

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Estabilización de suelos arcillosos mediante la incorporación de ceniza  
de cáscara de arroz en las vías del Km. 1.00, sector Visalot Alto de  
Bagua Grande, 2021

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Elferez Carrasco Burga

**ASESOR**

Alcibiades Bances Meza

Rioja , Perú

2024

## METADATOS COMPLEMENTARIOS

### Datos del autor

Nombres	ELFEREZ
Apellidos	CARRASCO BURGA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	48560678
Número de Orcid (opcional)	

### Datos del asesor

Nombres	ALCIBIADES
Apellidos	BANCES MEZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737
Número de Orcid (obligatorio)	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0158-3407">https://orcid.org/0000-0003-0158-3407</a>

### Datos del Jurado

#### Datos del presidente del jurado

Nombres	FELIX GERMAN
Apellidos	DELGADO RAMIREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	22264222

#### Datos del segundo miembro

Nombres	MAIQUEL
Apellidos	LOPEZ SILVA
Tipo de documento de identidad	Pasaporte
Número del documento de identidad	J448546

#### Datos del tercer miembro

Nombres	VICTOR
Apellidos	GARCES DIAZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	32860015

**Datos de la obra**

Materia*	CBR, óptimo contenido de humedad, máxima densidad, cenizas de cáscara de arroz, proctor modificado
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ACTA N° 051-2024-UCSS-FI/TPICIV**  
**SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**  
**FILIAL RIOJA: NUEVA CAJAMARCA**

**Los Olivos, 05 de marzo del 2024**

Siendo las 10:30 horas del 05 de marzo del 2024, utilizando los recursos para la videoconferencia disponibles en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

**Estabilización de suelos arcillosos mediante la incorporación de ceniza de cáscara de arroz en las vías del km. 1.00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande, 2021**

Por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

**CARRASCO BURGA, ELFEREZ**

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German

Presidente

Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel

Secretario

Mgtr. GARCÉS DÍAZ, Víctor

Miembro

Siendo las 11:55 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

**APROBADO**

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CARRASCO BURGA, ELFEREZ el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,

.....  
**Mgtr. GARCÉS DÍAZ, Víctor**  
**Miembro**

.....  
**Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel**  
**Secretario**

.....  
**Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German**  
**Presidente**

**Anexo 2**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Rioja, 18 de enero de 2024

Señor VICTOR GARCES DIAZ

Nombres y Apellidos

Jefe del Departamento de Investigación Facultad de Ingeniería UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis / informe académico/ trabajo de investigación/ trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: Estabilización de suelos arcillosos mediante la incorporación de ceniza de cáscara de arroz en las vías del km. 1.00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande, 2021, presentado por CARRASCO BURGA, ELFEREZ (código de 2014101675 y DNI 48560678) para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 2 %** (poner el valor del porcentaje).\* Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



---

BANCES MEZA, ALCIBIADES

DNI N°: 44127737

ORCID: 0000-0003-0158-3407

Facultad de Ingeniería - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## DEDICATORIA

A los que más aprecio mis queridos padres, José Euren Carrasco Cruz y Pascuala Burga Fernández, por darme la vida, por haber sido parte esencial como guía en el trayecto de mi vida, por ofrecerme confianza, afecto y perseverancia hasta en la última instancia, por instruirme a luchar por mis sueños con su ejemplo a ser una mejor persona, y manifestarme su ayuda incondicional para conseguir esta meta.

A los compañeros de sangre, Ivan Carrasco Burga, Guzmán Carrasco Burga, Orlando Carrasco Burga, Lindaura Carrasco Burga, Graciela Carrasco Burga, Diana Carrasco Burga y Veiner Euren Carrasco Burga por brindarme toda su amistad y sus buenos consejos para alcanzar mi sueño.

A mis nuevos motivos que me impulsan a dar lo mejor de mí, mi esposa Vilma Irigoin Quintana y mi engreído bebé Vilam André que me da fuerzas para no perder la fe.

Bach. Elferez Carrasco Burga

## AGRADECIMIENTO

Mi infinito agradecimiento a Dios por proveerme salud, por guiarme para ser una mejor persona y un profesional con principios y alcanzar un peldaño más en la vida, para los que más amo (progenitores) siendo siempre el presente en el trayecto de mi presencia formativa e impulsando continuamente para lograr este sueño.

A está casa de estudios, por permitirme compartir tristezas, alegrías y sobre todo los conocimientos compartidos por los docentes que nos forjaron a ser profesionales con compromiso, agradecer también al programa Beca 18 por darme una luz en la oscuridad y permitirme hacer realidad mis sueños anhelados.

Al Ing. Alcibiades Bances Meza por ser mentor primordial en este logro.

Bach. Elferez Carrasco Burga

## RESUMEN

Aunque los suelos arcillosos son ricos en elementos minerales y su contenido de materia orgánica es más estable, tienen poros pequeños y poca permeabilidad, por lo que una construcción en ese tipo de suelos demanda mucho más costo, lo que provocaría que proyectos no sean viables debido a su costo-beneficio. En base a la problemática descrita, la presente tesis tuvo por finalidad estabilizar los suelos arcillosos mediante la incorporación de ceniza de cáscara de arroz en las vías del Km. 1.00, sector Visalot Alto de Bagua Grande. Para el desarrollo de la tesis se empleó el método de análisis y la metodología fue de tipo aplicada, nivel explicativo y de diseño experimental. Se realizó la incorporación de ceniza de cáscara de arroz (CDA) en porcentajes de 0 %, 3 % y 5 %, obteniendo como resultados un índice de plasticidad de 25,26; 26,60; 30,03; un óptimo contenido de humedad de 20,43 %; 22,35 %; 24,79 % y una densidad máxima de 1,72 kg/cm<sup>3</sup>; 1,71 kg/cm<sup>3</sup>; 1,70 kg/cm<sup>3</sup> de acuerdo a la distribución del porcentaje de CDA respectivamente. Por otro lado, el valor correspondiente al 95 % de Proctor alcanzó como resultado un CBR de 3,07 %; 3,46 % y 3,99 % para cada porcentaje de CDA. Mientras que, al 100 % se adquirió como resultado CBR de 4,04 %; 4,57 % y 5,18 % para cada porcentaje de CDA. De esta manera se concluyó que, el porcentaje óptimo es el 5 % de adición de CDA dado que permite mejorar las propiedades del suelo en estudio.

Palabras clave: CBR, óptimo contenido de humedad, máxima densidad, cenizas de cáscara de arroz, Proctor modificado.



## **ABSTRACT**

Although clay soils are rich in mineral elements and their organic matter content is more stable, they have small pores and little permeability, so construction on this type of soil requires much more cost, which would make projects not viable due to its cost-benefit. Based on the problems described, the purpose of this thesis was to stabilize clay soils by incorporating rice husk ash on the roads at Km. 1.00, Visalot Alto sector of Bagua Grande. To develop the thesis, the analysis method was used and the methodology was applied, explanatory level and experimental design. Rice husk ash (CDA) was incorporated in percentages of 0%, 3 % and 5 %, resulting in a plasticity index of 25.26; 26.60; 30.03; an optimal moisture content of 20.43 %; 22.35 %; 24.79 % and a maximum density of 1.72 kg/cm<sup>3</sup>; 1.71kg/cm<sup>3</sup>; 1.70 kg/cm<sup>3</sup> according to the distribution of the percentage of CDA respectively. On the other hand, the value corresponding to 95 % Proctor achieved a CBR of 3.07 %; 3.46 % and 3.99 % for each CDA percentage. While, at 100 % the result was CBR of 4.04 %; 4.57 % and 5.18 % for each CDA percentage. In this way, it was concluded that the optimal percentage is 5 % of CDA addition since it allows improving the properties of the soil under study.

Keywords: CBR, optimal moisture content, maximum density, rice husk ash, modified Proctor.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.1.    Formulación del problema .....	4
1.1.1.    Problema principal .....	4
1.1.2.    Problemas específicos.....	4
1.2.    Objetivos de la investigación .....	4
1.2.1.    Objetivo principal .....	4
1.2.2.    Objetivos específicos .....	4
1.3.    Justificación e importancia de la investigación.....	5
1.4.    Delimitación del área de investigación .....	6
1.5.    Limitaciones de la investigación .....	7
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.    Antecedentes nacionales e internacionales .....	8
2.1.1.    Antecedentes locales.....	8
2.1.2.    Antecedentes nacionales .....	8
2.1.3.    Antecedentes internacionales.....	10
2.2.    Bases teóricas .....	12
2.2.1.    Suelos.....	12
2.2.2.    Suelos arcillosos.....	15

2.2.3.	Estabilización de suelos .....	17
2.2.4.	Cáscaras de arroz .....	19
2.2.5.	Ceniza de cáscara de arroz .....	20
2.3.	Definición de términos básicos .....	23
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....		24
3.1.	Hipótesis principal.....	24
3.2.	Hipótesis secundarias .....	24
3.3.	Operacionalización de variables.....	25
CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....		26
4.1.	Diseño de ingeniería.....	26
4.2.	Métodos y normativas utilizadas en el proyecto .....	27
4.2.1.	Métodos del proyecto.....	27
4.2.2.	Normativas utilizadas en el proyecto .....	27
4.3.	Diseño estadístico.....	28
4.4.	Técnicas y herramientas estadísticas.....	28
CAPÍTULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL.....		29
5.1.	Proyecto piloto, pruebas, ensayos, prototipos, modelamiento. ....	29
5.1.1.	Proyecto piloto .....	29
5.1.2.	Fases del desarrollo de la investigación.....	30
5.2.	Aplicación estadística.....	38
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO .....		46
6.1.	Beneficios no financieros .....	46
6.2.	Evaluación de impacto social y/o ambiental .....	47
6.3.	Evaluación económica- financiera .....	47
CAPÍTULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		48
7.1.	Resultados .....	48
7.1.1.	Propiedades físicas.....	48
7.1.2.	Propiedades mecánicas .....	57

7.1.3. Porcentaje óptimo .....	64
7.2. Discusión de resultados.....	67
7.3. Conclusiones .....	69
7.4. Recomendaciones.....	71
APÉNDICES Y ANEXOS .....	72
Fuentes de información.....	72
Apéndice .....	76
Anexos .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Macrolocalización y microlocalización.....	7
<b>Figura 2</b> Suelo arcilloso .....	16
<b>Figura 3</b> Arcilla Caolinita .....	16
<b>Figura 4</b> Arcilla Ilinita .....	17
<b>Figura 5</b> Arcilla Montmorillonita .....	17
<b>Figura 6</b> Estabilización de un suelo .....	18
<b>Figura 7</b> Cáscaras de arroz.....	20
<b>Figura 8</b> Ceniza de cáscaras de arroz post combustión .....	21
<b>Figura 9</b> Diagrama de flujo del diseño de ingeniería.....	26
<b>Figura 10</b> Ubicación satelital de Bagua grande, del lugar de estudio.....	29
<b>Figura 11</b> Fases de desarrollo de la investigación .....	30
<b>Figura 12</b> Ubicación de las calicatas.....	31
<b>Figura 13</b> Material retenido .....	32
<b>Figura 14</b> Material retenido del patrón, del 3 % CDA y 5 % CDA.....	33
<b>Figura 15</b> Ensayo de límite líquido (LL) .....	35
<b>Figura 16</b> Ensayo de límite plástico (LP) .....	35
<b>Figura 17</b> Ensayo de CBR .....	36
<b>Figura 18</b> Curado de testigos .....	37
<b>Figura 19</b> Ensayo de resistencia a compresión .....	37
<b>Figura 20</b> Granulometría (C-01).....	50
<b>Figura 21</b> Límite líquido (C-01) .....	50
<b>Figura 22</b> Límite de plasticidad (C-01).....	51
<b>Figura 23</b> Índice de plasticidad (C-01) .....	52
<b>Figura 24</b> Granulometría (C-02).....	52
<b>Figura 25</b> Límite líquido (C-02) .....	53
<b>Figura 26</b> Límite de plasticidad (C-02).....	54
<b>Figura 27</b> Índice de plasticidad (C-02) .....	54
<b>Figura 28</b> Granulometría (C-03).....	55
<b>Figura 29</b> Límite líquido (C-03) .....	56
<b>Figura 30</b> Límite de plasticidad (C-03).....	56
<b>Figura 31</b> Índice de plasticidad (C-03) .....	57
<b>Figura 32</b> Contenido de humedad C-01 .....	58
<b>Figura 33</b> Contenido de humedad C-02.....	59

<b>Figura 34</b> Contenido de humedad C-03 .....	59
<b>Figura 35</b> Densidad máxima C-01 .....	60
<b>Figura 36</b> Densidad máxima C-02 .....	60
<b>Figura 37</b> Densidad máxima C-03 .....	61
<b>Figura 38</b> CBR 95 % (C-01) .....	61
<b>Figura 39</b> CBR 95 % (C-02) .....	62
<b>Figura 40</b> CBR 95 % (C-03) .....	62
<b>Figura 41</b> CBR 100 % (C-01) .....	63
<b>Figura 42</b> CBR 95 % (C-02) .....	63
<b>Figura 43</b> CBR 95 % (C-03) .....	64
<b>Figura 44</b> Índice de plasticidad .....	64
<b>Figura 45</b> Porcentaje de óptimo contenido de humedad .....	65
<b>Figura 46</b> Porcentaje de densidad máxima .....	65
<b>Figura 47</b> Porcentaje óptimo al CBR 95 % .....	66
<b>Figura 48</b> Porcentaje óptimo al CBR 100 % .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO.....	14
<b>Tabla 2</b> Clasificación de subrasante según su C.B.R.....	15
<b>Tabla 3</b> Componentes químicos.....	19
<b>Tabla 4</b> Composición porcentual de cenizas de cáscara de arroz.....	21
<b>Tabla 5</b> Operacionalización de variables.....	25
<b>Tabla 6</b> Coordenadas UTM de las calicatas.....	31
<b>Tabla 7</b> Cantidades de granulometría.....	32
<b>Tabla 8</b> Ensayos de límite líquido (LL).....	33
<b>Tabla 9</b> Ensayo de límite plástico (LP).....	34
<b>Tabla 10</b> Clasificación SUCS Y AASHTO.....	36
<b>Tabla 11</b> Prueba de normalidad.....	39
<b>Tabla 12</b> Prueba de Kruskal - Wallis.....	39
<b>Tabla 13</b> Pruebas estadísticas.....	39
<b>Tabla 14</b> Prueba post hoc.....	40
<b>Tabla 15</b> Prueba de normalidad.....	40
<b>Tabla 16</b> Prueba anova.....	41
<b>Tabla 17</b> Prueba de normalidad.....	41
<b>Tabla 18</b> Prueba anova.....	41
<b>Tabla 19</b> Pruebas de homogeneidad de varianzas.....	42
<b>Tabla 20</b> Pruebas post hoc.....	42
<b>Tabla 21</b> Prueba de normalidad.....	43
<b>Tabla 22</b> CBR 100 %.....	43
<b>Tabla 23.</b> Prueba de normalidad de límite líquido.....	44
<b>Tabla 24</b> Prueba anova.....	44
<b>Tabla 25</b> Prueba de normalidad.....	44
<b>Tabla 26</b> Prueba anova.....	45
<b>Tabla 27</b> Prueba de normalidad.....	45
<b>Tabla 28</b> Prueba anova.....	46
<b>Tabla 29</b> Presupuesto económico.....	48
<b>Tabla 30</b> Resultados granulométricos del CDA.....	49
<b>Tabla 31</b> Clasificación de SUCS y AASHTO (C-1).....	52
<b>Tabla 32</b> Clasificación de SUCS y AASHTO (C-2).....	55

**Tabla 33** Clasificación de SUCS y AASHTO (C-03).....57



## INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años, se ha elevado la iniciativa e innovación de tecnologías o procesos que admita el progreso de las condiciones de suelos. Las cuales están basadas en una estabilización, por lo que, tras la aplicación de estas propuestas se logra obtener excelentes resultados con fines de construcción de una futura infraestructura vial o edificación (Shengyan et al., 2019). Y así, nace la iniciativa a nivel mundial en la búsqueda de métodos y materiales innovadores en la construcción.

Además de estas condiciones desfavorables de un suelo, también existe otra alarmante problemática que viene en crecimiento anualmente, como lo es el incremento de residuos sólidos. Se estima que, existe un total de 1,3 billones de toneladas de desperdicios cada año y que para el año 2025 alcanza un incremento de más de 2,2 billones de toneladas (Jijo y Kasinatha, 2018). Dentro de esta cantidad de residuos considerable, podemos encontrar a uno de los residuos denominado ceniza de cáscaras de arroz proveniente de empresas agroindustriales.

Asimismo, Jittin et al. (2020) afirman que: “En países asiáticos y otros, son considerados como países principales en el cultivo de arroz, puesto a que se ha generado un aumento de sus producciones en 2,9 millones de toneladas a lo largo del 2017 a nivel mundial” .Siendo estas cáscaras de arroz, aquel residuo agroindustrial que con sus cubiertas exteriores cuentan con mínimos valores nutricionales, llegando a ser eliminadas en los periodos de procesamientos del arroz y para la reducción de su volumen es incinerada.

Colombia, tiene como uno de sus principales medios de transportes a la carretera. Por tanto, la necesidad de contar con infraestructuras viales incrementa, por ende, genera la gran demanda de obtener la mejor calidad en materiales. Ante dicha situación, surgen nuevas alternativas constructivas, dentro de las cuales destaca las estabilizaciones de suelo en

condiciones desfavorables con la incorporación de cal, cemento, asfalto, y materiales orgánicos e inorgánicos (Alarcón et al., 2020).

Mientras que, en Brasil, existe todavía una brecha significativa en sus vías de comunicación al ser vías no pavimentadas, y aquellas que dejan de prestar el servicio de transporte de manera óptima debido a la falta de mantenimiento por sus elevados costos o trabajo ineficiente debido a la participación de profesionales no especialistas y/o aplicación de la tecnología o proceso de estabilización equivocada (Fonseca et al., 2020).

El Perú, es un país que llega a caracterizarse por ser uno de los más ricos en producción de arroz, logrando 507 mil toneladas, teniendo un aumento en 95,200 % a comparación del volumen alcanzado durante el 2017 (INEI, 2018). Por lo que, se puede determinar que, así como es rico en la producción de este cereal, trae consigo desventajas en cuanto a la generación de residuos. La cual incrementa proporcionalmente a su producción, este residuo agroindustrial como la cáscara de arroz no es eliminada a botaderos sin antes un proceso de incineración para la reducción de su volumen y fácil transporte.

Por ello, Cury et al. (2017) logran afirmar que al hacer uso de ceniza de *Oryza Sativa*, además de generar una reducción del volumen de estos residuos agroindustriales luego de realizar los procesos de incineraciones de las cascarillas de arroz. También logra, generar la búsqueda de soluciones a raíz del aumento de las disposiciones finales de este tipo de ceniza. Al generarse que estas mismas, sean aprovechadas con la finalidad de alcanzar mejoras de demás componentes constructivos.

Asimismo, el problema de los suelos de tipo arcilloso, que son tipos de suelos con partículas muy finas con la capacidad de retener agua y así expandirse, provocando así una separación del suelo con alguna estructura existente, este problema puede evitarse optando por otro lugar para construcciones, eliminando dicho suelo o incluso mediante el reemplazo por material de préstamo que llegue a encontrarse en mejores circunstancias (Requejo,

2020). El contenido de arcilla del suelo incluye material particulado con partículas minerales, el cual está estrechamente relacionado con la aireación, la crecida de las capacidades de intercambio catiónico, retención de agua y trabajabilidad del suelo, los suelos arcillosos tienen una unión más fuerte que los suelos arenosos, evitando así el estado estructural flojo de los suelos arenosos. Además, los suelos arcillosos son ricos en elementos minerales y su contenido de materia orgánica es más estable. Aunque, los suelos arcillosos tienen poros pequeños y poca permeabilidad. Sin embargo, no es lo más ideal en la construcción, ya que, demanda mucho más costo, lo que provocaría que proyectos no sean viables debido a su costo-beneficio.

De esta manera nace la iniciativa en este estudio buscar una optimización de un suelo de tipo arcilloso por medio de la añadidura de ceniza de cáscaras de arroz en las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande. Producto que Perú tiene alto índice de producción de arroz, genera cada vez mayor cantidad de residuos de ello. Lo cual, es eliminado mediante su incineración y depositado en botaderos, que no pasan su correcto tratamiento. Por lo que, esta propuesta se considera una alternativa viable de estabilización, que no solo llega a tener por finalidad alcanzar mejoras en las propiedades de tipo mecánica de un suelo arcilloso. Sino también, por ser considerada una propuesta ecológica, amigable con el medio ambiente al reutilizar estos residuos agroindustriales. Asimismo, al contar con altos contenidos de arcillas en un suelo, resulta ser una condición desfavorable, al evidenciar una resistencia baja en su capacidad de soporte, no apto para la construcción. Por ello, esta propuesta permite beneficiar diversos sectores, generando un gran impacto positivo tanto económico, social, ambiental y técnico.

## **CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Formulación del problema**

#### **1.1.1. Problema principal**

¿De qué manera las cenizas de cáscara de arroz influyen en la estabilización de los suelos arcillosos de las vías del km. 1,00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande?

#### **1.1.2. Problemas específicos**

¿De qué manera las cenizas de cáscara de arroz influyen en las propiedades físicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande?

¿De qué manera las cenizas de cáscara de arroz influyen en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande?

¿De qué manera determinar el porcentaje óptimo de adición de cenizas de cáscara de arroz en suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande?

### **1.2. Objetivos de la investigación**

#### **1.2.1. Objetivo principal**

Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en la estabilización de los suelos arcillosos de las vías del km. 1,00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande.

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

1. Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en las propiedades físicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.
2. Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.
3. Determinar el porcentaje óptimo de adición de ceniza de cáscara de arroz en suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.

### 1.3. Justificación e importancia de la investigación

Se considera importante para el estudio, debido a que, al considerar CDA en los suelos de tipo arcilloso, se quiere realizar la evaluación de cómo reacciona el suelo en condición desfavorable al incorporar estos componentes, alcanzar óptimos resultados en sus propiedades de tipo mecánica del suelo de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande. A raíz de esto, llega a considerarse que el estudio llega a tener por propósito ofrecer una nueva metodología para estabilización con distintas particularidades, al igual que el de ofrecer óptimas condiciones al suelo con el fin de convertirlo apto para los procesos constructivos.

**Teórica:** Permite tener conocimiento sobre el uso de nuevos porcentajes de cenizas de cáscara de arroz en la estabilización de suelos, asimismo el uso de las normativas para poder elaborar los ensayos correspondientes y así determinar el tipo de suelo y sus propiedades mecánicas.

**Metodológica:** Esta investigación llega a justificarse en este aspecto, puesto que, se realizará una propuesta innovadora mediante el cumplimiento de todas las consideraciones metodológicas, basándose de investigaciones existentes con sustento, desde, tesis, normativas y artículos científicos que se convierten en guía principal para el desarrollo de la presente.

**Práctica:** En este aspecto, la investigación se caracteriza porque, sus resultados obtenidos servirán para cambiar una realidad en el ámbito de la construcción, específicamente en vías, permitiendo así brindar una propuesta innovadora de estabilización que no solo cuenta con sustento técnico, sino también ambiental y económico.

**Social:** Esta investigación tiene un gran impacto, ya que, busca brindar alternativas de solución puesto a que la sociedad necesita tener en sí un tipo de suelo para realizar la construcción que habitualmente realizan, de igual forma ofrecer una alternativa para

estabilizar con un residuo agroindustrial, convirtiéndolos de cierta manera como una metodología de estabilización para ser empleado por la mayoría de los usuarios.

**Ambiental:** Las adiciones de estos estabilizadores de suelo, no sólo tiene una secuela positiva en las propiedades de los suelos, dado que también se generan beneficios ambientales, causada por la reutilización de esta CDA al ser un residuo agroindustrial que genera impactos negativos en el entorno y que de cierta manera produce óptimas funciones al ofrecer excelentes propiedades de tipo mecánica al suelo arcilloso de cada vía del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.

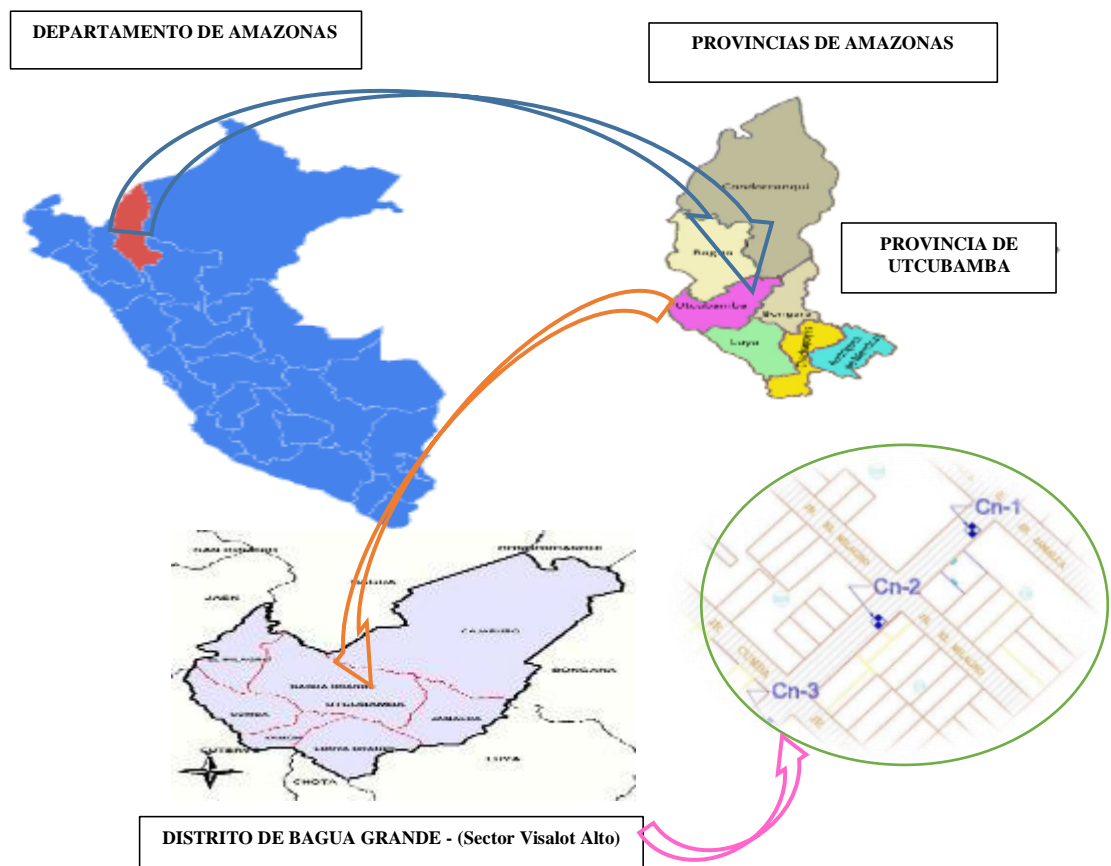
**Económica:** Respecto a la economía, este estudio, aporta un método de estabilización viable de bajo costo, por medio de la manipulación de un residuo agroindustrial como CDA, en reemplazo de otros aditivos que son fabricados y cuentan con un costo significativo.

#### **1.4. Delimitación del área de investigación**

La presente investigación delimita su área de estudio a 10 cuadras del Sector Visalot Alto de Bagua Grande conformadas por 4 cuadras Jr. Andrés Avelino Cáceres, 2 cuadras Jr. Cumba, a 2 cuadras de Jr. El Milagro y 2 cuadras de Jr. Jamalca, en las cuales se evidencia notablemente la presencia de suelos arcillosos.

**Figura 1.**

*Macrolocalización y microlocalización*



### 1.5. Limitaciones de la investigación

Se planifica, los ensayos básicos y fundamentales para un suelo, como Proctor modificados, límite de Atterberg, contenidos de humedad, granulometrías y CBR, siendo este último, aquel que permite demostrar el mejoramiento de sus propiedades y/o estabilización.

