		
	(s)		
REPO TARA + SUELO HUMEDO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(s)		
TEMPERATURA DE SECADO	°C		
REPO TARA + SUELO HUMEDO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(s)		

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

Revisado por: Nombre / cargo: _____ Firma: _____	Revisado por: Nombre / cargo: _____ Firma: _____	Aprobado por: Nombre / cargo: _____ Firma: _____
--	--	--

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: \_\_\_\_\_

SOLICITANTE: \_\_\_\_\_ REGISTRO DE CLIENTE: \_\_\_\_\_

**FORMATO DE ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) - MTC E: 115**

MUESTRA: _____	FECHA DE INICIO DE ENSAYO: _____	HORA: _____
DESCRIPCIÓN: _____	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: _____	HORA: _____
CÓDIGO DE MUESTRA: _____		

DATOS DE EQUIPOS		
EQUIPO	CODIGO	APROXIMACIÓN
HORNO		0.5 %
BALANZA		0.01g
BALANZA		0.1g
BERNIEZ		0.05mm
PISON		-
MOLDE		-

DATOS DE AMBIENTE	
UBICACIÓN:	_____
LUGAR:	_____
ALTITUD:	_____
OTROS:	_____

**GENERALES**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO : _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ 3/4" :</td> </tr> <tr> <td>PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ NRO 4" :</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL PISON:</td> </tr> </table>	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ 3/4" :	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ NRO 4" :	PESO DEL PISON:
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ 3/4" :				
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ NRO 4" :				
PESO DEL PISON:				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : _____ A B C				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : _____				
NUMERO DE CAPAS : _____				

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO ANTES DEL ENSAYO (%)**

NRO DE ENSAYO		ID.				
N° DE TARA	ID.					
	fecha y hora					
PESO DE TARA	g					
	fecha y hora					
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA)	Humedad relativa					
	Temperatura ambiente					
	g					
	fecha y hora					
PESO (SUELO SECO + TARA)	Humedad relativa					
	Temperatura ambiente					
	g					
	g					

**PROCTOR MODIFICADO**

NUMERO DE ENSAYO	ID.	1	2	3	4
PESO DE MOLDE	g				
DIAMETRO DEL MOLDE	cm				
ALTURA DEL MOLDE	cm				
PESO DE MOLDE + SUELO	fecha y hora				
	Humedad relativa				
	Temperatura ambiente				
	g				

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO DESPUES DEL ENSAYO (%)**

N° DE TARA		ID.				
N° DE TARA	ID.					
	fecha y hora					
PESO DE TARA	g					
	fecha y hora					
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA)	Humedad relativa					
	Temperatura ambiente					
	g					
	fecha y hora					
PESO (SUELO SECO + TARA)	Humedad relativa					
	Temperatura ambiente					
	g					
	g					

**OBSERVACIONES**

Realizado por: Nombre / cargo _____ Firma: _____	Revisado por: Nombre / cargo _____ Firma: _____	Aprobado por: Nombre / cargo _____ Firma: _____
--	---	---

**DATOS GENERALES**

 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 SOLICITANTE: \_\_\_\_\_ REGISTRO DE CLIENTE: \_\_\_\_\_

**FORMATO DE ENSAYO CBR - NYC E 132**

 MUESTRA: \_\_\_\_\_ FECHA DE INICIO DE ENSAYO: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_ FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
 CÓDIGO DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DATOS DE EQUIPOS					
EQUIPO	CODIGO	APROXIMACION	EQUIPO	CODIGO	APROX.
HORNO		0.5 °C	DIAL		0.001"
BALANZA		0.01g	DIAL		0.001"
BALANZA		0.1g	PESON		-
BERNER		0.05mm	PRENSA CBR		0.5kg
		-			

DATOS DE AMBIENTE	
UBICACION:	_____
LUGAR:	_____
ALTITUD:	_____
OTROS:	_____

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACION	SUCS	AASHTO	PROCTOR	OPTMO:	N°CAPAS	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND NRO. MOLDE	12 GOLPES	25 GOLPES	55 GOLPES		
<b>CBR</b>							
	DESCRIPCIÓN		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal
1	Peso de molde	g					
2	Diámetro de molde	cm					
3	Altura de molde	cm					
4	espesor del disco separador	cm					
5	Peso del molde	g					
7	peso del molde + suelo	fecha y hora Hum. Relativ. temp. Amb.					
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE PENETRACIÓN							
8	Id. Tara	-					
9	peso de tara	fecha y hora					
10		g					
11	Peso del suelo húmedo + tara	fecha y hora Hum. Relativ. temp. Amb.					
12	Temperatura de secado	°C					
13	Peso del suelo seco + tara	fecha y hora Hum. Relativ. temp. Amb.					

PENETRACION					
STANDARD	CARGA	pulg.	LECTURA		
			Tiempo	12 GOLPES	25 GOLPES
diámetro del platón:	0.000	0 seg.			
	0.025	30 seg.			
	0.050	60 seg.			
	0.075	90 seg.			
	0.100	120 seg.			
	0.150	180 seg.			
	0.200	240 seg.			
	0.250	300 seg.			
	0.300	360 seg.			
	0.400	480 seg.			
0.500	600 seg.				

EXPANSION				
FECHA	HORA	12 GOLPES	25 GOLPES	55 GOLPES

**OBSERVACIONES**

Revisado por: Nombre / cargo _____ Firma _____	Revisado por: Nombre / cargo _____ Firma _____	Aprobado por: Nombre / cargo _____ Firma _____
--	--	--

Anexo 06. Panel fotográfico



Se realiza compactando una muestra de suelo para el ensayo de CBR

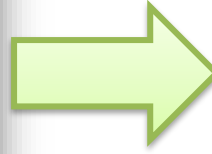


Se aprecia las cenizas de ichu que se utilizaron en esta tesis. Se trabajo con un promedio de 5kg de cenizas de ichu.

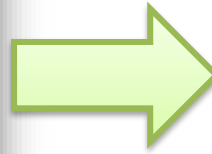


Se aprecia el apisonamiento de material para el ensayo de CBR

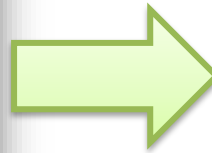




Se visualiza el respectivo cuarteo de las muestras que se emplearon en esta tesis.

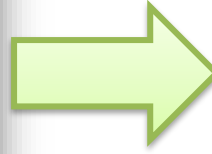


Se aprecia el saturado de las muestras de CBR para medir las respectivas mediciones de expansión.

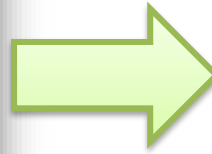


Se visualiza el procedimiento de lectura en la prensa de CBR para las distintas muestras.

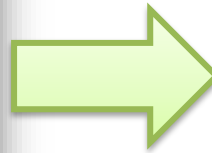




Se visualiza la cuchara de Casagrande para la realización del ensayo de límite líquido de las muestras.



Se aprecia las muestras de límite líquido y límite plástico antes se colocarlo en el horno.



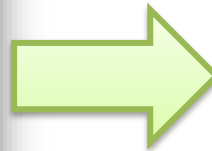
Se evidencia los instrumentos que se necesitan para la ejecución del ensayo de límite plástico.



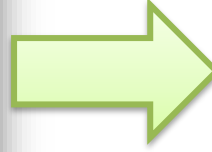
Se visualiza el preparado de material que será colocado en la cuchara de Casagrande para el ensayo de límite líquido.



Se aprecia el tamizado de muestras correspondientes al ensayo de granulometría.



Se puede evidenciar la combinación de muestras, tanto de la muestra de suelo natural como la ceniza de ichu.



Se visualiza al ichu antes de ser calcinado.

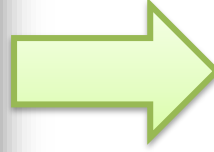


Se aprecia el colocado de muestra en el molde de Proctor modificado para el método "C".



Se visualiza al encargado de laboratorio de suelos, quien nos guio y asesoro con la realización de los ensayos.

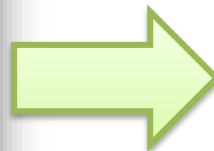




Se visualiza la extracción de ichu con motoguadaña.



Se aprecia la extracción de ichu con cegadera.



Se visualiza la calcinación del ichu.

**Anexo 07.**      *Certificados de ensayos de suelos.*



**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

# **CERTIFICADOS DE ENSAYOS**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

# **CALICATA 01**

## **SUBRASANTE EXISTENTE**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 04-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

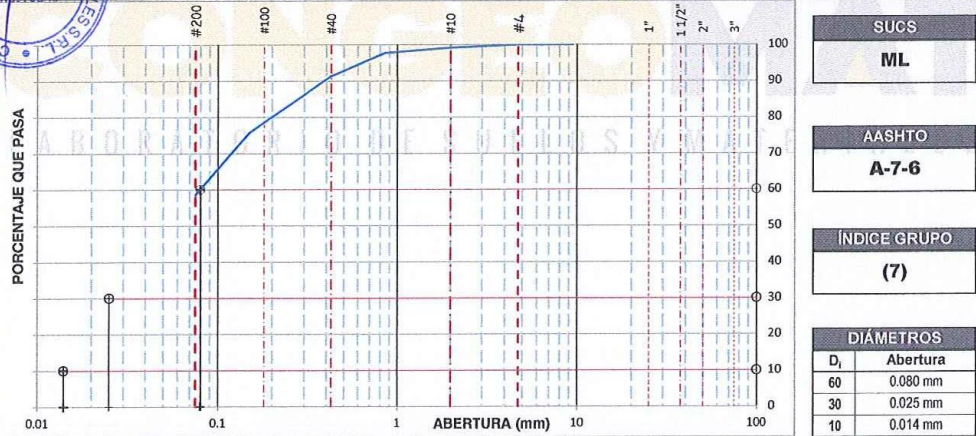
TAMIZADO					RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%		SUELO
	ASTM	(mm)			%	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
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	8.3	0.8	99.2	
12	#20	0.850	15.6	1.4	97.8	
13	#40	0.425	71.1	6.5	91.4	
14	#100	0.150	170.2	15.5	75.9	
15	#200	0.075	190.3	17.3	58.6	
16	Fondo	0.075	644.5	58.6		

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,100 g
Peso muestra lavada y seca	455 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,100 g
Frac. equiv. < #200:	58.6%
645 g	
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	5.714
Curvatura (Cc)	0.558
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Límite Líquido (LL):	44.51
Límite Plástico (LP):	28.84
Índice Plástico (IP):	15.67



**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhivis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 05-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 02-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 05-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

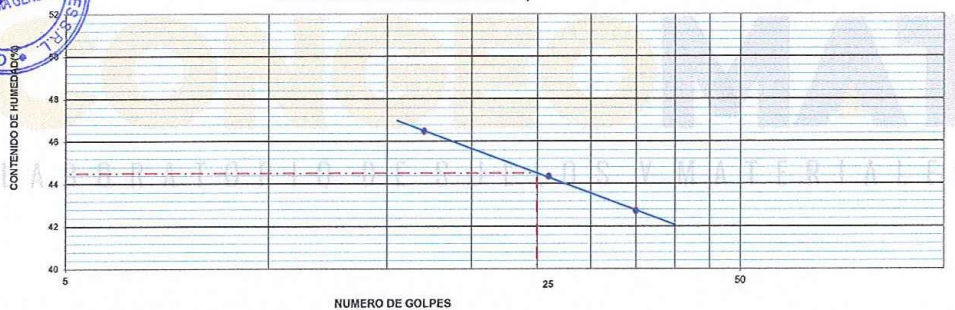
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-01	C-06	C-08	-
Nº CAPSULA	ID	C-01	C-06	C-08	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	31.60	32.82	32.09	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	27.58	28.77	28.09	-
PESO DE AGUA	(g)	4.04	4.05	4.00	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.87	19.64	18.73	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.69	9.13	9.36	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.49	44.36	42.74	-
NUMERO DE GOLPES		17	26	35	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-03	T-05	-	-	
Nº TARRO	ID	T-03	T-05	-	-	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.08	23.09	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.07	22.07	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	18.58	18.52	-	-	-
PESO DE AGUA	(g.)	1.01	1.02	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.49	3.55	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.94	28.73	-	-	28.84

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	44.51
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.84
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.67

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Pariaqhua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 03-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 03-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381395

N : 8279078

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	88.76	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	320.65	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	294.61	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	26.04	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	205.85	--	--
	Humedad	%	12.65	--	--
	Humedad Promedio	%		12.65	

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes



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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dheinis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
**UBICACIÓN:** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTES:** ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 197  
**FECHA:** 06-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 31-05-2022  
**DESCRIPCIÓN:** SUBRASANTE EXISTENTE  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO:** 04-06-2022  
**MUESTRA:** 01  
**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:** 06-06-2022  
**TRAMO:** CARACOTO - URB. NAZARENO  
**COORDENADA:** E : 381395  
**N :** 8279078

**COMPACTACIÓN**

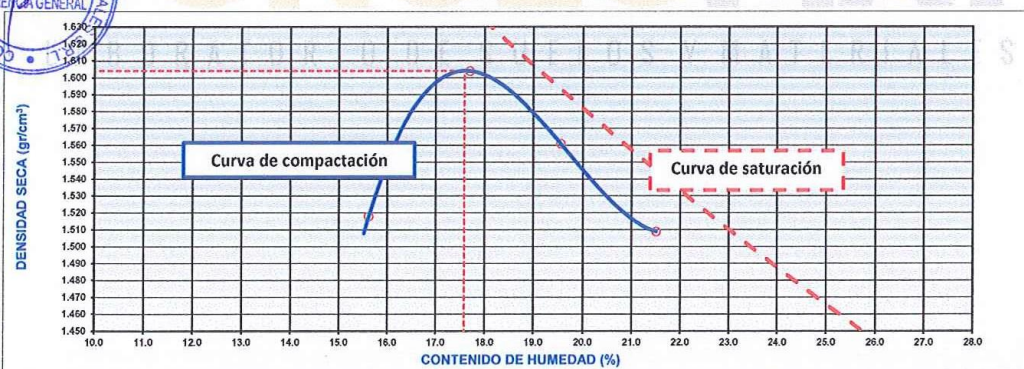
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	:	"A"			
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	:	25			
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	:	5			
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1	2	3	4
<b>PESO (SUELO + MOLDE) (gr)</b>		5704	5847	5824	5788
<b>PESO DE MOLDE (gr)</b>		3798	3798	3798	3798
<b>PESO SUELO HÚMEDO (gr)</b>		1906	2049	2026	1990
<b>VOLUMEN DEL MOLDE (cm<sup>3</sup>)</b>		1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
<b>DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		1.766	1.887	1.866	1.833
<b>PESO UNITARIO SECO (lbf/pie<sup>3</sup>)</b>		94.8	100.1	97.5	94.2
<b>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		1.518	1.604	1.561	1.509

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>RECIPIENTE N°</b>		s/n	s/n	s/n	s/n
<b>PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)</b>		452.6	494.5	457.4	418.3
<b>PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)</b>		391.5	420.2	382.6	344.3
<b>PESO DE LA TARA (gr)</b>					
<b>PESO DE AGUA (gr)</b>		61.2	74.3	74.8	74.0
<b>PESO DE SUELO SECO (gr)</b>		391.5	420.2	382.6	344.3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		15.62	17.69	19.55	21.50

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.604	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	17.58
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.314	<b>PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lbf/pie<sup>3</sup>)</b>	100.1

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

**CONGEOMAT S.R.L.**  
*Dhucvis Yury Jara Vilca*  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-7-6 PROCTOR HO=17.58 PUSM=1.604 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE02	MOLDE06	MOLDE06	MOLDE08		

**DENSIDAD**

N	DESCRIPCIÓN	UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			g	cc	g	cc	g	cc	g	cc
1	Condición de humedad									
2	Peso suelo húmedo + molde	g	11,815		11,793		11,809		11,939	
3	Peso del molde	g	7,963		7,963		8,006		8,006	
4	Volumen del molde REG:	cc	2,116		2,116		2,103		2,103	
5	Peso suelo húmedo, [1]/[2]	g	3,652		3,830		3,803		3,933	
6	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.73		1.81		1.81		1.87	
7	Id. Capsula	-	S/N		S/N		S/N		S/N	
8	Peso del suelo húmedo + capsula	g	465.0		568.0		450.1		485.0	
9	Peso del suelo seco + capsula	g	395.6		461.2		382.7		399.6	
10	Peso del agua, [7]-[8]	g	69.4		106.8		67.4		85.4	
11	Peso de la capsula	g								
12	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	395.6		461.2		382.7		399.6	
13	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.54		23.16		17.61		21.37	
14	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.468		1.470		1.541		1.599	

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)			
	STANDARD	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0		0	
20.42 cm2	0.025	16	20	38	15		19	37
	0.050	39	45	67	38		44	66
	0.075	57	71	93	56		70	92
70.5 kg-f/cm2	0.100	74	96	119	73	72*	95	88*
	0.150	100	120	159	99		119	158
105.7 kg-f/cm2	0.200	117	151	194	116	118*	150	152*
	0.250	133	177	224	132		176	223
	0.300	143	193	247	142		192	246
	0.400	163	226	294	162		225	293
	0.500	171	234	307	170		233	306

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	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
07/06/22	12:50:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
09/06/22	12:50:00 p.m.	48	91.00	88.00	79.00	2.31	1.98%	2.24	1.92%	2.01	1.72%
11/06/22	12:50:00 p.m.	96	112.00	105.00	98.00	2.84	2.44%	2.67	2.29%	2.49	2.13%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.47	1.54	1.60	Humedad óptima	17.58%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	5.0	6.1	7.8	MDS	1.604	100% MDS	7.8
Penetración: 0.2"	5.5	7.1	8.9	95 % de la MDS	1.524	95 % MDS	5.8
							0.2"
							8.9
							6.7

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Deyvis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





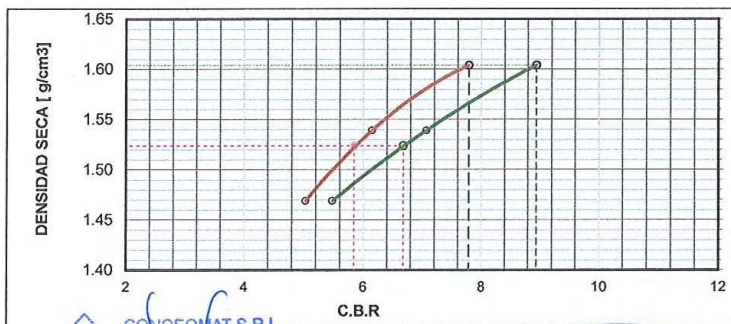
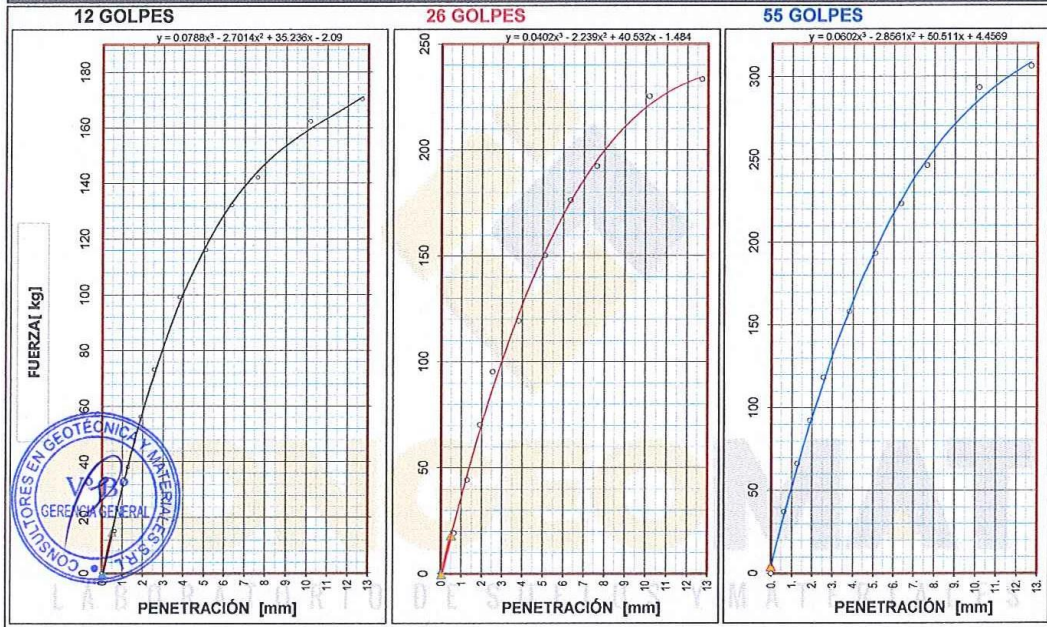
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE,  
CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.60
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	7.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	8.9

95% MDS	1.52
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	5.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	6.7

**LEYENDA**

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhicius Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

LUGAR: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTE : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381395

N : 8279078

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	12.7	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(7)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	41.40	--
7	Porcentaje de Finos	%	58.60	--
8	Límite líquido	%	44.51	--
9	Límite plástico	%	28.84	--
10	Índice de plasticidad	%	15.67	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lbf/ft <sup>3</sup>	100.1	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.604	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	17.58	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	7.8	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	5.8	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 01**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
4% DE CENIZA  
DE ICHU**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 04-06-2022

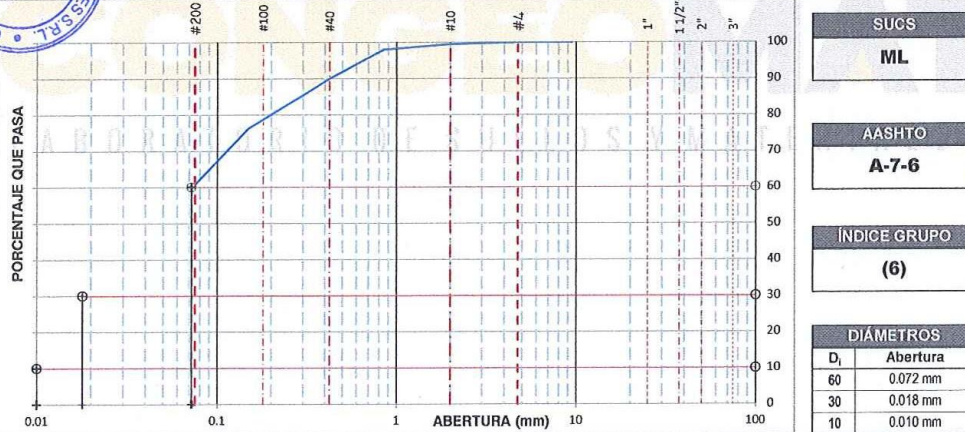
**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-06-2022  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,120 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	439 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,120 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200:	60.8%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	7.200
11	#10	2.000	5.6	0.5	99.5		Curvatura (Cc)	0.450
12	#20	0.850	16.8	1.5	98.0		LIMITES DE ATTERBERG	
13	#40	0.425	89.6	8.0	90.0		DESCRIPCIÓN	
14	#100	0.150	152.3	13.6	76.4		Limite Líquido (LL):	41.24
15	#200	0.075	174.7	15.6	60.8		Limite Plástico (LP):	29.53
16	Fondo	0.075	681.0	60.8			Indice Plástico (IP):	11.71