Existe poca información de estabilizaciones de suelos de tipo arcilloso con añadidura de CDA planteada en vías de Bagua Grande.

No se considera brindar detalles del proceso constructivo durante la aplicación de CDA a fin de lograr las estabilizaciones. Solo se demostrará la eficiencia en muestras representativas de suelo extraídos del lugar a estudiar.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes nacionales e internacionales**

#### **2.1.1. Antecedentes locales**

Díaz (2019) en su investigación titulada “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas”. Tuvo como propósito realizar un análisis el uso de cenizas de cáscara de arroz permite mejorar las propiedades de la subrasante en el lugar de estudio. La metodología es de tipo aplicado, de nivel explicativo y de diseño experimental, utilizando mezclas con CDA de 10,00 %, 15,00 %, 20,00 %, 25,00 % y 100 % las cuales fueron analizadas mediante diferentes ensayos de: Granulometría, Límites de Consistencia y CBR. En donde obtuvo como resultado que el CBR AL 100 % incrementa con la adición del 20,00 % de cenizas de arroz a un 15,20 % y el óptimo contenido de humedad disminuyo en un 8,10 %. Concluye que el uso de cenizas de cáscara de arroz permite mejorar las propiedades físico mecánicas de la subrasante para estabilizarla.

#### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

López (2021) por medio del estudio denominado “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba - departamento de San Martín”. Tuvo como fin estabilizar suelos de tipo arcilloso al aplicar CDA mejorando las subrasantes en Moyobamba, bajo una metodología experimental, donde se obtuvo según SUCS un suelo de arcillas de altas plasticidades (CH) y según AASHTO un suelo «A-7-6» (20), utilizando mezclas con CDA de 15,00 %, 10,00 % y 5,00 % las cuales fueron analizadas mediante ensayos de: Granulometría, Límites de Consistencia, Proctor y CBR Teniendo por resultados que, el ensayo de CBR la resistencia obtenida al 95,00 % de la Máxima Densidad Seca (MDS) del suelo virgen fue de 3,960 %, al añadir 5,00 % de C.C.A. su resistencia fue de 6,900 %, con 10,00 % de C.C.A. fue de



9,600 % y para el 15,00 % de C.C.A. fue de 10,500 %. Concluyendo que, la manipulación de CDA como estabilizantes para suelos de tipo arcilloso ofrece resultados idóneos.

Cajaleon y Mondragón (2018) por medio de su estudio denominado “Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018” , asumieron por propósito determinar si la manipulación de CDA logra la estabilización de los suelos de tipo arcilloso en las subrasantes del kilómetro+ 17 Pimpingos, Choros, provincia de Chota, Cajamarca; bajo una metodología experimental, siendo el kilómetro en mención la ubicación de mayor riesgo para estabilizaciones, por lo que se realizaron pruebas de laboratorio: Análisis de granulometrías, Límite de Consistencias, Proctor Modificados y Valores de Soportes de California. Teniendo resultados como, la adición de 10,00 % y 15,00 % de cenizas logra obtener un 8,50 % y 10,30 % de C.B.R. al clasificarlo como suelos regulares a fin de ser empleados en subrasantes; para el suelo arcilloso fue de tipo Arcilla de baja plasticidad (CL) con límites líquidos de 25,00 %, límites plásticos de 12 %, índices de plasticidades de 13 %, finalmente máximas densidades secas de  $2,006 \text{ g/cm}^3$  y óptimos contenidos de humedad de 9,40 %. Concluyendo que, al usar CDA mejora y hace favorable la subrasante.

Castro (2017) en su investigación titulada “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante”, tuvo como objetivo desarrollar una metodología alternativa a fin de estabilizar el suelo al hacer uso de residuos agrícolas como las CDA aplicándolos a nivel de subrasantes en suelos de bajas capacidades portante, bajo una metodología experimental realizándose cada ensayo en laboratorio de las características de tipo química, mecánica y física de los componentes obtenidos. Para ello se realizó mezclas del suelo con CDA con variadas dosificaciones, de igual manera llegaron a realizar mezclas de suelos arcillosos, CDA y cales con el propósito de producir un incremento en la mejora de las propiedades. Teniendo como resultados que, se logró

incrementar el CBR de 5 % a 19,4 % para suelos de tipo arcilloso y CDA con 20 % de adición; las resistencias a la compresión no confinadas llegó a aumentar en  $6,910 \text{ kg/cm}^2$  a  $8,770 \text{ kg/cm}^2$ , de igual manera las combinaciones de suelos arcillosos con 20,00 % de CDA y las resistencias a la compresión no confinadas para las combinaciones de suelos arcillosos con 10,00 % de CDA y cales llegó a aumentar en  $6,910 \text{ kg/cm}^2$  a  $9,960 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo que, el uso de las CDA por medio de estabilizador de suelos en proyectos de pavimentación ofrece mejores efectos llegando a ser muy propicios a la estructura.

### **2.1.3. Antecedentes internacionales**

En África se tuvo a Sani et al. (2020), en su investigación titulada “Effect of rice husk ash admixed with treated sisal fibre on properties of lateritic soil as a road construction material”, tuvieron como fin ver los efectos de CDA al mezclarlas con fibras de sisal tratadas sobre cada propiedad de los suelos lateríticos como compuestos constructivos para carretera, bajo una metodología experimental en el cual el tratamiento del suelo se realizó con Cascarrillas De Arroz (CDA) y Fibra De Sisal (Sisal Fibre (SF)) en dosificaciones de 0, 2, 4, 6, 8 % y 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 % por peso seco de los suelos, respectivamente. Por resultados tuvieron pruebas en laboratorio demostraron que la Densidad Seca Máxima (Maximum Dry Density (MDD)) se redujo de 1.850 para suelos naturales a  $1,730 \text{ mg/m}^3$  al 0 % de contenidos de CDA/1 % de SF. El Contenido de Humedad Óptimo (Optimum Moisture Content (OMC)) aumentó del 18 % para el suelo natural al 26,5 % con un contenido de 6 % CDA / 1 % SF. La Resistencia a la Compresión no Confinada (Unconfined Compressive Strength (UCS)) aumentó de  $100,57 \text{ kN/m}^2$  para el suelo natural a  $139,38 \text{ kN/m}^2$  al 0 % de contenido de CDA / 0,250 % de SF por pesos secos del suelo. Concluyendo que, para usar como material de base en carreteras con bajo tráfico se debe utilizar una mezcla óptima de 6 % de CDA / 0,75 % de contenido de SF por pesos secos del suelo, la cual cumplió con los valores mínimos reglamentarios.

Otro caso se tuvo a Brahmachary et al. (2019), en su investigación titulada “Impact of Rice Husk Ash(Cascarilla De Arroz (RHA)) and nylon fiber on the bearing capacity of organic soil”, tuvieron por propósito investigar cómo llegan a impactar la cascarilla de arroz y la fibra de nailon en cada propiedad de resistencia del suelo orgánico, bajo una metodología experimental, realizándose pruebas de CBR empapado y no empapado de compactación Proctor Estándar, Resistencias a la compresión no confinadas (UCS) en cada muestra de suelos reemplazadas parcialmente por CDA con dosis de 0 %, 5 %, 10 %, 15 %. Teniendo como resultados que, aumentan los contenidos óptimos de humedad y un decrecimiento en las densidades máximas de secado. Concluyendo que, esta técnica es muy eficaz para generar una optimización de cada propiedad de resistencia del suelo orgánico.

Asimismo, Silvestre (2018) en su investigación titulada “Análisis comparativo de los efectos del agua de mar y de cal en la estabilización de suelos arcillosos en calles que conforman el barrio 2 de noviembre de la comuna Engabao perteneciente al cantón Playas provincia del Guayas” , tuvo como propósito realizar una evaluación de cada resultado de las capacidades de soportes de suelos por medio de la prueba CBR entre cada muestra de suelo estabilizado con agua de los mares, para después emplearlos con cales hidratadas por medio de diversas cantidades a fin de conocer cuál es la solución más idónea en base a criterios de calidad de las capas de subrasantes, al evitar las deformaciones en la vía, bajo una metodología experimental. Teniendo como resultados que, el suelo natural fue tipo arcilloso plástico con un CBR de 8,55 % muy bajo para ser empleado como capa de subrasante, con la muestra modificada con agua de los mares tampoco llegó a cumplir, la muestra con cales hidratadas y de agua de los mares presentó una optimización considerable en su límite de consistencias obteniendo clasificaciones más importantes. Concluyendo que, las muestras estabilizadas con cales al 7,00 % con CBR de 18,050 % llegó a ser mejor al cumplir con los parámetros de calidad para capas subrasantes, lo cual indica que para suelos

de CBR 11,00 a 19,00 % se caracterizó como subrasantes de calidad buenas, mejorando sus límites de consistencia, reduciendo su plasticidad comparada con el suelo natural.

Por otra parte, en Asia, se tiene a Behak (2018), en su investigación titulada “Soil stabilization with rice husk ash”, tuvo por propósito efectuar un estudio sobre los efectos de CDA para estabilización sobre el índice y características de ingeniería de suelos problemáticos, bajo una metodología experimental, utilizando varias proporciones de CDA (5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % y 80 % para ser ensayadas en laboratorio. Teniendo como resultados que, el límite líquido en suelos aluviales, llegó a tener un decrecimiento de 59,00 % a 19,20 % considerando la misma cantidad de añadidura de CDA. El límite de contracción de los suelos llegó a tener un aumento de 23,7 % y 24,2 % respectivamente para suelo aluvial y suelo arcilloso desde el 12 % inicialmente para suelo virgen. Los contenidos de humedad óptimos, disminuyeron abruptamente con % de CDA 17,8 % a 13,25 %. Los contenidos de humedad óptimo, disminuyó abruptamente con un 80 % de CDA para suelos arcillosos de 17,89 % a 13,25 % y la densidad seca máxima aumentó de 16,39 kN / m<sup>3</sup> hasta 19,5 kN/m<sup>3</sup> y los valores de CBR sin humedad en los casos de las adiciones de CDA a los suelos arcillosos llegó a incrementar de 3,20 % a 9,30 % y los valores de CBR empapado de 2,40 % a 4,40 %. Concluyendo que, conforme aumenta la añadidura de CDA se obtienen mejores resultados en la estabilización de suelos de tipo arcilloso.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Suelos**

Son considerados capas sobre las superficies de la tierra provenientes de las desintegraciones de roca o alteraciones químicas, físicas debido a las variadas labores de los usuarios sobre este mismo (Crespo, 2004).

Asimismo, Juárez y Rico (2005) determinan que el suelo que se emplea para una obra, iniciando con los rellenos de desperdicios hasta areniscas en parte cementadas o lutita suave, considerando de gran importancia el agua contenida en este material, debido que cumple un rol fundamental, influenciando directamente en la forma cómo se comporta mecánicamente los suelos, considerando parte del mismo suelo.

Según Cañar (2017) los suelos llegan a ser producidos por medio de las meteorizaciones de la roca; en otro término, las descomposiciones físicas y químicas de las mismas brinda a la superficie el suelo.

#### **2.2.1.1. Propiedades**

##### ***Granulometría***

Esta llega a representar las distribuciones de diversas dimensiones que presenta cada agregado por medio de correctos tamizados, generando la estimación de cada propiedad del suelo que requiera un estudio (Rocci, 2012).

##### ***Humedad***

Hace referencia a una de las propiedades importantes del suelo; pues, las resistencias de las subrasantes, especialmente del fino, llega a asociarse con la propiedad de densidades y humedades de los mismos.

##### ***Plasticidad***

Hace referencia a una de las propiedades representativas de la estabilidad del suelo hasta ciertos límites de humedad sin lograr generar su degradación, dado esto, llega a depender del elemento fino (MTC, 2018).

#### **2.2.1.2. Clasificación de suelos**

Según el Ministerio de transportes y comunicaciones (2018) se logra generar una asociación del suelo por medio de 2 tipos de clasificación las cuales son SUCS y AASHTO,

llegan a ser factible conocer las estimaciones con aproximaciones suficientes de los comportamientos del suelo, sus granulometrías, plasticidades e índices de grupos.

**Tabla 1**

*Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO*

<b>Clasificación de suelos AASHTO</b>	<b>Clasificación de suelos SUCS</b>
A-1-a	GW, GP, GV, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

*Nota.* Tomado de MTC (2018)

***California Bearing Ratio***

Por medio del presente ensayo logra representarse las resistencias de los suelos o valores soportes referidos al 95,00 % de las Máximas Densidades Secas (MDS) y a penetraciones por cargas a 0,254 cm (MTC, 2018).

Continuando con ello, llega a visualizarse cada categoría respecto a las subrasantes con los valores CBR que llegan a obtenerse.

**Tabla 2***Clasificación de subrasante según su C.B.R*

<b>C.B.R</b>	<b>Clasificación de suelos (subrasantes)</b>
CBR mayor o igual que 30,0 %	S5: Excelentes
CBR mayor o igual que 20,0 % CBR menor que 30,0 %	S4: Muy buenas
CBR mayor o igual que 10,0 % CBR menor que 20,0 %	S3: Buenas
CBR mayor o igual que 6,0 % CBR menor que 10,0 %	S2: Regulares
CBR mayor o igual que 3,0 % CBR menor que 6,0 %	S1: Pobres
C.B.R menor que 3,0 %	S0: Inadecuadas

*Nota.* Tomado de MTC (2018)

### **2.2.2. Suelos arcillosos**

Este tipo de suelo son originados por rocas sedimentarias, los cuales poseen propiedades expansivas ya que están a disposición de la humedad y también a los procesos de meteorizaciones por que fueron formadas. Su nivel de material hallado va depender en las proporciones de mineral arcilloso afectando en los cambios de volumen por presentar partículas sumamente pequeñas (Cajaleon y Mondragon, 2018). Estas arcillas llegan a estar conformadas por silicato de aluminios hidratados y en demás casos se evidencia la existencia de magnesio, hierros, y demás compuestos. Materiales muy finos, con partículas muy pequeñas menores de 0,002 mm de tamaño (Castro, 2017).

La arcilla, considerado como uno de los materiales activos e indispensables de los suelos, las cuales si llegan a tener contacto con el agua genera que estos componentes lleguen a ser amasados al tener por comportamiento plástico llegando a que estos mismo cohesionan al resto de cada partícula inerte de los suelos al formar lo que se denomina barro; dado a que estos mismo al secarse llegan a adquirir resistencias secas convirtiéndose directamente en materiales constructivos.

## Figura 2

### *Suelo arcilloso*



*Nota.* Imagen demostrativa de un suelo arcilloso.

### **2.2.2.1. Clasificación de las arcillas**

Para Castro (2017) una clasificación concreta sobre las arcillas según el mineral que presentan en su composición, son:

Caolinitas: Este tipo de arcilla llegan a ser demasiado estables en base a su estructura inexpandible, su coalición entre partículas llega a ser demasiado fuerte oponiendo directamente que ingrese el agua, logrando que no se expanda o se hinche cuando es saturado.

## Figura 3

### *Arcilla Caolinita*



*Nota.* Imagen demostrativa de una arcilla caolinita.

Ilinitas: Esta clasificación posee fricción interna, en su interior llega a formarse grumos de materiales que originan reducciones de las áreas expuestas al agua, limitándose a



expandirse. Sin embargo, los hinchamientos o expansiones llegan a ser superiores a la caolinita, aunque inferior a la montmorillonita.

#### **Figura 4**

*Arcilla Ilinita*



*Nota.* Imagen demostrativa de una arcilla Ilita.

Montmorillonitas: Arcillas, posee similar estructura que las ilitas, pese a ello son las más débiles, por lo que resultan inestables sobre todo ante el agua. Estas partículas de agua generan aumento de volumen de cristales traducidos en una expansión del suelo.

#### **Figura 5**

*Arcilla Montmorillonita*



*Nota.* Imagen demostrativa de una arcilla montmorillonita.

### **2.2.3. Estabilización de suelos**

Este mismo llega a denominarse al proceso que son sometidos los suelos naturales para presentar un tratamiento, manipulación de sus características y propiedades de este

mismo, buscando su mejoramiento, obteniendo así un material estable. Se determina que este proceso se realiza para brindarle al suelo natural mejores resistencias al terreno, reduciendo a su vez su plasticidad del mismo (Nuñez, 2011).

Las estabilizaciones de suelo llegan a ser aquel proceso que consta en la optimización del comportamiento esfuerzo-deformación de un suelo, dicho de otro modo, la estabilización de los suelos se basa en generar una modificación de cada propiedad de los materiales existentes a fin de que pueda cumplir con los parámetros deseados. De esta manera, López (2018) detalla los diferentes tipos de estabilización, los cuales se diferencian de acuerdo a las acciones que sea acorde a la superficie terrestre a trabajar.

Física: cuando los estabilizantes adheridos llegan a proporcionar optimizaciones en las propiedades de tipo física de la tierra.

Química: al momento que el estabilizante añadido varía las estructuras granulares, confiriéndole cohesión y reducción significativa de las plasticidades.

Mecánica: cuando el estabilizante incrementa las capacidades de los materiales, siendo el método de mayor eficacia en las mezclas de acuerdo con las granulometrías, grados de compactaciones y grados de humedad, ya que en su mayoría llegan a lograrse por las compactaciones de cada componente.

## **Figura 6**

### *Estabilización de un suelo*



*Nota.* Imagen demostrativa del proceso de estabilización de un suelo

#### 2.2.4. Cáscaras de arroz

Llega a ser uno de los principales residuos orgánicos al producirse el grano agrícola, representando el 20,00 % de la producción en la industria del arroz. Se presenta como un desecho agroindustrial natural, es la cubierta protectora dura que rodea el grano de arroz, que se elimina durante el proceso de molienda, asimismo es un material de desecho ampliamente disponible en todos los países productores de este producto. Poseen origen en la cosecha de cultivos de arroz, siendo un tejido vegetal conformado por sílices y celulosa; pese a ello, se han realizado diferentes estudios en los que este material es incluido en el proceso de reciclado, uno de ellos es producto de la incineración controlada generando ceniza de cascarillas de arroz, transformándose en nuevos materiales con elevada composición de sílices y propiedades puzolánicas que, al tener gran disponibilidad en el mundo, se llegó a convertir en un sustituto (Cajaleon y Mondragon, 2018).

**Tabla 3**

*Componentes químicos*

<b>Cascarilla de arroz</b>	
<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Componentes</b>
17,800	Cenizas
0,100	Azufre
37,200	Oxígeno
0,600	Nitrógeno
5,200	Hidrógeno
39,100	Carbono

*Nota.* Tomado de Varón (2005)

## **Figura 7**

### *Cáscaras de arroz*



*Nota.* Imagen de un conjunto de cáscaras de arroz

#### **2.2.5. Ceniza de cáscara de arroz**

Las cenizas de cáscaras de arroz son desechos orgánicos las cuales en su mayoría solo son desechos sin manipulación alguna. Que se llegó a desarrollar años atrás por medio de agregados en diversas estructuras en construcciones en general; siendo obtenido de la quema de la cáscara de arroz, resultando positiva y beneficiosa en gran parte de las estructuras. Está formada por una epidermis externa de células altamente solidificadas, seguida de fibras esclerenquimáticas o hipodérmicas, que contienen paredes celulares lignificadas, células de parénquima esponjoso y una epidermis interna de células isodiamétricas. Siendo un estabilizador de arcilla expandida de tecnología verde, asequible y económico, el cual debido a cada característica morfológica similar a la de arcillas logran hacerla fácil de emplear estos materiales como sustitutos en diversos % de pesos de muestras, logrando reducir los hinchamientos y aumento de las resistencias (Hidalgo y Saavedra, 2020).

Según Varón (2005) muestra una tabla donde se explica detalladamente cada una de las composiciones de CDA y con su respectivo porcentaje, viéndose a continuación:

**Tabla 4**

*Composición porcentual de cenizas de cáscara de arroz*

CDA	
Componentes	Porcentaje (%)
SO <sub>3</sub> (Sulfato)	0,56
Na <sub>2</sub> O (Óxidos de Sodio)	0,78
K <sub>2</sub> O (Óxidos de Potasio)	1,10
MgO (Óxidos de Magnesio)	0,23
CaO (Óxidos de Calcio)	0,25
(SiO) <sub>2</sub> (Ceniza de Sílice)	94,5

*Nota.* Tomado de Varón (2005)

A continuación, se podrá visualizar una imagen representativa de las cenizas de este residuo agroindustrial.

**Figura 8**

*Ceniza de cáscaras de arroz post combustión*



*Nota.* Habiendo pasado previamente por el proceso de combustión la CDA.

#### **2.2.5.1. Proceso de obtención de CDA**

Según Ojeda et al. (2018) se llegan a obtenerse por las transformaciones de la CDA. Mediante la etapa de remoción de los granos cosechados y secos, la cáscara, tegumento a fin

de generar la producción de arroz blanco o pulidos con mínimos granos quebrados y de impurezas finales. Para ello se siguen etapas mencionadas a continuación:

Recepción: el arroz llega en sacos de 50 kilogramos de material yute.

Inspección: llega a realizarse los controles de humedad y los porcentajes de impureza.

Secados: proceso que toma tiempo. Cuando es lento, origina apariciones de microorganismo por los contenidos de humedad; y cuando es rápido, llega a corregirse los riesgos que los granos de arroz sufran algún daño por exceso de calor. Lo conveniente es realizarlo a través de máquinas ya que se evita granos resquebrajados o agrietamientos en ellos.

Almacenaje: Debe mantenerse bajo cierta condición de temperatura de 17°C a 18°C y humedades de 65% a 70% recomendada. Reduciendo las degradaciones de los granos y tiempo largo para respectivos almacenamientos.

Descascarados: el arroz sin impureza se traslada por medio de elevadores hacia las máquinas descascaradoras.

Separaciones: se separa en tres grupos el grano: paddy (arroz con cáscaras), paddy con granos de tipo moreno y granos descascarados morenos; para ello primeramente pasa a la descascaradora nuevamente y al final logra pasar por la pulidora.

Blanqueados y pulidos: el grano moreno es removido del tegumento (capas finas grasas de colores grisáceos, platas y en ciertas ocasiones rojos), los embriones del arroz y partículas de harinas que llega a adherirse a los granos le brindan aspectos brillosos y lisos.

Ensacados y almacenajes: el arroz que llega a pilar, son comercializados a granel o por envase, en sacos de 50 kg cocidos y colocados en almacén. Por otro lado, las cáscaras de arroz llegan a separarse del pilado formando montes al lado de los molinos, ocasionando problemas por la aglomeración de estas. Usualmente, las cáscaras de arroz llegan a quemarse

en pampas, en tal sentido, a cielo abierto o en horno, como producto se tiene la ceniza de cáscaras de arroz.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Adición:** Sustancias que se añaden a diferentes compuestos a fin de obtener mejoras en sus características, asimismo llega a denominarse por las preparaciones de diferentes elementos (Construmática).

**Ceniza de cáscara de arroz:** La CDA son desechos orgánicos siendo obtenidos al quemar la cascarilla de arroz, resultando positiva y beneficiosa en gran parte de las estructuras (Castro, 2017).

**Estabilización:** Modificación o alteración de cada propiedad de los materiales a fin de que pueda dar cumplimiento con los parámetros deseados (Hidalgo y Saavedra, 2020).

**Suelos arcillosos:** Tipo de suelo originados por rocas sedimentarias, que poseen propiedades de tipo expansiva por la exposición a la humedad y al periodo de meteorizaciones por que fueron formadas (Cajaleon y Mondragon, 2018).

**Vías o carreteras:** Está definida como un camino para el tránsito vehicular motorizado liviano y pesado, cuyas características geométricas deben dar cumplimiento a las normativas estipuladas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y sobre todo va depender del tipo de carretera a ejecutarse (MTC, 2018).

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Hipótesis principal

Las cenizas de cáscara de arroz influyen positivamente en la estabilización de los suelos arcillosos en las vías del km 1,00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande.

### 3.2. Hipótesis secundarias

Las cenizas de cáscara de arroz no influyen en las propiedades físicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.

Las cenizas de cáscara de arroz influyen en las propiedades mecánicas, incrementando su CBR de suelos arcillosos en un 25 % en las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.

El porcentaje óptimo de adición de cenizas de cáscara de arroz será de 3 % en suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.

- **Variable Independiente:** Ceniza de cáscara de arroz

Dimensiones: Porcentaje de adición.

Indicadores: 3 %, 5 %

- **Variable Dependiente:** Suelos arcillosos

Dimensiones: Propiedades físicas y mecánicas

Indicadores: Granulometría, óptimo contenido de humedad, límites de consistencia, máxima densidad seca, C.B.R.



### 3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 5**

*Operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definiciones conceptuales</b>	<b>Definiciones operacionales</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escalas</b>
<b>Variable independiente</b> Ceniza de cáscara de arroz	Es un desecho orgánico y agroindustrial, la cual presenta un alto contenido de sílice (Anjani et al., 2017).	La ceniza de cáscara de arroz se mediará de acuerdo al porcentaje de adición, con porcentajes del 3% y 5%.	Porcentaje de adición	3 %  5 %	Ordinal
<b>Variable dependiente:</b> Suelos arcillosos	Tipo de suelos que contienen partículas muy finas, no drenan, son pesados y no presentan buenas propiedades para la construcción (Cajaleon y Mondragon, 2018).	Los suelos arcillosos presentan propiedades físicas, las cuales se medirán con la máxima densidad seca, límites de consistencia y granulometría; a su vez presentan propiedades mecánicas las cuales se medirán de acuerdo al óptimo contenido de humedad y CBR	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	Máxima Densidad Seca Límites de consistencia Granulometría óptimo Contenido de humedad C.B. R	Razón  Razón

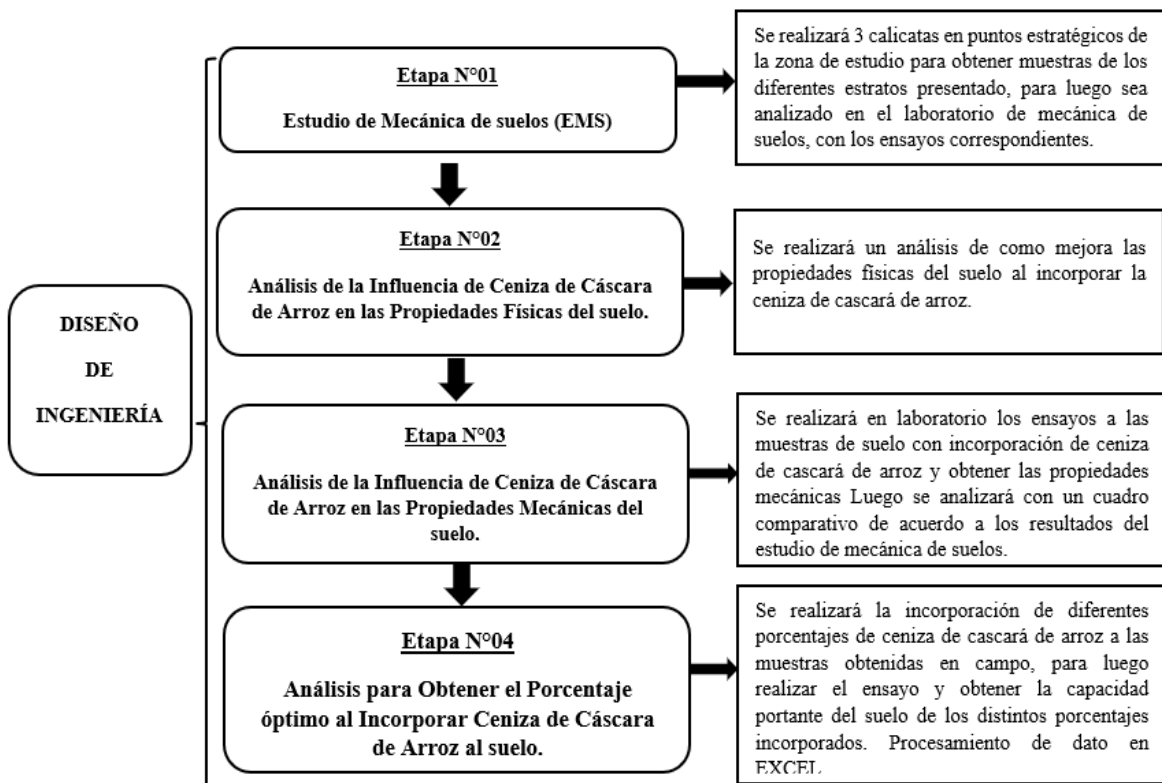
## CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Diseño de ingeniería

El diseño de ingeniería planteado en este proyecto de investigación que tiene como nombre: Estabilización de suelos arcillosos mediante la incorporación de ceniza de cáscara de arroz en las vías del km. 1,00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande; consta de 4 etapas principales: La etapa 01 consiste en el estudio de mecánica de suelos, la etapa 02 consiste en el análisis de la influencia de ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físicas del suelo, la etapa 03 consiste en el análisis de la influencia de ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del suelo y finalmente en la etapa 04 consta del análisis para obtener el porcentaje óptimo al incorporar ceniza de cáscara de arroz al suelo. Donde se muestra en el siguiente esquema:

**Figura 9**

*Diagrama de flujo del diseño de ingeniería.*



## **4.2. Métodos y normativas utilizadas en el proyecto**

### **4.2.1. Métodos del proyecto**

El método que se aplicará en el desarrollo y realización de esta tesis se considera al método de análisis, ya que, la investigación se descompone un todo en varios elementos en este caso, muestras, que pasan a ser estudiadas de manera individual y minuciosamente. De manera más específica, se realizará la evaluación de cada muestra de estudio, patrón, suelo + 3 % de CDA y suelo + 5 % de CDA, para obtener de cada una sus propiedades físico-mecánica, con la finalidad de determinar aquella muestra más eficiente.

### **4.2.2. Normativas utilizadas en el proyecto**

Normas utilizadas en el proyecto de investigación y en los ensayos de mecánicas de suelos, que nos sirven como guía para tener en cuenta los parámetros adecuados:

- N.T.P. 339.162 (ASTM D420) Guías normalizadas para campo con fines de diseño de ingeniería.
- N.T.P. 339.150 (ASTM D2488) Descripción e identificación del suelo (Procedimientos visuales-manuales).
- N.T.P. 339.134 (ASTM D2487) Métodos para clasificar el suelo con designios ingenieriles (Sistemas Unificados de Clasificación de Suelos SUCS).

Técnicas de laboratorio

- N.T.P. 339.129 (ASTM D 04318) Límites de Atterberg o Límites de Consistencia.
- N.T.P. 339.128 (ASTM D 0422) Análisis granulométricos.
- N.T.P. 339.134 (ASTM D 02487) Clasificación SUCS
- N.T.P. 339.141 (ASTM D 01557) Proctor Modificado
- N.T.P. 339.145 ASTM-D. California Ratio (CBR)

#### **4.3. Diseño estadístico**

No se aplicará ninguna metodología ni procedimiento estadístico. Sin embargo, es necesario detallar la población, muestra y muestreo considerado en esta investigación.

**Población:** Esta investigación considera como población a las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande – Utcubamba - Amazonas.

**Muestra:** Se propone el desarrollo de esta investigación experimental en 4 cuadras Jr. Andrés Avelino Cáceres, 2 cuadras Jr. Cumba, a 2 cuadras de Jr. El Milagro y 2 cuadras de Jr. Jamalca de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande, provincia de Utcubamba en el departamento de Amazonas, debido a evidenciar visualmente la presencia de suelos arcillosos.

**Muestreo:** El muestreo considerado en esta investigación fue no probabilístico o intencional, al no requerirse el seleccionamiento de tramos de estudios obtenidos por una fórmula estadística, sino se busca obtener como muestra suelos en condiciones desfavorables para así realizar su respectiva mejora representando su estabilización. Por ello, el investigador opta por dichas calles en específico por elección propia, al presentar evidentemente condiciones desfavorables.

#### **4.4. Técnicas y herramientas estadísticas**

Esta investigación plantea el uso de técnicas y herramientas estadísticas para su procesamiento de datos, ya que, se plantea centrar en el estudio de las características de los suelos en su estado natural con adición de CDA bajo el cumplimiento de instrumentos normativos vigentes como las Normas Técnicas Peruanas de cada ensayo, para así realizar la validación de sus hipótesis. Sin embargo, es importante considerar, que, para el procesamiento de datos, será necesario hacer uso de Microsoft Office y el programa SPSS, para así plasmar de manera detallada todos los resultados obtenidos en laboratorio.

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 5.1. Proyecto piloto, pruebas, ensayos, prototipos, modelamiento.

#### 5.1.1. Proyecto piloto

El lugar de estudio se encuentra ubicado en el Km 1 + 000 en el Sector Visalot Alto - Amazonas, este lugar permite obtener la muestra de estudio para luego aplicar determinados porcentajes de cenizas de arroz y así determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

#### A. Datos generales del proyecto

Continuando con ello, se presentan los datos generales del lugar de investigación:

Distrito : Bagua Grande

Provincia : Utcubamba

Departamento : Amazonas

Sector : Visalot Alto

Región geográfica : Selva Alta

Coordenadas : Latitud sur de 5° 45' 41" y latitud oeste de 78° 26' 45.7"

Altitud : 486 m s. n. m.

#### Figura 10

*Ubicación satelital de Bagua grande, del lugar de estudio*



*Nota.* Google Earth (2019)

## B. Descripción del proyecto

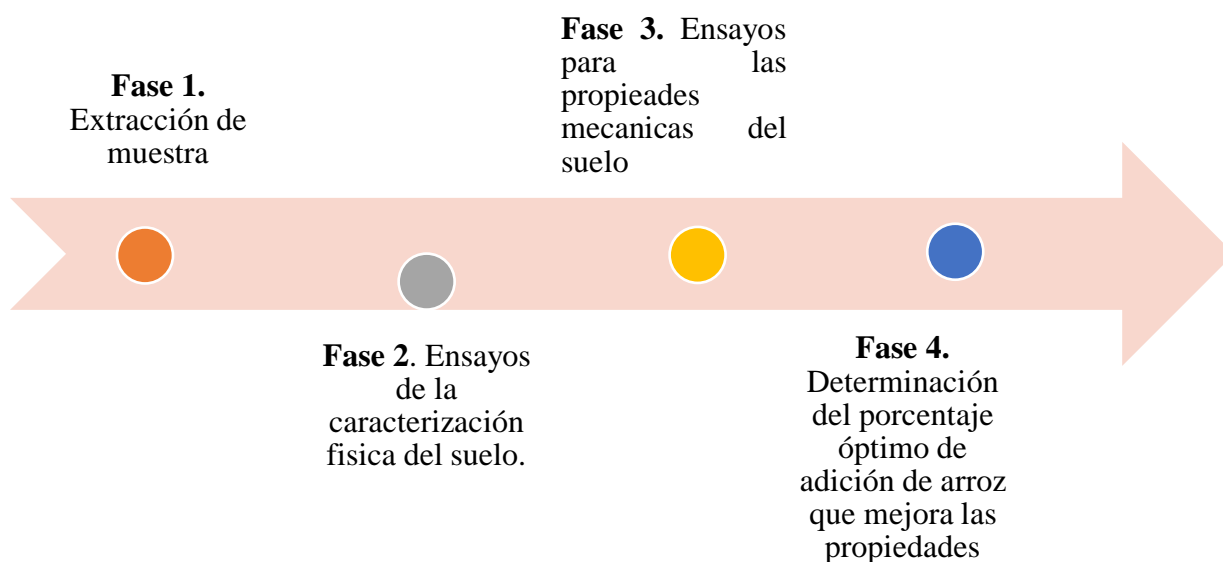
El estudio consiste en extraer muestras mediante la realización de 3 calicatas en el Km 1 + 000 en el Sector Visalot Alto, para luego realizar la caracterización del suelo patrón, adición del 3 % y el 5 % de CDA mediante los ensayos de granulometría, LL Y LP, seguido se realizan los ensayos de Proctor y CBR con el fin de hallar el porcentaje óptimo de humedad, la MDS y el porcentaje óptimo al 95 % de CBR. Para que finalmente se elija el porcentaje de CDA adecuado que permite mejorar sus propiedades y tener una mejor estabilización de la subrasante en estudio.

### 5.1.2. Fases del desarrollo de la investigación

A continuación, en la siguiente figura se presentan las fases necesarias que se usaron para llevar a cabo el trabajo de investigación.

**Figura 11**

*Fases de desarrollo de la investigación*



#### **Fase 1. Extracción de Muestra**

En la progresiva Km 1 + 000 se realizaron tres calicatas para extraer muestra de la subrasante, cada una de ellas tuvo una profundidad de 1,500 m, para luego llevar la muestra al laboratorio.

Continuando con ello, en la siguiente tabla logra presentar las coordenadas UTM de cada calicata.

**Tabla 6**

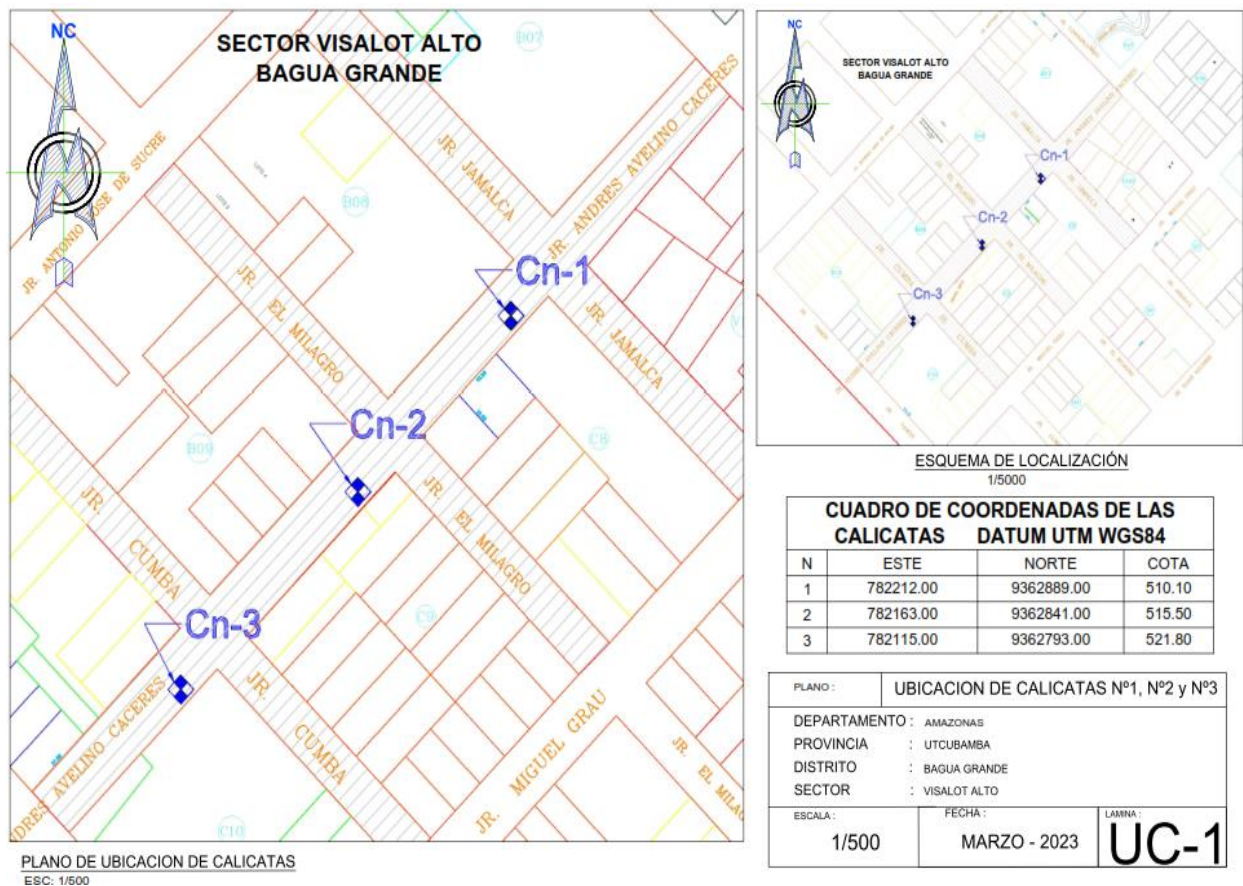
*Coordenadas UTM de las calicatas*

CALICATAS	ESTE	NORTE	ZONA
C-1	782212	9362889	
C-2	782163	9362841	17 M
C-3	782115	9362793	

Asimismo, se presenta a continuación la ubicación de cada calicata el cual se aprecia a continuación.

**Figura 12**

*Ubicación de las calicatas*



## Fase 2. Ensayos de la caracterización física del suelo

Los ensayos, lograron realizarse en el laboratorio de TECNISU (Técnicos en ingeniería de suelos) ubicado en Pueblo Nuevo, Calle Sucre, Distrito de Jaén. A continuación, se presentan los ensayos que permiten obtener las características físicas del suelo.

**Análisis granulométrico:** Se siguió la normativa MTC – E 204, el cual tiene como fin representativo de las distribuciones de los tamaños de la partícula que presenta cada agregado que compone la subrasante. Se tomó como muestra seca 300 gramos que se tamizan por las mallas normalizadas, luego de ello se pesa el material retenido como se muestra en la figura 14 y figura 15, y finalmente en cada cálculo se determinaron el tipo de material de cada muestra. Se realizaron un total de 9 ensayos granulométricos como logra apreciarse a continuación.

**Tabla 7**

*Cantidades de granulometría*

<b>Ensayo granulométrico de las calicatas</b>			
Muestras	C-1	C-2	C-3
Patrón	1	1	1
3 %	1	1	1
5 %	1	1	1
Total:		9	

**Figura 13**

*Material retenido*





**Figura 14**

*Material retenido del patrón, del 3 % CDA y 5 % CDA*



**Límite de consistencia:** Este ensayo se encuentra bajo la normativa ASTM D – 4318, el cual mediante en ensayo de plasticidad y el líquido permite la determinación del índice de plasticidad y el estado líquido de la muestra.

Se realizaron un total de 9 ensayos de límite de consistencia como logra apreciarse a continuación.

**Tabla 8**

*Ensayos de límite líquido (LL)*

---

**Ensayo de LL**

---

Muestras	C-1	C-2	C-3
Patrón	1	1	1
3%	1	1	1
5%	1	1	1
Total:		9	

**Tabla 9**

*Ensayo de límite plástico (LP)*

<b>Ensayo de LP</b>			
Muestras	C-1	C-2	C-3
Patrón	1	1	1
3%	1	1	1
5%	1	1	1
Total:		9	

El ensayo de LL: Este consiste en el tamizado por la malla Número 40 determinada cantidad de muestra el cual se humedece con un determinado porcentaje de agua para luego ponerlo en el fondo de la casa grande y dejarlo caer 25 veces y así realizar la determinación del LL a los 25 golpes.

### **Figura 15**

*Ensayo de límite líquido (LL)*



El ensayo de LP: Este consiste en formar barras cilíndricas de la muestra humedecida con las palmas de las manos para que ruede en una superficie lisa sin que esta se desmorone. En el cual se necesita una superficie de vidrio, una espátula, balanza y horno.

### **Figura 16**

*Ensayo de límite plástico (LP)*



SUCS y AASHTO: El método SUCS se encuentra bajo la normativa ASTM D -2487 y el método AASHTO se encuentra bajo la norma ASTM D – 4328 para realizar esta clasificación se requirieron los resultados del LL, LP y la granulometría de la muestra.

En donde se realizaron un total de 9 ensayos de clasificación de cada método como se puede apreciar a continuación.

**Tabla 10**

*Clasificación SUCS YAASHTO*

<b>Clasificación</b>				
Muestras	C-1	C-2	C-3	
Patrón	1	1	1	
3 %	1	1	1	
5 %	1	1	1	
Total		9		

### **Fase 3. Ensayos para las propiedades mecánicas**

**Ensayo de Proctor:** Este ensayo se encuentra basado en la NTP 339.141 el cual permite la obtención del porcentaje óptimo de humedad y la MDS del suelo en estudio. En donde el agua que se empleó en cada muestra es de 3 % y luego va aumentando a razón de 1,5 % en el cual se coloca en total de 5 capas y por cada capa 25 golpes, luego de ello se extrae la muestra se pone en el horno por 24 h y se obtiene la humedad del espécimen.

**Figura 17**

*Ensayo de CBR*



Ensayo de CBR: A través de ello se realizó bajo la normativa NTP 339.143 el cual permitió hallar la resistencia del suelo el cual se le conoce como soporte para ello se hizo uso de la cantidad de humedad y densidad obtenida en el Proctor modificado.

**Figura 18**

*Curado de testigos*



**Figura 19**

*Ensayo de resistencia a compresión*



#### **Fase 4. Porcentaje óptimo de CDA**

En este punto de la información obtenida de cada ensayo, se realizó un análisis comparativo y estadísticos con el propósito de realizar la determinación del porcentaje de CDA que más cumple con la mejora de las propiedades físico-mecánica de la de rodadura.

#### **5.2. Aplicación estadística**

El análisis de los resultados está conformado de granulometría, de límites de Atterberg, óptimo contenido de humedad, máxima densidad, CBR al 95 % y CBR al 100 %.

#### **Análisis del óptimo contenido de humedad**

Prueba de normalidad

**Tabla 11***Prueba de normalidad*

Tratamientos	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl.	Sig.	
W porcentaje óptimo de humedad opt. %	Patrón 0 % CDA	0,896	3	0,372
	3 % DE CDA	0,755	3	0,011
	5 % DE CDA	0,973	3	0,048

En la prueba de normalidad se logra visualizar que el 5 % de CDA es el único que cumple correctamente con el grado de significancia dado que es menor al  $< 0,05$ .

Prueba de Kruskal-Wallis

Presenta unos rangos promedios para el 0 % de 2,00, para el 3 % de 5,00 y para el 5 % de 8,00.

**Tabla 12***Prueba de Kruskal - Wallis*

Promedio	Tratamientos	N	Rango promedio
W porcentaje óptimo de humedad opt. %	Patrón 0 % CDA	3	2,00
	3 % DE CDA	3	5,00
	5 % DE CDA	3	8,00
	Total	9	

Asimismo, presenta pruebas estadísticas en la cual indica que el grado de significancia del 5% es menor lo cual cumple estadísticamente.

**Tabla 13***Pruebas estadísticas*

Estadística de pruebas	W porcentaje óptimo de humedad opt. %
Kruskal-Wallis.	7,200
gl.	2

Sig.

0,027

## Pruebas post hoc

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia que es menor al 0,05.

**Tabla 14***Prueba post hoc*

(Trata.)	(Trata.)	Diferencia (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalos de confianza al 95 %	
					Límite inferior	Límite superior
PATRÓN 0	3 % CDA	-1,926	0,519	0,114	-4,796	0,943
% CDA	5 % CDA	-4,360	0,518	0,020	-7,221	-1,498
3 % CDA	PATRÓN 0	1,926	0,519	0,114	-,943	4,796
	% CDA	5 % CDA	-2,433	0,708	0,065	-5,086
5 % CDA	PATRÓN 0	4,360	0,518	0,020	1,498	7,221
	% CDA	3 % CDA	2,433	0,708	0,025	-0,219

**Densidad máxima**

Prueba de normalidad, se aprecia que el 5 % de CDA es el único que cumple.

**Tabla 15***Prueba de normalidad*

Tratamientos	Shapiro			
	Estadístico	gl.	Sig.	
Densidad máx. Kg/cm <sup>3</sup>	PATRÓN 0 %	1,000	3	1,000
	CDA	1,000	3	1,000
	5 % CDA	0,923	3	0,046



Anova

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia que es menor al 0,05.

**Tabla 16**

*Prueba anova*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl.</b>	<b>Media cuadrática.</b>	<b>F.</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0,001	2	0,000	1,000	0,042
Dentro de grupos	0,002	6	0,000		
Total	0,003	8			

**CBR 95%**

Prueba de normalidad, se aprecia que el 5 % de CDA es el único que cumple.

**Tabla 17**

*Prueba de normalidad*

	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Shapiro</b>		
		<b>Estadísticos</b>	<b>gl.</b>	<b>Sig.</b>
CBR 95 %	PATRÓN 0 % CDA	0,956	3	0,598
	3 % CDA	0,984	3	0,756
	5 % CDA	0,0480	3	0,135

Anova

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia.

**Tabla 18**

*Prueba anova*

	<b>Suma</b>	<b>gl.</b>	<b>Media cuadrática.</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
--	-------------	------------	--------------------------	----------	-------------

Entre grupos	1,290	2	0,645	8,489	0,018
Dentro de grupos	0,456	6	0,076		
Total	1,746	8			

#### Prueba de homogeneidad de varianza

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia que es menor al 0,05.

**Tabla 19**

#### *Pruebas de homogeneidad de varianzas*

	<b>Estadístico de Levene.</b>		<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
CBR 95 %	media.	2,734	2	6	0,014
	mediana.	0,573	2	6	0,049
	mediana y gl.	0,573	2	4,181	0,030
	media recortada.	2,477	2	6	0,016

#### Pruebas post hoc

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia que es menor al 0,05.

**Tabla 20**

#### *Pruebas post hoc*

<b>(Trata.)</b>	<b>(Trata.)</b>	<b>(Diferencia de medias)</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Sig.</b>	<b>Confianza al 95 %.</b>	
					<b>Límit. inferior</b>	<b>Límit. superior</b>
PATRÓN	3 % CDA	-0,386	0,225	0,274	-1,077	0,303
0 % CDA	5 % CDA	-0,923	0,225	0,015	-1,613	-0,232
3 % CDA	PATRÓN 0	0,386	0,225	0,274	-0,303	1,077
	% CDA					
	5 % CDA	-0,536	0,225	0,118	-1,227	0,153

	PATRÓN 0					
5 % CDA	% CDA	0,923	0,225	0,015	0,232	1,613
	3 % CDA	0,536	0,225	0,118	-0,153	1,227

### CBR 100 %

Prueba de normalidad se aprecia que el 5 % de CDA es el único que cumple.

**Tabla 21**

*Prueba de normalidad*

Tratamientos		Kolmogorov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.	Estadístico	gl.	Sig.
CBR 100 %	PATRÓN 0 % CDA	0,378	3	.	0,767	3	0,038
	3 % CDA	0,257	3	.	0,961	3	0,620
	5 % CDA	0,184	3	.	0,999	3	0,032

### Prueba Kruskal – Wallis

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia que es menor al 0,05.

**Tabla 22**

*CBR 100 %*

CBR 100 %	
H de Kruskal-Wallis	5,956
gl	2
Sig. asin.	0,031

### Limite liquido

Prueba de normalidad se aprecia que el 5 % de CDA es el único que cumple.

**Tabla 23.***Prueba de normalidad de límite líquido*

Tratamientos	Smirnov			Wilk		
	Estadístico	gl.	Sig.	Estadístico	gl.	Sig.
LL PATRÓN 0 %	,237	3	.	0,977	3	0,040
% CDA						
3 % CDA	,256	3	.	0,962	3	0,032
5 % CDA	,310	3	.	0,899	3	0,038

Anova

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia que es menor al 0,05.

**Tabla 24***Prueba anova*

Tratamiento	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	57,051	2	28,526	1,318	0,033
Dentro de grupos	129,820	6	21,637		
Total	186,872	8			

**Límite plástico**

Prueba de normalidad se aprecia que el 5 % de CDA es el único que cumple

**Tabla 25***Prueba de normalidad*

Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Sig.	Estadístico	gl.	Sig.

LP %	PATRÓN 0 % CDA	0,211	3	.	0,991	3	0,060
	3 % CDA	0,297	3	.	0,917	3	0,062
	5 % CDA	0,245	3	.	0,971	3	0,048

Anova

En esta prueba el porcentaje del 5 % cumple con el grado de significancia que es menor al 0,05.

**Tabla 26**

*Prueba anova*

Tratamiento	cuadrados	gl.	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,583	2	3,292	0,345	0,042
Dentro de grupos	57,274	6	9,546		
Total	63,857	8			

### Índice de plasticidad

Prueba de normalidad se aprecia que el 5 % de CDA es el único que cumple.

**Tabla 27**

*Prueba de normalidad*

Tratamientos	Estadístico	Smirnov		Shapiro-Wilk		
		gl.	Sig.	Estadístico	gl.	Sig.
IP % PATRÓN 0 % CDA	0,362	3	.	0,805	3	0,126
3 % CDA	0,248	3	.	0,968	3	0,657
5 % CDA	0,327	3	.	0,872	3	0,030

Anova

**Tabla 28***Prueba anova*

<b>Tratamiento</b>	<b>cuadrados</b>	<b>gl.</b>	<b>cuadrática</b>	<b>F.</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	36,327	2	18,164	3,41	0,010
Dentro de grupos	31,958	6	5,326		
Total	68,286	8			

## **CAPÍTULO 6. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO**

### **6.1. Beneficios no financieros**

#### **Mejora de la transitabilidad de los vehículos y usuarios**

Un beneficio que ofrece es una subrasante de suelo arcilloso mejor estabilizada que no presente ahuellamientos, empozamientos de agua o encalaminados, el cual permita movilizar a la población sin ningún problema o inconveniente.

#### **Los reconocimientos no remunerados:**

Como son los elogios a la entidad que mejoró la subrasante mediante la adición de CDA dado que se le brindó un uso y no solo quedó como un residuo o desecho del arroz. Estos elogios

motivan a la entidad a seguir trabajando por optimizar el desarrollo de la población que viven en su jurisdicción.

**Posicionamiento de la entidad:**

Asimismo, mejora el posicionamiento de la empresa ya que brinda confianza a su gente y calidad a sus proyectos.

**6.2. Evaluación de impacto social y/o ambiental**

El impacto social que brinda es en un futuro la construcción de una carretera que no sufra hundimientos y compresión de humedad, ya que con la adición de CDA se busca brindar una buena capacidad portante de esta capa de rodadura. Asimismo, ofrece un impacto ambiental positivo dado que se está usando las CDA que mayormente son desechados, dándole un uso provechoso haciéndolo formar parte como un nuevo material para la subrasante y así se contribuya a la ayuda al ambiente.

**6.3. Evaluación económica- financiera**

La siguiente tabla detalla los siguientes costos a considerar:

<b>Evaluación económica</b>					
<b>Aspecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Metrado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Estudios en Campo	Calicatas	3	unidad	S/80,00	S/ 240,00
	Ensayo de granulometría	9	unidad	S/50,00	S/ 450,00
Ensayo de laboratorio	Ensayo de límites de Atterberg	9	unidad	S/50,00	S/ 450,00
	Ensayo de humedad natural	9	unidad	S/20,00	S/ 180,00
	Ensayo de Proctor	9	unidad	S/80,00	S/ 20,00

	Ensayo de CBR	9	unidad	S/100,00	S/ 900,00
Servicios	Luz	1	glb	S/60,00	S/ 60,00
	Internet	1	glb	S/100,00	S/ 100,00
	Pasajes	1	soles	S/300,00	S/ 300,00
Viáticos	Comida	1	unidad	S/200,00	S/ 200,00
	Total:				S/ 3600,00

**Tabla 29**

*Presupuesto económico*

Se obtuvo un total de presupuesto de S/ 3600,00 soles.

## **CAPÍTULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Resultados**

#### **7.1.1. Propiedades físicas**

Se ha realizado el ensayo granulométrico y el ensayo de límites de Atterberg para poder determinar la clasificación de SUCS y AASHTO del tipo de suelo que presenta la calicata 1, 2 y 3. Además se presenta el ensayo granulométrico de las cenizas de cáscara de arroz.

#### **Granulometría de las Cenizas de cáscara de arroz**

Presenta un porcentaje retenido en la malla 200 de 95,54 % y en la malla 40 de 98,15 %.