**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dhiovis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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







INFORME DE ENSAYO  
**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
 MTC E110:2016 Y MTC E 111:2016

Código : F - 018  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-22

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 05-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
 MUESTRA: 01  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 02-06-2022  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 05-06-2022  
 COORDENADA: E : 381395  
 N : 8279078

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-25	C-24	C-08	
Nº CAPSULA	ID	C-25	C-24	C-08	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	33.71	33.24	33.14	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	29.69	29.21	29.04	-
PESO DE AGUA	(g)	4.02	4.03	4.10	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.42	19.45	18.73	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.27	9.76	10.31	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	43.37	41.29	39.77	-
NUMERO DE GOLPES		15	26	34	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-15	T-16			
Nº TARRO	ID	T-15	T-16			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	24.22	30.36	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	23.14	28.38	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.44	21.75	-	-	-
PESO DE AGUA	(g)	1.08	1.98	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.70	6.63	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.19	29.86	-	-	29.53

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	41.24
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.53
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.71

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
 Director Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164786 - 951404988

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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 03-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 03-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381395

N : 8279078

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	86.87	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	296.60	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	276.70	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	19.90	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	189.83	--	--
6	Humedad	%	10.48	--	--
	Humedad Promedio	%		10.48	

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes



CONGEMAT S.R.L.  
*John Percy Pañichua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.  
*Dietris Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164786 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 06-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 04-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 06-06-2022  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 COORDENADA: E : 381395  
 N : 8279078

**COMPACTACIÓN**

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

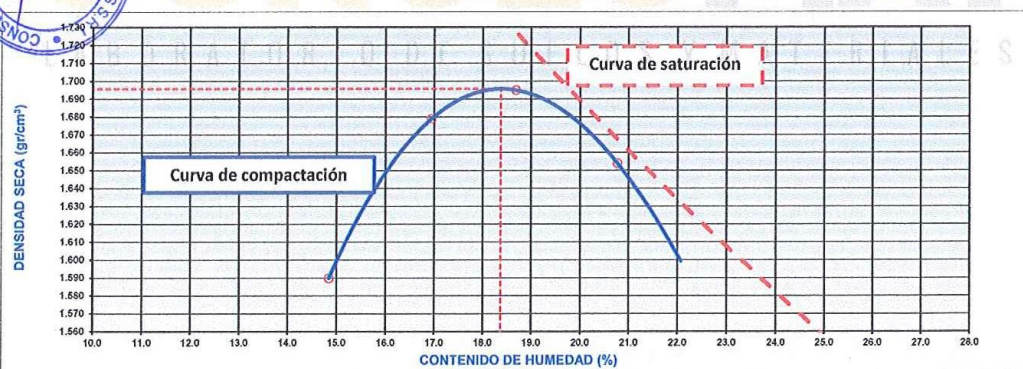
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5780	5930	5982	5967
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1982	2132	2184	2169
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.826	1.964	2.012	1.998
PESO UNITARIO SECO (lbf/ft <sup>3</sup> )	99.3	104.8	105.8	103.3
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.590	1.679	1.695	1.654

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	469.6	465.9	587.5	500.1
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	408.9	398.4	495.0	414.1
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	60.7	67.5	92.5	86.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	408.9	398.4	495.0	414.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.84	16.94	18.69	20.77

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.696	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.37
GRAVEDAD ESPECÍFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.551	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lbf/ft <sup>3</sup> )	105.9

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dhevis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	ML	AASHTO	A-7-6	PROCTOR	HO=18.37	PUSM=1.696	N°CAPAS	5
----------------	------	----	--------	-------	---------	----------	------------	---------	---

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE15	MOLDE15	MOLDE08	MOLDE08	MOLDE16	MOLDE16
<b>DENSIDAD</b>								
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,511	11,707	11,991	12,154	12,401	12,481
2	Peso del molde	g	7,627	7,627	7,963	7,963	8,141	8,141
3	Volumen del molde REG:	cc	2,106	2,106	2,107	2,107	2,122	2,122
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,884	4,080	4,028	4,191	4,260	4,340
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.84	1.94	1.91	1.99	2.01	2.05
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	539.2	483.8	496.1	506.1	521.1	530.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	455.5	391.0	419.0	414.0	440.2	440.4
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	83.7	92.8	77.0	92.1	80.9	89.6
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	455.5	391.0	419.0	414.0	440.2	440.4
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.37	23.72	18.38	22.24	18.37	20.35
13	Densidad seca, [5]/([11]/100)	g/cc	1.558	1.566	1.615	1.627	1.696	1.699

**PENETRACIÓN**

ESTÁNDAR	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
		12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD	pulg.									
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0		0			
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	42	59	70	42		58		69	
	0.050	74	107	122	73		106		121	
	0.075	117	172	193	117		171		192	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	158	220	256	157	173*	219	238*	256	279*
	0.150	232	317	379	232		316		378	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	307	413	499	306	295*	412	399*	498	483*
	0.250	347	465	570	346		464		569	
	0.300	377	512	617	377		512		617	
	0.400	428	573	702	427		572		701	
	0.500	517	694	806	516		693		805	

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	Fecha	Hora	(Hrs)	LECTURA DIAL(Div): 0.001"			ALTURAS					
				12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
	07/06/22	13:55:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
	09/06/22	13:55:00 p.m.	48	57.00	52.00	48.00	1.45	1.24%	1.32	1.13%	1.22	1.05%
	11/06/22	13:55:00 p.m.	96	69.00	63.00	60.00	1.75	1.50%	1.60	1.37%	1.52	1.31%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.56	1.62	1.70	Humedad óptima	18.37%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	12.0	16.5	19.4	MDS	1.696	100% MDS	19.4
Penetración: 0.2"	13.6	18.5	22.4	95 % de la MDS	1.611	95 % MDS	15.9
							0.2"
							22.4
							17.8

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEMAT S.R.L.  
  
Dكتور Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





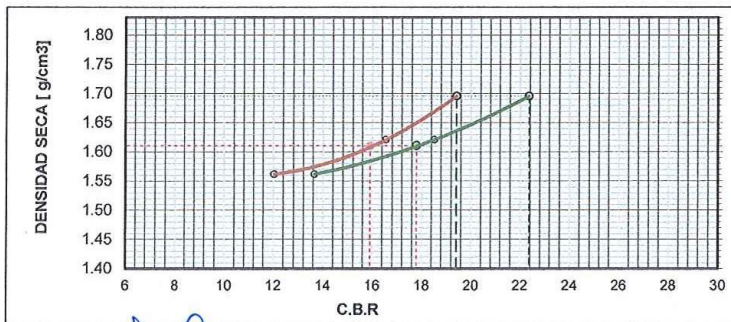
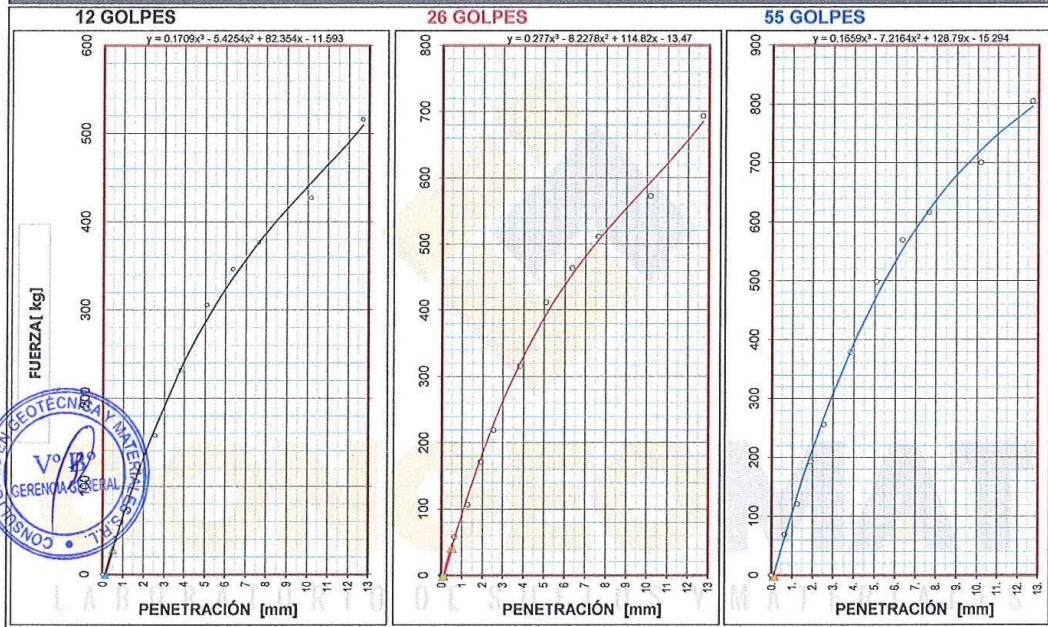
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.70
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	19.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	22.4
95% MDS	1.61
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	15.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	17.8

LEYENDA

CONGEO MAT S.R.L.  
*John Percy Parichahua Tintaya*  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEO MAT S.R.L.  
*Dhevis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEO MAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381395

N : 8279078

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	10.5	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	39.20	--
7	Porcentaje de Finos	%	60.80	--
8	Límite líquido	%	41.24	--
9	Límite plástico	%	29.53	--
10	Índice de plasticidad	%	11.71	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/pie <sup>3</sup>	105.9	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.696	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	18.37	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	19.4	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	15.9	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
**Dhevis Yury Jara Vilca**  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 01**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
7% DE CENIZA  
DE ICHU**



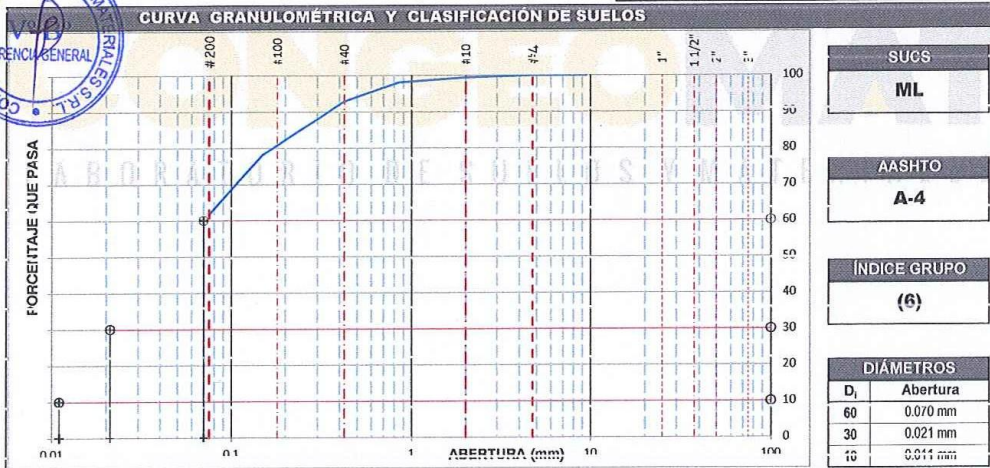
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 04-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

TAMIZADO					RESUMEN		
N	TAMIZ DENOMINACIÓN	RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)		DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	Peso muestra seca	1,020 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	Peso muestra lavada y seca	390 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	Fino equiv. < #4	1,020 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	Fino ensayado < #4	1,020 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	Frac. equiv. < #200	630 g
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	Método 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)	6.304
11	#10	2.000	6.1	0.6	99.4	Curvatura (Cc)	0.573
12	#20	0.850	13.3	1.3	98.1	Límites de Atterberg	
13	#40	0.420	53.0	5.2	92.9	DESCRIPCIÓN	
14	#100	0.150	148.9	14.6	78.3	Límite Líquido (LL)	36.66
15	#200	0.075	168.3	16.5	61.8	Límite Plástico (LP)	27.45
16	Fondo	0.075	630.4	61.8		Índice Plástico (IP)	9.23



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dheotis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 05-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 02-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 05-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381395

N : 8279078

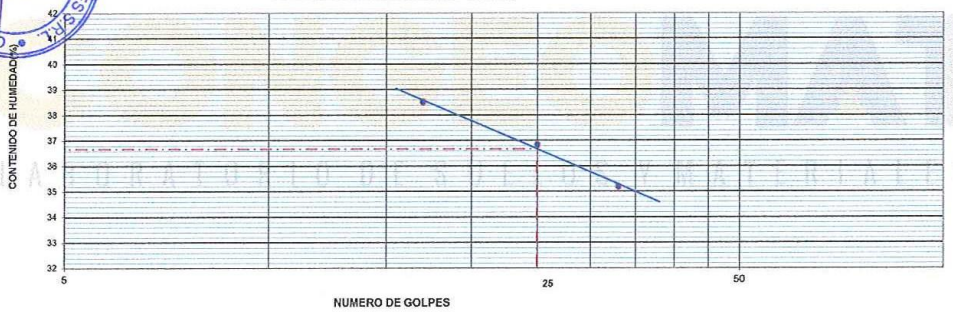
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-05	C-16	C-23	
Nº CAPSULA	ID	C-05	C-16	C-23	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.72	36.06	34.66	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.37	31.78	30.65	-
PESO DE AGUA	(g)	4.35	4.28	4.01	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.08	20.16	19.26	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.29	11.62	11.39	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.53	36.83	35.21	-
NUMERO DE GOLPES		17	25	33	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-03	T-18		
Nº TARRO	ID	T-03	T-18	-	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.68	28.16	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.59	26.27	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	18.58	19.45	-	-
PESO DE AGUA	(g.)	1.09	1.89	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.01	6.82	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.18	27.71	-	27.45

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	36.68
LIMITE PLÁSTICO (%)	27.45
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.23

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dncivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. Nº 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 406295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 03-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 03-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 361395

N : 8279078

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	87.77	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	304.30	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	286.20	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	18.10	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	198.43	--	--
6	Humedad	%	9.12	--	--
7	Humedad Promedio	%		9.12	



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhcvivis Yary Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 06-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 04-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 06-06-2022  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 COORDENADA: E : 381395  
 N : 8279078

**COMPACTACIÓN**

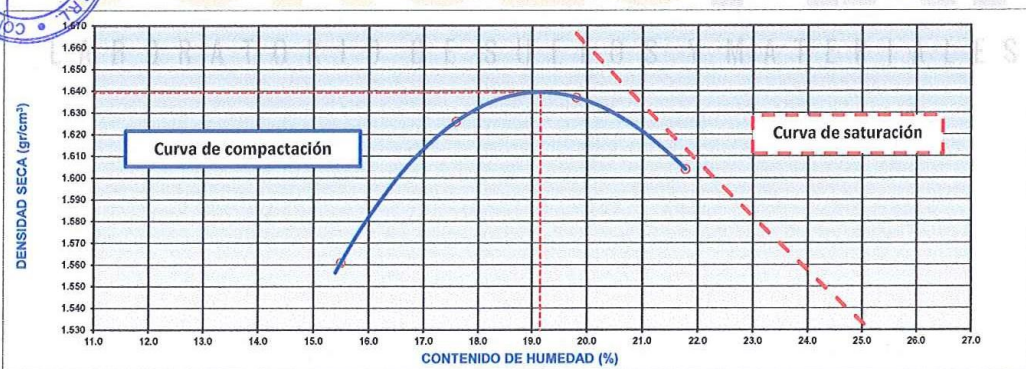
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5765	5874	5927	5918	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1957	2076	2129	2120	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.803	1.912	1.961	1.953	
PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> )	97.5	101.5	102.2	100.1	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.561	1.626	1.637	1.604	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	467.5	451.9	522.7	454.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	404.8	384.3	436.3	373.0
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	62.7	67.6	86.4	81.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	404.8	384.3	436.3	373.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.49	17.59	19.80	21.77

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.639	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.15
GRAVEDAD ESPECÍFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.487	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> )	102.3

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Percy Paríahua Tintayá  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Dhevis Tury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=19.15	PUSM=1.639	N°CAPAS	5
----------------	------	----	--------	-----	---------	----------	------------	---------	---

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE12	MOLDE12	MOLDE09	MOLDE18	MOLDE09	MOLDE18
<b>DENSIDAD</b>								
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,670	11,859	11,757	11,894	12,315	12,382
2	Peso del molde	g	7,948	7,948	7,830	7,830	8,180	8,180
3	Volumen del molde REG:	cc	2,109	2,109	2,114	2,114	2,117	2,117
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,722	3,911	3,927	4,064	4,135	4,202
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1,76	1,85	1,86	1,92	1,95	1,98
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	494.0	520.7	454.1	557.2	480.4	478.1
8	Peso del suelo seco + capsula	g	414.6	418.2	381.0	454.2	403.2	395.1
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	79.5	102.5	73.1	103.0	77.2	83.0
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	414.6	418.2	381.0	454.2	403.2	395.1
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.17	24.51	19.17	22.67	19.15	21.02
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.481	1.489	1.559	1.567	1.639	1.640

**PENETRACIÓN**

ESTÁNDAR	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)				
		12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARDS Área del pistón: 20.42 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0			
	0.025	34	44	58	33		43		57	
	0.050	58	78	106	58		77		105	
	0.075	88	128	159	87		127		158	
	0.100	116	165	205	115	126*	164	179*	204	231*
70.5 kg-ff/cm <sup>2</sup>	0.150	171	240	318	171		239		317	
	0.200	230	316	425	229	222*	315	305*	424	410*
	0.250	269	357	492	268		357		491	
	0.300	289	391	537	288		390		536	
	0.400	324	446	595	323		445		594	
105.7 kg-ff/cm <sup>2</sup>	0.500	362	534	662	361		533		661	

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.001"			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
07/06/22	14:20:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
09/06/22	14:20:00 p.m.	48	35.00	32.00	30.00	0.89	0.76%	0.81	0.70%	0.76	0.65%
11/06/22	14:20:00 p.m.	96	42.00	40.00	37.00	1.07	0.91%	1.02	0.87%	0.94	0.81%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.49	1.56	1.64	Humedad óptima	19.15%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	8.7	12.4	16.1	MDS	1.639	100% MDS	16.1
Penetración: 0.2"	10.3	14.1	19.0	95 % de la MDS	1.557	95 % MDS	12.2
							0.2"
							19.0
							13.8

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





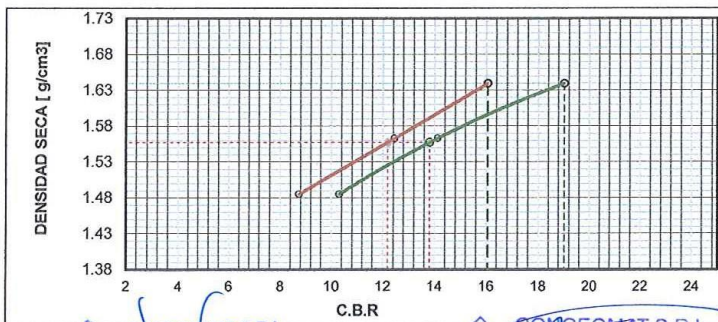
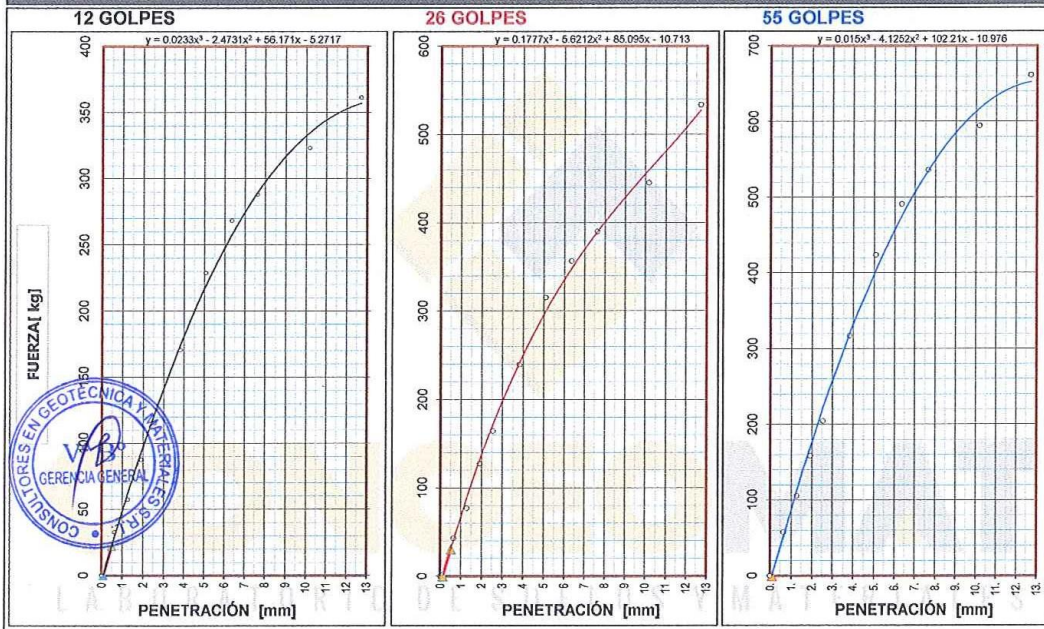
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.64
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	16.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	19.0
95% MDS	1.56
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	12.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	13.8

LEYENDA

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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dhervis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	9.1	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	38.20	--
7	Porcentaje de Finos	%	61.80	--
8	Limite líquido	%	36.68	--
	Limite plástico	%	27.45	--
10	Índice de plasticidad	%	9.23	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lbf/pe3	102.3	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm3	1.639	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	19.15	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	16.10	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	12.20	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Incivils Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 01**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
10% DE CENIZA  
DE ICHU**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 04-06-2022

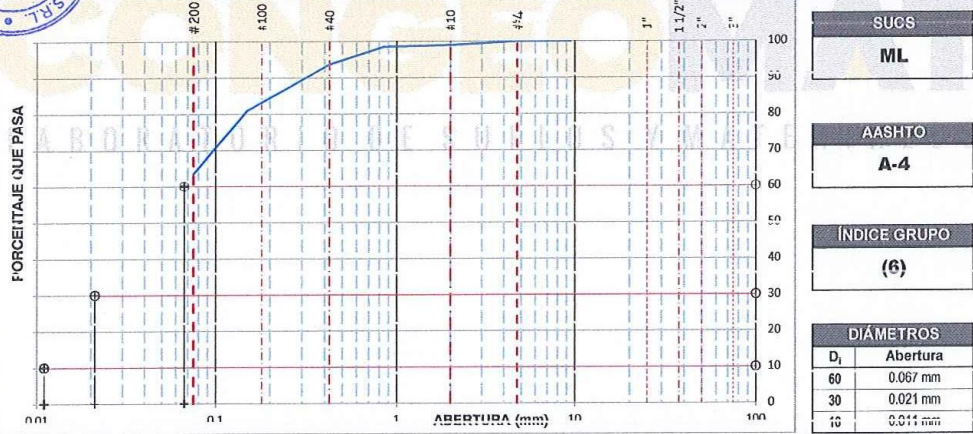
**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