Como se muestra en la siguiente tabla.



**Tabla 30***Resultados granulométricos del CDA*

Abertura Malla		Peso Retenido	% Parcial	% Acumulado	% pasa
Pulg.	mm.				
3"	76,2				
2 1/2"	63,5				
2"	50,8				
1 1/2"	38,1				
1"	25,4				
3/4"	19,05				
1/2"	12,7				
3/8"	9,53				100
1/4"	6,35	0,92	0,46	0,46	99,54
N°04	4,76	:	:	0,46	99,54
N°08	2,38	0,59	0,3	0,76	99,54
N°10	2	0,11	0,06	0,81	99,19
N°16	1,19	0,51	0,26	1,07	98,93
N°20	0,84	0,26	0,13	1,2	98,8
N°30	0,59	0,75	0,38	1,57	98,43
N°40	0,42	0,56	0,28	1,85	98,15
N°50	0,3	0,5	0,25	2,1	97,9
N°80	0,18	1,17	0,59	2,69	97,31
N°100	0,15	0,82	0,41	3,1	96,9
N°200	0,07	2,73	1,37	4,46	95,54
<N°200		191,03	95,54	100	0
Peso Inicial		199,95			

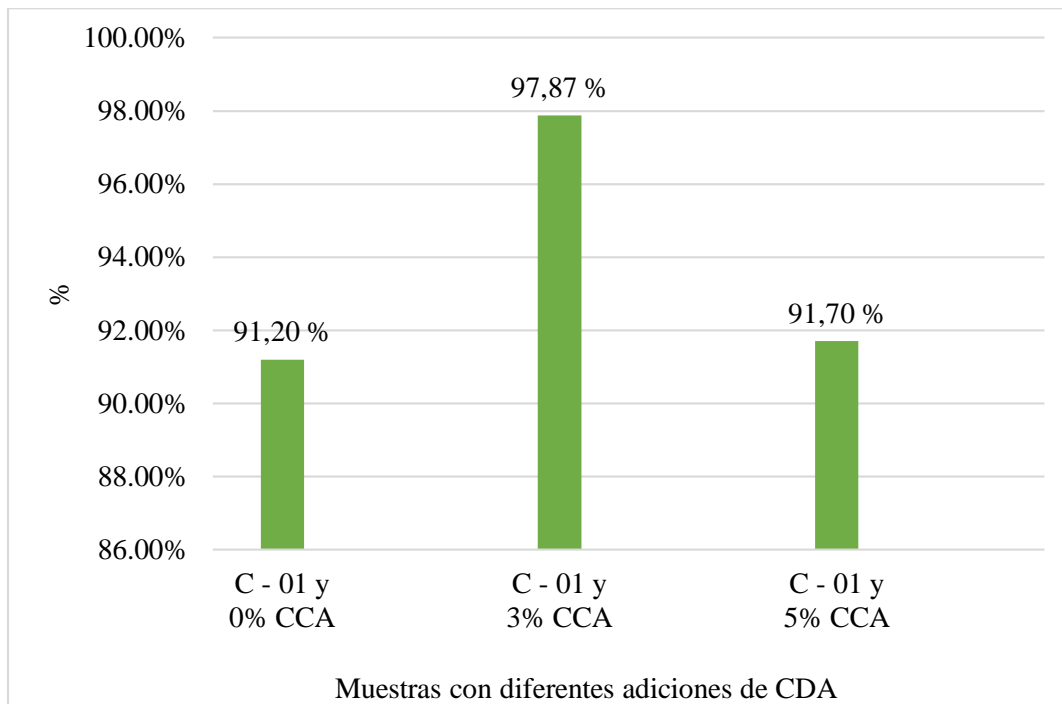
**Calicata 1.****Análisis granulometría (C-1)**

Este ensayo se encuentra bajo la norma MTC – E 204, el cual tiene como fin realizar la representación de cómo se distribuyen los tamaños de la partícula que presenta cada agregado que compone la subrasante.

A continuación, se presentan los porcentajes retenidos en la malla #200, con la adición del 0 % de CDA es de 91,20 %, con la adición del 3 % de CDA es de 97,87 % y con la adición del 5 % de CDA es de 91,70 %, cómo se logra apreciar a continuación.

**Figura 20**

*Granulometría (C-01)*

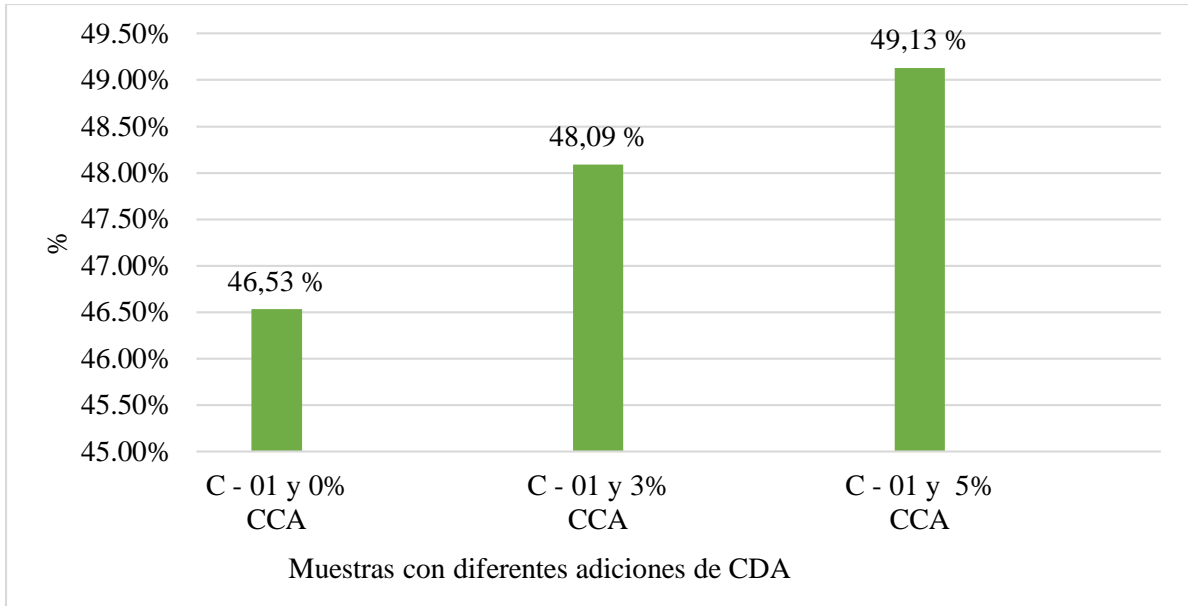


**Límites de Atterberg (C-1)**

Los porcentajes del límite líquido con la adición del 0 % de CDA es de 46,53 %, con la adición del 3 % de CDA es de 48,09 % y con la adición del 5 % de CDA es de 49,13 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 21**

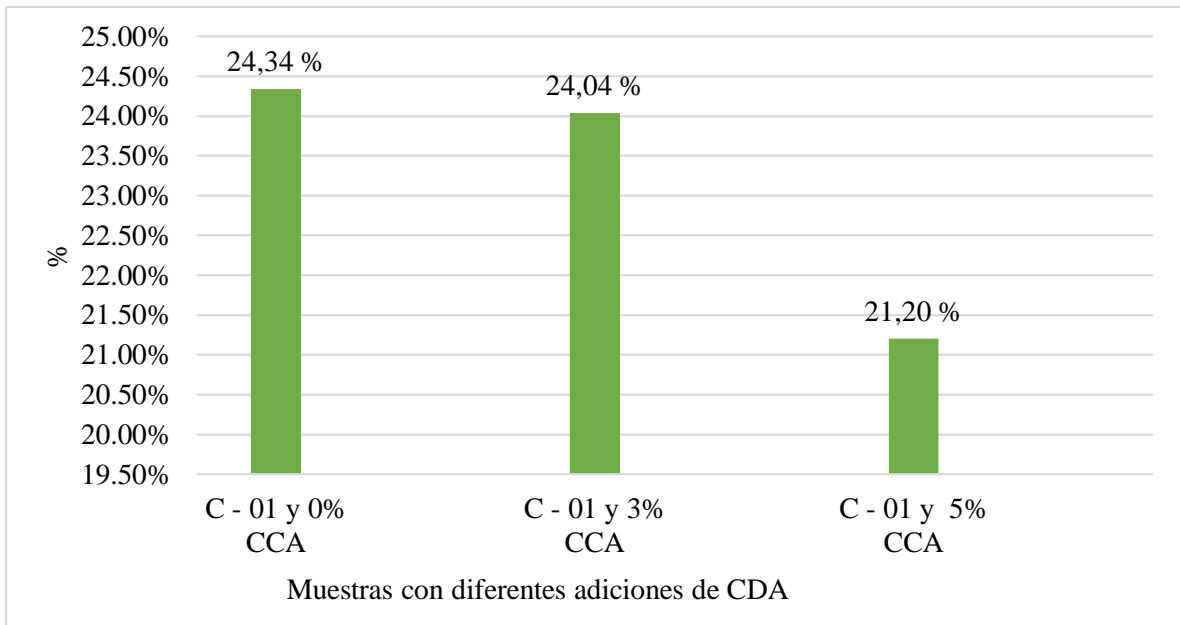
*Límite líquido (C-01)*



Los porcentajes del límite plástico con la adición del 0 % de CDA es de 24,34 %, con la adición del 3 % de CDA es de 24,04 % y con la adición del 5 % de CDA es de 21,20 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 22**

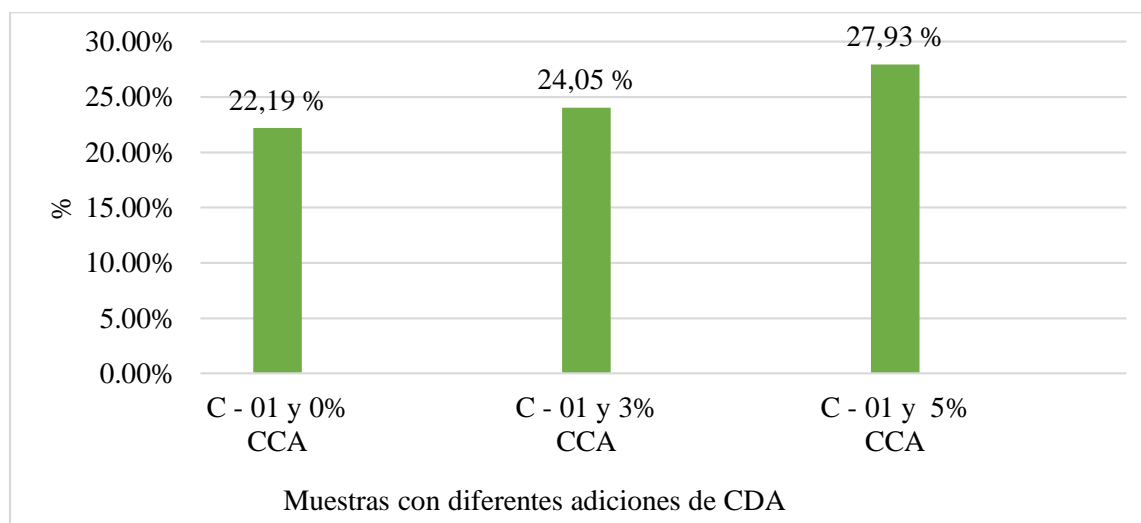
*Límite de plasticidad (C-01)*



Los porcentajes del IP con la adición del 0 % de CDA es de 22,19 %, con la adición del 3 % de CDA es de 24,05 % y con la adición del 5 % de CDA es de 27,93 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 23**

*Índice de plasticidad (C-01)*



### **Clasificación SUCS Y AASHTO**

Según la clasificación SUCS y AASHTO se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 31**

*Clasificación de SUCS y AASHTO (C-1)*

<b>CALICATA</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
C - 01	CL (arcilloso- menor plasticidad)	A-7-6 (22)
C - 01 y 3 % CDA	CL (arcilloso – menor plasticidad)	A-7-6 (26)
C - 01 y 5 % CDA	CL (arcilloso - menor plasticidad)	A-7-6 (27)

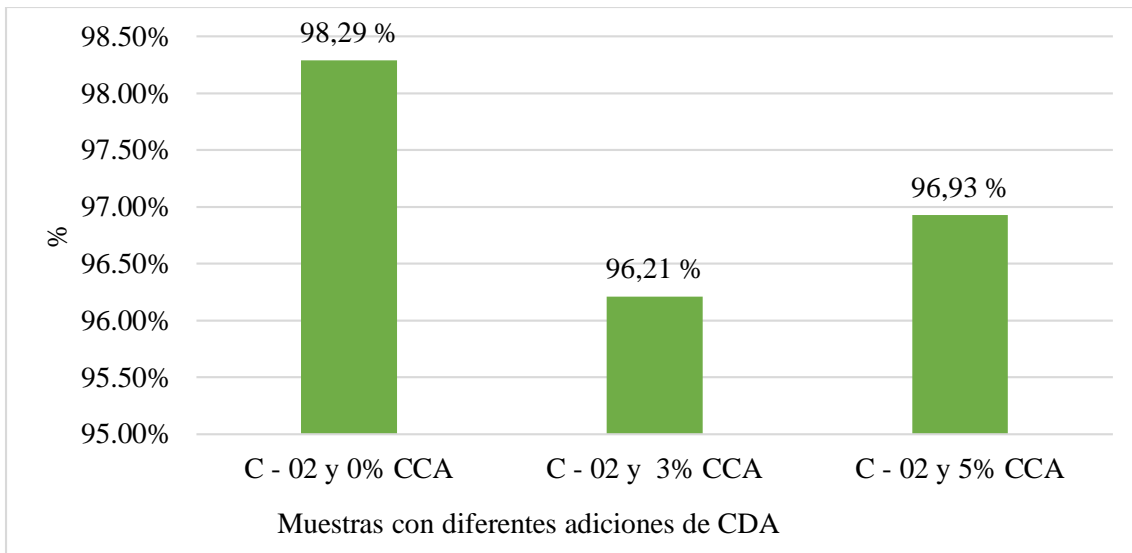
### **Calicata 2**

#### **Análisis granulometría (C-2)**

A continuación, se presentan los porcentajes retenidos en la malla #200, con la adición del 0 % de CDA es de 98,29 %, con la adición del 3 % de CDA es de 96,21 % y con la adición del 5 % de CDA es de 96,93 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 24**

*Granulometría (C-02)*

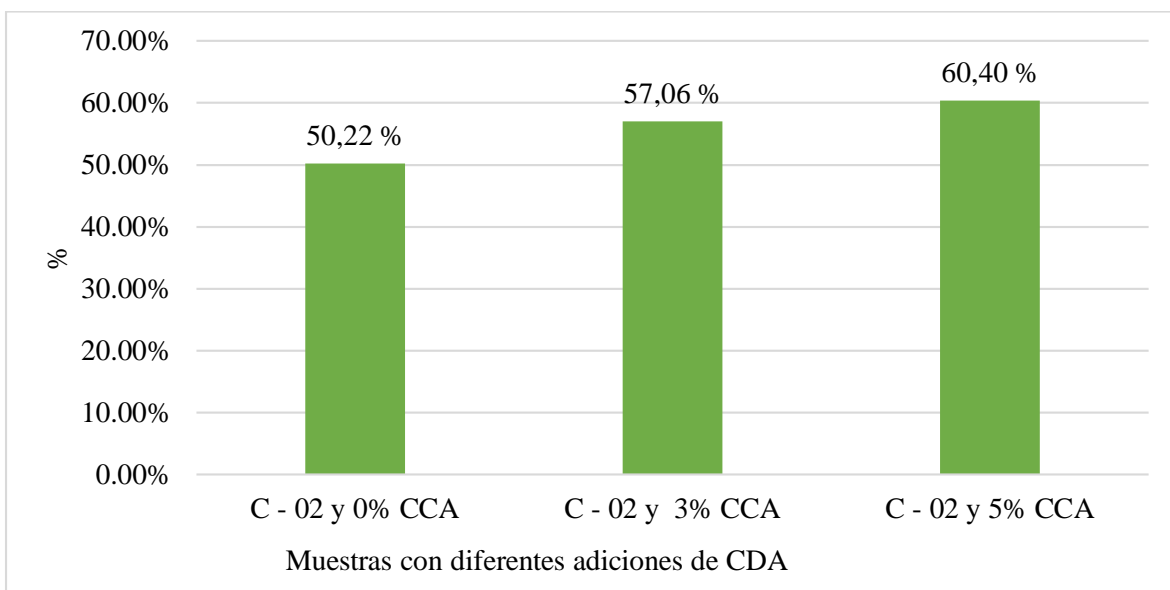


### Límites de Atterberg (C-2)

Los porcentajes del límite líquido con la adición del 0 % de CDA es de 50,22 %, con la adición del 3 % de CDA es de 57,06 % y con la adición del 5 % de CDA es de 60,40 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 25**

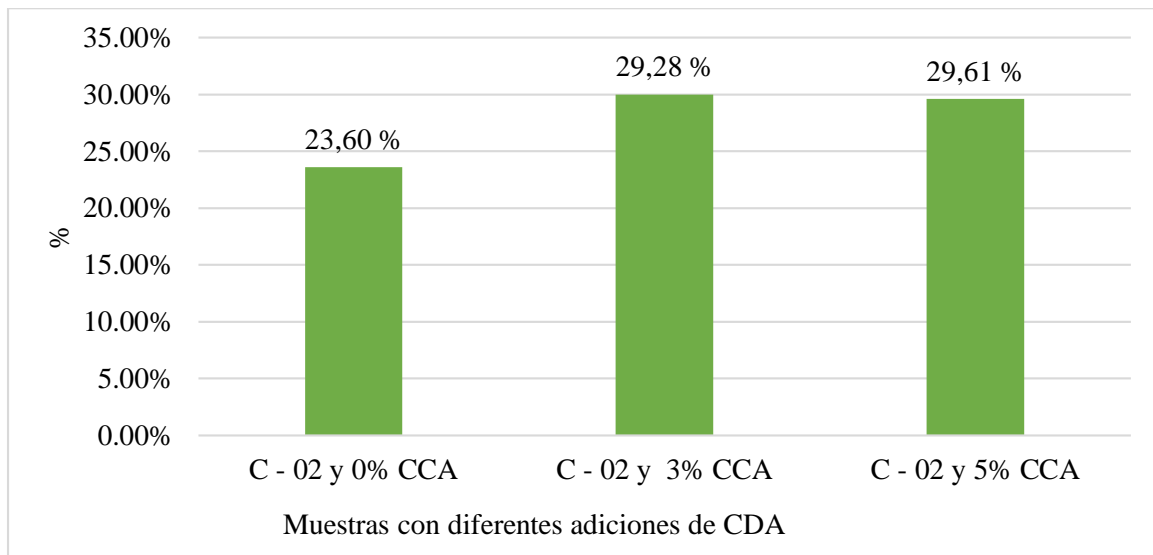
*Límite líquido (C-02)*



Los porcentajes del límite plástico con la adición del 0 % de CDA es de 23,60 %, con la adición del 3 % de CDA es de 29,98 % y con la adición del 5 % de CDA es de 29,61 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 26**

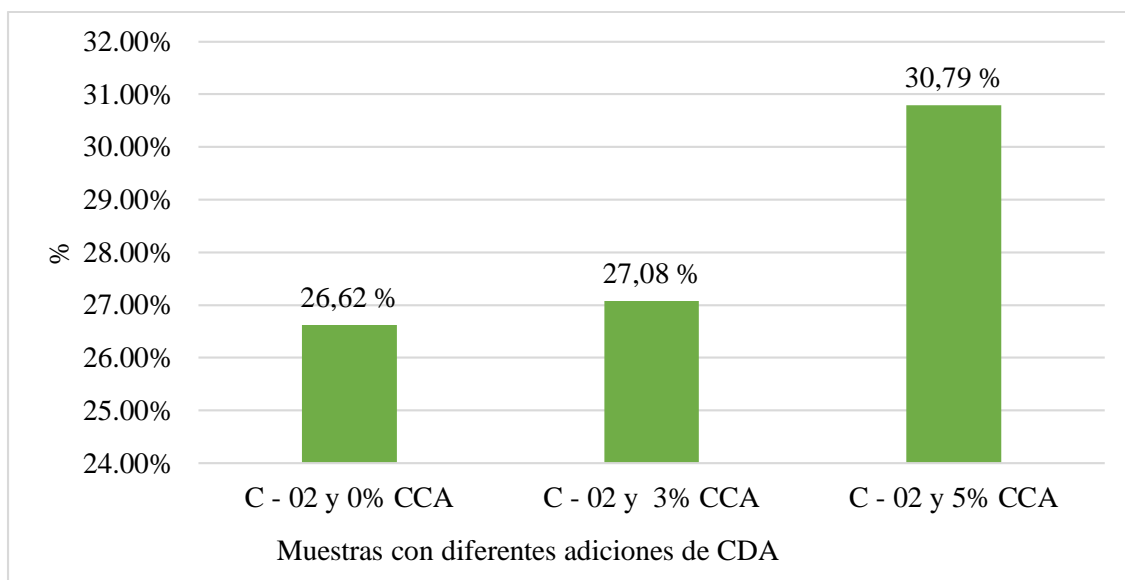
*Límite de plasticidad (C-02)*



Los porcentajes del IP con la adición del 0 % de CDA es de 26,62 %, con la adición del 3 % de CDA es de 27,08 % y con la adición del 5 % de CDA es de 30,79 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 27**

*Índice de plasticidad (C-02)*



**Clasificación SUCS Y AASHTO**

Según la clasificación SUCS y AASHTO se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 32**

*Clasificación de SUCS y AASHTO (C-2)*

<b>CALICATA</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
C - 02	CH (arcilloso con alta plasticidad)	A-7-6 (29)
C - 01 y 3 % CDA	CL (arcilloso – menor plasticidad)	A-7-6 (26)
C - 02 y 3 % CDA	CH (arcilloso con alta plasticidad)	A-7-6 (31)

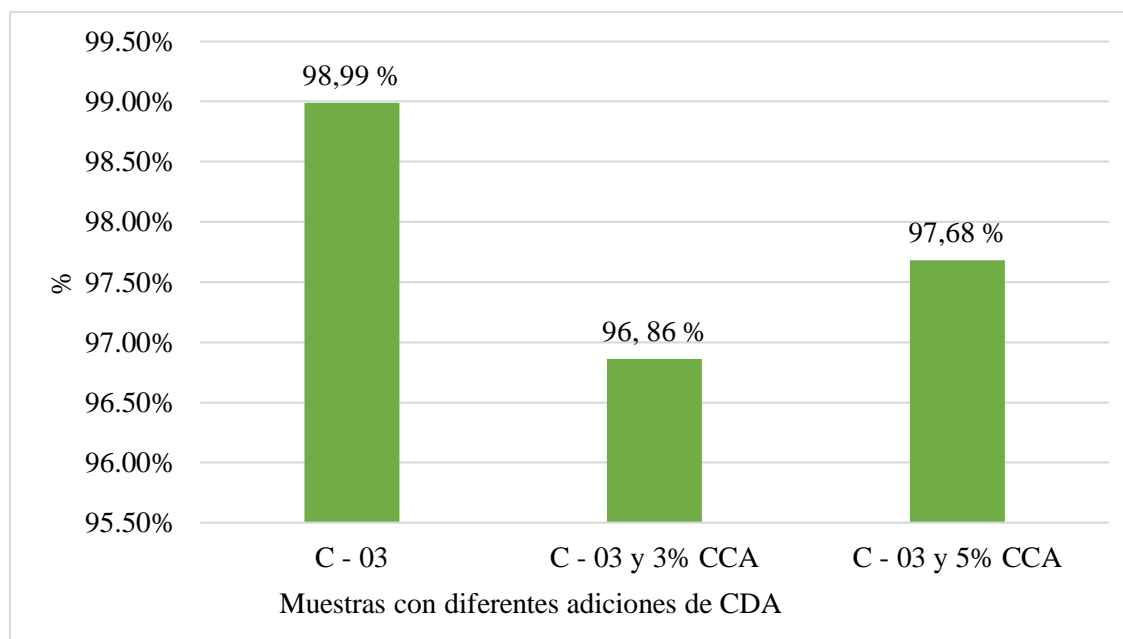
### **Calicata 3**

#### **Análisis granulometría (C-3)**

A continuación, se presentan los porcentajes retenidos en la malla #200, con la adición del 0 % de CDA es de 98,99 %, con la adición del 3 % de CDA es de 98,86 % y con la adición del 5 % de CDA es de 97,68 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 28**

*Granulometría (C-03)*

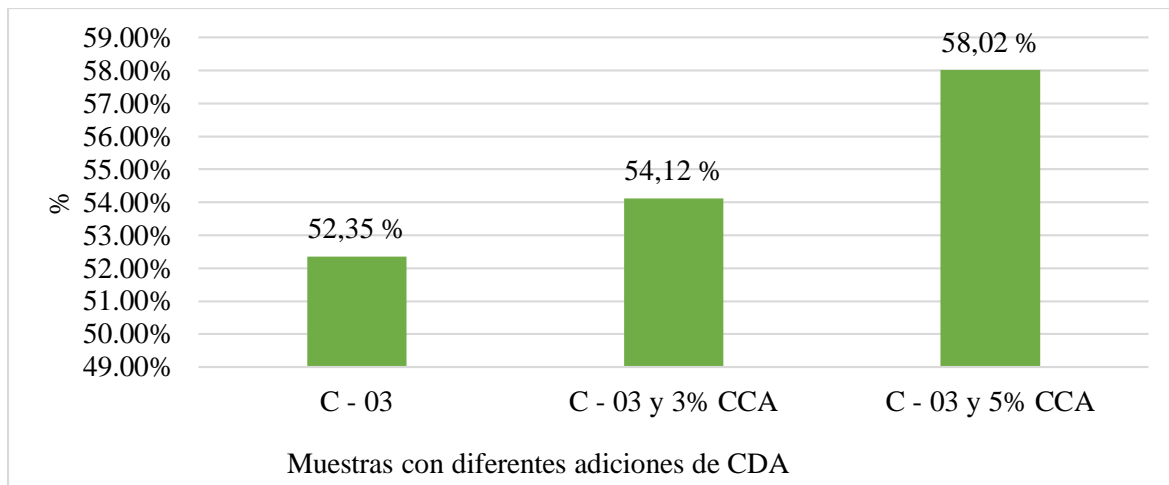


#### **Límites de Atterberg (C-3)**

Los porcentajes del límite líquido con la adición del 0 % de CDA es de 52,35 %, con la adición del 3 % de CDA es de 54,12 % y con la adición del 5 % de CDA es de 58,02 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 29**

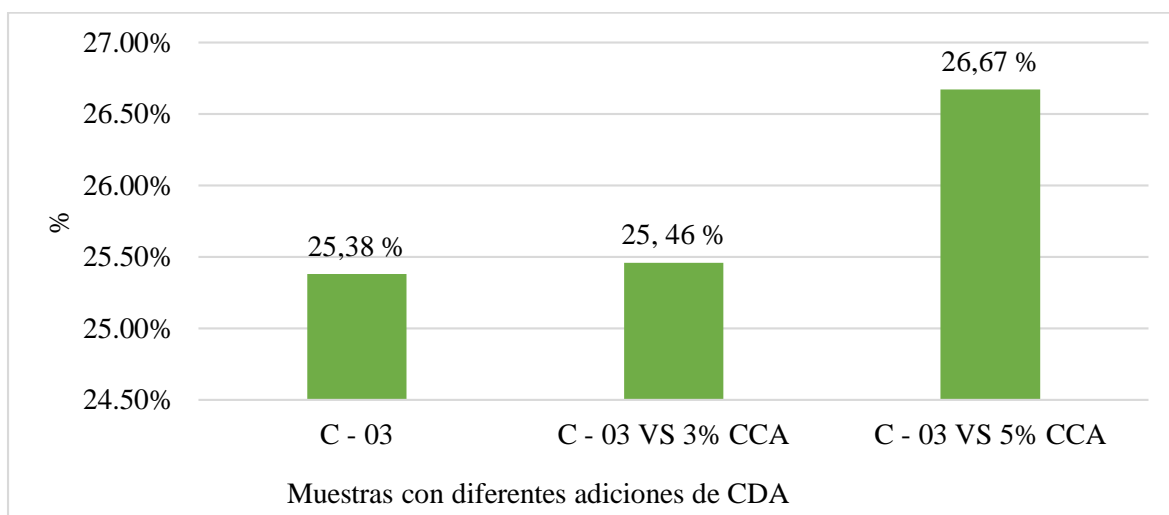
*Límite líquido (C-03)*



Los porcentajes del límite plástico con la adición del 0 % de CDA es de 25,38 %, con la adición del 3 % de CDA es de 25,46 % y con la adición del 5 % de CDA es de 26,67 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 30**

*Límite de plasticidad (C-03)*

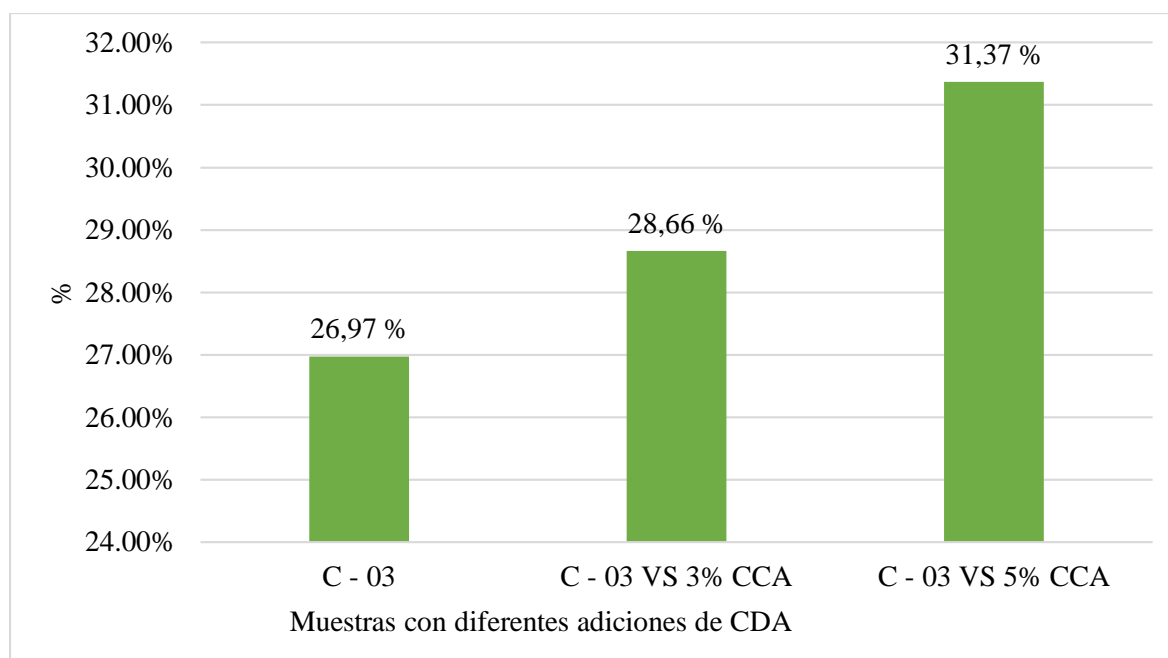




Los porcentajes del índice plástico (IP) con la adición del 0 % de CDA es de 26,97 %, con la adición del 3 % de CDA es de 28,66 % y con la adición del 5 % de CDA es de 31,37 %, lográndose mostrar a continuación.

**Figura 31**

*Índice de plasticidad (C-03)*



### Clasificación SUCS Y AASHTO

Según la clasificación SUCS y AASHTO se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 33**

*Clasificación de SUCS y AASHTO (C-03)*

CALICATA	SUCS	AASHTO
C - 03	CH (arcilloso con alta plasticidad)	A-7-6 (31)
C - 01 y 3 % CDA	CL (arcilloso – menor plasticidad)	A-7-6 (26)
C - 03 y 3 % CDA	CH (arcilloso con alta plasticidad)	A-7-6 (32)

#### 7.1.2. Propiedades mecánicas

Se hizo uso del ensayo del Proctor para determinar el porcentaje óptimo de humedad y la máxima densidad seca para las adiciones de 0 %, 3 % y 5 % de CDA, además se realizó el

ensayo de CBR para ver los porcentajes de un CBR AL 100 % Y AL 95 % para las adiciones de 0 %, 3 % y 5 % de CDA.

### **Ensayo del Proctor Modificado**

Este ensayo se encuentra basado en la NTP 339.141 el cual permite lograr el porcentaje óptimo de humedad y la máxima densidad seca del suelo en estudio.

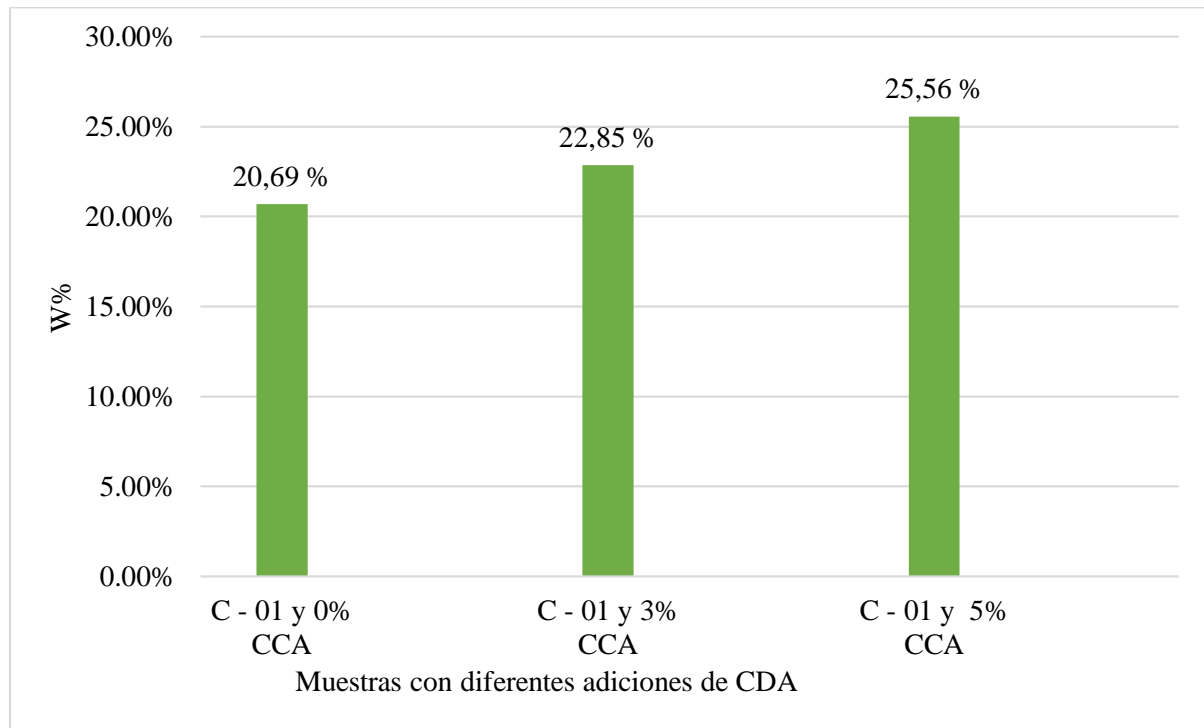
### **Óptimo % de humedad**

En este ensayo se determinan los porcentajes óptimos de humedad para las muestras calicata 1, calicata 2 y calicata 3 con las diferentes adiciones del 0 %,3 % y 5 % de CDA.

Para la calicata 1 con adición 0 % de cenizas de cáscara de arroz (CDA) se tiene un 20,69 %, para el 3 % un 22,85 % y para un 5 % un 25,56 % de porcentaje óptimo de humedad.

**Figura 32**

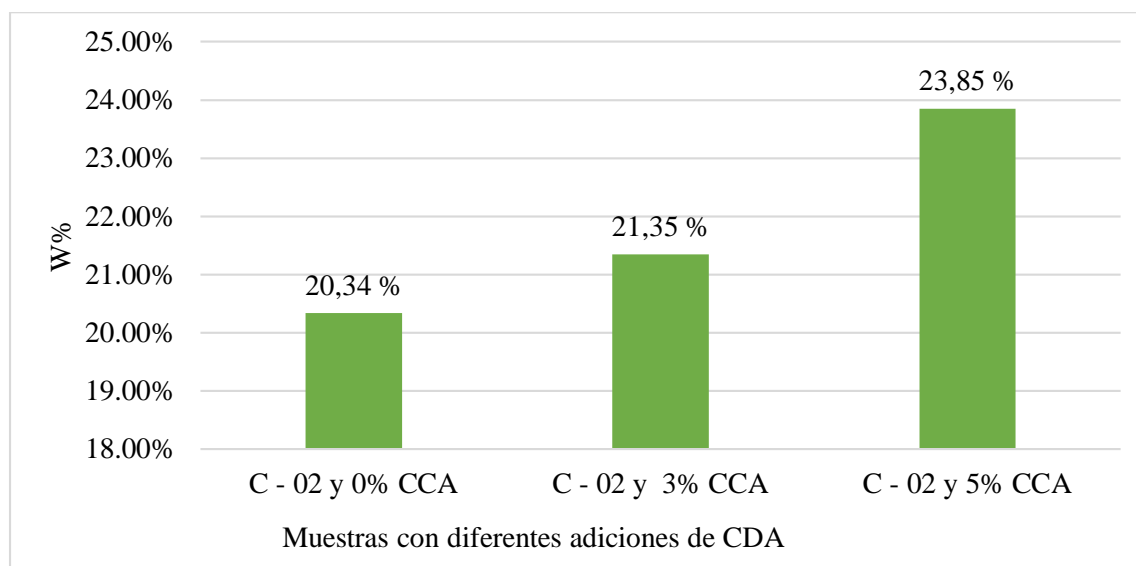
*Contenido de humedad C-01*



En cuanto a la calicata 2 con adición 0 % de CDA se tiene un 20,34 %, para el 3 % un 21,35 % y para un 5 % un 23,85 % de porcentaje óptimo de humedad.

**Figura 33**

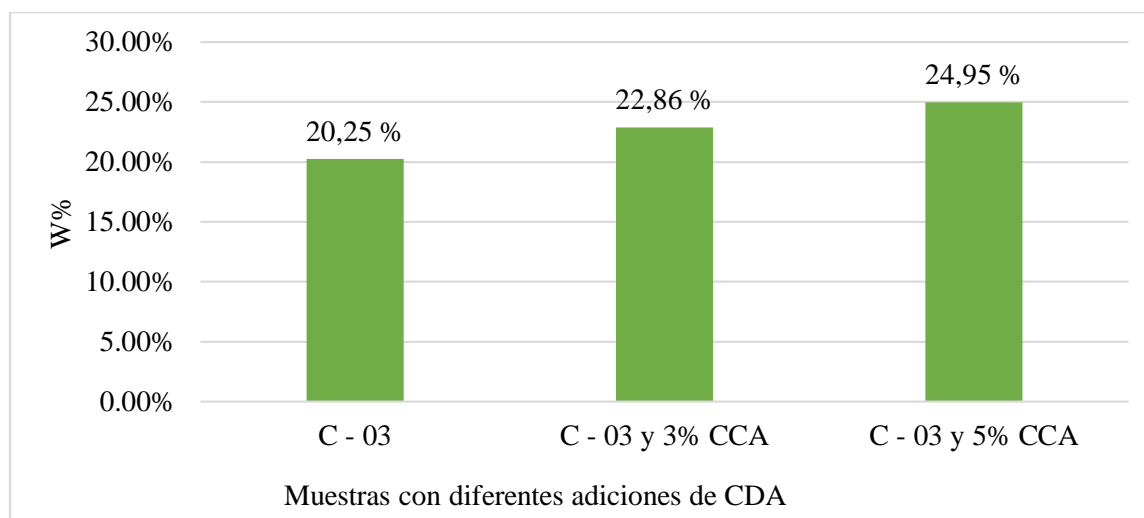
*Contenido de humedad C-02*



En cuanto a la calicata 3 con adición 0 % de CDA se tiene un 20,25 %, para el 3 % un 22,86 % y para un 5 % un 24,95 % del porcentaje óptimo de humedad.

**Figura 34**

*Contenido de humedad C-03*



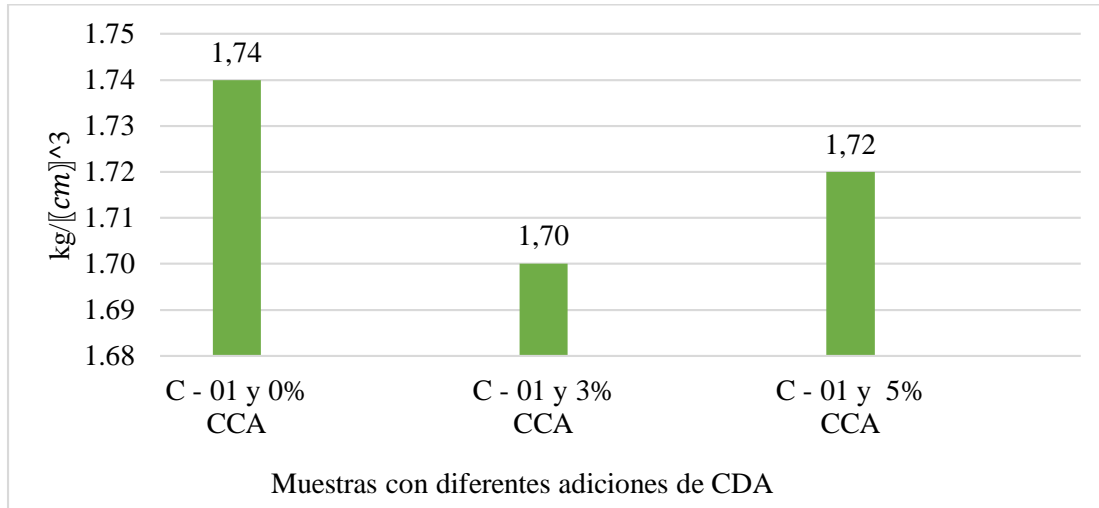
**Máxima densidad**

En este ensayo se determina la densidad máxima para las muestras calicata 1, calicata 2 y calicata 3 con las diferentes adiciones del 0 %, 3 % y 5 % de CDA.

Para la calicata 1 con adición 0 % de CDA se tiene un 1,74 kg/cm<sup>3</sup>, para el 3 % un 1,70 kg/cm<sup>3</sup> y para un 5 % un 1,72 kg/cm<sup>3</sup> de densidad máxima.

**Figura 35**

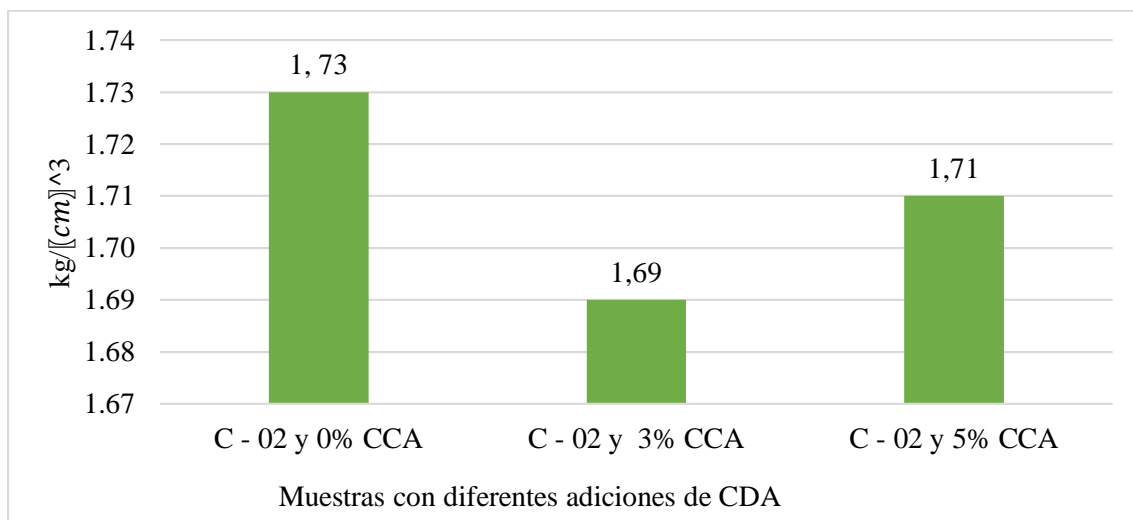
*Densidad máxima C-01*



Para la calicata 2 con adición 0 % de CDA se tiene un 1,73 kg/cm<sup>3</sup>, para el 3 % un 1,69 kg/cm<sup>3</sup> y para un 5 % un 1,71 kg/cm<sup>3</sup> de densidad máxima.

**Figura 36**

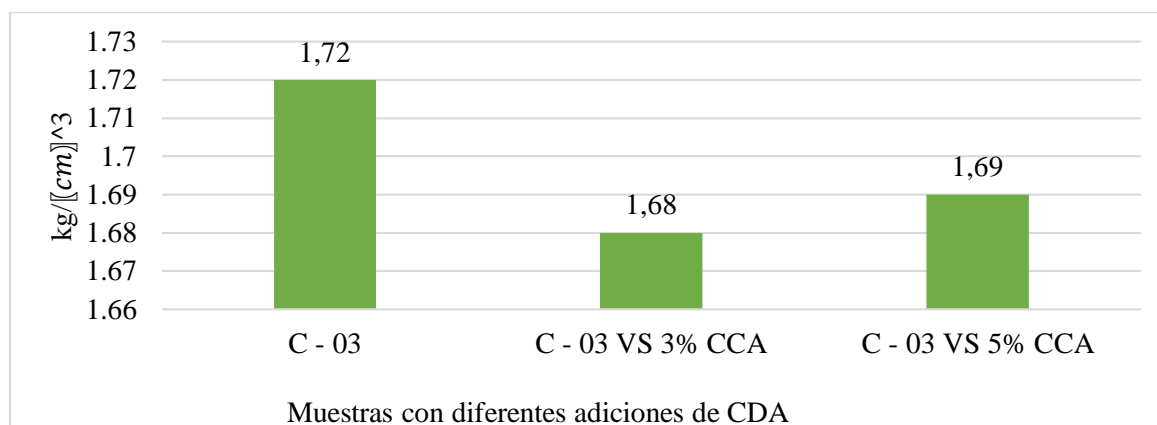
*Densidad máxima C-02*



Para la calicata 3 con adición 0 % de CDA se tiene un 1,72 kg/cm<sup>3</sup>, para el 3 % un 1,68 kg/cm<sup>3</sup> y para un 5 % un 1,69 kg/cm<sup>3</sup> de densidad máxima.

**Figura 37**

*Densidad máxima C-03*



**Ensayo de CBR**

Este ensayo se encuentra bajo la normativa NTP 339.143 el cual logró permitir la determinación de la resistencia del suelo, asimismo se presentan continuación los resultados obtenidos con un 95 % de CBR y al 100 % CBR de cada calicata.

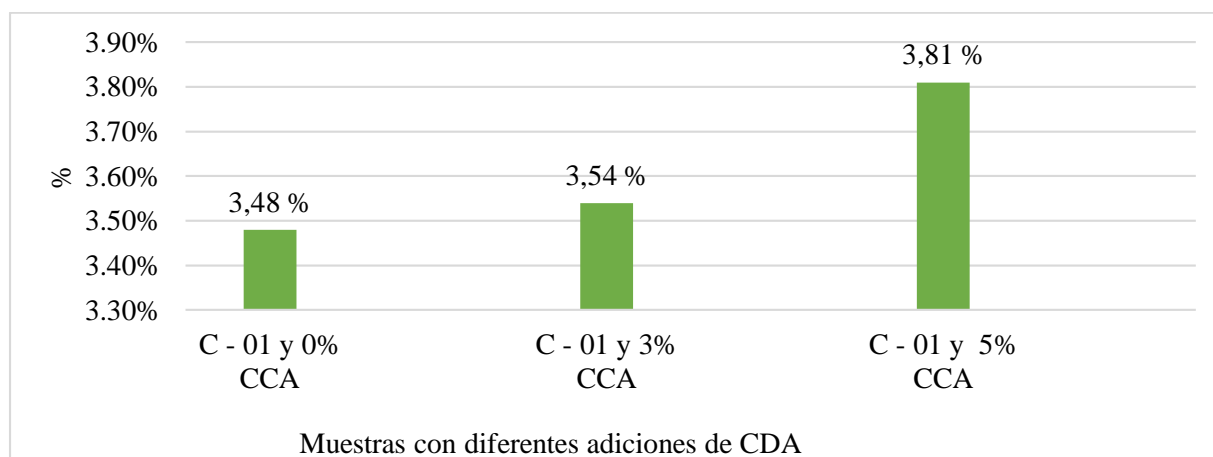
**CBR 95 %**

En este ensayo se determina el CBR al 95 % de la calicata 1, 2 y 3 de acuerdo a los porcentajes de adición del 0 %, 3 % y 5 % de CDA.

En la calicata 1 se presenta un con adición del 0 % de CDA un 3,48 %, con 3 % de CDA un 3,54 % y con 5 % de CDA un 3,81 %.

**Figura 38**

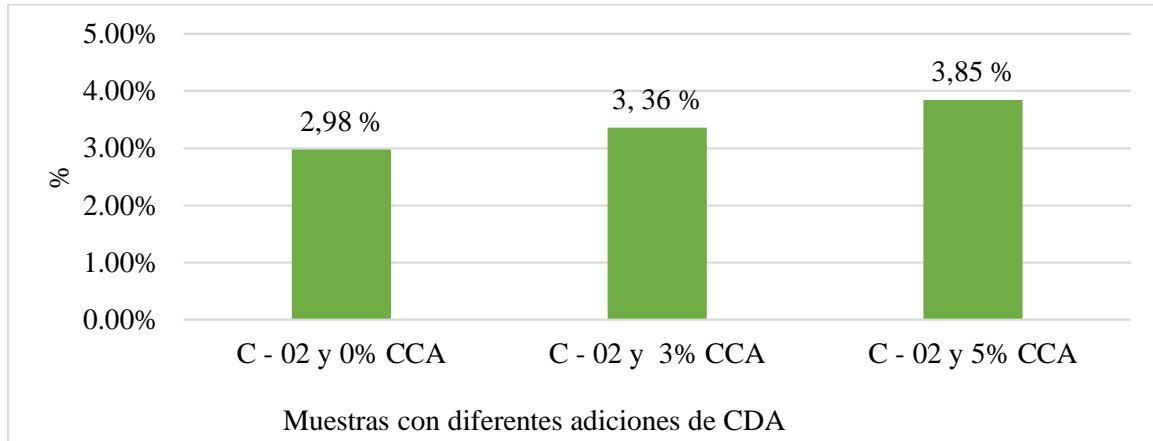
*CBR 95 % (C-01)*



En la calicata 2 se presenta un con adición del 0 % de CDA un 2,98 %, con 3 % de CDA un 3,36 % y con 5 % de CDA un 3,85 %.

**Figura 39**

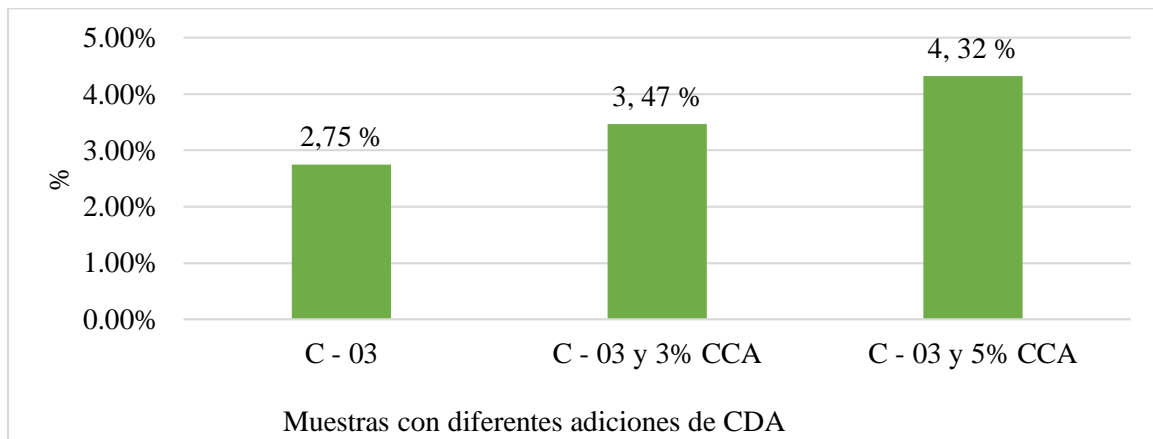
*CBR 95 % (C-02)*



En la calicata 3 se presenta un con adición del 0 % de CDA un 2,75 %, con 3 % de CDA un 3,47 % y con 5 % de CDA un 4,32 %.

**Figura 40**

*CBR 95 % (C-03)*



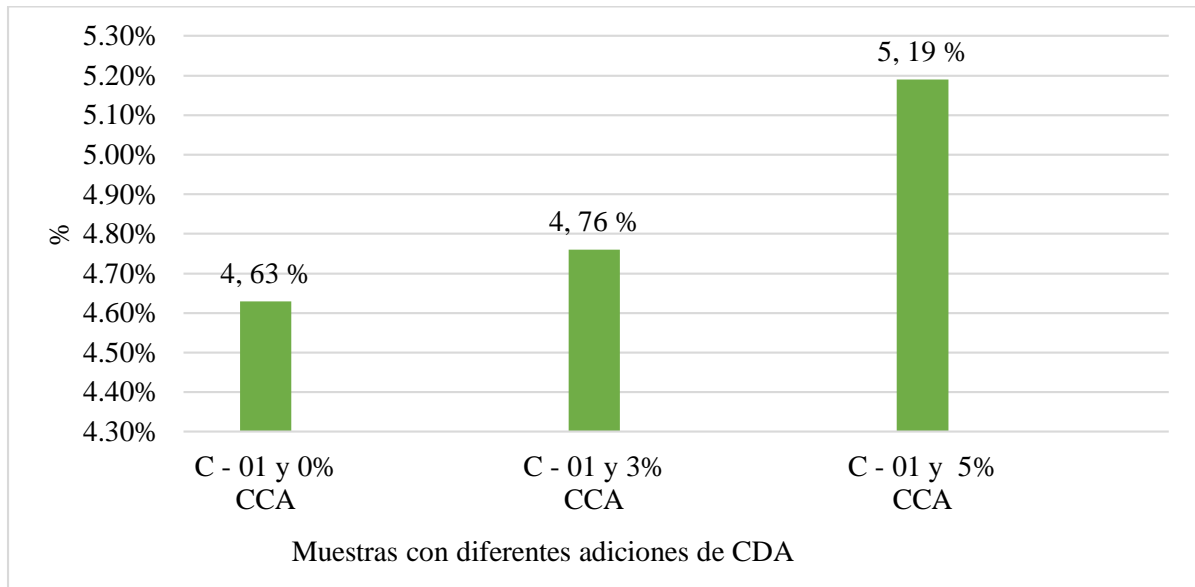
**CBR 100 %**

En este ensayo se determina el CBR al 100 % de la calicata 1, 2 y 3 de acuerdo a los porcentajes de adición del 0 %, 3 % y 5 % de CDA.

En la calicata 1 se presenta un con adición del 0 % de CDA un 4,63 %, con 3 % de CDA un 4,76 % y con 5 % de CDA un 5,19 %.