TAMIZADO					RESUMEN		
N	TAMIZ DENOMINACIÓN	RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%				
1	3 1/2"	90.000	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,100 g
2	3"	75.000	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	402 g
3	2 1/2"	63.000	0.0	100.0		Fino equiv. < #4	100.0%
4	2"	50.000	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,100 g
6	1"	25.000	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	63.5%
7	3/4"	19.000	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	6.091
11	#10	2.000	11.0	99.0		Curvatura (Cc)	0.598
12	#20	0.850	5.5	98.5		LIMITES DE ATTERBERG	
13	#40	0.420	2.8	93.7		DESCRIPCION	
14	#100	0.150	139.7	81.0		Límite Líquido (LL):	31.50
15	#200	0.075	192.5	17.5	63.5	Límite Plástico (LP):	24.65
16	#400	0.075	696.5	63.5		Índice Plástico (IP):	6.85



**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhevis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164786 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
**UBICACIÓN:** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTES:** ALMANZA GAYO, JOEL THEO Y CROS QUIROPE, ENRIK EDUARDO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 197  
**FECHA:** 05-09-2022

**DATOS DE MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 31-05-2022  
**DESCRIPCIÓN:** SI RRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO:** 02-08-2022  
**MUESTRA:** 01  
**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:** 05-06-2022  
**TRAMO:** CARACOTO - URB. NAZARENO  
**COORDENADA:** E : 381395  
N : 8279078

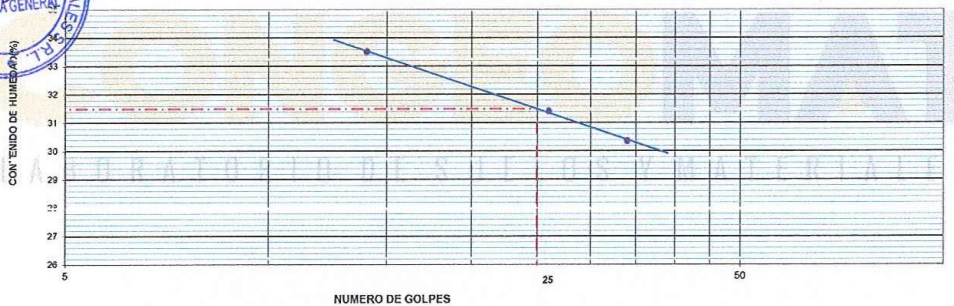
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-03	C-11	C-16	-
N° CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.15	39.25	37.89	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.99	35.09	33.76	-
PESO DE AGUA	(g)	4.16	4.16	4.13	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.58	21.85	20.16	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.41	13.24	13.60	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.52	31.42	30.37	-
NUMERO DE GOLPES		14	26	34	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		T-05	T-07	-	PRUEBA
N° CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	23.38	29.76	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	22.42	27.84	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.52	20.06	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	0.86	1.92	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.90	7.78	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.62	24.68	-	24.65

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	31.50
LIMITE PLÁSTICO (%)	24.65
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.85

**OBSERVACIONES**


- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

 **CONGEMAT S.R.L.**  
*Joh Percy Paricahua Tintaya*  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 **CONGEMAT S.R.L.**  
*Dheivis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 03-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 03-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381395

N : 8279078

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	84.97	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	332.90	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	314.30	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	18.60	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	229.33	--	--
6	Humedad	%	8.11	--	--
	Humedad Promedio	%		8.11	



**OBSERVACIONES**

La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Dhcvivis Yary Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO: C - 2022 - 197  
 FECHA: 06-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
 FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE : 10% DE CENIZA DE ICHU  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 04-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 06-06-2022  
 TRAMO: CARACOTO URB. NAZARENO  
 COORDENADA: E : 381305  
 N : 8279078

**COMPACTACIÓN**

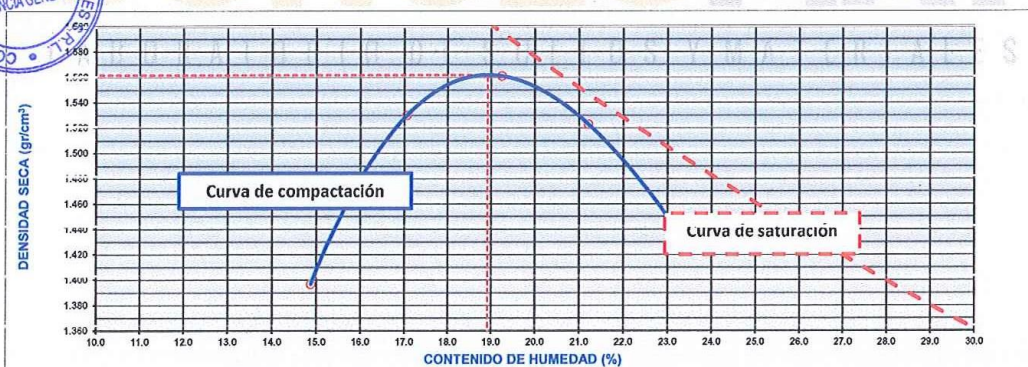
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NUMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5540	5743	5819	5802
PESO DE MOLDE (gr)		3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)		1742	1945	2021	2004
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.604	1.791	1.861	1.846
PESO UNITARIO SECO (lbf/ft <sup>3</sup> )		87.2	95.5	97.5	95.1
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.397	1.530	1.561	1.523

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)		562.4	561.4	461.6	526.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		489.6	479.6	387.1	434.3
PESO DE LA TARA (gr)		72.8	81.8	74.5	92.1
PESO DE AGUA (gr)		72.8	81.8	74.5	92.1
PESO DE SUELO SECO (gr)		489.6	479.6	387.1	434.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.87	17.06	19.25	21.21

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.562	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.92
GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.302	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lbf/ft <sup>3</sup> )	97.5

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

La muestra o identificación fue proporcionada por los solicitantes  
 - Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Parícahua Tintayá  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dhevis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
 Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
COORDENADA: E : 381395  
N : 8279078

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-4 PROCTOR HO-18.92 PUSM-1.562 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE34	MOLDE13	MOLDE13	MOLDE21		

**DENSIDAD**

Condición de humedad		UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	55 GOLPES		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,867	12,061	11,342	11,497	12,182	12,247		
2	Peso del molde	g	0,107	0,107	7,550	7,550	0,200	0,200		
3	Volumen del molde REG:	cc	2,171	2,171	2,108	2,108	2,141	2,141		
4	Peso suelo húmedo, [1] [2]	g	3,680	3,874	3,744	3,899	3,977	4,042		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1,70	1,78	1,78	1,85	1,86	1,89		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	463.1	551.1	475.0	545.0	524.3	470.1		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	389.3	443.8	399.4	445.5	440.8	389.1		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	73.7	107.2	75.6	99.5	83.4	81.0		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	389.3	443.8	399.4	445.5	440.8	389.1		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.94	24.16	18.94	22.34	18.92	20.81		
13	Densidad seca [5]/([4]/(100-[12]))	g/cc	1.425	1.437	1.493	1.512	1.562	1.563		

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)				
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD									
Area def	0.000	0	0	0		0			
Distión	0.025	27	30	42	26			41	
20.42 cm2	0.050	46	56	72	45	55		71	
	0.075	69	87	104	68	86		103	
70.5 kg./cm2	0.100	90	120	141	90	110	128*	140	167*
	0.150	136	174	214	135	173		213	
105.7 kg./cm2	0.200	180	228	291	179	172*	227	220*	290
	0.250	200	259	353	205		236		334
	0.300	221	278	351	220		277		350
	0.400	249	312	406	249		312		405
	0.500	288	345	453	287		344		452

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL(Div): 0.001"			ALTURAS				H <sub>suelo</sub> = 116.6 mm
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	
Fecha Hora (Hrs)								
07/06/22 14:55:00 p.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00
09/06/22 14:55:00 p.m	48	20.00	18.00	15.00	0.51	0.46	0.39%	0.38
11/06/22 14:55:00 p.m	06	20.00	25.00	20.00	0.74	0.65	0.67%	0.61

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.43	1.50	1.56	Humedad óptima	18.92%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	6.9	8.9	10.9	MDS	1.562	100% MDS	10.9
Penetración: 0.2"	8.0	10.2	12.8	95 % de la MDS	1.484	95 % MDS	8.3

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

**CONGEOMAT S.R.L.**  
*Dhevis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





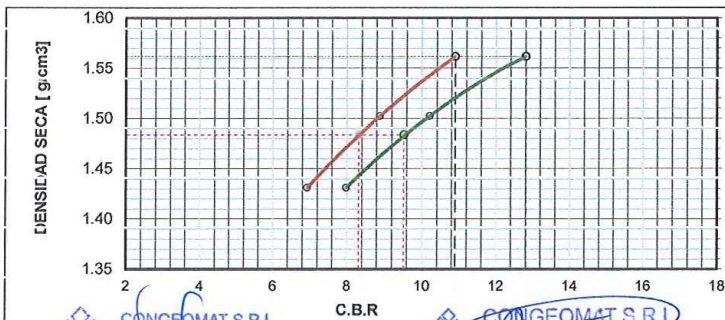
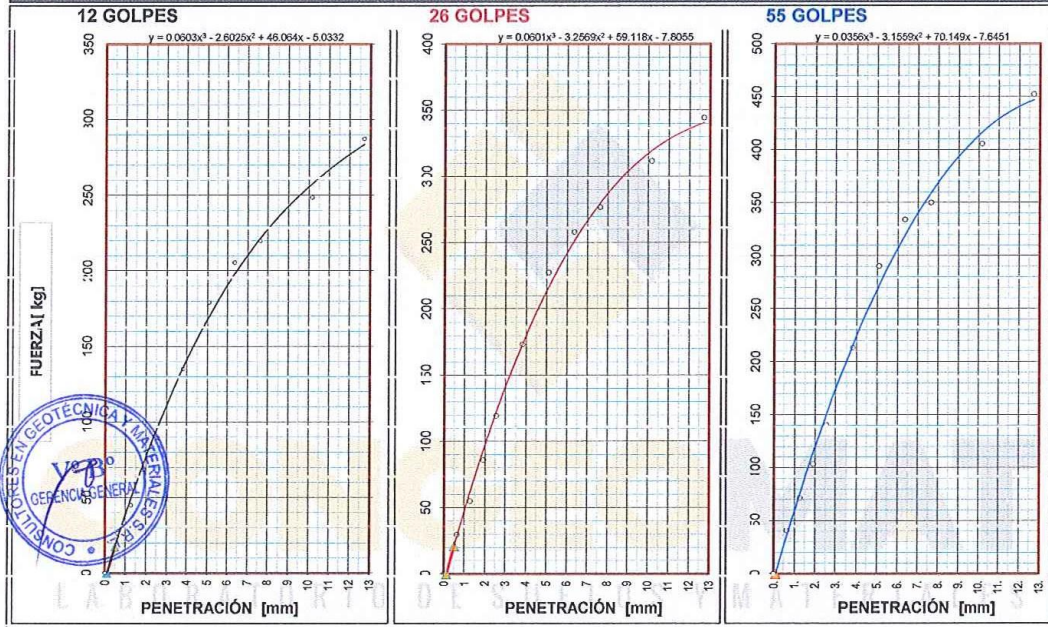
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 07-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZAREÑO  
COORDENADA: E. 361395  
N: 8279078

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.56
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	10.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	12.8
95% MDS	1.48
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	8.3
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	9.5

LEYENDA

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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dicenis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUFLO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE CARACOTO 2022

LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PIUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381395

N : 8279078

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.1	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	36.50	--
7	Porcentaje de Finos	%	63.50	--
8	Límite líquido	%	31.50	--
9	Límite plástico	%	24.65	--
10	Índice de plasticidad	%	6.85	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/ft <sup>3</sup>	97.5	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.562	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	18.92	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	10.90	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	8.30	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhivis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

# **CALICATA 02**

## **SUBRASANTE EXISTENTE**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 11-06-2022

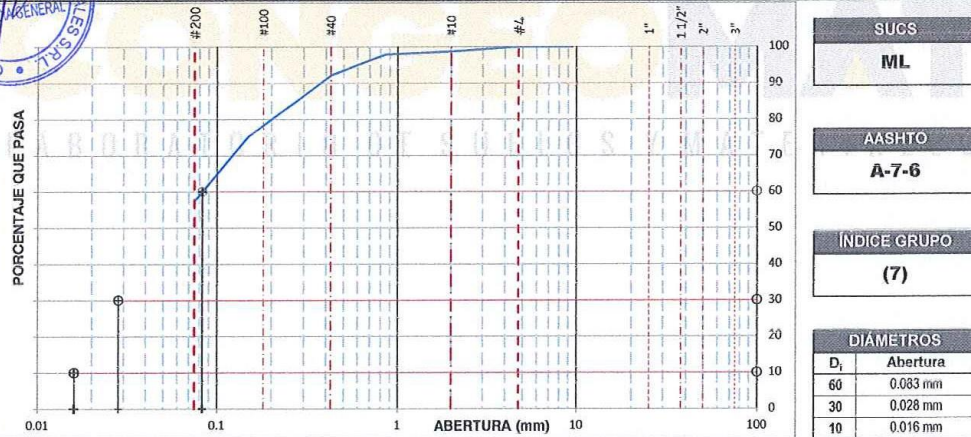
**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 11-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

TAMIZADO					RESUMEN		
N	TAMIZ DENOMINACIÓN	RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%				
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	<b>GENERALES</b> Peso muestra seca: 1,000 g Peso muestra lavada y seca: 426 g Finos equiv. <#4: 100.0% Grava usada: 0.0% Fimo ensayado < #4: 0.0% Frac. equiv. < #200: 57.4% <b>TIPO DE TAMIZADO</b> : MANUAL <b>TAMANO MAXIMO</b> : #4 <b>COEFICIENTES</b> Uniformidad (Cu): 5.188 Curvatura (Cc): 0.590  <b>LIMITES DE ATTERBERG</b> DESCRIPCIÓN Límite Líquido (LL): 43.98 Límite Plástico (LP): 28.56 Índice Plástico (IP): 15.42	
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	13.0	1.3	98.7		
12	#20	0.850	3.0	0.8	97.9		
13	#40	0.425	58.0	5.8	92.1		
14	#100	0.150	167.0	16.7	75.4		
15	#200	0.075	180.0	18.0	57.4		
16	Fondo	0.075	574.0	57.4			
17							
18							
19							
20							



**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dheivis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

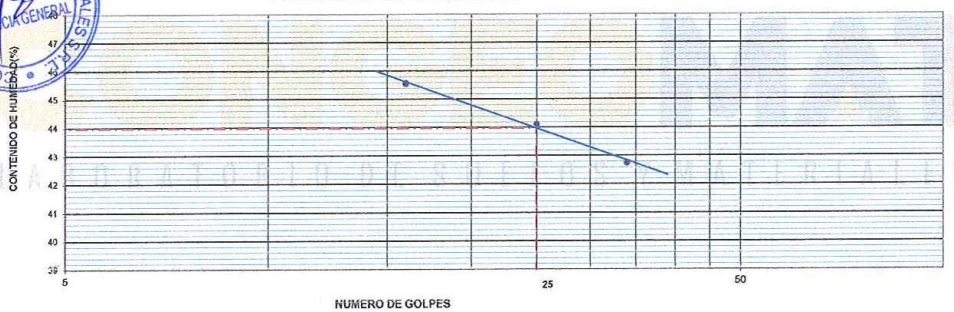
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-13	C-10	C-22	-
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.90	32.43	32.18	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.69	28.42	28.37	-
PESO DE AGUA	(g)	4.01	4.01	3.81	-
PESO DE LA TARA	(g)	22.09	19.33	19.46	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.60	9.09	8.91	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45.57	44.11	42.76	-
NUMERO DE GOLPES		16	25	34	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-02	T-08	-	-	
Nº TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	22.48	28.47	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	21.46	26.25	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	17.85	18.66	-	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.02	2.22	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.61	7.69	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.25	28.87	-	-	28.56

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	43.98
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.56
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.42

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Dáctis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. Nº 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 07-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 07-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381284

N : 8279343

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	87.25	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	311.40	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	285.30	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	26.10	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	198.05	--	--
6	Humedad	%	13.18	--	--
	Humedad Promedio	%		13.18	



**OBSERVACIONES**

La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEO MAT S.R.L.  
  
John Perry Parichahua Tintayá  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEO MAT S.R.L.  
  
Dheinis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEO MAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
☎ Telf.: (051) 405295  
☎ Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 13-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 11-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-06-2022  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 COORDENADA: E : 381284  
 N : 8279343

**COMPACTACIÓN**

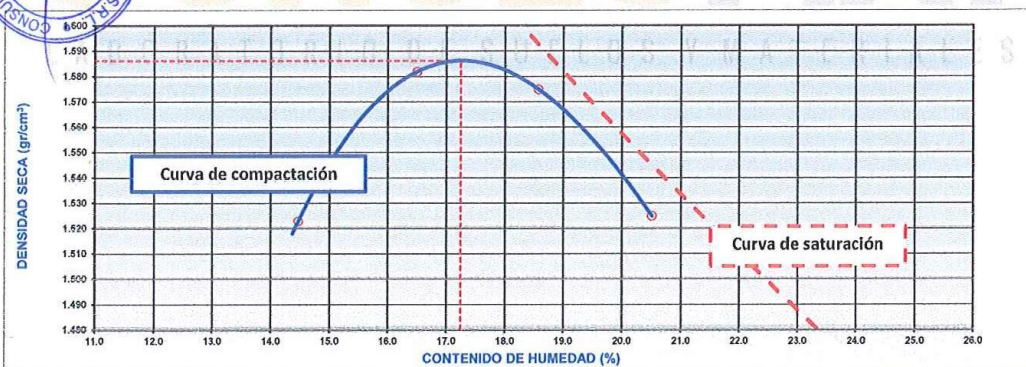
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5691	5799	5825	5793	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1893	2001	2027	1995	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.744	1.843	1.867	1.838	
PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> )	95.1	98.8	98.3	95.2	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.523	1.582	1.575	1.525	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	474.8	447.7	478.8	577.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	414.8	384.3	403.8	478.8
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	60.0	63.4	75.0	98.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	414.8	384.3	403.8	478.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.46	16.50	18.57	20.51

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.686	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.24
GRAVEDAD ESPECÍFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.262	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> )	99.0

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dhcivis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-7-6 PROCTOR HO=17.24 PUSM=1.586 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE03	MOLDE05	MOLDE05	MOLDE10		

**DENSIDAD**

Condición de humedad		UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,552	11,723	11,487	11,622	11,859	11,917		
2	Peso del molde	g	7,914	7,914	7,980	7,980	7,936	7,936		
3	Volumen del molde REG:	cc	2,124	2,124	1,985	1,985	2,110	2,110		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,638	3,809	3,507	3,642	3,923	3,981		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.71	1.79	1.77	1.83	1.86	1.89		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	511.5	467.1	481.7	485.0	503.4	475.6		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	436.3	381.6	410.8	409.8	429.4	399.7		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	75.2	85.6	70.9	85.2	74.0	76.1		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	436.3	381.6	410.8	409.8	429.4	399.7		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.23	22.42	17.26	20.78	17.24	19.05		
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.461	1.465	1.507	1.519	1.586	1.585		

**PENETRACIÓN**

STANDARD	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)						
		12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
Area del pistón:	20.42 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0		0				
	0.025	16	22	31	15		22		30		
	0.050	28	44	58	27		43		57		
	0.075	42	67	89	42		66		88		
	70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	59	82	116	58	61*	81	88*	115	117*
	0.150	85	125	155	84		124		154		
	105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	112	150	204	111	107*	149	150*	203	198*
	0.250	127	178	232	126		177		231		
	0.300	134	192	254	133		191		253		
	0.400	159	221	297	158		220		296		
	0.500	172	252	351	172		251		350		

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	Fecha	Hora	(hrs)	LECTURA DIAL (Div): 0.001"			ALTURAS					
				12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
	14/06/22	13:30:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
	16/06/22	13:30:00 p.m.	48	94.00	84.00	82.00	2.39	2.05%	2.13	1.83%	2.08	1.79%
	18/06/22	13:30:00 p.m.	96	118.00	107.00	103.00	3.00	2.57%	2.72	2.33%	2.62	2.24%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.46	1.51	1.59	Humedad óptima	17.24%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	4.3	6.1	8.2	MDS	1.586	100% MDS	8.2
Penetración: 0.2"	5.0	7.0	9.2	95% de la MDS	1.507	95% MDS	5.9
							0.2"
							9.2
							6.7

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
**Dheivis Yury Jara Vilca**  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





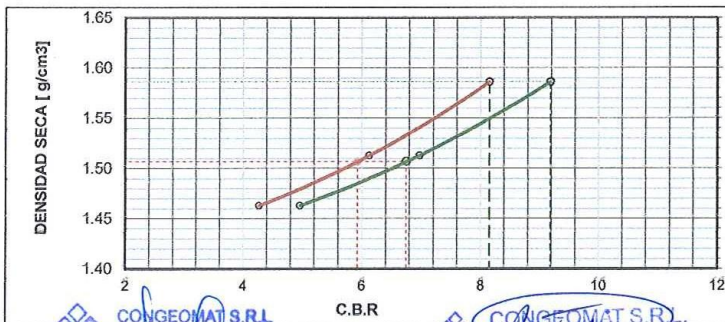
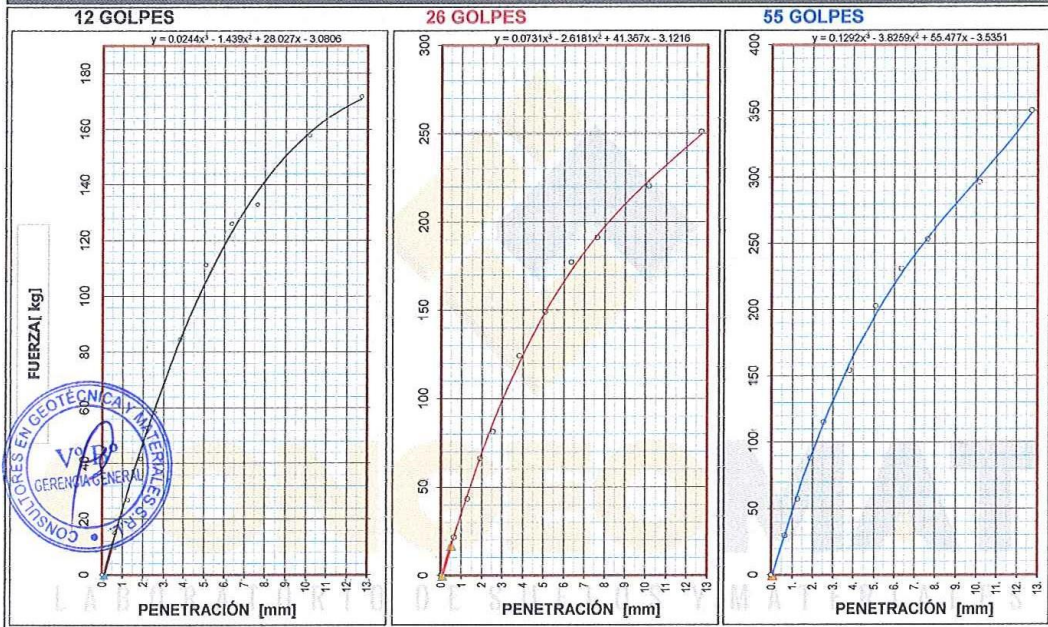
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
COORDENADA: E : 381294  
N : 8279343

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.59
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	8.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	9.2
95% MDS	1.51
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	5.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	6.7

LEYENDA

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

**CONGEMAT S.R.L.**  
Dhivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTE : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381284

N : 8279343

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	13.2	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(7)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	42.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	57.40	--
8	Límite líquido	%	43.98	--
9	Límite plástico	%	28.56	--
10	Índice de plasticidad	%	15.42	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/ft <sup>3</sup>	99.0	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.586	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	17.24	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	8.2	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	5.9	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
CONGEMAT S.R.L.  
John Percy Parichahua Tintayá  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEMAT S.R.L.  
Dheivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO - PERÚ  
2022**

**CALICATA 02**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
4% DE CENIZA  
DE ICHU**



**DATOS GENERALES**

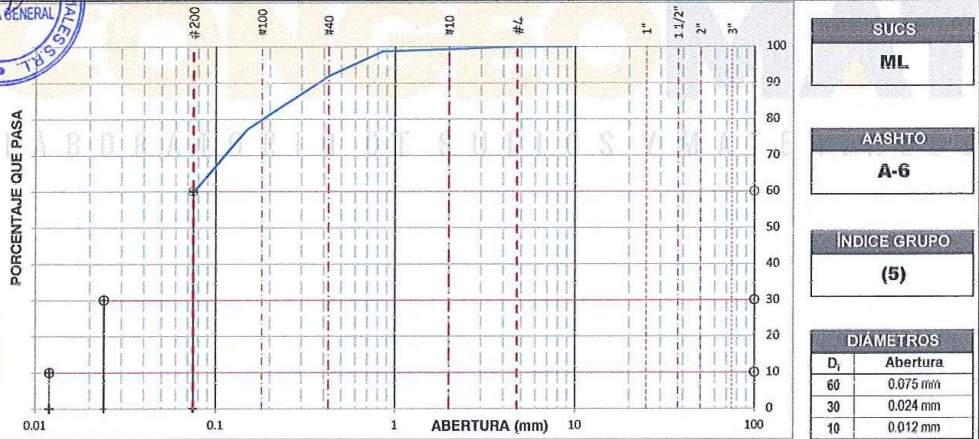
PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 11-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 11-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%				
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,100 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	442 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,100 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200:	59.8%
7	3/4"	18.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	6.250
11	#10	2.000	7.7	0.7	99.3		Curvatura (Cc)	0.640
12	#20	0.850	6.6	0.6	98.7			
13	#40	0.425	74.8	6.8	91.9			
14	#100	0.150	160.6	14.6	77.3			
15	#200	0.075	192.5	17.5	59.8			
16	Fondo	0.075	657.8	59.8				
17								
18								
19								
20								

**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

**CONGEOMAT S.R.L.**  
*Dhcvivis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381284

N : 8279343

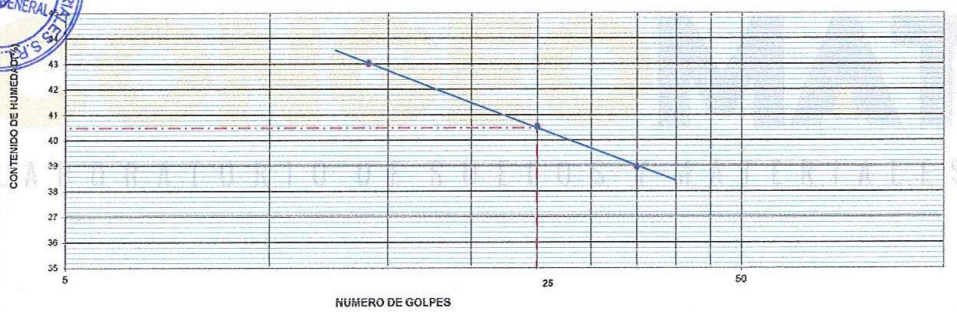
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-17	C-01	C-26	-
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.01	32.04	34.03	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.75	28.24	30.17	-
PESO DE AGUA	(g)	4.26	3.80	3.91	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.85	18.87	20.14	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.90	9.37	10.03	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	43.03	40.55	38.98	-
NUMERO DE GOLPES		14	25	35	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-11	T-12	-	-	
Nº TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.68	28.89	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.63	26.95	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.01	20.38	-	-	-
PESO DE AGUA	(g.)	1.05	1.94	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.82	6.59	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.01	29.44	-	-	29.22

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	40.50
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.28

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes



CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Pakicahua Tintay  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

**UBICACIÓN:** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 197

**SOLICITANTES:** ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

**FECHA:** 07-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 31-05-2022

**DESCRIPCIÓN:** SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU

**FECHA DE INICIO DE ENSAYO:** 05-06-2022

**MUESTRA:** 01

**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:** 07-06-2022

**TRAMO:** CARACOTO - URB. NAZARENO

**COORDENADA:** E : 381284  
N : 8279343

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	84.23	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	308.90	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	286.90	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	22.00	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	202.67	--	--
6	Humedad	%	10.86	--	--
7	Humedad Promedio	%		10.86	

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes



**CONGEMAT S.R.L.**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

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

**CONGEMAT S.R.L.**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Dhénis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 13-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATÁ 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 11-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**COMPACTACIÓN**

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

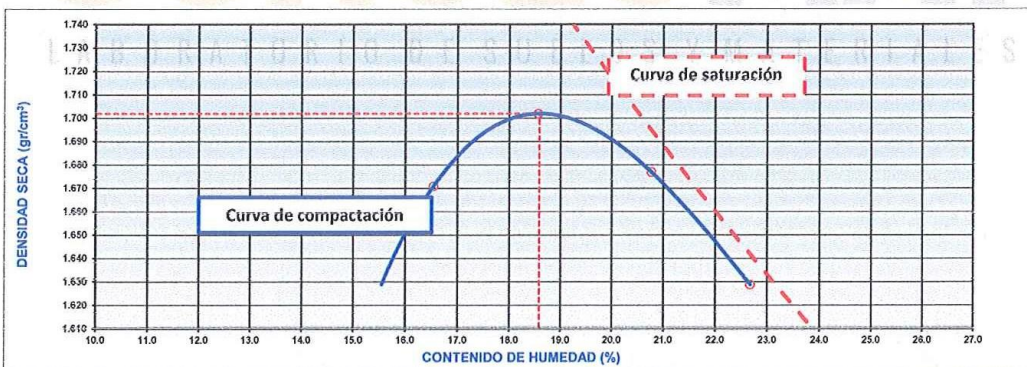
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5912	5989	5997	5968
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2114	2191	2199	2170
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.947	2.018	2.025	1.999
PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> )	104.3	106.3	104.7	101.7
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.671	1.702	1.677	1.629

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	512.9	568.4	470.4	571.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	440.1	479.4	389.5	465.7
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	72.8	89.0	80.9	105.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	440.1	479.4	389.5	465.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.54	18.56	20.77	22.68

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.702	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.59
GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.616	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> )	106.3

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhcinis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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







INFORME DE ENSAYO  
**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE**  
**LABORATORIO**  
 MTC E 132:2016

Código : F - 007  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-22

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
 COORDENADA: E : 381284  
 N : 8279343

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-6 PROCTOR HO=18.59 PUSM=1.702 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE26	MOLDE02	MOLDE02	MOLDE01		

**DENSIDAD**

N	DESCRIPCIÓN	UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES		
1	Condición de humedad									
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12,331	12,521	12,083	12,225	12,272	12,350		
2	Peso del molde	g	8,418	8,418	7,963	7,963	7,961	7,961		
3	Volumen del molde REG:	cc	2,133	2,133	2,116	2,116	2,136	2,136		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,913	4,103	4,120	4,262	4,311	4,389		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.83	1.92	1.95	2.01	2.02	2.05		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	492.8	472.1	462.6	481.3	473.6	463.3		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	415.6	381.8	390.1	394.1	399.4	384.1		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	77.3	90.3	72.6	87.2	74.3	79.2		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	415.6	381.8	390.1	394.1	399.4	384.1		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.59	23.66	18.60	22.12	18.59	20.62		
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.547	1.556	1.642	1.649	1.702	1.704		

**PENETRACIÓN**

STANDARD	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
		12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0						
0.025	41	57	69	40					68	
0.050	73	95	118	72					117	
0.075	117	149	185	117					184	
0.100	155	208	252	154	168*	207	224*	251	267*	
0.150	227	312	366	228		311		365		
0.200	300	408	482	299	289*	408	398*	482	465*	
0.250	340	471	550	340		471		550		
0.300	367	512	592	366		511		592		
0.400	418	556	701	417		555		700		
0.500	482	582	802	481		581		801		

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	Fecha	Hora	(Hrs)	LECTURA DIAL (Div): 0.001"			ALTURAS				
				12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm
14/06/22	14:15:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
16/06/22	14:15:00 p.m.	48	59.00	53.00	46.00	1.50	1.29%	1.35	1.15%	1.17	1.00%
18/06/22	14:15:00 p.m.	96	70.00	66.00	59.00	1.78	1.52%	1.68	1.44%	1.50	1.29%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.55	1.65	1.70	Humedad óptima	18.59%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	11.7	15.6	18.6	MDS	1.702	100% MDS	18.6	21.5
Penetración: 0.2"	13.4	18.4	21.5	95% de la MDS	1.617	95% MDS	14.2	16.9

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dheivis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

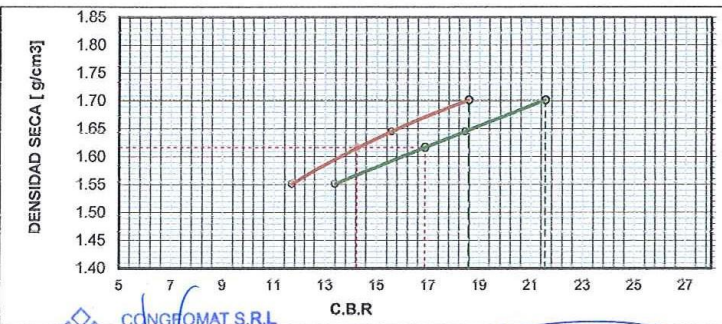
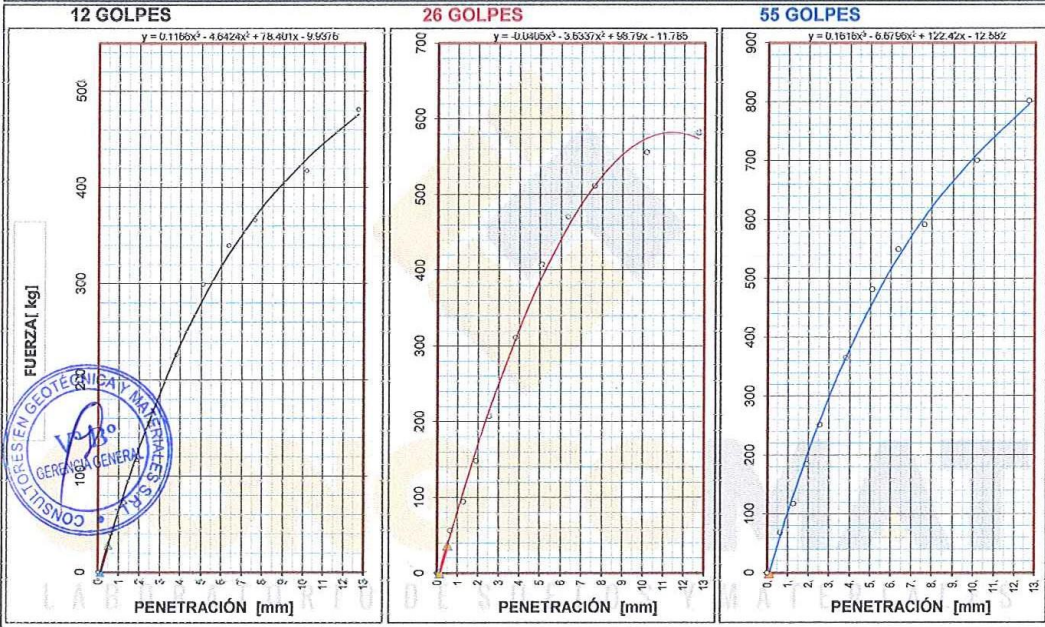
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.70
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	18.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	21.5
95% MDS	1.62
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	14.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	16.9

**LEYENDA**

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

CONGEMAT S.R.L.  
Dheivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
LUGAR: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	10.9	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(5)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	40.20	--
7	Porcentaje de Finos	%	59.80	--
	Límite líquido	%	40.50	--
	Límite plástico	%	29.22	--
	Índice de plasticidad	%	11.28	--
	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/ft <sup>3</sup>	106.3	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.702	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	18.59	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	18.6	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	14.2	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
CONGEMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayá  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
CONGEMAT S.R.L.  
Dheivis Tury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 02**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
7% DE CENIZA  
DE ICHU**



**DATOS GENERALES**

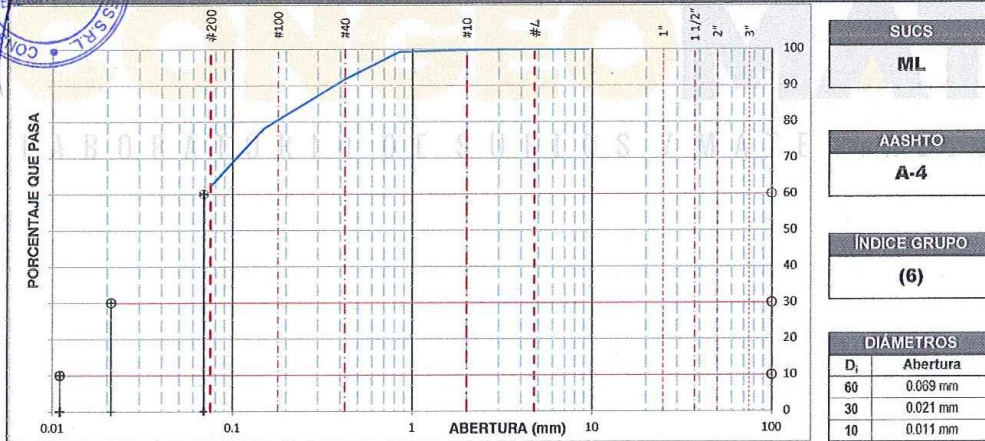
PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 11-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 11-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,200 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	454 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,200 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200:	62.2%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	6.273
11	#10	2.000	2.4	0.2	99.8		Curvatura (Cc)	0.581
12	#20	0.850	6.0	0.5	99.3			
13	#40	0.425	90.0	7.5	91.8			
14	#100	0.150	163.2	13.6	78.2			
15	#200	0.075	192.0	16.0	62.2			
16	Fondo	0.075	746.4	62.2				

**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dávis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-29	C-36	C-05	
Nº CAPSULA	ID	C-29	C-36	C-05	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.55	34.71	35.05	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.45	30.87	30.91	-
PESO DE AGUA	(g)	4.11	3.84	4.14	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.93	20.45	19.08	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.52	10.42	11.83	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.07	36.85	35.00	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	34	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-20	T-25			
Nº TARRO	ID	T-20	T-25	-	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	25.33	28.87	-	-	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	24.23	27.04	-	-	
PESO DE LA TARA	(g.)	20.45	20.24	-	-	
PESO DE AGUA	(g.)	1.05	1.83	-	-	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.83	6.80	-	-	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.42	26.91	-	-	27.16

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.80
LIMITE PLÁSTICO (%)	27.16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.64

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dheotis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 07-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 07-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381284

N : 8279343

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	89.79	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	317.40	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	297.90	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	19.50	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	208.11	--	--
	Humedad	%	9.37	--	--
	Humedad Promedio	%		9.37	

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes



  
John Percy Paracahua Tintayá  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dncivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
**UBICACIÓN:** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTES:** ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 197  
**FECHA:** 13-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 31-05-2022  
**DESCRIPCIÓN:** SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO:** 11-06-2022  
**MUESTRA:** 01  
**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:** 13-06-2022  
**TRAMO:** CARACOTO - URB. NAZARENO  
**COORDENADA:** E : 381284  
**N :** 8279343

**COMPACTACIÓN**

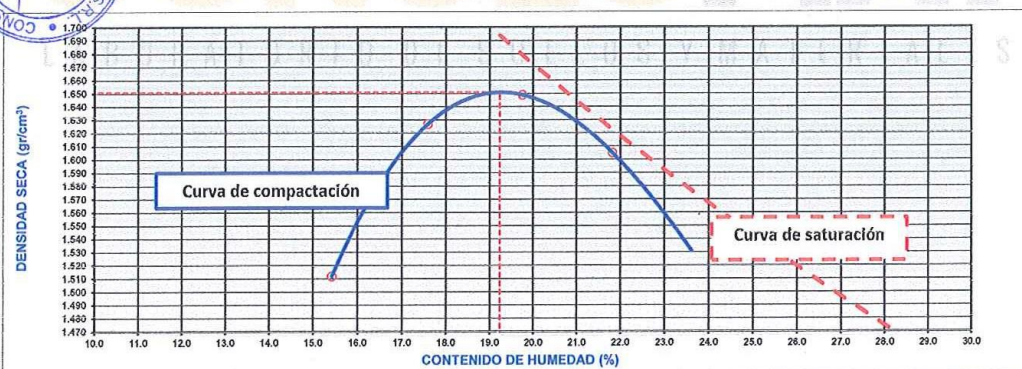
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	: "A"				
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	: 25				
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	: 5				
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	4	
<b>PESO (SUELO + MOLDE) (gr)</b>	5693	5875	5942	5921	
<b>PESO DE MOLDE (gr)</b>	3798	3798	3798	3798	
<b>PESO SUELO HÚMEDO (gr)</b>	1895	2077	2144	2123	
<b>VOLUMEN DEL MOLDE (cm<sup>3</sup>)</b>	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
<b>DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.745	1.913	1.975	1.955	
<b>PESO UNITARIO SECO (lbf/ple<sup>3</sup>)</b>	94.4	101.6	102.9	100.2	
<b>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.512	1.627	1.649	1.605	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>RECIPiente N°</b>	s/n	s/n	s/n	s/n
<b>PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)</b>	498.5	453.2	569.4	513.1
<b>PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)</b>	431.9	385.4	475.5	421.2
<b>PESO DE LA TARA (gr)</b>				
<b>PESO DE AGUA (gr)</b>	66.6	67.8	93.9	91.9
<b>PESO DE SUELO SECO (gr)</b>	431.9	385.4	475.5	421.2
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	15.42	17.59	19.75	21.82

<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.651	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	19.22
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.512	<b>PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lbf/ple<sup>3</sup>)</b>	103.1

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**


- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Dhevis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-4 PROCTOR HO-19.22 PUSM-1.651 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE30	26 GOLPES MOLDE27	55 GOLPES MOLDE06
---	-------------	-----	----------------------	----------------------	----------------------

**DENSIDAD**

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12,383	12,598	12,234	12,369	12,145
2	Peso del molde	g	8,616	8,616	8,197	8,197	8,006
3	Volumen del molde REG:	cc	2,114	2,114	2,145	2,145	2,103
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,767	3,982	4,037	4,172	4,139
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.78	1.88	1.88	1.94	1.97
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	493.2	485.6	453.4	471.5	459.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	413.6	387.6	380.3	383.2	385.0
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	79.6	98.0	73.1	88.3	74.0
10	Peso de la capsula	g					
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	413.6	387.6	380.3	383.2	385.0
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.24	25.30	19.23	23.04	19.22
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc	1.494	1.503	1.579	1.581	1.651

**PENETRACIÓN**

STANDARD CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del Pistón:	0.000	0	0	0		0	
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	34	48	63	34	47	62
	0.050	60	81	111	59	80	110
	0.075	96	131	168	95	130	167
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	128	176	230	127	175	229
	0.150	188	255	338	187	254	337
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	249	331	449	248	331	449
	0.250	290	385	509	289	384	508
	0.300	311	424	536	310	423	536
	0.400	347	475	639	346	474	638
	0.500	387	591	757	386	590	757

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL(Div): 0.001"			ALTURAS					
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
Fecha Hora	(hrs)								
14/06/22 14:45:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
16/06/22 14:45:00 p.m.	48	38.00	35.00	32.00	0.97	0.83%	0.89	0.76%	0.81
18/06/22 14:45:00 p.m.	96	48.00	43.00	40.00	1.22	1.05%	1.09	0.94%	1.02

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.50	1.58	1.65	Humedad óptima	19.22%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	9.6	13.2	17.4	MDS	1.651	100% MDS	17.4
Penetración: 0.2"	11.2	15.0	19.8	95% de la MDS	1.568	95% MDS	12.6

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Parichahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dárcis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





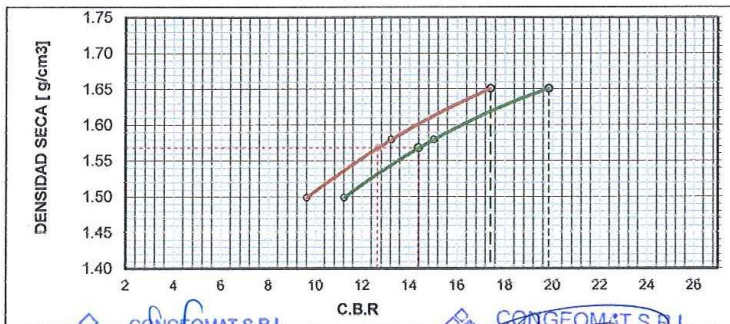
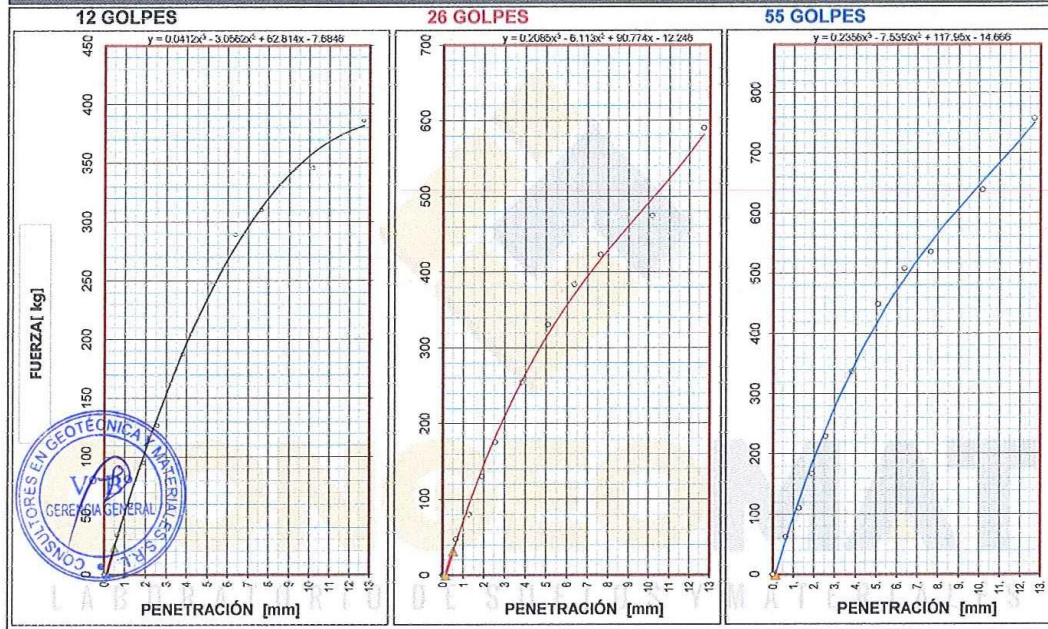
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.65
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	17.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	19.8
95% MDS	1.57
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	12.6
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	14.4

**LEYENDA**

CONGEMAT S.R.L.  
  