**Figura 41**

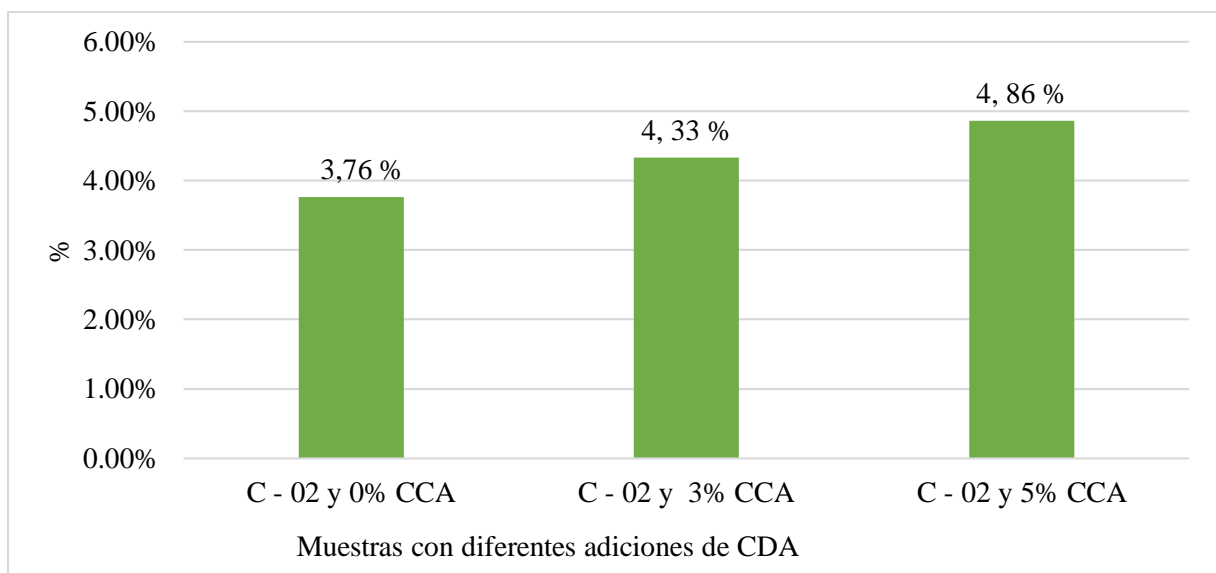
*CBR 100 % (C-01)*



En la calicata 2 se presenta un con adición del 0 % de CDA un 3,76 %, con 3 % de CDA un 4,33 % y con 5 % de CDA un 4,86 %.

**Figura 42**

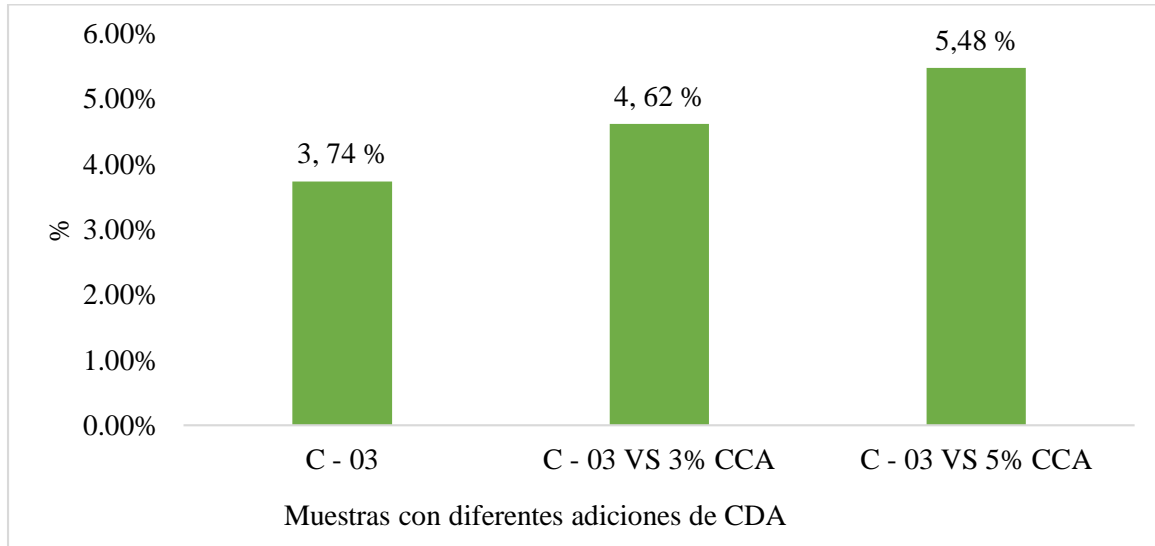
*CBR 95 % (C-02)*



En la calicata 3 se presenta un con adición del 0 % de CDA un 3,74 %, con 3 % de CDA un 4,62 % y con 5 % de CDA un 5,48 %.

**Figura 43**

*CBR 95 % (C-03)*



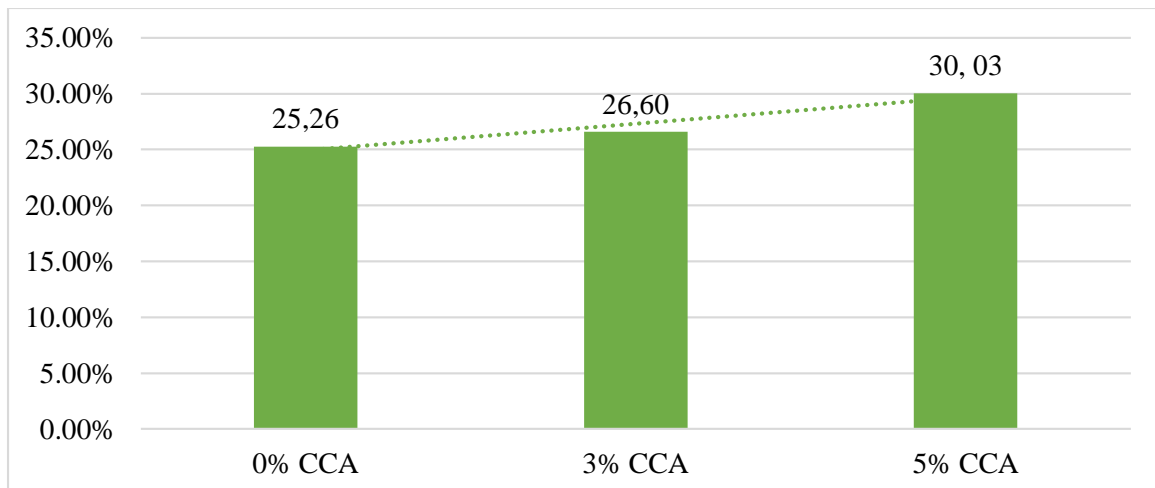
### 7.1.3. Porcentaje óptimo

#### El porcentaje óptimo CDA para el índice de plástico (IP)

Llegó a determinarse que el porcentaje de adición de CDA que brinda el óptimo índice de plasticidad es el 5 % con un 30,03, seguido del 3 % con un 26,60.

**Figura 44**

*Índice de plasticidad*



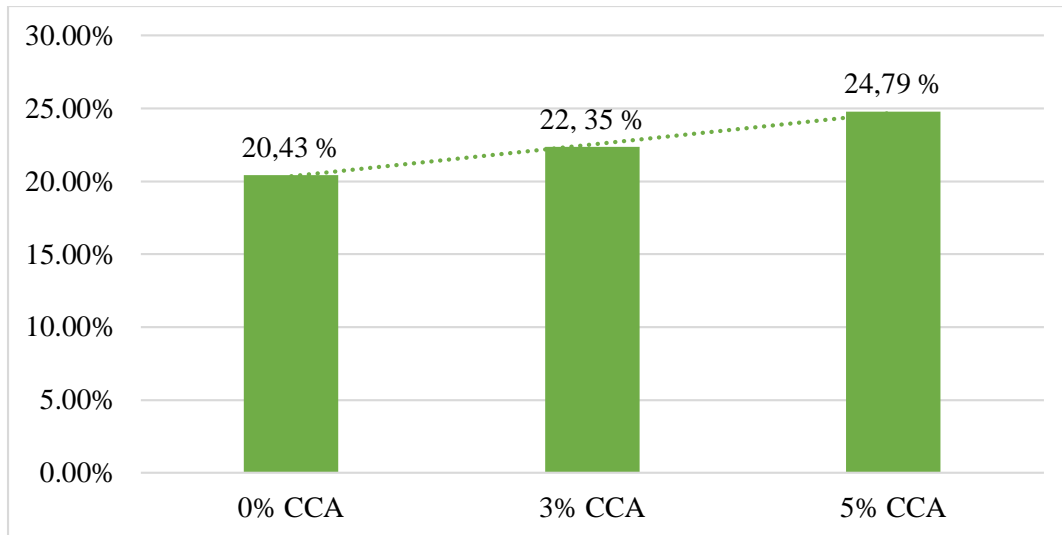


### El porcentaje óptimo CDA para el óptimo contenido de humedad

Se determinó que el porcentaje de adición de CDA que brinda el óptimo contenido de humedad es el 5 % con un 24,79 %, seguido del 3 % con un 22,35 %.

**Figura 45**

*Porcentaje de óptimo contenido de humedad*

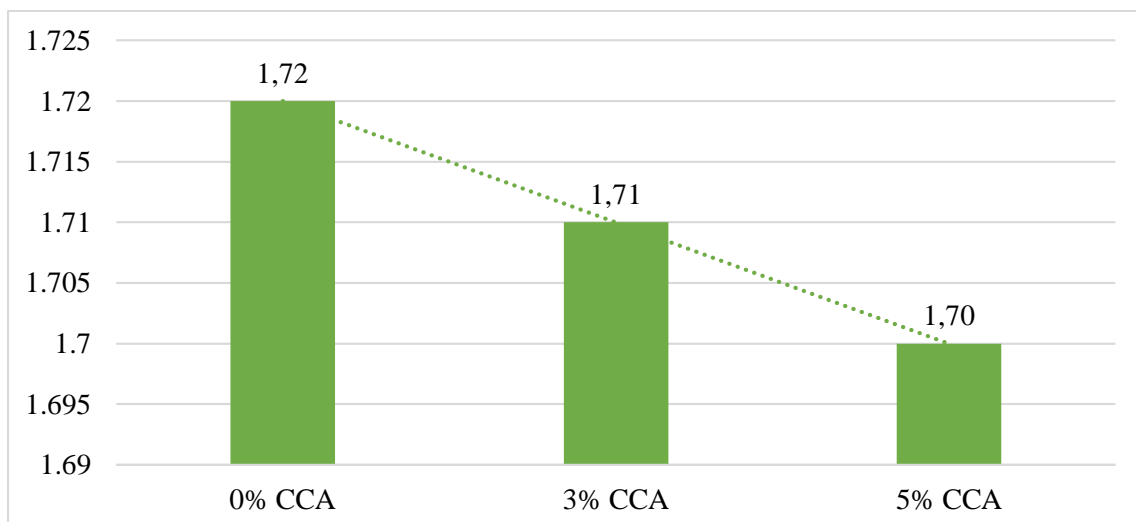


### El porcentaje óptimo de CDA para la densidad máxima

Logró determinarse que el porcentaje de adición de CDA que brinda la densidad máxima es el 0 % con un 1,72 kg/cm<sup>3</sup>, seguido del 3 % con un 1,71 kg/cm<sup>3</sup>.

**Figura 46**

*Porcentaje de densidad máxima*



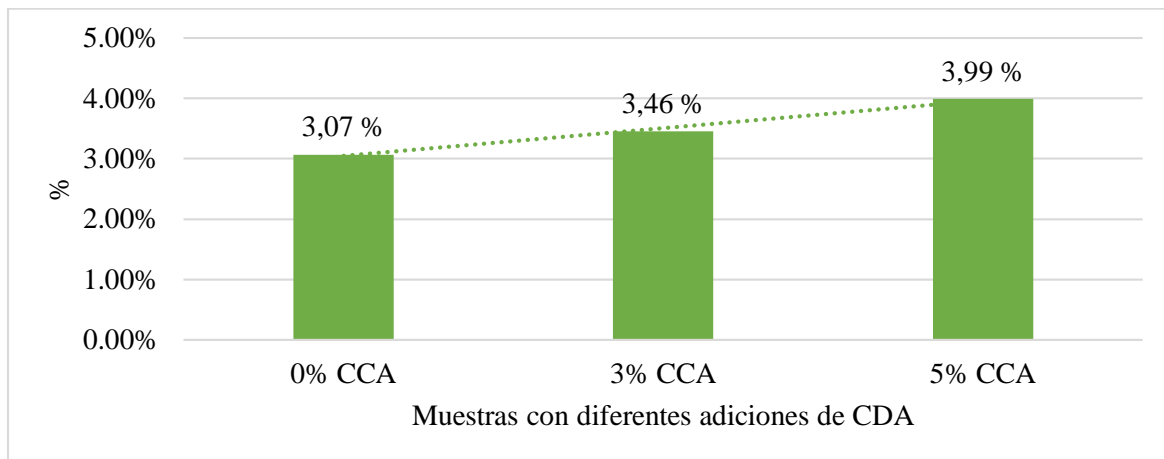
## El porcentaje óptimo CDA para el CBR

### Al 95 % CBR

Se determinó que el porcentaje de adición de CDA que brinda el CBR 95 % es el 5 % con un  $3,99 \text{ kg/cm}^3$ , seguido del 3 % con un  $3,46 \text{ kg/cm}^3$ .

**Figura 47**

*Porcentaje óptimo al CBR 95 %*

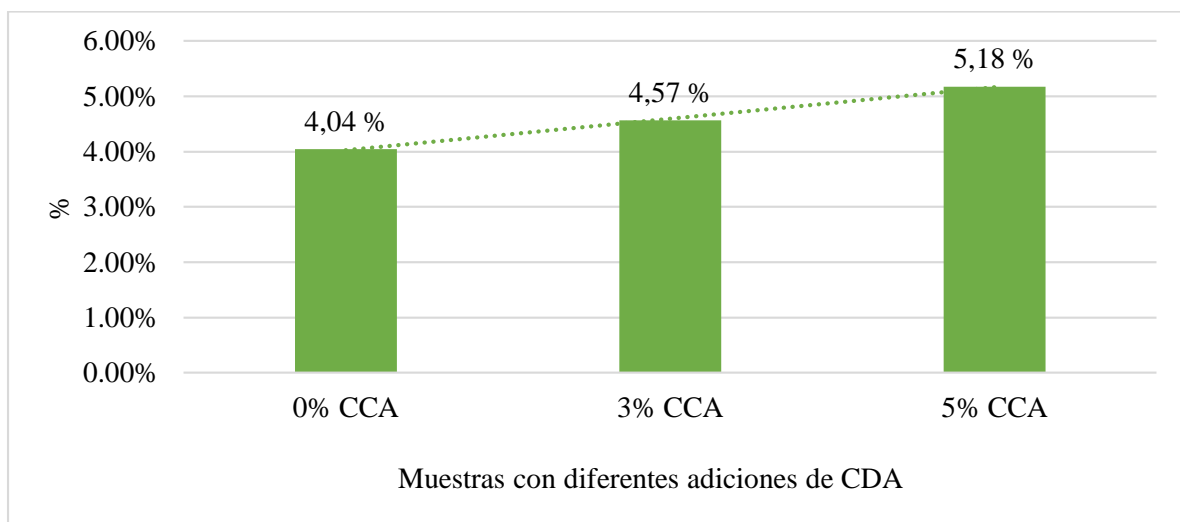


### Al 100 % CBR

Se determinó que el porcentaje de adición de CDA que brinda el CBR 100 % es el 5 % con un  $5,18 \text{ kg/cm}^3$ , seguido del 3 % con un  $4,57 \text{ kg/cm}^3$ .

**Figura 48**

*Porcentaje óptimo al CBR 100 %*



## 7.2. **Discusión de resultados**

La presente investigación tuvo por finalidad determinar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en la estabilización de los suelos arcillosos de las vías del km. 1,00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande, concluyendo en que la adición del 3 % y 5 % de CDA mejoró las características físico mecánicas del suelo. En este sentido se concuerda con Díaz (2019), quien en su investigación tuvo como propósito realizar un análisis del uso de cenizas de cáscara de arroz en la subrasante de la zona de estudio, concluyendo en que el uso de cenizas mejoró las propiedades físico mecánicas de la subrasante para estabilizarla. Del mismo modo concuerda con López (2021), quien en su tesis tuvo por fin estabilizar suelos de tipo arcilloso al aplicar CDA mejorando las subrasantes en Moyobamba, concluyendo que la manipulación de CDA como estabilizantes para suelos de tipo arcilloso ofrece resultados idóneos. Por último, concuerda con Castro (2017), quien en su tesis concluyó que el uso de las CDA por medio de estabilizador de suelos en proyectos de pavimentación ofrece mejores efectos llegando a ser muy propicios a la estructura.

En la evaluación de las propiedades físicas del suelo, pudo determinarse que el suelo en su estado natural o con la presencia de ceniza de cascara de arroz presenta una clasificación de sueño arcillo de menor plasticidad. En este sentido se concuerda con López (2021), quien en su tesis obtuvo según SUCS un suelo de arcillas de altas plasticidades (CH) y según AASHTO un suelo «A-7-6» (20), utilizando mezclas con CDA de 15,00 %, 10,00 % y 5,00 %.

Respecto a las propiedades mecánicas, se determinó que el CBR al 95 % de la mezcla patrón fue de 3,48 % y el CBR al 100 % fue 4,63 %. También se obtuvo el mejor CBR al 95 % (fue 4,32 %) y CBR al 100% (fue 5,48 %) de las muestras analizadas con 3 % y 5 % de CDA. Notándose un aumento de CBR con respecto a las mezclas patrón, el CBR al 95 % aumento en 0,84 % y CBR al 100 % aumento en 0,85 %. En este sentido se

concuerta con Behak (2018), quien en su investigación tuvo por propósito efectuar un estudio sobre los efectos de CDA para estabilización sobre el índice y características de ingeniería de suelos problemáticos, utilizando varias proporciones de CDA (5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % y 80 %). Teniendo como resultados que el CBR sin humedad en los casos de las adiciones de CDA a los suelos arcillosos llegó a incrementar de 3,20 % a 9,30 % y los valores de CBR empapado de 2,40 % a 4,40 %. Concluyendo que, conforme aumenta la añadidura de CDA se obtienen mejores resultados en la estabilización de suelos de tipo arcilloso. Así mismo concuerda con Castro (2017), quien en su investigación tuvo como objetivo desarrollar una metodología alternativa a fin de estabilizar el suelo al hacer uso de residuos agrícolas como las CDA aplicándolos a nivel de subrasantes en suelos de bajas capacidades portante, obteniendo como resultados que, se logró incrementar el CBR de 5 % a 19,4 % para suelos de tipo arcilloso y CDA con 20 % de adición.

Se determinó que el porcentaje óptimo de incorporación fue del 5% de CDA, por lo que en este punto se concuerda con Sani et al. (2020), quienes en su investigación tuvieron como fin ver los efectos de CDA al mezclarlas con fibras de sisal tratadas sobre cada propiedad de los suelos lateríticos como compuestos constructivos para carretera, determinando que en carreteras con bajo tráfico se debe utilizar una mezcla óptima de 6 % de CDA / 0,75 % de contenido de SF por pesos secos del suelo, la cual cumplió con los valores mínimos reglamentarios. Por último, no concuerda con Díaz (2019), quien en su tesis determino que el porcentaje óptimo fue del 20,00 % de cenizas de arroz.

### 7.3. Conclusiones

1) Se concluyó que el porcentaje del 3 % y 5 % de CDA permiten mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo arcilloso, siendo el más óptimo y significativo el 5 % dado que brinda los mejores resultados en cuanto a cada ensayo realizado.

2) Para las propiedades físicas del suelo en el área de estudio se concluye que:

Según su análisis granulométrico los porcentajes retenido en la malla N° 200, sin incorporar CDA fue 91,20 %, con adición 3 % CDA fue 97,7 %, con adición 5 % CDA fue 91,70 %. Su clasificación SUCS fue 0 % CDA=CL (arcilloso- menor plasticidad), 3 % CDA= CL (arcilloso – menor plasticidad), 5 % CDA= CL (arcilloso - menor plasticidad).

Según su análisis granulométrico los porcentajes retenido en la malla N° 200, sin incorporar CDA fue 98,29 %, con adición 3 % CDA fue 96,21 %, con adición 5 % CDA fue 96,93 %. Su clasificación SUCS fue 0 % CDA=CH (arcilloso con alta plasticidad), 3 % CDA=CL (arcilloso – menor plasticidad) y 5 % CDA= CH (arcilloso con alta plasticidad).

Para C3, según su análisis granulométrico los porcentajes retenido en la malla N°200, sin incorporar CDA fue 98,99 %, con adición 3 % CDA fue 98,86 %, con adición 5 % CDA fue 97,68 %. Su clasificación SUCS fue 0 % CDA=CH (arcilloso con alta plasticidad), 3 % CDA= CL (arcilloso – menor plasticidad) y 5 % CDA=CH (arcilloso con alta plasticidad).

3) Para las propiedades mecánicas del suelo en el área de estudio se concluye que:

El porcentaje óptimo de humedad en la calicata 1 con adición de 0 % CDA de 20,69 %, con 3 % CDA de 22,85 % y con adición de 5 % CDA de 25,56 %; en la calicata 2 con

adición de 0 % CDA de 20,34 %, con 3 % CDA de 21,35 % y con adición de 5 % CDA de 23,85 % y en la calicata 3 con adición de 0 % CDA de 20,25 %, con 3 % CDA de 22,86 % y con adición de 5 % CDA de 24,95 %.

La máxima densidad en C1 con adición 0 % CDA 1,74 kg/cm<sup>3</sup>, 3 % CDA 1,70 kg/cm<sup>3</sup> y 5 % CDA 1,72 kg/cm<sup>3</sup>, en C2 con adición 0 % CDA 1,73 kg/cm<sup>3</sup>, con 3 % CDA 1,69 kg/cm<sup>3</sup> y 5 % CDA de 1,71 kg/cm<sup>3</sup> y en la C3 con adición de 0 % CDA 1,72 kg/cm<sup>3</sup>, 3 % CDA 1,68 kg/cm<sup>3</sup> y 5 % CDA de 1,69 kg/cm<sup>3</sup>. Notándose una mínima variación de sus valores con adición de CDA respecto a la mezcla patrón.

El mejor CBR al 95 % fue 3,48 % y el mejor CBR al 100 % fue 4,63 % de la muestra patrón analizadas 0 % CDA de C1, C2, C3. También se obtuvo el mejor CBR al 95 % (fue 4,32 %) y CBR al 100% (fue 5,48 %) de las muestras analizadas con 3 % y 5 % de CDA de C1, C2 y C3. Notándose un aumento de CBR con respecto a las mezclas patrón, CBR al 95 % aumento 0,84 % y CBR al 100 % aumento 0,85 %.

- 4) En el índice de plasticidad se obtuvo que el porcentaje óptimo es el 5 % de adición de CDA el cual brinda un 30,03, al igual que el óptimo contenido con un 24,79 %, pero para la densidad máxima todos son adecuadas el 0 % con 1,72 kg/cm<sup>3</sup>, seguido del 3 % con un 1,71 kg/cm<sup>3</sup> y 5 % de 1,70 kg/cm<sup>3</sup>. En cuanto al CBR 95 % el porcentaje óptimo es el 5 % con un 3,99 %, asimismo con el CBR 100 % que fue de 5,18 %.
- 5) Conforme a los análisis estadísticos obtenidos en los ensayos de límite de Atterberg, ensayo de Proctor y CBR, realizados mediante las pruebas ANOVA, normal, post hoc y Kruskal-Wallis se determinó que el porcentaje óptimo es el 5 % de CDA dado que alcanza un nivel de significancia menor al 0,05.

#### **7.4. Recomendaciones**

- 1) Se recomienda que para lograr estabilizar la subrasante se haga uso del 5 % de CDA dado que haciendo esto sus propiedades físico mecánicas mejoran de forma significativa.
- 2) Para próximos estudios se plantea que se apliquen los porcentajes de adición de CDA en la construcción de una obra de carreteras y se llegue a analizar todo el presupuesto del proyecto.
- 3) Se recomienda que para próximos estudios se incrementen los porcentajes de la cantidad de CDA de tal manera que se llegue a determinar el porcentaje máximo permitidos para una buena capacidad portante de un suelo arcilloso.
- 4) Se propone que se complemente el uso de las CDA con otro componente para ver si permite mejorar la capacidad portante de la subrasante de alguna carretera.

## APÉNDICES Y ANEXOS

### Fuentes de información

- Alarcón, J., Jiménez, M., y Benítez, R. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. *Ingeniería de Construcción*, 35(1). <https://bit.ly/3RrbHiN>
- Anjani, Y., Kumar, R., y Kishor, S. (2017). Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *Materials today: Proceedings*, 254- 261. <https://bit.ly/3XJzV9Y>
- Behak, L. (2018). Soil Stabilization with Rice Husk Ash. *Rice - Technology and Production*. , 1-8. <https://doi.org/10.5772/66311>
- Brahmachary, T., Ahsan, M., y Rokonuzzaman, M. (2019). Impact of rice husk ash (RHA) and nylon fiber on the bearing capacity of organic soil. *SN Appl. Sci.*, 1(273), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0275-0>
- Cajaleon, O., y Mondragon, D. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018*. Lima. <https://bit.ly/40l6DR5>
- Cañar, E. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>
- Castro, A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://bit.ly/3XGMinb>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. (5. ed., Ed.) Ciudad de México, México: Limusa. <https://bit.ly/2GS6MET>



- Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A., Olivero, R., y Chams, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. (e. a. Cury, Ed.) *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 9(530), 122-132. <https://doi.org/10.24188>
- Díaz, F. (2019). *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv. San Martín - Lonya Grande, Amazonas*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25951/D%c3%adaz\\_VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25951/D%c3%adaz_VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fonseca, K., Becerra, Y., y Muñoz, S. (2020). Uso de estabilizadores para suelos arcillosos. Una revisión literaria. *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*, 50(1 Y 2), 54-69. <https://bit.ly/401S7NT>
- Google Earth. (2019). *Mapa satelital*. Google Earth : [https://earth.google.com/web/search/PERU/@-9.94608285,-73.94403236,-172.95376128a,2092903.38363379d,35y,0h,0t,0r/data=Cm8aRRI\\_CiUweDkxMDVjODUwYzA1OTE0ZjU6MHhmMjllMDExMjc5MjEwNjQ4GXXjyFpDYSLAIQQeGED4wFLAKgRQRVJVGAIGASImCiQJ8JGPPwtOP0AR85GPPwtOP8AZsZukX\\_PbS](https://earth.google.com/web/search/PERU/@-9.94608285,-73.94403236,-172.95376128a,2092903.38363379d,35y,0h,0t,0r/data=Cm8aRRI_CiUweDkxMDVjODUwYzA1OTE0ZjU6MHhmMjllMDExMjc5MjEwNjQ4GXXjyFpDYSLAIQQeGED4wFLAKgRQRVJVGAIGASImCiQJ8JGPPwtOP0AR85GPPwtOP8AZsZukX_PbS)
- Hidalgo, F., y Saavedra, J. (2020). *Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://bit.ly/3WJVF15>
- INEI. (2018). *Producción de arroz cáscara se incrementó en 95,2% durante*. Lima: INEI.
- Jijo, J., y Kasinatha, P. (2018). Chemical, mineral and microstructural characterization of solid wastes for use as auxiliary additives in soil stabilization. *Karpaga Vinayaga College of Engineering and Technology*, 44(3).