John Percy Pancahua Tintayá  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.  
  
Obelvis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381284

N : 8279343

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	9.4	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	37.60	--
7	Porcentaje de Finos	%	62.20	--
8	Limite líquido	%	36.80	--
9	Limite plástico	%	27.16	--
10	Indice de plasticidad	%	9.64	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Reso unitario seco máximo	lbf/pie <sup>3</sup>	103.1	--
13	Maxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.651	--
14	Optimo contenido de humedad	%	19.22	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	17.40	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	12.60	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Dircivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 02**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
10% DE CENIZA  
DE ICHU**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 11-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 11-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381284

N : 8279343

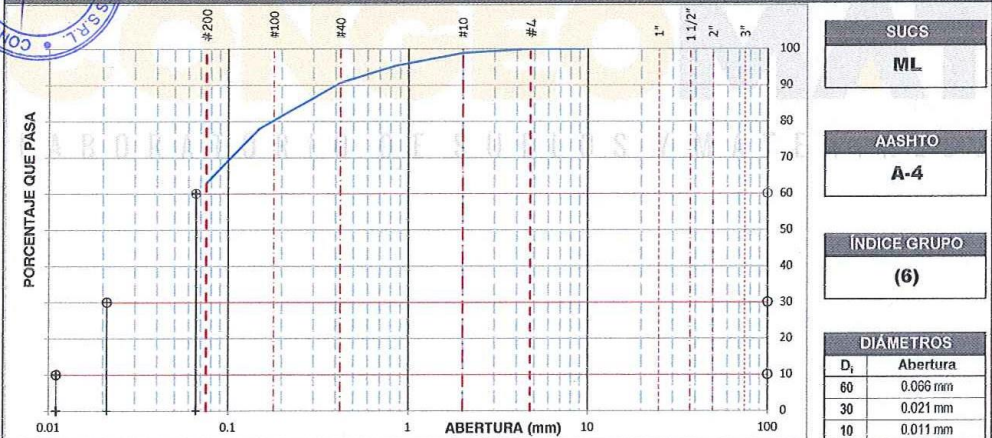
**TAMIZADO**

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	11.6	11.6	88.9	
12	#20	0.850	38.3	3.5	95.4	
13	#40	0.425	49.4	4.7	90.7	
14	#100	0.150	132.3	12.6	78.1	
15	#200	0.075	158.6	15.1	63.0	
16	Fondo	0.075	661.3	63.0		

**RESUMEN**

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,050 g
Peso muestra lavada y seca	389 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada < #4:	0.0%
Fino ensayado < #4	1,050 g
Frac. equiv. < #200:	63.0%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	6.000
Curvatura (Cc)	0.607
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
DESCRIPCIÓN	
Límite Líquido (LL):	29.22
Límite Plástico (LP):	23.89
Índice Plástico (PI):	5.33

**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Parichahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dhielis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 12-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-06-2022  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

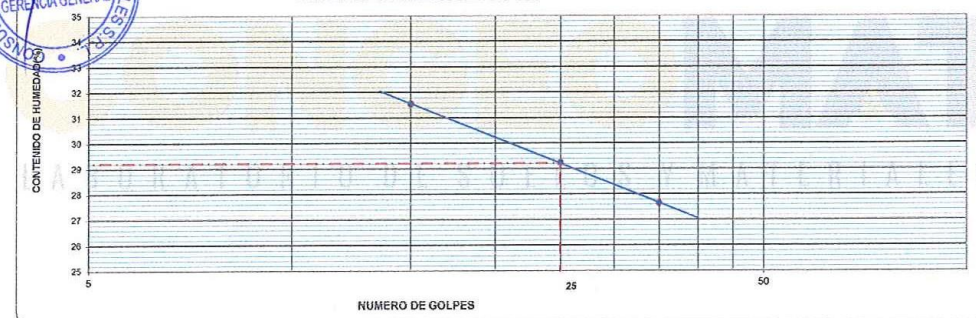
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-21	C-18	C-28	
Nº CAPSULA	ID	C-21	C-18	C-28	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.07	37.19	38.12	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.98	33.17	34.24	-
PESO DE AGUA	(g)	4.09	4.01	3.88	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.02	19.46	20.21	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.96	13.71	14.03	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.56	29.25	27.66	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	35	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-23	T-26			
Nº TARRO	ID	T-23	T-26	-	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	24.06	26.21	-	-	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.13	24.61	-	-	
PESO DE LA TARA	(g.)	19.25	17.89	-	-	
PESO DE AGUA	(g.)	0.93	1.60	-	-	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.88	6.72	-	-	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.97	23.81	-	-	23.89

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	29.22
LIMITE PLÁSTICO (%)	23.89
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.33

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Dhevis Yary Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Julifaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20608413263



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 07-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 07-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381284

N : 8279343

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	81.52	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	347.50	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	328.10	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	19.40	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	246.58	--	--
6	Humedad	%	7.87	--	--
	Humedad Promedio	%		7.87	



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 13-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 11-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-06-2022  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 COORDENADA: E : 381284  
 N : 8279343

**COMPACTACIÓN**

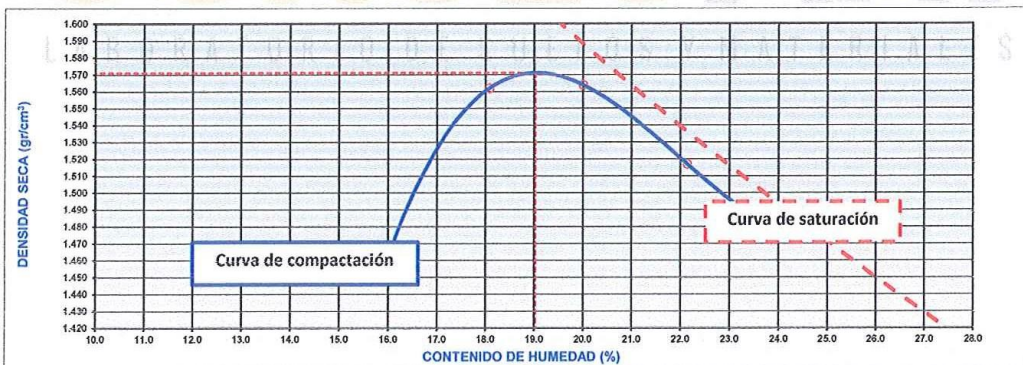
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5623	5801	5835	5810	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1825	2003	2037	2012	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.681	1.845	1.876	1.853	
PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> )	90.6	97.5	97.6	94.7	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.451	1.562	1.564	1.517	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	441.9	554.0	470.4	488.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	381.4	469.2	392.0	399.7
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	60.5	84.8	78.4	88.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	381.4	469.2	392.0	399.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.86	18.07	20.00	22.14

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.571	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.03
GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.328	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> )	98.1

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

**CONGEMAT S.R.L.**  
 Dárcelis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
 Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:		SUCS	ML	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=19.03	PUSM=1.571	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES			26 GOLPES			55 GOLPES	
			MOLDE32			MOLDE29			MOLDE14	
			<b>DENSIDAD</b>							
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12.095	12.295	11.924	12.042	11.621	11.687		
2	Peso del molde	g	8.477	8.477	8.163	8.163	7.674	7.674		
3	Volumen del molde REG:	cc	2.139	2.139	2.109	2.109	2.111	2.111		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3.618	3.818	3.761	3.879	3.947	4.013		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.69	1.78	1.78	1.84	1.87	1.90		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	541.0	561.4	536.2	509.9	548.0	484.2		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	454.5	452.0	450.4	416.8	458.7	400.6		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	86.5	109.5	85.8	93.1	87.3	83.6		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	454.5	452.0	450.4	416.8	458.7	400.6		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.03	24.22	19.04	22.33	19.03	20.87		
13	Densidad seca, [5]/(1+(12)/100)	g/cc	1.421	1.437	1.498	1.504	1.571	1.573		

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0		0			
0.025	25	36	49	24		35		49	
0.050	46	61	82	45		60		81	
0.075	70	99	130	69		98		129	
0.100	95	138	176	95	102*	137	148*	175	189*
0.150	137	201	257	136		200		257	
0.200	180	254	338	179	175*	253	252*	337	326*
0.250	209	300	386	207		299		385	
0.300	228	322	416	227		321		415	
0.400	259	349	475	258		348		475	
0.500	318	401	545	317		400		544	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + 1.0000000 X - 0.760700

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (mm)			ALTURAS				H <sub>suelo</sub> =		
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
14/06/22	15:40:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
16/06/22	15:40:00 p.m.	48	26.00	22.00	20.00	0.66	0.57%	0.56	0.48%	0.51	0.44%
18/06/22	15:40:00 p.m.	96	33.00	27.00	22.00	0.84	0.72%	0.69	0.59%	0.56	0.48%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.43	1.50	1.57	Humedad óptima	19.03%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	7.1	10.3	13.1	MDS	1.571	100% MDS	13.1	15.1
Penetración: 0.2"	8.1	11.7	15.1	95% de la MDS	1.493	95% MDS	9.9	11.3

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





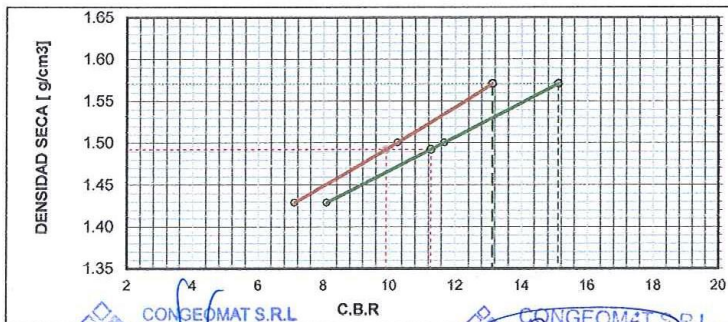
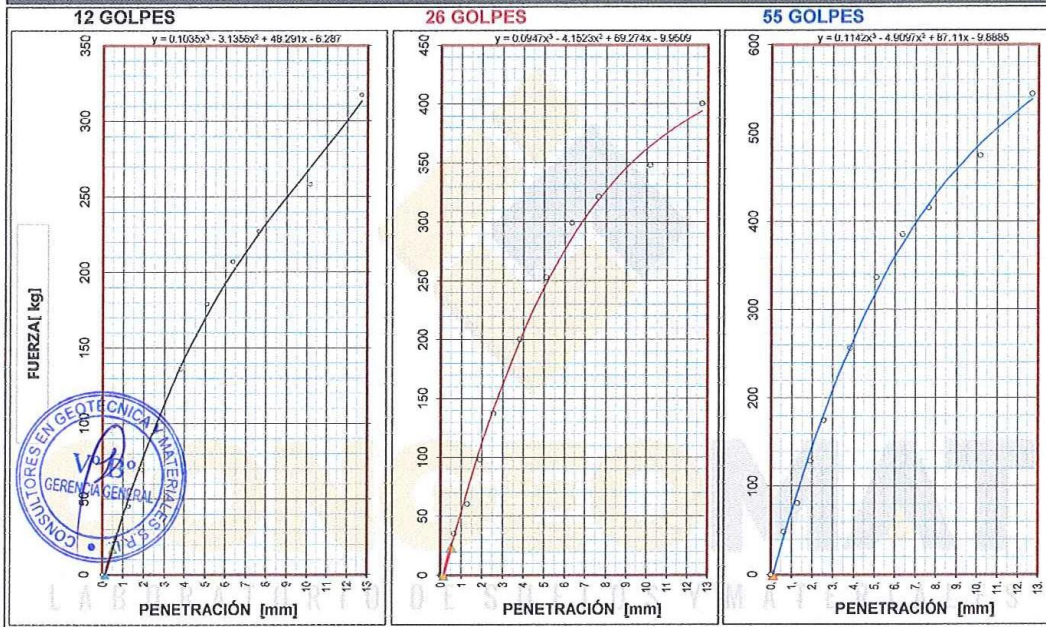
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 14-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.57
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	13.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	15.1
95% MDS	1.49
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	9.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	11.3

LEYENDA

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dalvis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381284  
N : 8279343

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	7.9	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	37.00	--
7	Porcentaje de Finos	%	63.00	--
8	Límite líquido	%	29.22	--
9	Límite plástico	%	23.89	--
10	Índice de plasticidad	%	5.33	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/ft <sup>3</sup>	98.1	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.571	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	19.03	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	13.1	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	9.9	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
*Diego Fery Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 03**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE**



**DATOS GENERALES**

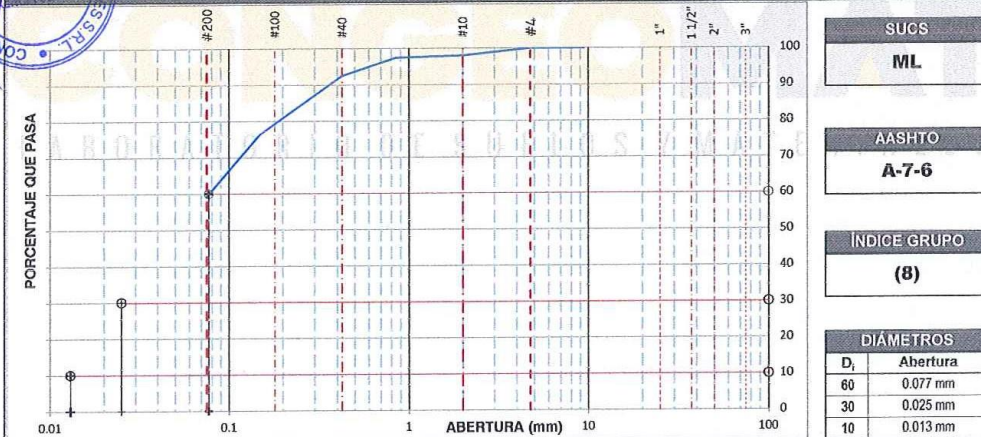
PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 18-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 15-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 18-06-2022  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,150 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	468 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,150 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200:	59.3%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	5.923
11	#10	2.000	23.0	2.0	98.0		Curvatura (Cc)	0.624
12	#20	0.850	5.8	0.5	97.5			
13	#40	0.425	57.5	5.0	92.5			
14	#100	0.150	184.0	16.0	76.5			
15	#200	0.075	197.8	17.2	59.3			
16	Fondo	0.075	681.9	59.3				
17								
18								
19								
20								

**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dharius Tury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN : CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN : SUBRASANTE EXISTENTE  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 16-06-2022  
MUESTRA : 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 19-06-2022  
TRAMO : CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA : E : 381171  
N : 8279609

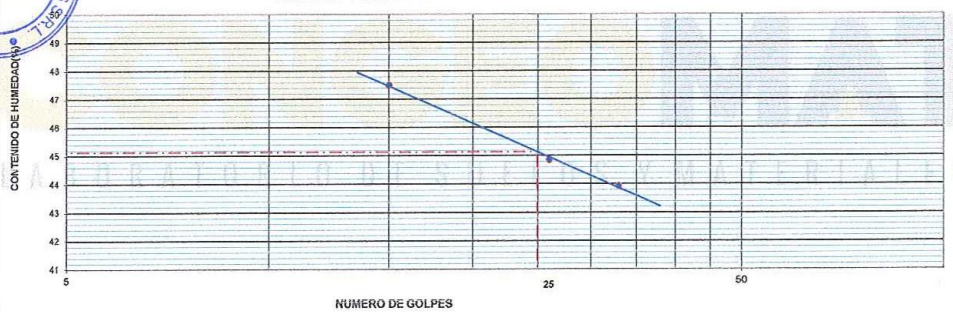
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-15	C-06	C-04	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	33.13	32.04	32.70	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	28.78	28.20	28.68	-
PESO DE AGUA	(g)	4.37	3.84	4.02	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.56	19.64	19.53	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.20	8.56	9.15	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	47.50	44.86	43.93	-
NUMERO DE GOLPES		15	28	33	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-08	T-17		
Nº TARRO	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	24.08	29.29	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	23.68	27.42	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.58	20.88	-	-
PESO DE AGUA	(g)	0.98	1.87	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.50	6.54	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.00	28.59	-	28.30

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L. GERENCIA GENERAL

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	45.14
LIMITE PLÁSTICO (%)	28.30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.84

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
☎ Telf.: (051) 405295  
☎ Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

**UBICACIÓN:** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 2022 - 197

**SOLICITANTES:** ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

**FECHA:** 10-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 31-05-2022

**DESCRIPCIÓN:** SUBRASANTE EXISTENTE

**FECHA DE INICIO DE ENSAYO:** 08-06-2022

**MUESTRA:** 01

**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:** 10-06-2022

**TRAMO:** CARACOTO - URB. NAZARENO

**COORDENADA:** E : 381171  
N : 8279609

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	80.00	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	332.40	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	305.40	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	27.00	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	225.40	--	--
6	Humedad	%	11.98	--	--
7	Humedad Promedio	%		11.98	



**OBSERVACIONES**

La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

**CONGEOMAT S.R.L.**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

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

**CONGEOMAT S.R.L.**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Dhucnis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
☎ Telf.: (051) 405295  
☎ Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO: C - 2022 - 197  
 FECHA: 20-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
 MUESTRA: 01  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 18-06-2022  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 20-06-2022  
 COORDENADA: E : 381171  
 N : 8279609

**COMPACTACIÓN**

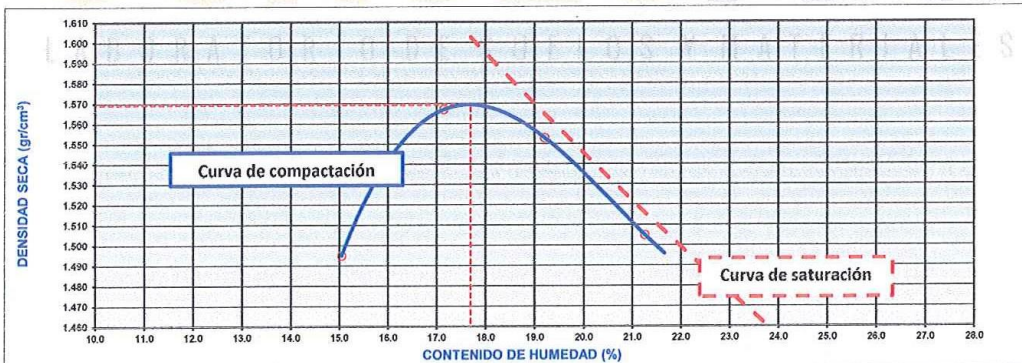
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	5
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5666	5791	5808	5780	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1868	1993	2010	1982	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.721	1.836	1.851	1.826	
PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> )	93.3	97.8	97.0	94.0	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.495	1.567	1.553	1.505	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	458.7	461.9	460.6	454.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	398.7	394.3	386.4	374.9
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	60.0	67.6	74.2	79.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	398.7	394.3	386.4	374.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.05	17.14	19.20	21.26

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.569	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.69
GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.237	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> )	98.0

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dhevis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-7-6 PROCTOR HO=17.69 PUSM=1.569 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE17	26 GOLPES MOLDE24	55 GOLPES MOLDE07
---	-------------	-----	-------------------	-------------------	-------------------

**DENSIDAD**

N	DESCRIPCIÓN	UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES		
1	Condición de humedad									
2	Peso suelo húmedo + molde	g	11,786	11,962	12,019	12,175	11,882	11,955		
3	Peso del molde	g	8,203	8,203	8,247	8,247	8,030	8,030		
4	Volumen del molde REG:	cc	2,108	2,108	2,131	2,131	2,086	2,086		
5	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,583	3,759	3,772	3,928	3,852	3,925		
6	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.70	1.78	1.77	1.84	1.85	1.88		
7	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
8	Peso del suelo húmedo + capsula	g	452.4	520.9	487.5	523.6	495.2	460.1		
9	Peso del suelo seco + capsula	g	384.4	424.1	414.1	431.8	420.8	384.7		
10	Peso del agua, [7]-[8]	g	68.0	96.8	73.3	91.8	74.4	75.5		
11	Peso de la capsula	g								
12	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	384.4	424.1	414.1	431.8	420.8	384.7		
13	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.68	22.83	17.71	21.26	17.69	19.62		
14	Densidad seca, [5]/[1+](12)/100	g/cc	1.444	1.452	1.504	1.520	1.569	1.573		

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)				
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD									
Area del piston:	0.000	0	0	0		0			
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	14	21	28	13			28	
	0.050	22	35	47	21			46	
	0.075	38	59	79	37			78	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	48	77	102	47	53*	77	87*	101
	0.150	72	116	148	71		115	148	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	95	147	192	94	92*	146	143*	191
	0.250	114	170	223	113		170	223	
	0.300	121	180	245	120		179	244	
	0.400	142	206	279	141		205	278	
	0.500	178	273	307	177		272	308	

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	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
Fecha Hora (Hrs)									
21/06/22 09:40:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
23/06/22 09:40:00 a.m	48	87.00	80.00	75.00	2.21	1.90%	2.03	1.74%	1.91
25/06/22 09:40:00 a.m	96	110.00	101.00	92.00	2.79	2.40%	2.57	2.20%	2.34

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.45	1.51	1.57	Humedad óptima	17.69%	
Penetración: 0.1"	3.7	6.1	7.5	MDS	1.569	100% MDS
Penetración: 0.2"	4.3	6.6	8.7	95 % de la MDS	1.491	95 % MDS

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEMAT S.R.L.  
*John Percy Pariqahua Tintayá*  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.  
*Dicelis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

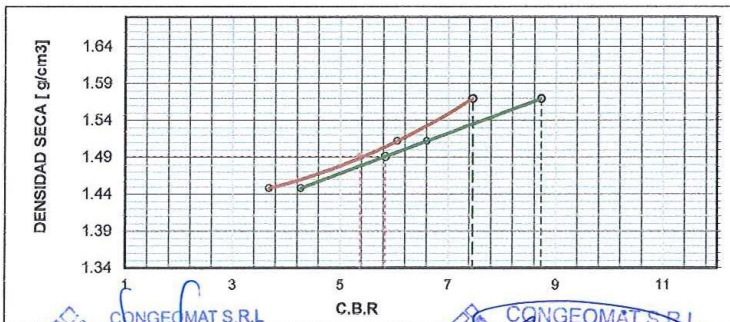
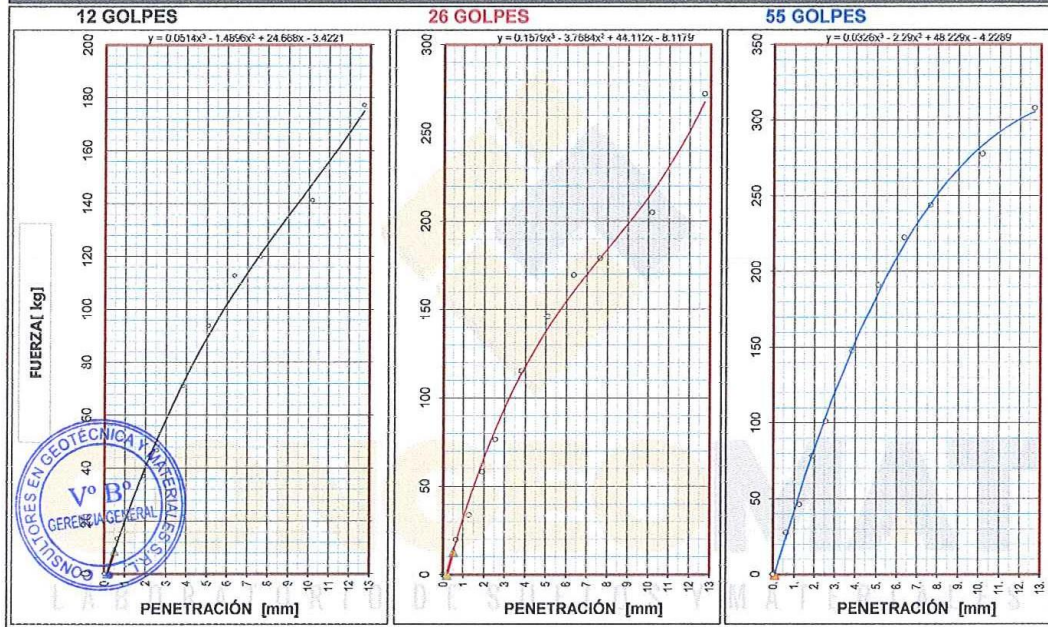
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.57
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	7.5
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	8.7
95% MDS	1.49
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	5.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	5.8

**LEYENDA**

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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dhevis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	12.0	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(8)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	40.70	--
7	Porcentaje de Finos	%	59.30	--
8	Límite líquido	%	45.14	--
9	Límite plástico	%	28.30	--
10	Índice de plasticidad	%	16.84	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/ft <sup>3</sup>	98.0	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.569	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	17.69	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	7.50	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	5.40	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEOMAT S.R.L.  
Dhevis Yary Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 03**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
4% DE CENIZA  
DE ICHU**



**DATOS GENERALES**

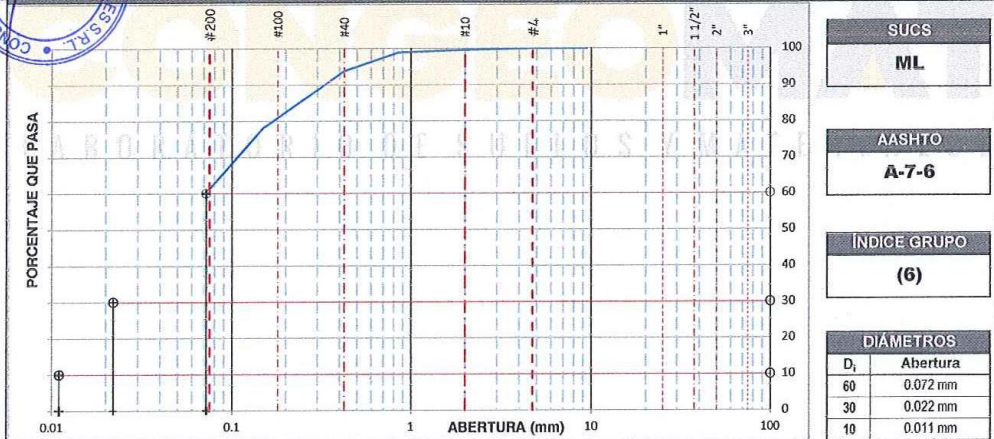
PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 18-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 15-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 18-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ DENOMINACIÓN		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,050 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	406 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	100.0%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Finos ensayado < #4	1,050 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. <#200:	61.3%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	6.545
11	#10	2.000	4.2	0.4	99.6		Curvatura (Cc)	0.611
12	#20	0.850	7.4	0.7	98.9			
13	#40	0.425	53.6	5.1	93.8			
14	#100	0.150	163.8	15.6	78.2			
15	#200	0.075	177.5	16.9	61.3			
16	Fondo	0.075	643.5	61.3				

**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dicelis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 16-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381171

N : 8279609

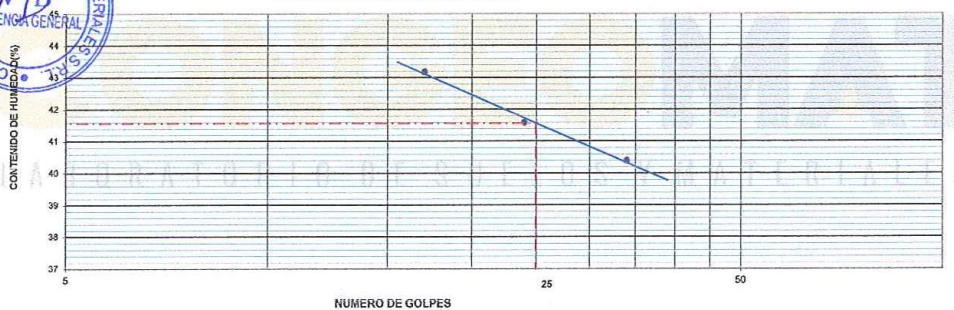
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-12	C-31	C-07	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.10	34.95	34.98	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	29.88	30.89	30.87	-
PESO DE AGUA	(g)	4.12	4.26	4.29	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.44	20.45	20.05	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.54	10.24	10.62	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	43.19	41.60	40.40	-
NUMERO DE GOLPES		17	24	34	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-13	T-04		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.99	29.79	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.04	27.50	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.80	19.53	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.95	2.29	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.24	7.97	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.32	28.73	-	29.03

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	41.57
LIMITE PLÁSTICO (%)	29.03
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.54

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Parichahua Tintaya  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dhevis Tury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

**UBICACIÓN:** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTES:** ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

**REGISTRO:** C - 2022 - 197

**FECHA:** 10-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 31-05-2022

**DESCRIPCIÓN:** SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU

**FECHA DE INICIO DE ENSAYO:** 08-06-2022

**MUESTRA:** 01

**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:** 10-06-2022

**TRAMO:** CARACOTO - URB. NAZARENO

**COORDENADA:** E : 381171  
N : 8279609

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	81.39	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	323.40	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	301.80	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	21.50	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	220.51	--	--
6	Humedad	%	9.75	--	--
7	Humedad Promedio	%	9.75		

**OBSERVACIONES**

La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes  
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes



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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhcms Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 20-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 18-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 20-06-2022  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 COORDENADA: E : 381171  
 N : 8279609

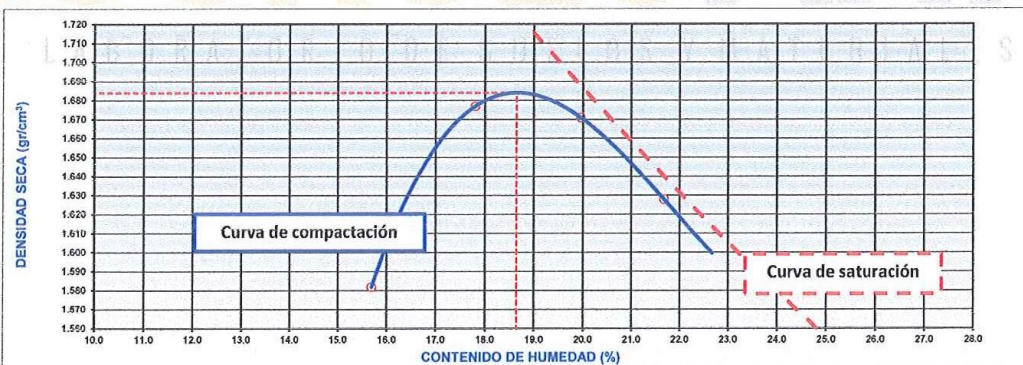
**COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5785	5943	5974	5948
PESO DE MOLDE (gr)		3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1987	2145	2176	2150
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.830	1.976	2.004	1.980
PESO UNITARIO SECO (lbf/pie <sup>3</sup> )		98.8	104.7	104.3	101.6
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.582	1.677	1.671	1.628

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		546.2	563.2	474.9	566.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		472.1	478.1	395.9	483.5
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)		74.1	85.1	79.0	104.8
PESO DE SUELO SECO (gr)		472.1	478.1	395.9	483.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.70	17.80	19.95	21.68
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.684	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.64
GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm <sup>3</sup> )		2.545	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lbf/pie <sup>3</sup> )		105.1

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Dhevis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C-2022-197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN:	SUCS	ML	AASHTO	A-7-6	PROCTOR	HO=18.64	PUSM=1.684	N°CAPAS	5
----------------	------	----	--------	-------	---------	----------	------------	---------	---

N	DESCRIPCIÓN	UND	DENSIDAD					
			12 GOLPES MOLDE31		26 GOLPES MOLDE04		55 GOLPES MOLDE28	
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12,182	12,378	12,169	12,324	12,313	12,388
2	Peso del molde	g	8,295	8,295	8,074	8,074	8,072	8,072
3	Volumen del molde REG:	cc	2,149	2,149	2,133	2,133	2,123	2,123
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,887	4,083	4,095	4,250	4,241	4,316
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.81	1.90	1.92	1.99	2.00	2.03
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	451.5	555.3	469.2	541.9	517.8	518.4
8	Peso del suelo seco + capsula	g	380.5	447.6	395.5	443.1	436.4	429.5
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	71.0	107.6	73.8	98.8	81.4	88.9
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	380.5	447.8	395.5	443.1	436.4	429.5
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.66	24.02	18.66	22.29	18.64	20.70
13	Densidad seca, [5]/(1+(12)/100)	g/cc	1.524	1.532	1.618	1.629	1.684	1.684

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD									
Area del pistón:	0.000	0	0	0		0		75	
20.42 cm <sup>2</sup>	0.025	38	56	76		55		124	
	0.050	64	101	125		100		197	
	0.075	100	154	198		153		263	
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	131	221	264	130	141*	220	222*	293*
	0.150	195	306	395	194		305	394	
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	255	383	532	254	245*	363	381*	514*
	0.250	291	445	616	290		444	615	
	0.300	309	492	676	308		491	675	
	0.400	359	575	758	358		574	757	
	0.500	405	678	895	404		677	894	

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Dv): 0.001"			ALTURAS				H <sub>suelo</sub> =		
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
21/06/22	10:10:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
23/06/22	10:10:00 a.m.	48	65.00	57.00	51.00	1.65	1.42%	1.45	1.24%	1.30	1.11%
25/06/22	10:10:00 a.m.	96	76.00	68.00	64.00	1.93	1.66%	1.73	1.48%	1.63	1.39%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.53	1.62	1.68	Humedad óptima	18.64%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	9.8	15.4	20.3	MDS	1.684	100% MDS	20.3	23.8
Penetración: 0.2"	11.3	17.6	23.8	95% de la MDS	1.600	95% MDS	13.8	15.7

**OBSERVACIONES**


- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
Dheivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





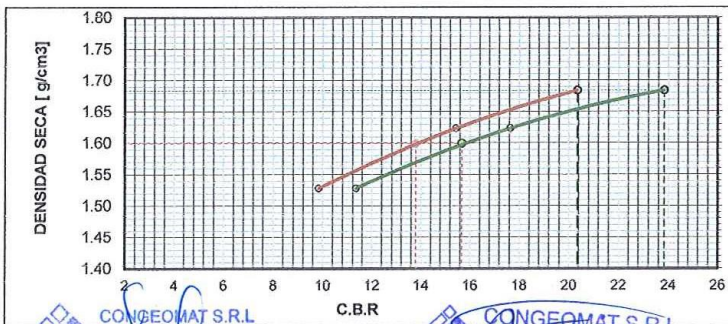
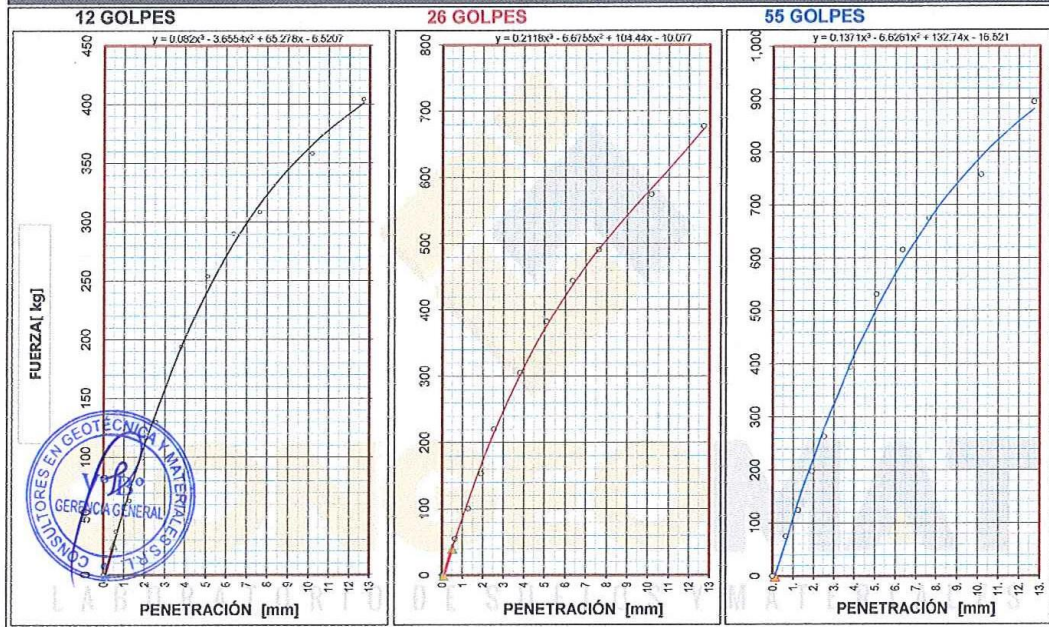
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.68
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	20.3
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	23.8
95% MDS	1.60
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	13.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	15.7

**LEYENDA**

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dicivis Fery Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 4% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	9.8	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-7-6	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	38.70	--
7	Porcentaje de Finos	%	61.30	--
8	Límite líquido	%	41.57	--
9	Límite plástico	%	29.03	--
10	Índice de plasticidad	%	12.54	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Reso unitario seco máximo	lbf/pie <sup>3</sup>	105.1	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.684	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	18.64	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	20.3	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	13.8	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

**CONGEMAT S.R.L.**  
*Dheivis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 03**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
7% DE CENIZA  
DE ICHU**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 18-06-2022

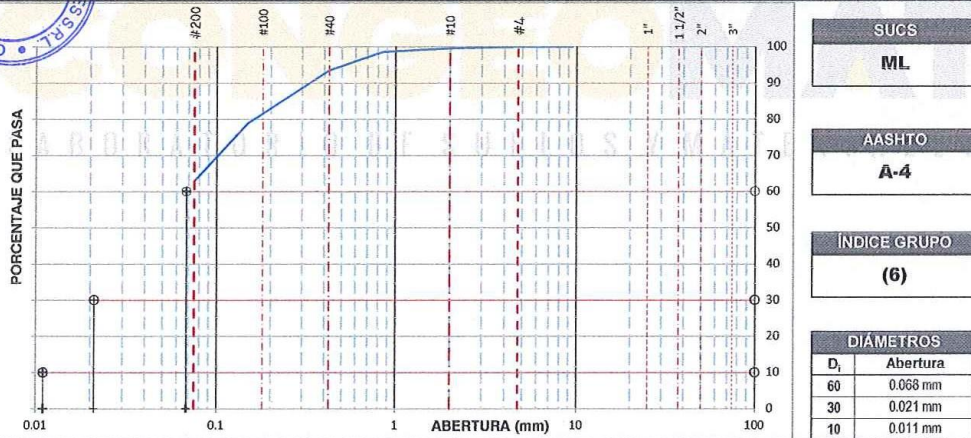
**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 15-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 18-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,250 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	464 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	1,250 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada < #4:	0 g
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,250 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200:	786 g
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	6.182
11	#10	2.000	5.0	0.4	99.6		Curvatura (Cc)	0.590
12	#20	0.850	12.5	1.0	98.6			
13	#40	0.425	63.8	5.1	93.5			
14	#100	0.150	180.0	14.4	79.1			
15	#200	0.075	292.5	16.2	62.9			
16	Fondo	0.075	786.2	62.9				



**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dacuis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Julíaca: Jr. 16 de diciembre N°: A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20608413263





**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 16-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279809

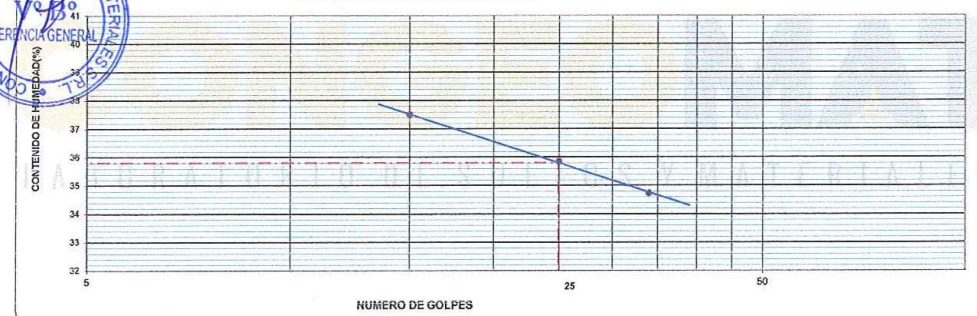
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-33	C-02	C-14	-
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.79	35.47	35.17	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	30.87	31.34	31.22	-
PESO DE AGUA	(g)	3.92	4.13	3.95	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.42	19.82	19.85	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.45	11.52	11.37	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.51	35.85	34.74	-
NUMERO DE GOLPES		15	25	34	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
		T-21	T-24	-	-	
Nº TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	26.26	28.49	-	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	24.29	26.54	-	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	20.75	19.46	-	-	-
PESO DE AGUA	(g.)	0.96	1.95	-	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	3.54	7.08	-	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.12	27.54	-	-	27.33

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.81
LIMITE PLÁSTICO (%)	27.33
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.48

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Paricahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 10-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381171

N : 8279609

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	86.40	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	341.00	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	320.10	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	20.90	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	233.70	--	--
6	Humedad	%	8.94	--	--
	Humedad Promedio	%		8.94	



**OBSERVACIONES**

La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

  
CONGEMAT S.R.L.  
Dárcis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (951) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacat, Jr. 16 de diciembre Niz, A' Lote 30, Sallúa Huancané  
RUC:20606413263





**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
**UBICACIÓN:** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
**REGISTRO:** C - 2022 - 197  
**SOLICITANTES:** ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
**FECHA:** 20-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 03  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 31-05-2022  
**DESCRIPCIÓN:** SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO:** 18-06-2022  
**MUESTRA:** 01  
**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:** 20-06-2022  
**TRAMO:** CARACOTO - URB. NAZARENO  
**COORDENADA:** E : 381171  
**N :** 8279609

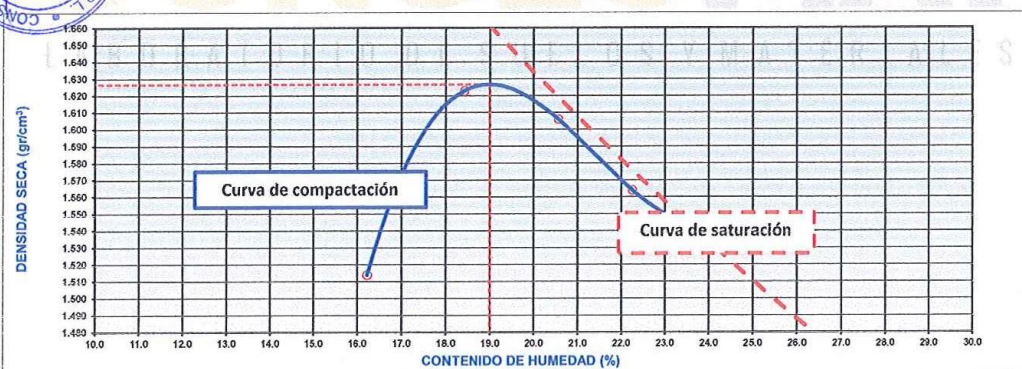
**COMPACTACIÓN**

<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	: "A"				
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	: 25				
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	: 5				
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	4	
<b>PESO (SUELO + MOLDE) (gr)</b>	5708	5885	5900	5874	
<b>PESO DE MOLDE (gr)</b>	3798	3798	3798	3798	
<b>PESO SUELO HÚMEDO (gr)</b>	1910	2087	2102	2076	
<b>VOLUMEN DEL MOLDE (cm<sup>3</sup>)</b>	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
<b>DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.759	1.922	1.936	1.912	
<b>PESO UNITARIO SECO (lb/ft<sup>3</sup>)</b>	94.5	101.3	100.3	97.6	
<b>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.514	1.623	1.606	1.564	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>RECIPIENTE N°</b>	s/n	s/n	s/n	s/n
<b>PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)</b>	485.1	475.2	487.4	513.0
<b>PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)</b>	417.4	401.3	404.3	419.6
<b>PESO DE LA TARA (gr)</b>				
<b>PESO DE AGUA (gr)</b>	67.7	73.9	83.1	93.4
<b>PESO DE SUELO SECO (gr)</b>	417.4	401.3	404.3	419.6
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	16.22	18.42	20.55	22.26
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.627	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		18.99
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.427	<b>PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft<sup>3</sup>)</b>		101.6

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

**CONGEMAT S.R.L.**  
  
**John Percy Phricónhua Tintayá**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONGEMAT S.R.L.**  
  
**Dávidis Yury Jara Vilca**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
MUESTRA: 01  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-4 PROCTOR HO-18.99 PUSM=1.627 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE25	MOLDE11	MOLDE11	MOLDE20		

**DENSIDAD**

Condición de humedad		UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	55 GOLPES		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12,559	12,772	11,970	12,097	12,138	12,215		
2	Peso del molde	g	8,748	8,748	8,062	8,062	8,034	8,034		
3	Volumen del molde REG:	cc	2,142	2,142	2,106	2,106	2,120	2,120		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,811	4,024	3,908	4,035	4,104	4,181		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.78	1.88	1.86	1.92	1.94	1.97		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	528.0	543.0	525.7	474.4	545.0	492.5		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	443.8	435.6	441.8	386.6	458.0	406.7		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	84.2	107.4	83.9	87.8	87.0	85.8		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	443.8	435.6	441.8	386.6	458.0	406.7		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.98	24.65	19.00	22.71	18.99	21.09		
13	Densidad seca, [5]/([1+](12)/100)	g/cc	1.495	1.507	1.559	1.561	1.627	1.629		

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)					
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
0.000	0	0	0	0		0			
0.025	28	40	58	28		39		57	
0.050	51	74	101	50		73		101	
0.075	82	118	158	81		117		157	
0.100	110	167	219	109	120*	166	170*	218	236*
0.150	161	235	318	160		234		317	
0.200	212	296	408	211	205*	295	290*	408	396*
0.250	246	336	464	245		335		463	
0.300	262	364	502	261		363		501	
0.400	298	419	571	297		418		571	
0.500	362	466	692	361		465		691	

10 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN:  $X^2 + 1.0000000 X - 0.760700$

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL (Div)	0.001"	ALTURAS								
			12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
21/06/22 11:05:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
23/06/22 11:05:00 a.m	48	37.00	33.00	27.00	0.94	0.81%	0.84	0.72%	0.69	0.59%	
25/06/22 11:05:00 a.m	96	46.00	42.00	32.00	1.17	1.00%	1.07	0.91%	0.81	0.70%	

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
				Humedad óptima	18.99%	Penetración	0.1"	0.2"
Densidad Seca prom.	1.50	1.56	1.63	MDS	1.627	100% MDS	16.4	18.4
Penetración: 0.1"	8.4	11.8	18.4	95% de la MDS	1.545	95% MDS	10.9	12.4
Penetración: 0.2"	9.5	13.4	18.4					

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

  
John Percy Parichua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dhevis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (054) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





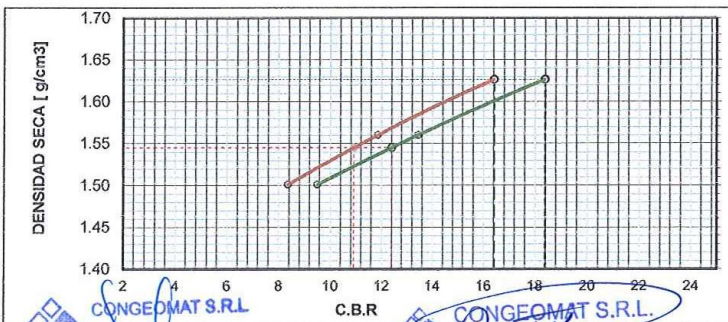
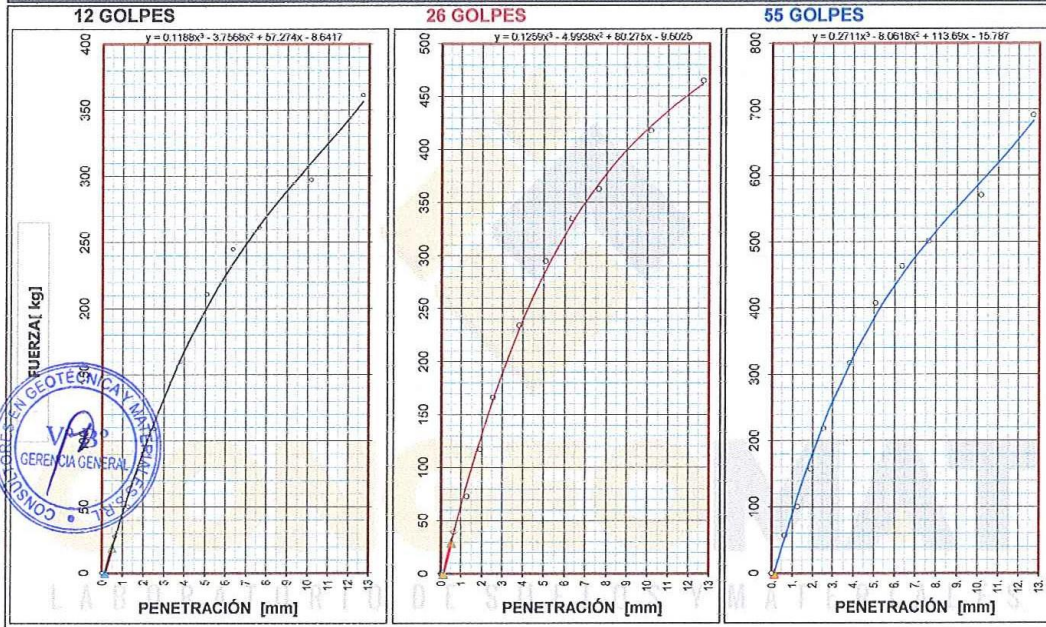
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**GRAFICA**



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

100% MDS	1.63
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	16.4
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	18.4
95% MDS	1.55
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	10.9
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	12.4

**LEYENDA**

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

**CONGEMAT S.R.L.**  
Dhivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 495295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

LUGAR: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

REGISTRO : C - 2022 - 197

FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 7% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381171

N : 8279809

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.9	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	
6	Porcentaje de Arena	%	37.10	--
7	Porcentaje de Finos	%	62.90	--
8	Límite líquido	%	35.81	--
9	Límite plástico	%	27.33	--
10	Índice de plasticidad	%	8.48	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/ft <sup>3</sup>	101.6	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.627	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	18.99	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	16.4	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	10.9	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

*John Percy Paricahua Tintaya*

TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

*Dheivis Yury Jara Vilca*

ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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







**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

**PUNO – PERÚ  
2022**

**CALICATA 03**

**SUBRASANTE  
EXISTENTE +  
10% DE CENIZA  
DE ICHU**

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 18-06-2022

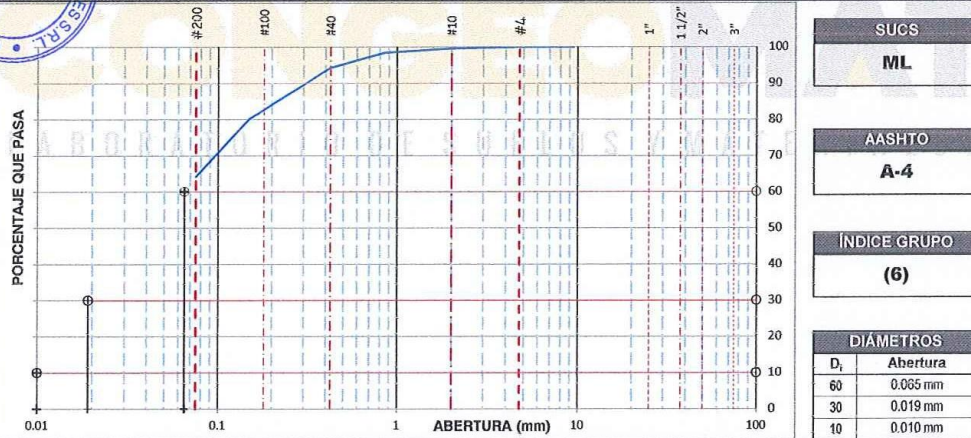
**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 16-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 18-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%) SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%				
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	1,140 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	408 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	1,140 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	1,140 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200:	64.2%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	#4
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		Uniformidad (Cu)	6.500
11	#10	2.000	4.8	0.4	99.6		Curvatura (Cc)	0.555
12	#20	0.850	13.7	1.2	98.4			
13	#40	0.425	46.7	4.1	94.3			
14	#100	0.150	159.6	14.0	80.3			
15	#200	0.075	183.5	16.1	64.2			
16	Fondo	0.075	731.7	64.2				



**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
*Dhucwis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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







INFORME DE ENSAYO  
**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
 MTC E110:2016 Y MTC E 111:2016

Código : F - 018  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-22

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES : ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 19-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
 MUESTRA: 01  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 16-06-2022  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-06-2022  
 COORDENADA: E : 381171  
 N : 8279609

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-19	C-27	C-32	
Nº CAPSULA	ID	C-19	C-27	C-32	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.04	39.22	39.09	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.81	33.91	34.07	-
PESO DE AGUA	(g)	4.23	4.31	4.02	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.45	19.56	19.86	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.36	14.35	14.21	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.66	30.03	28.29	-
NUMERO DE GOLPES		17	25	36	-

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		T-27	T-18		PROMEDIO
Nº TARRO	ID	T-27	T-18	-	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	25.31	27.22	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	24.39	25.71	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.56	19.45	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	0.92	1.51	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.83	6.26	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.02	24.12	-	24.07

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	29.96
LIMITE PLÁSTICO (%)	24.07
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.89

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dávis Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 197

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

FECHA : 10-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381171

N : 8279809

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	89.57	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	314.70	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	297.60	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	17.10	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	208.03	--	--
	Humedad	%	8.22	--	--
	Humedad Promedio	%	8.22		

**OBSERVACIONES**

La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes



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

CONGEOMAT S.R.L.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Dicenis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210862

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
 UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
 SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
 REGISTRO : C - 2022 - 197  
 FECHA : 20-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
 DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 18-06-2022  
 MUESTRA: 01  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 20-06-2022  
 TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
 COORDENADA: E : 381171  
 N : 8279609

**COMPACTACIÓN**

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

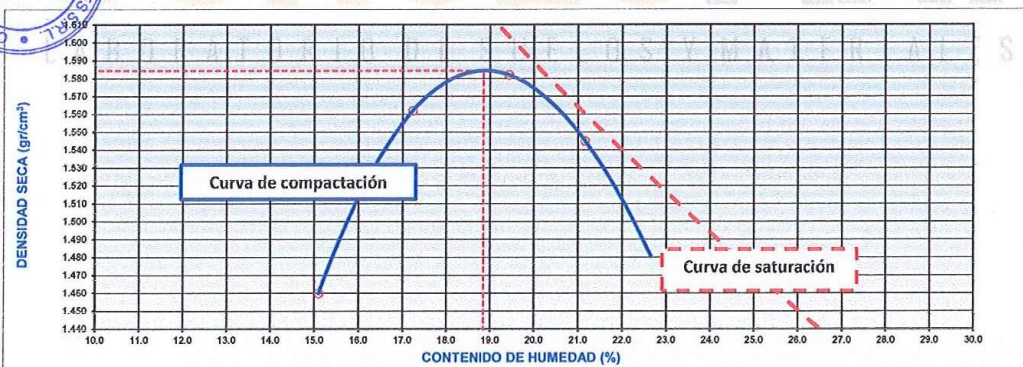
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5623	5786	5849	5830
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1825	1988	2051	2032
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.681	1.831	1.889	1.872
PESO UNITARIO SECO (lbf/ple <sup>3</sup> )	91.1	97.5	98.8	96.5
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.460	1.562	1.582	1.545

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	566.4	557.2	510.8	534.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	492.1	475.3	427.7	441.4
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	74.3	81.9	83.1	93.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	492.1	475.3	427.7	441.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.10	17.23	19.43	21.16


MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.584	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.84
GRAVEDAD ESPECÍFICA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.329	PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lbf/ple <sup>3</sup> )	98.9

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Encinas Yury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN: CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO: C - 2022 - 197  
FECHA: 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**DATOS PARA EL ENSAYO**

CLASIFICACIÓN: SUCS ML AASHTO A-4 PROCTOR HO-18.84 PUSM-1.584 N°CAPAS 5

N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
			MOLDE19	MOLDE22	MOLDE22	MOLDE23		

**DENSIDAD**

Condición de humedad		UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	55 GOLPES		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,454	11,633	11,928	12,081	12,020	12,090		
2	Peso del molde	g	7,856	7,856	8,067	8,067	8,001	8,001		
3	Volumen del molde REG:	cc	2,104	2,104	2,140	2,140	2,135	2,135		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,598	3,777	3,861	4,014	4,019	4,089		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.71	1.80	1.80	1.88	1.88	1.92		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	505.4	501.0	498.5	501.4	529.3	530.7		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	425.3	403.6	419.4	408.8	445.4	439.2		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	80.1	97.4	79.1	92.6	83.9	91.5		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	425.3	403.6	419.4	408.8	445.4	439.2		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.83	24.12	18.85	22.65	18.84	20.83		
13	Densidad seca, [5]/(1+([12]/100))	g/cc	1.439	1.446	1.518	1.529	1.584	1.585		

**PENETRACIÓN**

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)			
		DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD					
Área del pistón:	puñg.	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	
20.42 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0
	0.025	22	30	47	21
	0.050	40	55	81	39
	0.075	62	85	126	61
70.5 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.100	82	124	162	82
	0.150	121	166	247	120
105.7 kg-f/cm <sup>2</sup>	0.200	160	221	324	158
	0.250	182	246	369	181
	0.300	193	266	401	192
	0.400	222	312	465	221
	0.500	275	354	572	274

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

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL (Div):	ALTURAS			
		12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	H <sub>plata</sub> = 116.6 mm
Fecha Hora (hrs)	0.001"	mm	%	mm	%
21/06/22 11:55:00 a.m	0	0.00	0.00%	0.00	0.00%
23/06/22 11:55:00 a.m	48	29.00	24.00	21.00	0.74 0.63%
25/06/22 11:55:00 a.m	96	36.00	30.00	28.00	0.91 0.78%

**RESULTADOS**

ENSAYO CBR	LECTURA DIAL (Div):			PROCTOR		CBR FINAL	
	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES	Humedad óptima	18.84%	Penetración	0.1"
Densidad Seca prom.	1.44	1.52	1.58	MDS	1.584	100% MDS	12.7
Penetración: 0.1"	6.3	8.6	12.7	95% de la MDS	1.505	95% MDS	7.8
Penetración: 0.2"	7.1	9.8	14.4				8.8

**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEMAT S.R.L.  
*Dhivis Yury Jana Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





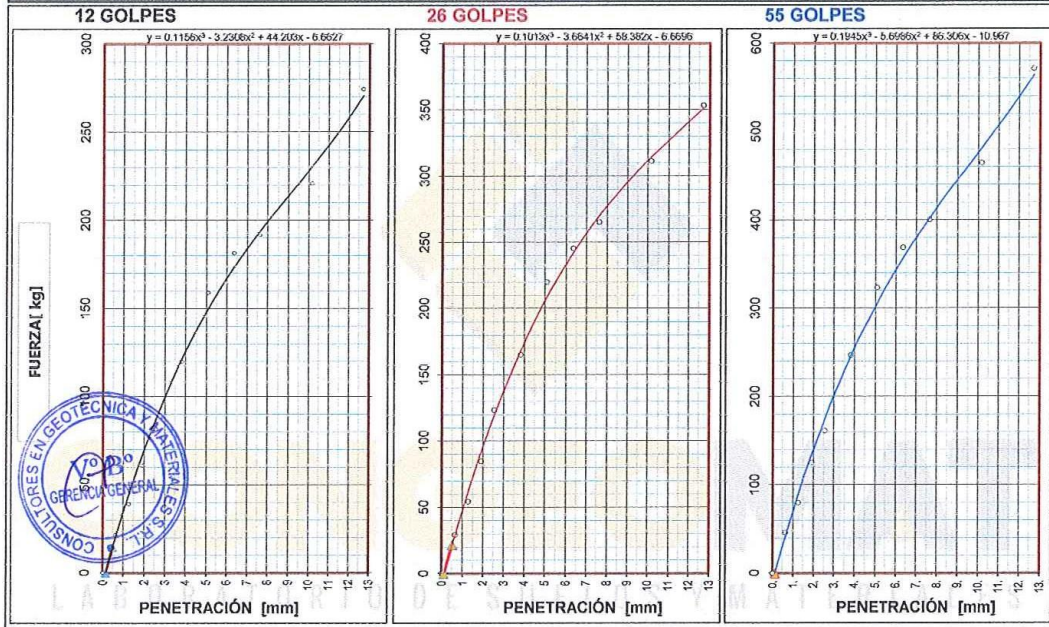
**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 21-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022  
TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO  
COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**GRAFICA**



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.58
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	12.7
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	14.4
95% MDS	1.51
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	7.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	8.8

  
John Percy Parichahua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Dheivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210682

LEYENDA

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022

LUGAR : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO

REGISTRO : C - 2022 - 197

FECHA : 26-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE + 10% DE CENIZA DE ICHU

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-06-2022

TRAMO: CARACOTO - URB. NAZARENO

COORDENADA: E : 381171  
N : 8279609

**RESUMEN DEL ESTRATO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	DETALLES
1	Contenido de humedad	%	8.2	--
2	Clasificación de suelos SUCS	--	ML	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
3	Clasificación de suelos AASTHO	--	A-4	
4	Clasificación AASTHO (INDICE DE GRUPO)	--	(6)	
5	Porcentaje de Grava	%	0.00	--
6	Porcentaje de Arena	%	35.80	--
7	Porcentaje de Finos	%	64.20	--
8	Límite líquido	%	29.96	--
9	Límite plástico	%	24.07	--
10	Índice de plasticidad	%	5.89	--
11	Tamaño máximo	mm.	4.75	--
12	Peso unitario seco máximo	lb/ft <sup>3</sup>	98.9	--
13	Máxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.584	--
14	Óptimo contenido de humedad	%	18.84	--
15	CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"	%	12.7	--
16	CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"	%	7.8	--



**OBSERVACIONES**

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

CONGEOMAT S.R.L.  
Dhcvivis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

# **CENIZA DE ICHU**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTES: ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
REGISTRO : C - 2022 - 197  
FECHA : 04-06-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: SAN ROMÁN  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 31-05-2022  
DESCRIPCIÓN: CENIZA DE ICHU  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 01-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-06-2022

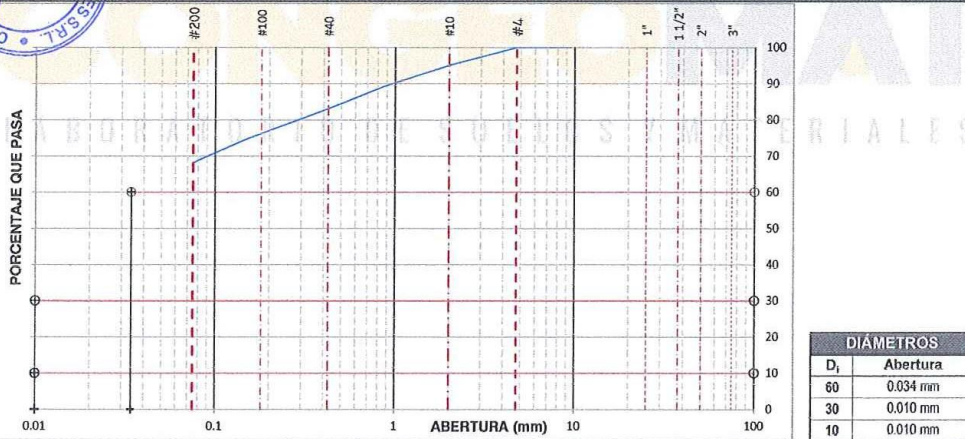
**TAMIZADO**

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	48.5	4.9	95.1	
12	#20	0.850	60.5	6.1	89.1	
13	#40	0.425	59.7	6.0	83.1	
14	#100	0.150	83.4	8.3	74.8	
15	#200	0.075	65.6	6.6	68.2	
16	Fondo	0.075	682.3	68.2		

**RESUMEN**

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Peso muestra seca	1,000 g
Peso muestra lavada y seca	318 g
Finos equiv. <#4:	100.0%
Grava usada	0.0%
Fino ensayado < #4	1,000 g
Frac. equiv. < #200:	68.2%
Frac. equiv. < #200:	682 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	#4
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	3.400
Curvatura (Cc)	0.284

**CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS**



**OBSERVACIONES**

- Las muestras e identificación fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

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

**CONGEOMAT S.R.L.**  
*Dhervis Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

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





**DATOS GENERALES**

**PROYECTO :** CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUBRASANTE, CARACOTO 2022  
**UBICACIÓN :** CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTES :** ALMANZA CAYO, JOEL THEO Y EROS QUISPE, ERIK EDUARDO  
**REGISTRO :** C - 2022 - 197  
**FECHA :** 05-06-2022

**DATOS DE MUESTRA**

**UBICACIÓN :** SAN ROMÁN  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA :** 31-05-2022  
**DESCRIPCIÓN :** CENIZA DE ICHU  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO :** 02-06-2022  
**MUESTRA :** 01  
**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO :** 05-06-2022

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
Nº CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NUMERO DE GOLPES				

NP

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
Nº TARRO	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)			
PESO DE LA TARA	(g.)			
PESO DE AGUA	(g.)			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MUESTRAS		
47			
45			
43			
41			
39			
37			
35			

NUMERO DE GOLPES

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

**OBSERVACIONES**

- Las muestras e identificación fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


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


**CONGEOMAT S.R.L.**  
  
**Dhevis Yary Jara Vilca**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



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



**Anexo 08.**      *Certificado de calibración de equipos de laboratorio de suelos.*





**CENIZAS DE ICHU EN LA  
ESTABILIZACIÓN DEL  
SUELO DE UNA TROCHA  
CARROZABLE A NIVEL DE  
SUBRASANTE, CARACOTO  
2022**

# **CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**

**PUNO – PERÚ  
2022**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0746-0046-2021

Página 1 de 3

## Arso Group

Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/11/13

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

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

**Instrumento de medición** BALANZA

**Identificación** 0746-046-2021

**Intervalo de indicación** 30000 g

**División de escala** 1 g

**Resolución**

**División de verificación** 1 g

**(e)**

**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 SINM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP.003.009)

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. Vía. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-3680 / Cel: +51 928 196 293 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsogroup.com  
www.arsogroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0746-0046-2021

**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-G-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-1M-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-1M-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

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

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (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	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	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 Esperada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
15000	0		1			
30000	0		5			

CONGREGADOS S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.  
 Avda. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 02, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 805 1680 / Cel: +51 928 106 793 / Col: +51 925 153 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

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





**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	l (kg)	Δl (g)	E0 (g)	Carga L (g)	l (kg)	Δl (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.02	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.05	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

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

**ENSAYO DE PESAJE**

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

**Leyenda**

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

Δl: Carga incrementada  
E<sub>c</sub>: Error encontrado

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE ESTIMADA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición:  $U_x = 2 \cdot u_x = 2 \cdot 0.00000004608 \text{ g} = 0.00000009216 \text{ g}$

Lectura Corregida:  $L_{corr} = R - E = 0.0185218 \text{ g}$

R: Indicación de lectura de la balanza (g)

**Observaciones**

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

ARSO GROUP S.A.C.  
Asecl. Vía. Las Flores de San Diego Mz C Lote 02, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 302 1080 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsogroup.com  
www.arsogroup.com



ARSO GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



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

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13  
Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**  
Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**  
Identificación 0750-046-2021

Intervalo de indicación 3100 g

División de escala Resolución 0.01 g

División de verificación (e) 0.01 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo PAJ3102

N° de serie BAD55

Procedencia USA

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

Fecha de calibración 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración**

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

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos 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 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.

COINGEOMAT S.A.C.



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

Asic. Vía 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 Arevalo Carrica  
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0750-046-2021

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

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

Condiciones ambientales durante la calibración

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

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga LI= 500 g			Carga LI= 1000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (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	-0.007	1000	0.007	-0.014
7	500.0	0.004	-0.004	1000	0.003	-0.01
8	500.0	0.007	-0.008	1000	0.005	-0.009
9	500.0	0.006	-0.004	1000	0.004	-0.007
10	500.0	0.005	-0.003	1000	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
500	0		0.05			
1000			0.3			



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego N° C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 302 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 131 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA





**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación de E <sub>g</sub>					
	Carga Min (g)	I (kg)	ΔI (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga I (g)	I (kg)	ΔI (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	-0.003	-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

(1) Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga I (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(1)</sup> (g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔI (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	0.006	-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

ΔI: Carga Incremental  
E<sub>c</sub>: Error cometido

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE ESTADÍSTICA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición  $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.0002^2 + 0.000002525908} \cdot R^2$

Lectura Corregida  $R_{corregida} = R + 136.069273400 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza

**Observaciones**

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

ARSO GROUP S.A.C.  
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 304-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 427  
ventas@arsogroup.com  
www.arsogroup.com



ARSO GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Caralca  
METROLOGÍA



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

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión:** 2021/11/13

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

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

**Instrumento de medición:** HORNO DE LABORATORIO

**Identificación:** 0751-046-2021

**Marca:** ARSOU

**Modelo:** HR701

**Serie:** 1201

**Cámara:** 80 Litros

**Ventilación:** NATURAL

**Pirómetro:** DIGITAL

**Procedencia:** PERÚ

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

**Fecha de calibración:** 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración:**

- SNM - PC-Q18 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración, el solicitante le correspondió tener en su momento recalibrar los 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 regulaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan surgir por 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 Arcevaldo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0751-046-2021

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e instrumentos auxiliares

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

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20.1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (h:min)	Promedio °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	110.8	110.5	110.8	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	110.6	110.6	0.9
00:04	110	110.1	110.1	110.3	111.0	110.0	110.4	110.4	110.0	110.0	110.1	110.3	110.3	110.3	1.0
00:06	110	110.2	110.5	110.3	110.2	110.9	110.3	110.8	110.5	110.4	111.1	110.4	110.4	110.4	0.9
00:08	110	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.2	110.6	110.9	110.4	110.9	110.4	110.9	110.9	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	110.6	110.6	0.9
00:12	110	110.9	110.1	110.4	110.5	110.1	110.7	110.8	110.4	110.9	110.7	110.1	110.5	110.5	0.8
00:14	110	110.2	110.1	110.4	110.5	110.1	110.7	110.8	110.4	110.9	110.1	110.8	110.5	110.5	0.6
00:16	110	110.2	110.8	110.4	110.6	110.6	110.5	110.3	110.5	110.5	110.7	110.7	110.5	110.5	0.7
00:18	110	110.1	110.4	110.1	110.1	110.4	110.0	110.2	110.2	110.2	110.9	110.3	110.3	110.3	0.9
00:20	110	110.8	110.6	110.2	110.1	110.4	110.6	110.3	110.9	110.5	110.2	110.4	110.4	110.4	0.7
00:22	110	110.8	110.3	110.9	110.4	110.3	111.0	110.4	110.9	110.7	110.5	110.8	110.8	110.8	0.8
00:24	110	110.3	110.1	110.5	110.8	110.8	110.7	110.5	110.9	110.9	110.5	110.8	110.8	110.8	0.7
00:26	110	110.8	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.3	110.3	110.4	110.4	110.5	110.9	110.9	0.8
00:28	110	110.9	110.8	110.5	110.0	110.8	110.3	110.0	110.2	110.0	110.9	110.4	110.4	110.4	0.9
00:30	110	110.5	110.4	110.0	110.8	110.1	110.1	110.0	110.2	110.0	110.9	110.4	110.4	110.4	0.9
00:32	110	111.0	111.0	110.0	111.0	110.6	110.3	110.0	111.0	110.2	110.7	110.6	110.6	110.6	1.0
00:34	110	110.5	110.2	110.4	110.9	110.0	110.1	110.5	110.3	111.0	110.3	110.5	110.5	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.2	110.4	110.4	110.4	110.4	110.3	110.3	110.3	110.4	110.4	110.4	0.8
00:38	110	110.7	112.0	110.6	110.7	110.8	110.7	110.1	110.8	110.3	110.3	110.4	110.6	110.6	0.7
00:40	110	110.2	110.5	110.1	110.0	110.3	110.0	110.5	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	0.8
00:42	110	110.2	110.9	110.3	110.4	110.5	110.9	110.8	110.8	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	0.8
00:44	110	110.6	110.1	110.5	110.4	111.0	110.5	110.3	110.8	110.7	111.0	110.5	110.5	110.5	0.9
00:46	110	110.9	110.8	110.6	110.5	110.5	111.0	110.3	110.8	110.7	111.0	110.5	110.5	110.5	0.9
00:48	110	111.0	110.7	110.9	110.8	111.0	111.0	110.5	110.6	110.5	110.7	110.7	110.7	110.7	0.9
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	110.4	110.4	1.0
T PROM	110	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	110.5	110.5	
T MAX	110	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	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	110.0	110.0	

Nomenclatura:

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





Arsou Group  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0751-046-2021

Página 3 de 5

GRÁFICO



CONGEMAT S.R.L.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. 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

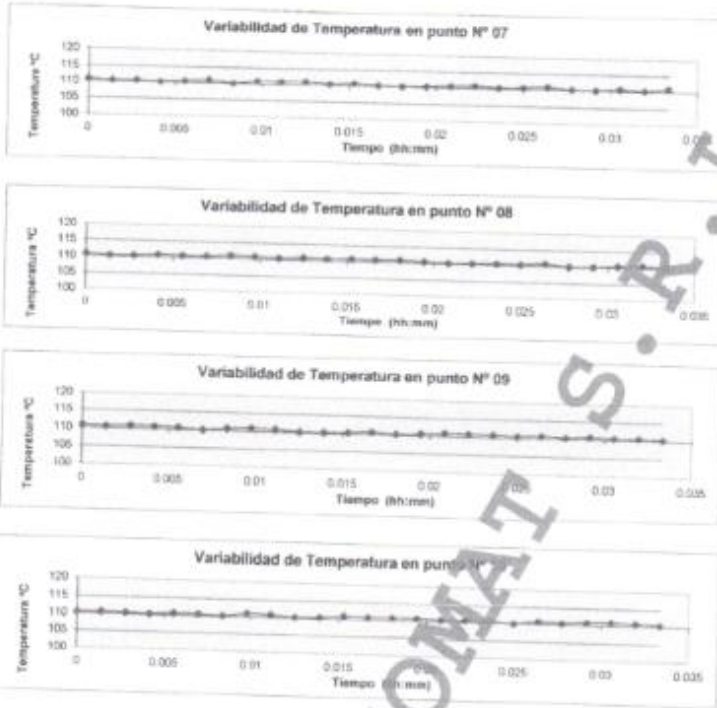
Ing. Hugo Luis Arivalo Carrica  
METROLOGÍA



Arsou Group  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0751-046-2021

Página 4 de 5



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 Aravalo Carrión  
METROLOGÍA

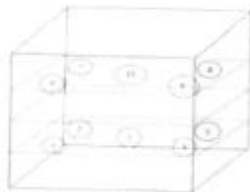


Arsou Group  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0751-046-2021

Página 5 de 5

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

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

CONGEMAT S.R.L



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. 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: +51 925 251 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

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





## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/23

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

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

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

Identificación NO INDICA

Marca Prensa ARSOU

Modelo PR401

Serie 41025

Celda de Carga TIPO S

Modelo ANYLOAD

Indicador ANYLOAD

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

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

Lugar de calibración ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2022/02/23

### Método/Procedimiento de calibración

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

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

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

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

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



### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
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 Arevalo Carrillo  
METROLOGÍA



**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

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

Condiciones ambientales durante la calibración

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

Resultados

TABLA N° 01  
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

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

NOTAS SOBRE CALIBRACION

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



CONGROMIN S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 926 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carmona  
METROLOGÍA



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)



Ecuación de ajuste:

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

Coefficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la muestra (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 instrumento.
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@arsoupgroup.com  
www.arsoupgroup.com

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

**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

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

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/23
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE N2. A LOTE 30 PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	DÍAL INDICADOR
Identificación	NO INDICA
Marca	INSIZE
Modelo	2307-1
Serie	3133
Rango	1 in
Sensibilidad	0.001 in
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. 16 DE DICIEMBRE N2. A LOTE 30 PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA
Fecha de calibración	2022/02/23

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

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

Los resultados reportados 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 de acuerdo a regulaciones vigentes.

ARSO 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 ARSO GROUP S.A.C.



CONGEOMAT S.A.S.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Aso. Vía Las Flores de San Diego N° C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf +51 301-1680 / Cel +51 928 196 703 / Cel +51 975 153 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arcevaldo Carolea  
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	0,6692	0,0004
24,00	0,9449	0,9448	-0,0001
25,00	0,9843	0,9849	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. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1080 / 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 Carrico  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LLA-086-2022

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2022/02/23

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

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

**Instrumento de medición** DÍAL INDICADOR

**Identificación** NO INDICA

**Marca** INSIZE

**Modelo** 2307-1

**Serie** 3370

**Rango** 1 in

**Sensibilidad** 0.001 in

**Procedencia** ESTADOS UNIDOS

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

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

**Fecha de calibración** 2022/02/23

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

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

Los resultados son válidos en el  
momento de la calibración. Al  
solicitante le corresponde disponer  
en su momento recalibrar sus  
instrumentos a los patrones regulares,  
los cuales deben ser establecidos  
sobre la base de sus 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.**  
Ave. Vía 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: +51 923 131 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo  
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 DEL 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	0,1990	0,0021
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 REPETIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1,01	0,0398	0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002
		0,0400	0,0002

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



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
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.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/02/23

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

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

**Instrumento de medición** COPA CASAGRANDE

**Identificación** NO INDICA

**Marca** ARSOU

**Modelo** CSA 902

**Serie** 201101

**Mecanismo** Manual

**Ranurador** BRONCE

**Procedencia** PERÚ

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

**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  
METROLOGÍA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

### Patrones e Instrumentos auxiliares

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

### Condiciones ambientales durante la calibración

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

### Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			N				Extremo Curvado		
Descripción	A	B	C	K	L	M	a	b	c	
	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Curvado	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	50	150	125	10.0	2.0	13.5	
Tolerancia, mm	± 2	± 0.1	± 1	± 5	± 5	± 5	± 0.1	± 0.1	± 0.1	
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53	
Tolerancia, pulg.	± 0.08	± 0.004	± 0.4	± 0.6	± 0.2	± 0.2	± 0.004	± 0.004	± 0.004	

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2.40	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27.10	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía 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





**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	2,07	+/- 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 Loto 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

**Anexo 09.** *Resultados de análisis físico químico de la ceniza de ichu.*



**LABORATORIO AMBIENTAL DE  
AGUA SUELOS Y MECÁNICA DE SUELOS**

**ANÁLISIS**  
Físico - Químico - Microbiológico  
Agua, suelo, alimentos  
Medio ambiente  
Mecánica de suelos y otros.



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

**ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO MUESTRA DE CENIZA DE ICHU**

**PROCEDENCIA** : CARACOTO, FUNDO MORO SECTOR CHIHUATA - PUNO  
**INTERESADO** : ALMANZA CAYO JOEL THEO, EROS QUISPE ERIK EDUARDO.  
**MOTIVO** : ANALISIS FISICO-QUIMICO  
**PROYECTO** : DE INVESTIGACIÓN "CENIZAS DE ICHU EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO DE UNA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE SUB RASANTE, CARACOTO 2022"  
**FECHA DE MUESTREO**: 11/07/2022. (por el interesado)  
**FECHA DE ANALISIS** : 12/07/2022.  
**TOTAL DE MUESTRA** : 01 MUESTRA DE CENIZA

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

**Aspecto** : Sólido

**MUESTRA 01:**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICOS:**

pH		10.86
C.E	mS/cm	24.40

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICOS:**

Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	ppm	665.00
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	ppm	4326.12
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	ppm	360.00

Puno, 20 de Julio del 2022

**Dr. Dennis Ferrnández Celisposca**  
ANALISTA DEL LAB. COMPARA DE CALIDAD DE AGUA  
ANÁLISIS, MANEJO Y MONITOREO DE AGUAS Y RESIDUOS



## Anexo 10. Coeficientes $a_{in}$ para el contraste de Shapiro-Wilks.

Modelos Lineales.

Coeficientes  $a_{in}$  para el contraste de Shapiro-Wilks

$n$	$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2		0.7071										
3		0.7071	0.0000									
4		0.6872	0.1677									
5		0.6646	0.2413	0.0000								
6		0.6431	0.2806	0.0875								
7		0.6233	0.3031	0.1401	0.0000							
8		0.6052	0.3164	0.1743	0.0561							
9		0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000						
10		0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399						
11		0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000					
12		0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303					
13		0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000				
14		0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240				
15		0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000			
16		0.5056	0.3290	0.2521	0.1988	0.1447	0.1005	0.0593	0.0196			
17		0.4968	0.3273	0.2540	0.1988	0.1524	0.1109	0.0725	0.0359	0.0000		
18		0.4886	0.3253	0.2553	0.2027	0.1587	0.1197	0.0837	0.0496	0.0163		
19		0.4808	0.3232	0.2561	0.2059	0.1641	0.1271	0.0932	0.0612	0.0303	0.0000	
20		0.4734	0.3211	0.2565	0.2085	0.1686	0.1334	0.1013	0.0711	0.0422	0.0140	
21		0.4643	0.3185	0.2578	0.2119	0.1736	0.1339	0.1092	0.0804	0.0530	0.0263	0.0000
22		0.4590	0.3156	0.2571	0.2131	0.1764	0.1443	0.1150	0.0878	0.0618	0.0368	0.0122
23		0.4542	0.3126	0.2563	0.2139	0.1787	0.1480	0.1201	0.0941	0.0696	0.0459	0.0228
24		0.4493	0.3098	0.2554	0.2145	0.1807	0.1512	0.1245	0.0997	0.0764	0.0539	0.0321
25		0.4450	0.3069	0.2543	0.2148	0.1822	0.1539	0.1283	0.1046	0.0823	0.0610	0.0403
26		0.4407	0.3043	0.2533	0.2151	0.1836	0.1563	0.1316	0.1089	0.0876	0.0672	0.0476
27		0.4366	0.3018	0.2522	0.2152	0.1848	0.1584	0.1346	0.1128	0.0923	0.0728	0.0540
28		0.4328	0.2992	0.2510	0.2151	0.1857	0.1601	0.1372	0.1162	0.0965	0.0778	0.0598
29		0.4291	0.2968	0.2499	0.2150	0.1864	0.1616	0.1395	0.1192	0.1002	0.0822	0.0650
30		0.4254	0.2944	0.2487	0.2148	0.1870	0.1630	0.1415	0.1219	0.1036	0.0862	0.0697
31		0.4220	0.2921	0.2475	0.2145	0.1874	0.1641	0.1433	0.1243	0.1066	0.0899	0.0739
32		0.4188	0.2898	0.2463	0.2141	0.1878	0.1651	0.1449	0.1265	0.1093	0.0931	0.0777
33		0.4156	0.2876	0.2451	0.2137	0.1880	0.1660	0.1463	0.1284	0.1118	0.0961	0.0812
34		0.4127	0.2854	0.2439	0.2132	0.1882	0.1667	0.1475	0.1301	0.1140	0.0988	0.0844
35		0.4096	0.2834	0.2427	0.2127	0.1883	0.1673	0.1487	0.1317	0.1160	0.1013	0.0873
36		0.4068	0.2813	0.2415	0.2121	0.1883	0.1678	0.1496	0.1331	0.1179	0.1036	0.0900
37		0.4040	0.2794	0.2403	0.2116	0.1883	0.1683	0.1505	0.1344	0.1196	0.1056	0.0924
38		0.4015	0.2774	0.2391	0.2110	0.1881	0.1686	0.1513	0.1356	0.1211	0.1075	0.0947
39		0.3989	0.2755	0.2380	0.2104	0.1880	0.1689	0.1520	0.1366	0.1225	0.1092	0.0967
40		0.3964	0.2737	0.2368	0.2098	0.1878	0.1691	0.1526	0.1376	0.1237	0.1108	0.0986
41		0.3940	0.2719	0.2357	0.2091	0.1876	0.1693	0.1531	0.1384	0.1249	0.1123	0.1004
42		0.3917	0.2701	0.2345	0.2085	0.1874	0.1694	0.1535	0.1392	0.1259	0.1136	0.1020
43		0.3894	0.2684	0.2334	0.2078	0.1871	0.1695	0.1539	0.1398	0.1269	0.1149	0.1035
44		0.3872	0.2667	0.2323	0.2072	0.1868	0.1695	0.1542	0.1405	0.1278	0.1160	0.1049
45		0.3850	0.2651	0.2313	0.2065	0.1865	0.1695	0.1545	0.1410	0.1286	0.1170	0.1062
46		0.3830	0.2635	0.2302	0.2058	0.1862	0.1695	0.1548	0.1415	0.1293	0.1180	0.1073
47		0.3808	0.2620	0.2291	0.2052	0.1859	0.1695	0.1550	0.1420	0.1300	0.1189	0.1085
48		0.3789	0.2604	0.2281	0.2045	0.1855	0.1693	0.1551	0.1423	0.1306	0.1197	0.1095
49		0.3770	0.2589	0.2271	0.2038	0.1851	0.1692	0.1553	0.1427	0.1312	0.1205	0.1105
50		0.3751	0.2574	0.2260	0.2032	0.1847	0.1691	0.1554	0.1430	0.1317	0.1212	0.1113

**Anexo 11. Niveles de significancia para el contraste de Shapiro Wilks.**

Modelos Lineales.

---

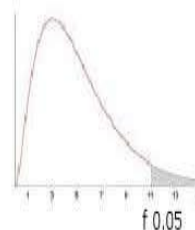
**Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilks.**

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987
16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952	0.976	0.981	0.985	0.987
17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954	0.977	0.981	0.985	0.987
18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956	0.978	0.982	0.986	0.988
19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957	0.978	0.982	0.986	0.988
20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959	0.979	0.983	0.986	0.988
21	0.873	0.888	0.908	0.923	0.960	0.980	0.983	0.987	0.989
22	0.878	0.892	0.911	0.926	0.961	0.980	0.984	0.987	0.989
23	0.881	0.895	0.914	0.928	0.962	0.981	0.984	0.987	0.989
24	0.884	0.898	0.916	0.930	0.963	0.981	0.984	0.987	0.989
25	0.888	0.901	0.918	0.931	0.964	0.981	0.985	0.988	0.989
26	0.891	0.904	0.920	0.933	0.965	0.982	0.985	0.988	0.989
27	0.894	0.906	0.923	0.935	0.965	0.982	0.985	0.988	0.990
28	0.896	0.908	0.924	0.936	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
29	0.898	0.910	0.926	0.937	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
30	0.900	0.912	0.927	0.939	0.967	0.983	0.985	0.988	0.990
31	0.902	0.914	0.929	0.940	0.967	0.983	0.986	0.988	0.990
32	0.904	0.915	0.930	0.941	0.968	0.983	0.986	0.988	0.990
33	0.906	0.917	0.931	0.942	0.968	0.983	0.986	0.989	0.990
34	0.908	0.919	0.933	0.943	0.969	0.983	0.986	0.989	0.990
35	0.910	0.920	0.934	0.944	0.969	0.984	0.986	0.989	0.990
36	0.912	0.922	0.935	0.945	0.970	0.984	0.986	0.989	0.990
37	0.914	0.924	0.936	0.946	0.970	0.984	0.987	0.989	0.990
38	0.916	0.925	0.938	0.947	0.971	0.984	0.987	0.989	0.990
39	0.917	0.927	0.939	0.948	0.971	0.984	0.987	0.989	0.991
40	0.919	0.928	0.940	0.949	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
41	0.920	0.929	0.941	0.950	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
42	0.922	0.930	0.942	0.951	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
43	0.923	0.932	0.943	0.951	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
44	0.924	0.933	0.944	0.952	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
45	0.926	0.934	0.945	0.953	0.973	0.985	0.988	0.990	0.991
46	0.927	0.935	0.945	0.953	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
47	0.928	0.936	0.946	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
48	0.929	0.937	0.947	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
49	0.929	0.937	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
50	0.930	0.938	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991

## Anexo 12. Valores críticos de la distribución f (0.05)

Cátedra: Probabilidad y Estadística  
Facultad Regional Mendoza  
UTN

Tabla D.9: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0,05)



g.d.l.	Grados de libertad del Numerador															g.d.l.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,413	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244	2,189	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235	2,179	2,133	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225	2,170	2,123	2,084	2,050	2,021	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,038	2,003	1,974	1,948	1,924	40
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,952	1,917	1,887	1,860	1,836	60
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056	1,999	1,951	1,910	1,875	1,845	1,817	1,793	80
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043	1,986	1,938	1,897	1,861	1,830	1,803	1,779	90
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,975	1,927	1,886	1,850	1,819	1,792	1,768	100
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910	1,869	1,834	1,803	1,775	1,750	120
inf.	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,789	1,752	1,720	1,692	1,666	inf.