- Jittin, V., Bahurudeen, A., y Ajinkya, S. (2020). Utilisation of rice husk ash for cleaner production of different construction products. *Birla Institute of Technology and Science Pilani, Hyderabad Campus*, 14.
- Juárez, E., y Rico, A. (2005). Suelos. En E. Juárez, *Fundamentos de la Mecánica de Suelos* (pág. 627). México, México: Limusa Noriega Editores. [https://doi.org/ISBN: 968-18-0069-9](https://doi.org/ISBN:968-18-0069-9)
- López, J. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba - departamento de San Martín*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://bit.ly/3WHTcaH>
- López, J., y Ortiz, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Los Andes]. <https://bit.ly/3WGKZU7>
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. <https://bit.ly/3R8KLEc>
- Nuñez, D. (2011). *Elección y dosificación del conglomerante en estabilización*. Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora: ITS. <https://bit.ly/3JpNszv>
- Ojeda, O., Mendoza, J., y Baltazar, M. (2018). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *ALCONPAT, Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, 8(2), 1-15.
- Requejo, R. (2020). *Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz), pueblo joven Las Dunas – Lambayeque- Perú 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán].
- Rocci, S. (2012). Una clasificación de suelos, basada en la granulometría, en relación con su aptitud para la mezcla con cemento. *Materiales de Construcción*, 12(160).

- Sani, J., Yhanna, P., y Chukwujama, I. (2020). Effect of rice husk ash admixed with treated sisal fibre on properties of lateritic soil as a road construction material. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 3(1), 11-18.  
<https://doi.org/10.1016/j.jksues.2018.11.001>
- Shengyan, P., Yaqi, H., Jin, M., Yan, Z., Liu, X., Qingqing, S., . . . Xiangjun, P. (2019). Stabilization Behavior and Performance of Loess Using a Novel Biomass-based Polymeric Soil Stabilizer. (E. & Geoscience, Ed.) *The geological society of America*, 25(2), 103- 114.
- Silvestre, J. (2018). *Análisis Comparativo de los efectos del Agua de Mar y de Cal en la Estabilización de Suelos Arcillosos en Calles que conforman el Barrio 2 de Noviembre de la Comuna Engabao perteneciente al Cantón Playas Provincia del Guayas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29329>
- Varón, J. (2005). Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz. *El hombre y la máquina*(25).  
<https://bit.ly/3WJXxu7>

## Apéndice

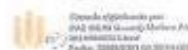


**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE BUCRE N° 1888 - PUEBLO NUEVO - CRL. 942150091

# *Registro de Indecopi*





EXPEDIENTE N° 889078-2021

## RESOLUCIÓN N° 003176-2021/DSD-Reg-INDECOPI

Lima, 18 de marzo de 2021

Con fecha 18 de marzo de 2021, TECNISU F & F S.R.L., de Perú, solicita la Renovación del registro N° 64062

### 1. ANÁLISIS

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, establecen que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los seis meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de seis meses, contados a partir de la fecha del mismo.

Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el párrafo precedente, las disposiciones contenidas en los artículos 178°, 179°, 184°, 189°, 196° y 198° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 75° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, en lo que corresponda; así como lo señalado por el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Indecopi; procede acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36°, 40° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, Reglamento y su modificatoria, concordante con el artículo 4° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, que aprueba disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

### 2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de TECNISU F & F S.R.L., la renovación del registro de la marca de servicio constituida por la denominación TECNISU F&F S.R.L. TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS y logotipo (se reivindica colores), de la Clase 37 de la Clasificación Internacional, inscrita con certificado N° 64062, quedando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 04 de noviembre de 2030.

Regístrese y Comuníquese

GWENDY PAZ GILIO  
Área de Registro y Archivo  
DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS  
INDECOPI

Pág. 1 de 2



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 076-2012-PC/J y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 008-2016-PC/J. Su autenticidad e integridad pueden ser comprobadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: 6ezp0ykusq

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL  
Calle De la Prensa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Tel: 224-7800, Web: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)



**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE BUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

## *Certificado de Calibración*



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 006 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0281-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TECNISU F&F S.R.L	
3. Dirección	AV. MARISCAL SUCRE NRO. 1650 SEC. JAEN - CAJAMARCA JAEN JAEN	
4. Equipo	PRESA DE ENSAYO CBR	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad	5000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-CBR	
Número de Serie	1152	
Procedencia	PERU	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	WEIGHING INDICATOR	
Modelo	NLD-SS LCD	
Número de Serie	HS201B09204	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-01-15	

Fecha de Emisión

2023-01-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC





# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 006 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2005.

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,4 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LF N° 042-22 (A)

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 006 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	500	500.8	499.9	500.3	500.5
20	1000	1001.7	1000.6	1000.6	1001.1
30	1500	1502.3	1500.4	1500.7	1501.4
40	2000	2002.4	2002.3	2000.8	2002.0
50	2500	2501.1	2501.1	2502.1	2501.4
60	3000	3002.4	3001.9	3001.4	3002.1
70	3500	3503.1	3505.7	3502.7	3503.7
80	4000	4002.5	4006.0	4004.0	4003.7
90	4500	4504.2	4507.2	4505.2	4505.2
100	5000	5003.4	5008.4	5006.4	5005.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
500	-0.09	0.18	-0.18	0.02	0.35
1000	-0.11	0.11	-0.11	0.01	0.35
1500	-0.10	0.13	-0.13	0.01	0.35
2000	-0.10	0.08	0.00	0.01	0.34
2500	-0.06	0.04	0.00	0.00	0.34
3000	-0.07	0.03	-0.02	0.00	0.34
3500	-0.10	0.09	0.07	0.00	0.34
4000	-0.09	0.09	0.09	0.00	0.34
4500	-0.12	0.07	0.07	0.00	0.34
5000	-0.11	0.10	0.10	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $t_0$ )	0.00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



## Anexos

### ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Metodología
							Tipo de investigación Aplicada
					3 %		Enfoque de investigación Cuantitativo
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable independiente:</b> <b>Ceniza de cáscara de arroz</b>	Porcentaje de adición		Ficha de observación	El diseño de la investigación Experimental
¿De qué manera las cenizas de cáscara de arroz influyen en los suelos arcillosos de las vías del km. 1,00 Sector Visalot Alto de Bagua Grande?	Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en suelos arcillosos de las vías del km. 1,00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande.	Las cenizas de cáscara de arroz influyen positivamente en las propiedades de suelos arcillosos en las vías del km. 1,00, Sector Visalot Alto de Bagua Grande.			5 %		El nivel de la investigación: Explicativo
<b>Problemas Específicos:</b> ¿De qué manera las cenizas de cáscara de arroz influyen en las propiedades físicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande?	<b>Objetivos específicos:</b> Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en las propiedades físicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.	<b>Hipótesis específicas:</b> Las cenizas de cáscara de arroz no influyen en las propiedades físicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.		Propiedades físicas		Ficha de observación	..... Población: vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande, provincia de Utcubamba en el departamento de Amazonas
¿De qué manera las cenizas de cáscara de arroz influyen en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande?	Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.	Las cenizas de cáscara de arroz influyen en las propiedades mecánicas, incrementando su CBR de suelos arcillosos en un 25 % en las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.	<b>Variable dependiente:</b> <b>Suelos arcillosos</b>		Máxima densidad seca		
¿De qué manera determinar el porcentaje óptimo de adición de cenizas de cáscara de arroz en suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande?	Determinar el porcentaje óptimo de adición de ceniza de cáscara de arroz en suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.	El porcentaje óptimo de adición de cenizas de cáscara de arroz es de 3 % en suelos arcillosos de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande.		Rendimientos	óptimo contenido de humedad	Ficha de observación	Muestra: El desarrollo de esta investigación experimental en 4 cuadras Jr. Andrés Avelino Cáceres, 2 cuadras Jr. Cumba, 2 cuadras de Jr. El Milagro y 2 cuadras de Jr. Jamalca de las vías del Sector Visalot Alto de Bagua Grande
					CBR		

## ANEXOS 2. INSTRUMENTOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

### - Estudio granulométrico

Proyecto :				
Proyectistas :				
Ensayo : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO				
Norma :				
Fecha de Muestreo :				
Muestreado por :				
Chequeado por :				
<b>ANÁLISI GRANULOMÉTRICO</b>				
Peso Inicial de la Muestra Seca	Gr	Ubicación :	D60 =	Cu =
Peso de la Muestra Después del Labado	Gr		D30 =	Cc =
Perdida por Lavado	Gr		D10 =	
Tolerancia	%			
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa (%)	
Total Retenido :				

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

### - Contenido de humedad y peso específico

Fecha de Muestreo :								
Muestreado por :								
Chequeado por :								
<b>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :</b>								
Observaciones :				Ubicación :		Ubicación :		
Tara Número		Unidades	1	2	3	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda		Gr						
Peso Tara + Muestra Seca		Gr						
Peso de la Tara		Gr						
Peso de la Muestra Seca		Gr						
Peso del Agua		Gr						
Contenido de Humedad		%						
Promedio								
<b>PESO ESPECÍFICO :</b>								
Observaciones :				Ubicación :		Ubicación :		
Tara Número		Unidades	1	2	3	1	2	3
Peso del Suelo Seco		Gr						
Peso Frasco Vacío		Gr						
Peso Frasco + Agua		Gr						
Peso Frasco + Agua + Suelo		Gr						
Volumen de Sólidos		Cm <sup>3</sup>						
Peso Específico de Sólidos		Gr / Cm <sup>3</sup>						
Promedio								

## - Índice de plasticidad

Ensayo : LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LÍQUIDO		Norma :					
LÍMITE PLÁSTICO		Norma :					
Fecha de Muestreo :							
Muestreado por :							
Chequeado por :							
LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación : Calicata			Potencia :		
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr						
Peso Tara + Muestra Seca	Gr						
Peso de la Tara	Gr						
Peso de la Muestra Seca	Gr						
Peso del Agua	Gr						
Contenido de Humedad	%						
Número de Golpes					Promedio :		

## - Proctor Modificado

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)					
ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO					
PESO MOLDE					
PESO SUELO COMPACTADO					
VOLUMEN DEL MOLDE					
DENSIDAD HUMEDA					
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°					
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
PESO RECIPIENTE					
PESO DE AGUA					
PESO DE SUELO SECO					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
DENSIDAD SECA					

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**

DENSIDAD SECA gr/cc

CONTENIDO DE HUMEDAD %

Max. densidad seca  
gr/cm<sup>3</sup>

Conten. humedad óptima  
%

**- Valor CBR**

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)**  
( ASTM D-1883 )

	7		8		9	
Molde N°	5		5		5	
Capa N°	56		25		10	
Golpes por capa N°	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Condición de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo gr.						
Peso del molde gr.						
Peso del suelo humedc gr.						
Volúmen del molde cc.						
Densidad Humeda gr./cc						
Humedad %						
Densidad seca gr./cc						
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo humedo gr.						
Tarro suelo seco gr.						
Agua gr.						
Peso del Tarro gr.						
Peso del suelo seco gr.						
Humedad %						
Promedio de la humed %						

**ENSAYO EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

## ANEXOS 3. ENSAYOS DE LABORATORIO



**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

# *Clasificación Sucs*







# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

UBICACION : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

LUGAR : C - 01

FECHA : FEBRERO - 2023

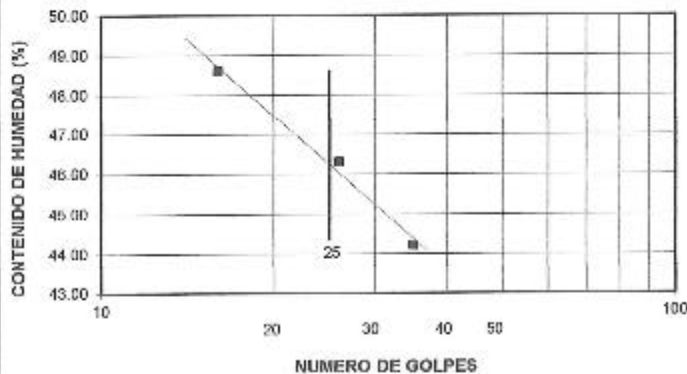
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	18	26	35	---	---	---
1. Recipiente N°	6	9	10	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	46.47	49.12	52.62	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	38.58	40.63	43.38	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.40	22.17	22.56	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	7.89	8.49	9.24	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	16.18	18.48	20.82	---	---	---
7. Humedad (%)	48.76	45.99	44.38	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	10	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	27.25	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	26.33	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.55	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	0.92	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	3.78	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	24.34	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	46.53	---
L.P.	24.34	---
I.P.	22.19	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CL	A - 7 - 6 (2)

Observaciones:

Registro INDECOP I N° 00081082

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Quevedo  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lajude  
 CIP 10302



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CBL. 942150091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

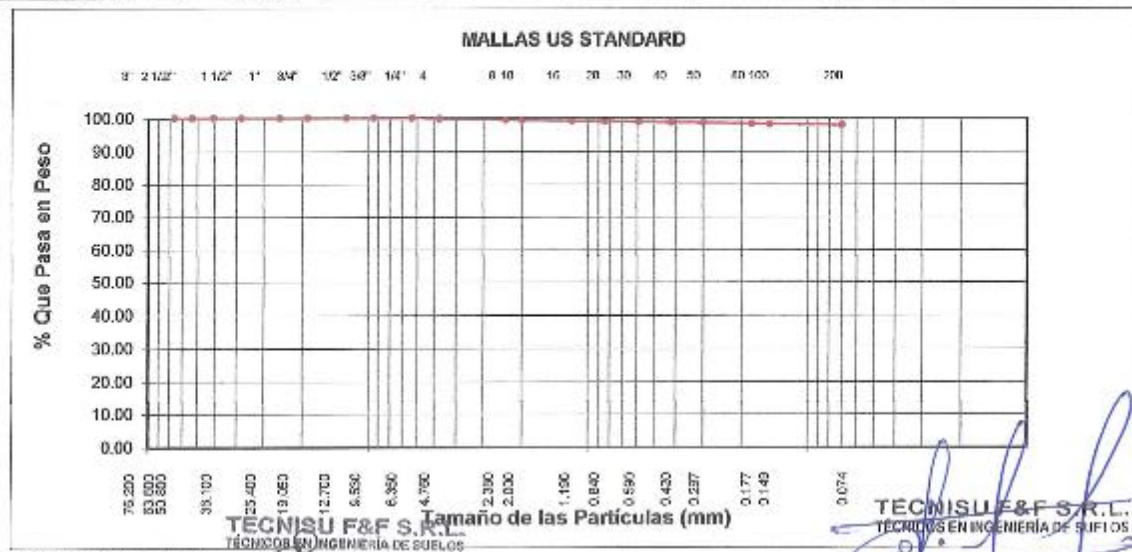
**FECHA :** FEBRERO - 2023

**LUGAR :** C - 01 VS 3% CCA

**MUESTRA N°:** M - 1

**PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						L.L. : 48.09
3/4"	19.05						L.P. : 24.04
1/2"	12.70						I.P. : 24.05
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35						AASHTO : A - 7 - 6 (2)
N° 04	4.75				99.74		
N° 06	2.38	1.12	0.37	0.63	99.37		
N° 10	2.00	0.31	0.10	0.73	99.27		
N° 16	1.19	0.80	0.27	1.00	99.00		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	0.24	0.08	1.08	98.92		
N° 30	0.59	0.50	0.17	1.25	98.75		
N° 40	0.42	0.44	0.15	1.39	98.61		
N° 50	0.30	0.35	0.12	1.51	98.49		
N° 80	0.18	0.73	0.24	1.75	98.25		
N° 100	0.15	0.38	0.13	1.88	98.12		
N° 200	0.07	0.76	0.25	2.13	97.87		
<N° 200		293.40	97.87	100.00	0.00		
Peso Inicial		299.80					



Registro INDECOPI N° 00054052

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Carlos E. Becerra Guevara*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ingr. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 676292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**LUGAR :** C - 01 VS 3% CCA

**FECHA :** FEBRERO - 2023

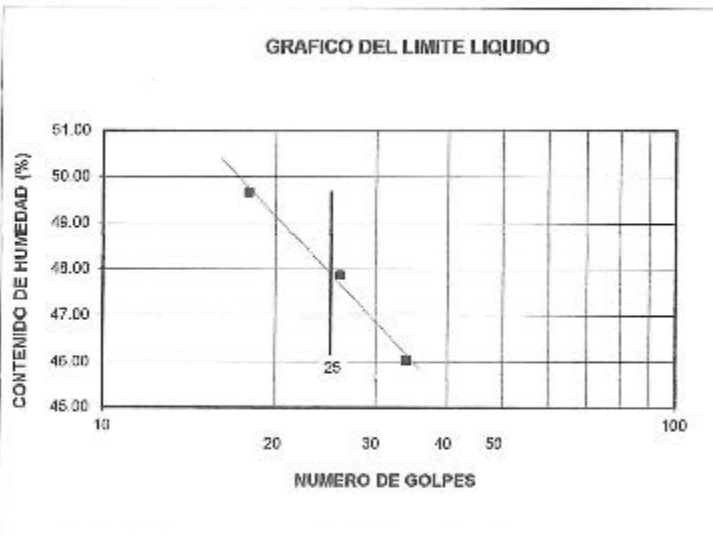
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	18	26	34	---	---	---
1. Recipiente N°	4	8	5	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	46.52	49.84	52.47	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	38.59	41.16	42.98	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.66	22.95	22.41	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	7.93	8.68	9.49	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	15.93	18.21	20.57	---	---	---
7. Humedad (%)	49.78	47.67	46.14	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	11	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	26.12	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	24.93	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	19.98	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.19	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	4.95	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	24.04	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	48.09	---
L.P.	24.04	---
I.P.	24.05	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CL	A - 7 - 6 (2)

Observaciones:

Registro INDECOPÍ N° 00364062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ina Ernesto Flores Lozano  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACION :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

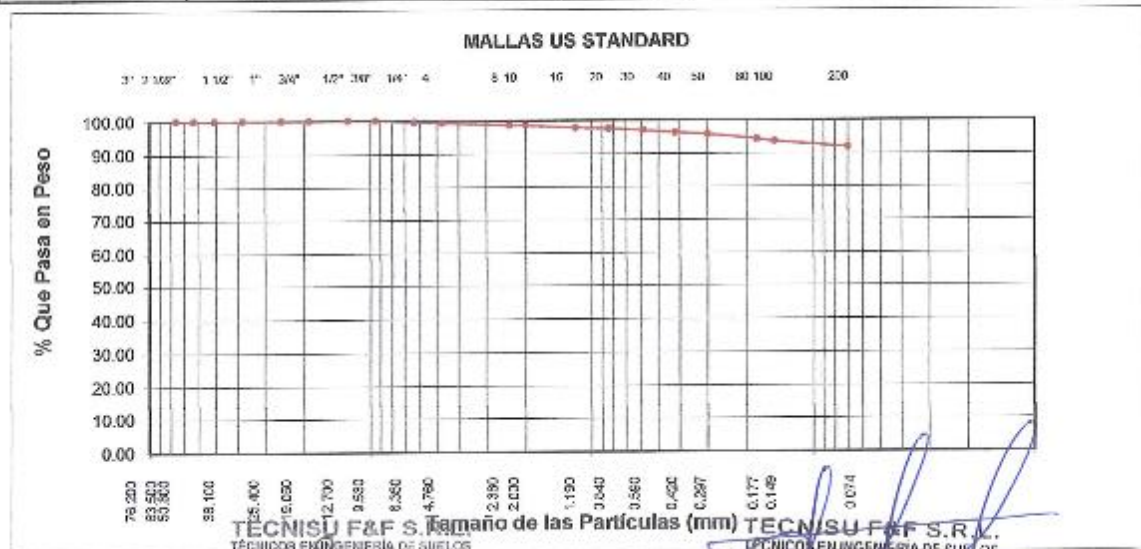
**FECHA :** FEBRERO - 2023

**LUGAR :** C - 01 VS 5% CCA

**MUESTRA N°:** M - 1

**PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL, arcillas Inorgánicas de mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						L.L. : 49.13
1/2"	12.70						L.P. : 21.20
							I.P. : 27.93
3/8"	9.53				100.00		CLASIFICACION
1/4"	6.35	1.60	0.53	0.53	99.47		AASHTO : A - 7 - 6 (27)
N° 04	4.76	0.83	0.28	0.81	99.19		
N° 08	2.38	2.25	0.75	1.56	98.44		
N° 10	2.00	0.36	0.12	1.68	98.32		
N° 16	1.19	2.13	0.71	2.39	97.61		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	0.77	0.26	2.65	97.35		
N° 30	0.59	1.74	0.58	3.23	96.77		
N° 40	0.42	1.89	0.63	3.86	96.14		
N° 50	0.30	1.82	0.61	4.47	95.53		
N° 80	0.18	4.17	1.39	5.86	94.14		
N° 100	0.15	2.13	0.71	6.57	93.43		
N° 200	0.07	5.20	1.73	8.30	91.70		
<N° 200		275.00	91.70	100.00	0.00		
Peso Inicial		299.89					



Registro INDECOPI N° 00064052

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Carlos E. Becerra Guevara*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

LUGAR : C - 01 VS 5% CCA

FECHA : FEBRERO - 2023

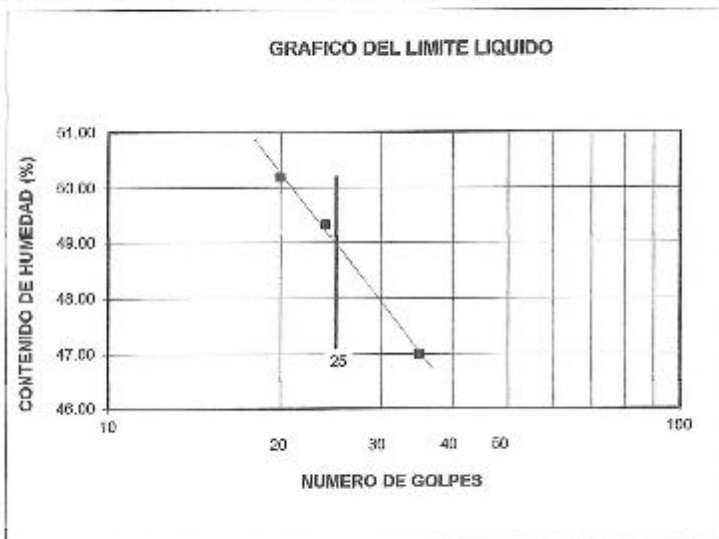
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	20	24	35	---	---	---
1. Recipiente N°	6	12	27	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	47.35	49.95	56.13	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	38.06	39.74	45.26	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	19.59	18.99	22.15	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	9.29	10.21	10.87	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	18.47	20.75	23.11	---	---	---
7. Humedad (%)	50.30	49.20	47.04	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.60			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	36	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	28.53	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	27.40	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.07	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.13	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	5.33	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	21.20	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	49.13	---
L.P.	21.20	---
I.P.	27.93	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CL	A - 7 - 6 (2)

Observaciones:

Registro INDECOPI N° 00061002

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesta Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

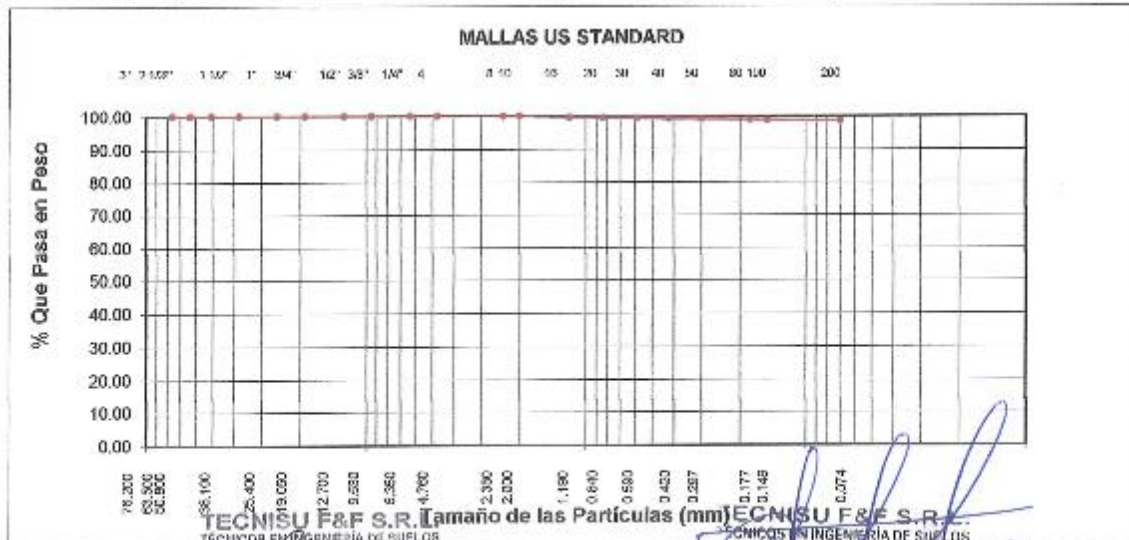
**FECHA :** FEBRERO - 2023

**LUGAR :** C - 02

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						L.L. : 50.22
1/2"	12.70						L.P. : 23.60
3/8"	9.53						I.P. : 26.62
1/4"	6.35						CLASIFICACION
N° 04	4.76				100.00		AASHTO : A - 7 - 6 ( 29)
N° 08	2.36	0.33	0.11	0.11	99.69		Humedad Natural : 24.1
N° 10	2.00	0.14	0.05	0.16	99.84		
N° 16	1.19	1.02	0.34	0.50	99.50		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	0.36	0.12	0.62	99.38		
N° 30	0.59	0.58	0.19	0.81	99.19		
N° 40	0.42	0.49	0.16	0.97	99.03		
N° 50	0.30	0.38	0.13	1.10	98.90		
N° 80	0.18	0.80	0.20	1.30	98.70		
N° 100	0.15	0.33	0.11	1.41	98.59		
N° 200	0.07	0.89	0.30	1.71	99.29		
<N° 200		294.80	98.29	100.00	0.00		
Peso Inicial		299.92					



Registro INDECOPI N° 0094082

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozano  
 CIP: 76232



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 94215 0091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

UBICACION : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

LUGAR : C - 02

FECHA : FEBRERO - 2023

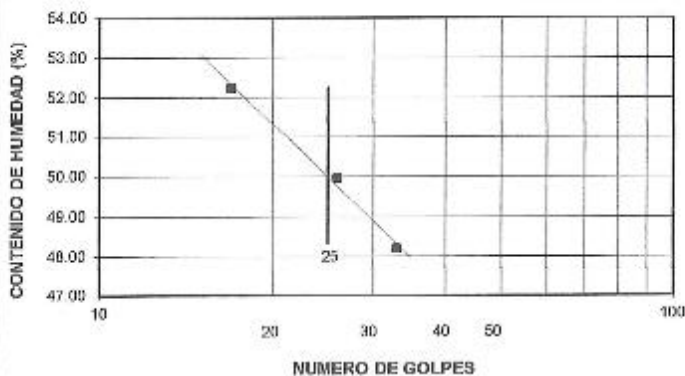
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	17	26	33	---	---	---
1. Recipiente N°	4	8	5	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	47.28	50.56	53.26	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	38.82	41.99	43.21	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.66	22.95	22.41	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	8.46	9.17	10.05	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	16.16	18.44	20.80	---	---	---
7. Humedad (%)	52.35	49.73	48.32	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	11	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	26.15	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	24.80	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	19.08	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.35	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	5.72	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	23.60	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	50.22	---
L.P.	23.60	---
I.P.	26.62	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CH	A - 7 - 6 (22)

Observaciones:

Registro INCECOP: N° 03064002

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

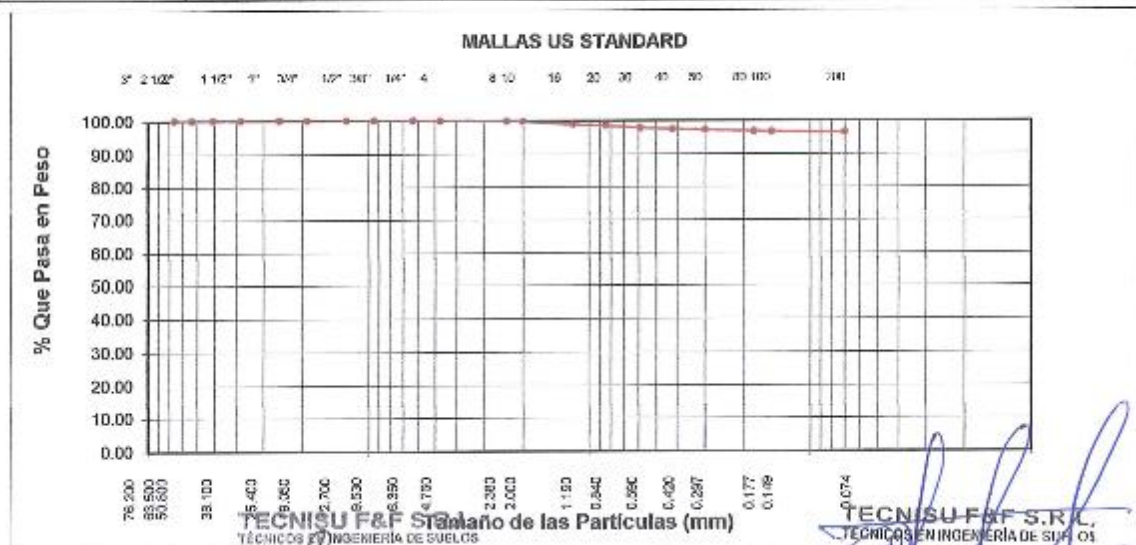
**FECHA :** FEBRERO - 2023

**LUGAR :** C - 02 VS 3% CCA

**MUESTRA N°:** M - 1

**PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.  L.L. : 57.06 L.P. : 29.98 I.P. : 27.06
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						
1/2"	12.70						CLASIFICACION AASHTO : A-7-6 (31)
3/8"	9.53				100.00		
1/4"	6.35						OBSERVACIONES:
N° 04	4.76	0.46	0.15	0.15	99.85		
N° 08	2.38	0.50	0.17	0.32	99.88		
N° 10	2.00	0.32	0.11	0.43	99.57		
N° 16	1.19	2.77	0.92	1.35	98.65		
N° 20	0.84	1.11	0.37	1.72	98.28		
N° 30	0.59	1.90	0.63	2.35	97.85		
N° 40	0.42	1.33	0.44	2.80	97.20		
N° 50	0.30	0.73	0.24	3.04	96.96		
N° 80	0.18	0.98	0.32	3.36	96.64		
N° 100	0.15	0.41	0.14	3.50	96.50		
N° 200	0.07	0.88	0.28	3.79	96.21		
<N° 200		288.63	96.21	100.00	0.00		
Peso Inicial		300.00					



Registro INDECOP N° 00064062

*Carlos E. Becerra Guevara*  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozano*  
CIP: 75292





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**LUGAR :** C - 02 VS 3% CCA

**FECHA :** FEBRERO - 2023

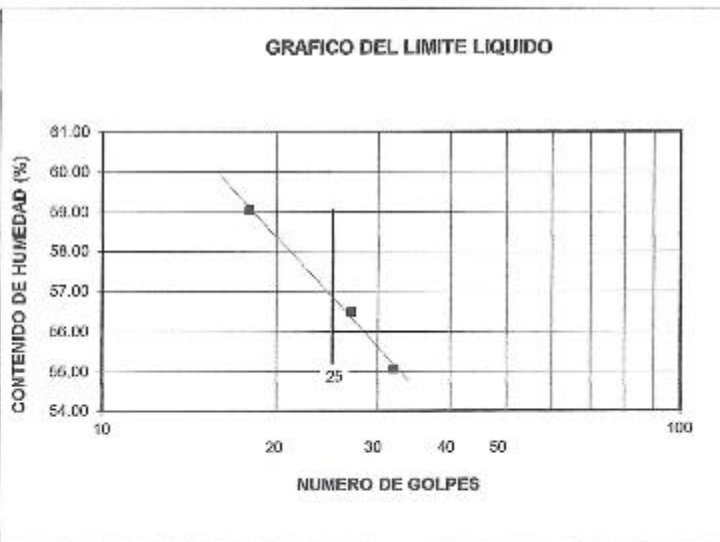
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	18	27	32	---	---	---
1. Recipiente N°	10	6	12	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	47.28	50.23	50.29	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	38.10	40.20	39.16	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.57	22.39	18.99	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	9.18	10.03	11.13	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	15.53	17.81	20.17	---	---	---
7. Humedad (%)	59.11	56.32	55.18	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
1. Recipiente N°	27	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	28.48	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	27.02	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.15	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.46	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	4.87	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	29.98	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



	MUESTRA	
	M - 1	---
L.L.	57.06	---
L.P.	29.98	---
I.P.	27.08	---

MUESTRA	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
M - 1	CH	A - 7 - 6 (3)

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Observaciones:

Registro INDECOPI N° 00954952

Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lopez  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942160091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

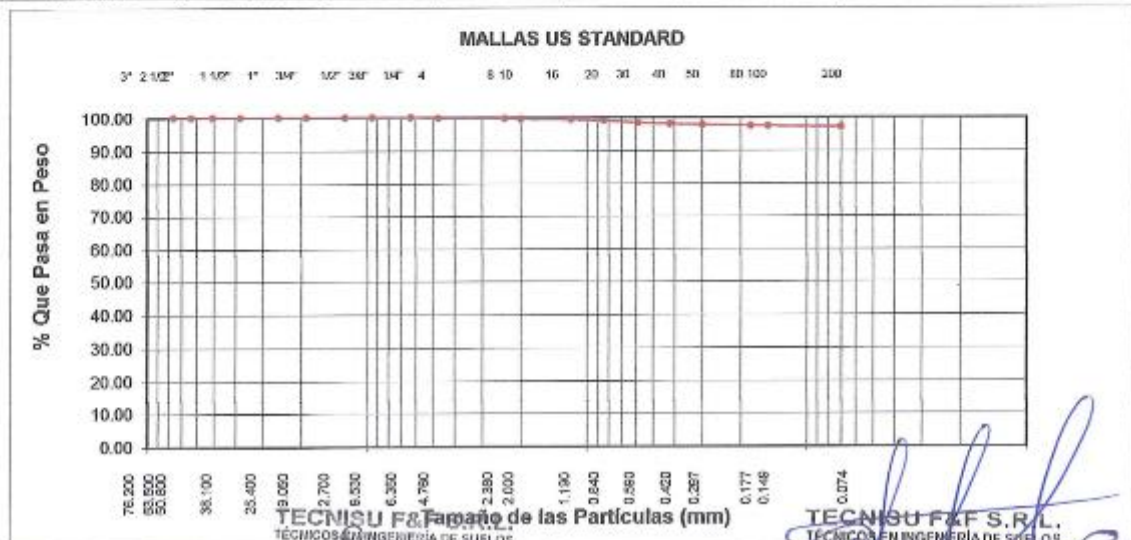
FECHA : FEBRERO - 2023

LUGAR : C - 02 VS 5% CCA

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						LL. : 60.40
1/2"	12.70						L.P. : 29.61
3/8"	9.53						I.P. : 30.79
1/4"	6.35				100.00		CLASIFICACION
N° 04	4.75	0.75	0.25	0.25	99.75		AASHTO : A - 7 - 6 (35)
N° 08	2.38	0.43	0.14	0.39	99.61		
N° 10	2.00	0.48	0.16	0.55	99.45		
N° 16	1.19	0.65	0.22	0.77	99.23		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	1.09	0.36	1.13	98.87		
N° 30	0.59	1.86	0.62	1.75	98.25		
N° 40	0.42	1.27	0.42	2.18	97.82		
N° 50	0.30	0.69	0.23	2.41	97.59		
N° 80	0.18	0.89	0.30	2.71	97.29		
N° 100	0.15	0.35	0.12	2.82	97.18		
N° 200	0.07	0.74	0.25	3.07	96.93		
<N° 200		290.60	96.93	100.00	0.00		
Peso Inicial		299.80					



Registro INDECOPI N° 00054062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CRL. 942160091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

LUGAR : C - 02 VS 5% CCA

FECHA : FEBRERO - 2023

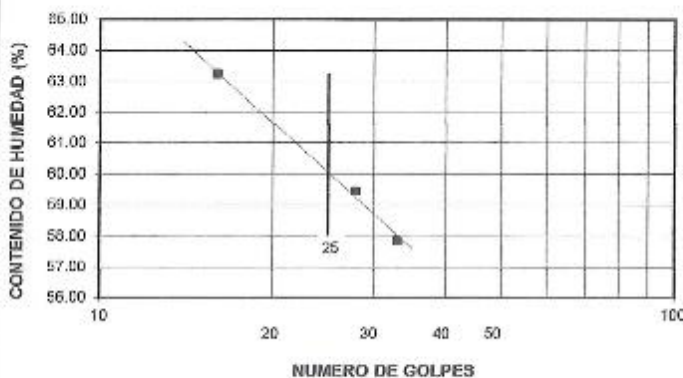
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.60			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	16	28	33	---	---	---
1. Recipiente N°	55	36	38	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	47.92	50.79	54.67	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	37.94	40.11	42.83	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.18	22.07	22.43	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	9.98	10.68	11.84	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	15.76	18.04	20.40	---	---	---
7. Humedad (%)	63.32	59.20	58.04	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	10	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	28.61	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	27.23	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.57	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.38	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	4.66	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	29.61	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



	MUESTRA	
	M - 1	---
LL.	60.40	---
L.P.	29.61	---
I.P.	30.79	---

MUESTRA	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
M - 1	CH	A - 7 - 6 (35)

Observaciones:  
 Registro INDECOP N° 03064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. ...  
 TÉCNICO LABORATORIAL

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00

UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

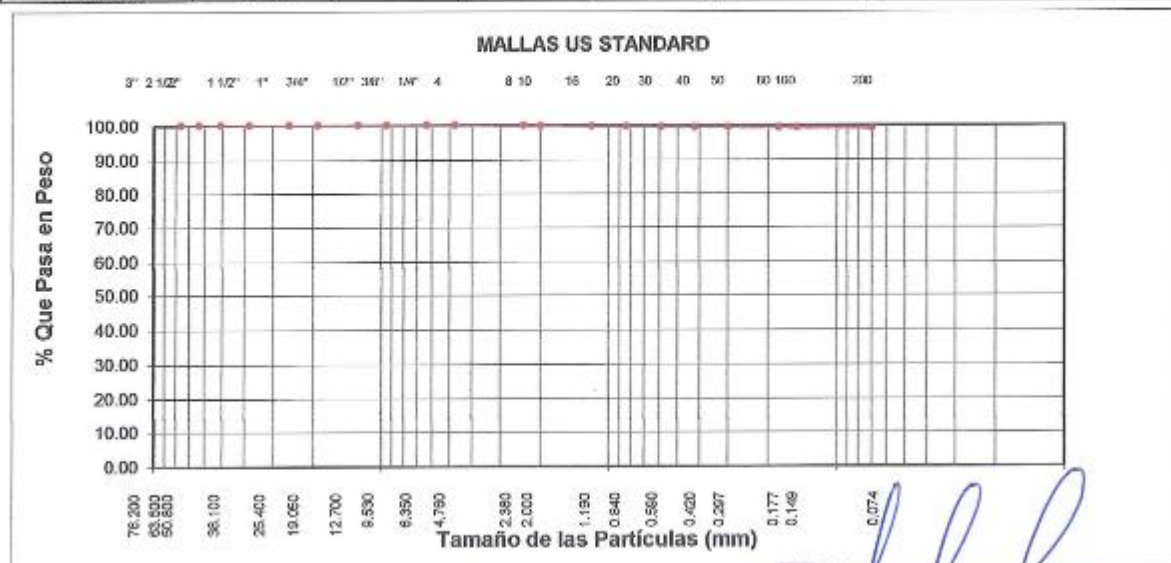
FECHA : FEBRERO - 2023

LUGAR : C - 03

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.
1 1/2"	38.10						L.L. : 52.35
1"	25.40						L.P. : 25.38
3/4"	19.05						I.P. : 26.97
1/2"	12.70						CLASIFICACION
3/8"	9.53						AASHTO : A - 7 - 6 (3)
1/4"	6.35						
N° 04	4.76				100.00		
N° 08	2.38	0.50	0.17	0.17	99.83		Humedad Natural : 26.53
N° 10	2.00	0.05	0.02	0.18	99.82		
N° 16	1.19	0.63	0.21	0.39	99.61		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	0.21	0.07	0.46	99.54		
N° 30	0.59	0.36	0.12	0.58	99.42		
N° 40	0.42	0.23	0.08	0.66	99.34		
N° 50	0.30	0.17	0.06	0.72	99.28		
N° 80	0.18	0.33	0.11	0.83	99.17		
N° 100	0.15	0.18	0.00	0.89	99.11		
N° 200	0.07	0.37	0.12	1.01	98.99		
<N° 200		296.97	98.99	100.00	0.00		
Peso Inicial		300.00					



Registro INDECOPI N° 00084062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Ezcerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00

UBICACION : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

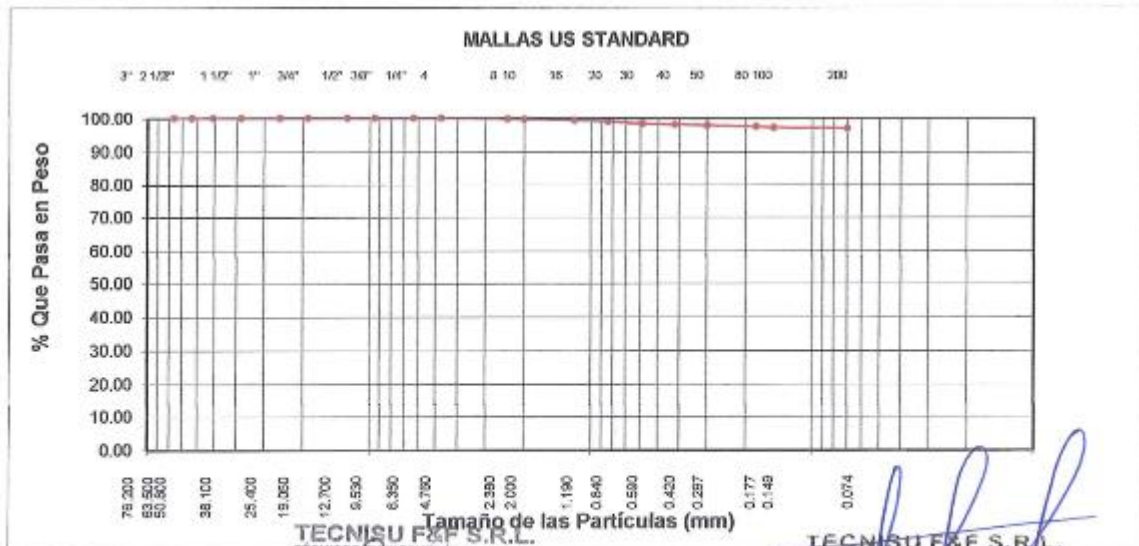
FECHA : FEBRERO - 2023

LUGAR : C - 03 VS 3% CCA

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						L.L. : 52.35
1/2"	12.70						L.P. : 25.38
3/8"	9.53						I.P. : 26.97
1/4"	6.35						CLASIFICACION
N° 04	4.76				100.00		AASHTO : A - 7 - 6 (32)
N° 08	2.38	0.69	0.23	0.23	99.77		
N° 10	2.00	0.45	0.15	0.38	99.62		
N° 16	1.19	0.91	0.30	0.68	99.32		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	1.32	0.44	1.12	98.88		
N° 30	0.59	1.87	0.62	1.75	98.25		
N° 40	0.42	0.66	0.22	1.97	98.03		
N° 50	0.30	0.88	0.29	2.26	97.74		
N° 60	0.18	0.95	0.32	2.58	97.42		
N° 100	0.15	1.02	0.34	2.92	97.08		
N° 200	0.07	0.67	0.22	3.14	96.86		
<N° 200		290.30	96.86	100.00	0.00		
Peso Inicial		299.72					



Registro INDECOPI N° 00064002

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 16292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**LUGAR :** C - 03 VS 3% CCA

**FECHA :** FEBRERO - 2023

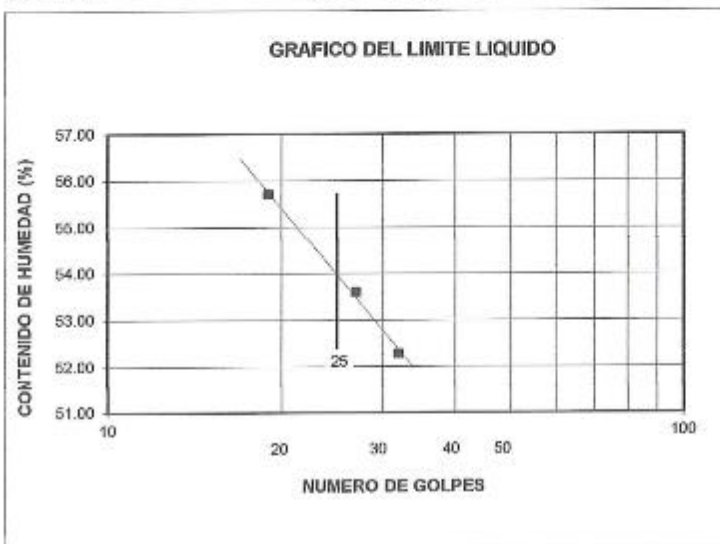
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	19	27	32	---	---	---
1. Recipiente N°	21	23	25	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	48.81	51.24	54.89	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	40.25	41.82	44.22	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	24.90	24.19	24.23	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	8.56	9.42	10.47	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	15.35	17.63	19.99	---	---	---
7. Humedad (%)	55.77	53.43	52.38	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	32	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	30.26	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	29.02	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	24.15	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.24	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	4.87	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	25.46	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	54.12	---
L.P.	25.46	---
I.P.	28.66	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CH	A - 7 - 6 (32)

Observaciones:

Registro INDECOP N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Quevarra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lobada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00

UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

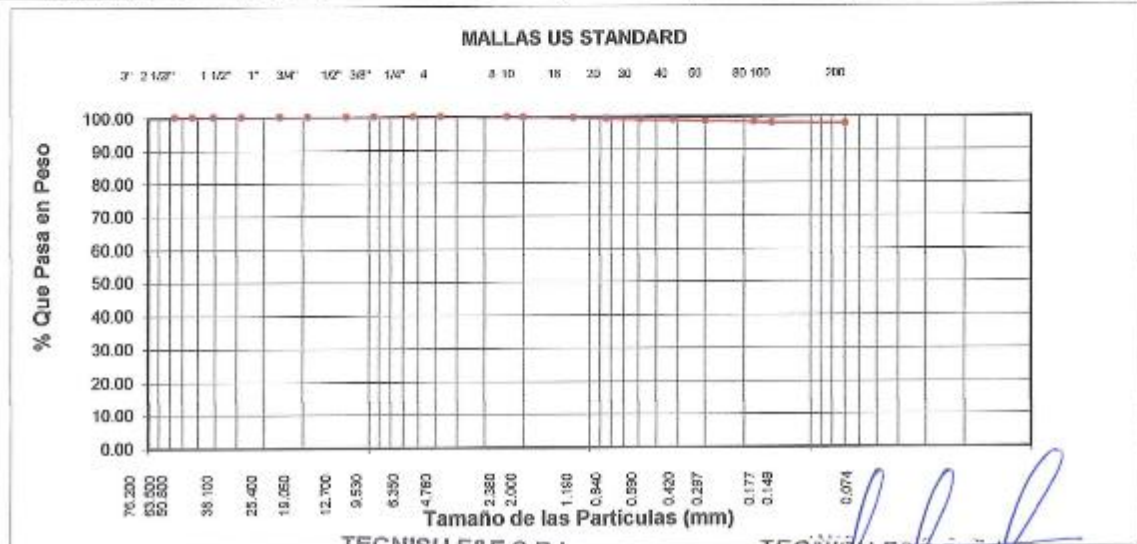
FECHA : FEBRERO - 2023

LUGAR : C - 03 VS 5% CCA

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						LL. : 52.35
1"	25.40						L.P. : 25.38
3/4"	19.05						I.P. : 26.97
1/2"	12.70						CLASIFICACION
3/8"	9.53						AASHTO : A - 7 - 6 ( 39
1/4"	6.35						
N° 04	4.76				100.00		
N° 08	2.38	0.48	0.18	0.18	99.84		
N° 10	2.00	0.35	0.12	0.28	99.72		
N° 16	1.19	0.54	0.18	0.46	99.54		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	0.96	0.32	0.78	99.22		
N° 30	0.59	1.25	0.42	1.20	98.80		
N° 40	0.42	0.37	0.12	1.32	98.68		
N° 60	0.30	0.85	0.28	1.60	98.40		
N° 80	0.18	0.69	0.23	1.83	98.17		
N° 100	0.15	0.84	0.28	2.12	97.88		
N° 200	0.07	0.57	0.19	2.31	97.69		
<N° 200		292.30	97.69	100.00	0.00		
Peso Inicial		299.20					





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

LUGAR : C - 03 VS 5% CCA

FECHA : FEBRERO - 2023

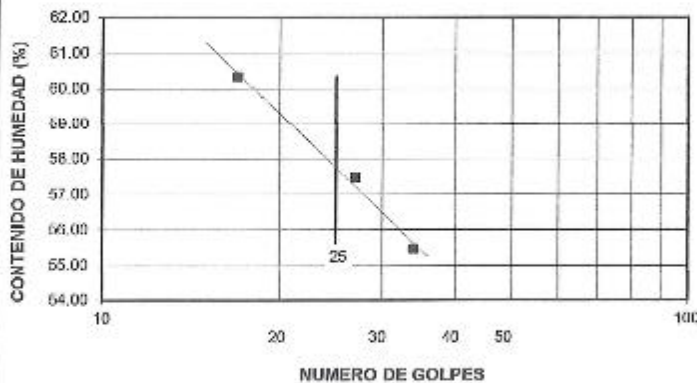
#### LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	17	27	34	---	---	---
1. Recipiente N°	37	4	8	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	49.62	52.15	55.82	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	39.66	41.42	44.07	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	23.18	22.66	22.95	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	9.96	10.73	11.75	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	16.48	18.76	21.12	---	---	---
7. Humedad (%)	60.44	57.20	55.63	---	---	---

#### LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.00 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	5	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	28.49	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	27.21	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	22.41	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.28	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	4.80	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	26.67	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	58.04	---
L.P.	26.67	---
I.P.	31.37	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CH	A - 7 - 6 (35)

Observaciones:

Registro INDECOPI N° 00064092

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lokada  
 CIP: 76292





**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE BUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

---

## *Humedad Natural*



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

## HUMEDAD NATURAL

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DIST. BAGUA GRANDE, PROV. DE UTCUBAMBA,  
 FECHA : FEBRERO - 2023

CALICATA	C - 01		C - 02		C - 03	
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50		0.00 - 1.50		0.00 - 1.50	
Muestra N°	M - 1	M - 2	M - 1	M - 2	M - 1	M - 2
N° Recipiente	27	7	9	11	6	4
1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente	176.23	181.40	192.50	188.70	201.30	196.70
2- Peso Suelo Seco + Recipiente	145.20	149.30	159.20	156.20	162.30	159.40
3- Peso del Agua	31.03	32.10	33.30	32.50	39.00	37.30
4- Peso Recipiente	20.36	19.53	22.37	19.98	14.26	15.41
5- Peso Suelo Seco	124.84	129.77	136.83	136.22	148.04	143.99
6- Porcentaje de Humedad	24.86%	24.74%	24.34%	23.86%	26.34%	25.90%
<b>PROMEDIO:</b>	<b>24.80%</b>		<b>24.10%</b>		<b>26.12%</b>	

OBSERVACIONES: .....

.....

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Carlos B. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE EUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

## *C.B.R. y Proctor Modificado*



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

**PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS**  
**CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO**  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
**LUGAR** : C - 1  
**FECHA** : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

MOLDE Nº	8		9		10	
	CAPAS Nº		CAPAS Nº		CAPAS Nº	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,752	12,827	12,594	12,692	12,371	12,560
PESO DEL MOLDE (g)	8,275	8,275	8,285	8,285	8,279	8,279
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4477	4552	4309	4407	4092	4281
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,132	2,132	2,130	2,130	2,131	2,131
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.14	2.02	2.07	1.92	2.01
CAPSULA Nº	18	38	32	36	37	27
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	86,10	99,03	100,72	99,31	84,00	110,17
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	74,83	85,58	88,00	85,35	74,06	93,00
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	11,29	13,45	12,72	13,96	9,94	17,17
PESO DE CAPSULA (g)	20,23	24,40	27,73	25,05	26,17	25,85
PESO DE SUELO SECO (g)	54,58	61,18	60,27	60,3	47,9	67,15
HUMEDAD (%)	20.69%	21.98%	21.11%	23.15%	20.76%	25.57%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1,74	1,75	1,67	1,68	1,59	1,60

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	7.231	7.231	6.22	7.286	7.286	6.26	7.340	7.340	6.31
		48 hrs	7.325	7.325	6.30	7.364	7.364	6.33	7.391	7.391	6.36
		72 hrs	7.426	7.426	6.39	7.488	7.488	6.44	7.502	7.502	6.45
		96 hrs	7.462	7.462	6.42	7.529	7.529	6.47	7.541	7.541	6.48

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 9				MOLDE Nº 10			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		12.30	27.1	9.00		10.50	24	8.00		6.80	15	5.00	
0.040		25.90	57.0	19.00		21.80	48	16.00		13.00	29.9	10.00	
0.060		38.20	84.0	28.00		31.40	69.1	23.00		19.10	42	14.00	
0.080		50.50	111.1	37.00		40.90	90	30.00		24.50	53.9	18.00	
0.100	1000	63.10	138.8	46.30	4.63	51.80	114	38.00	3.80	31.40	69.1	23.00	
0.200	1500	102.30	225.1	75.00		84.50	185.9	62.00		50.50	111.1	37.00	
0.300		130.50	288	96.00		107.70	236.9	79.00		65.50	144.1	48.00	
0.400		144.50	317.9	106.00		118.60	260.9	87.00		75.00	165	55.00	
0.500		158.20	348.0	116.00		129.50	284.9	95.00		79.10	174	58.00	



# TECNISU F&F S.R.L.

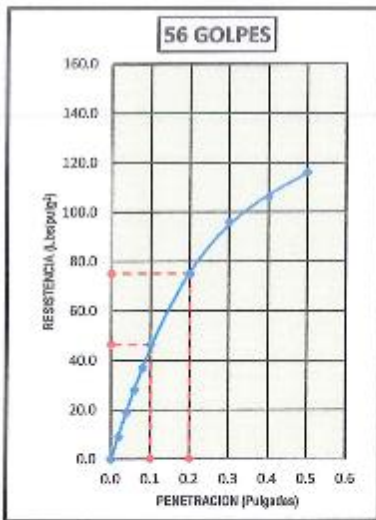
## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

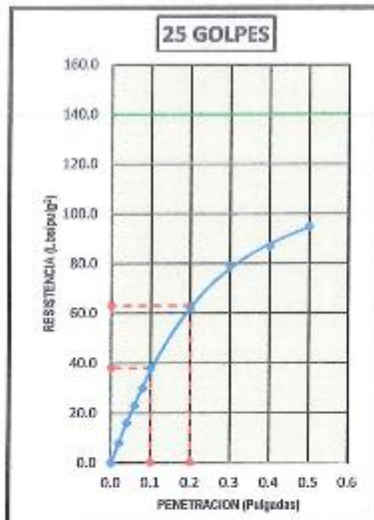
PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT. VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 1  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74
Humedad Óptima (%)	20.69%

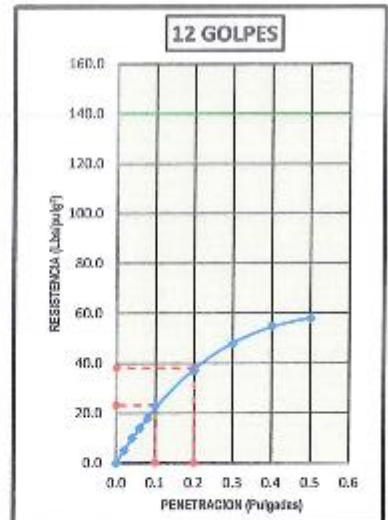
DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	4.63
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	3.48



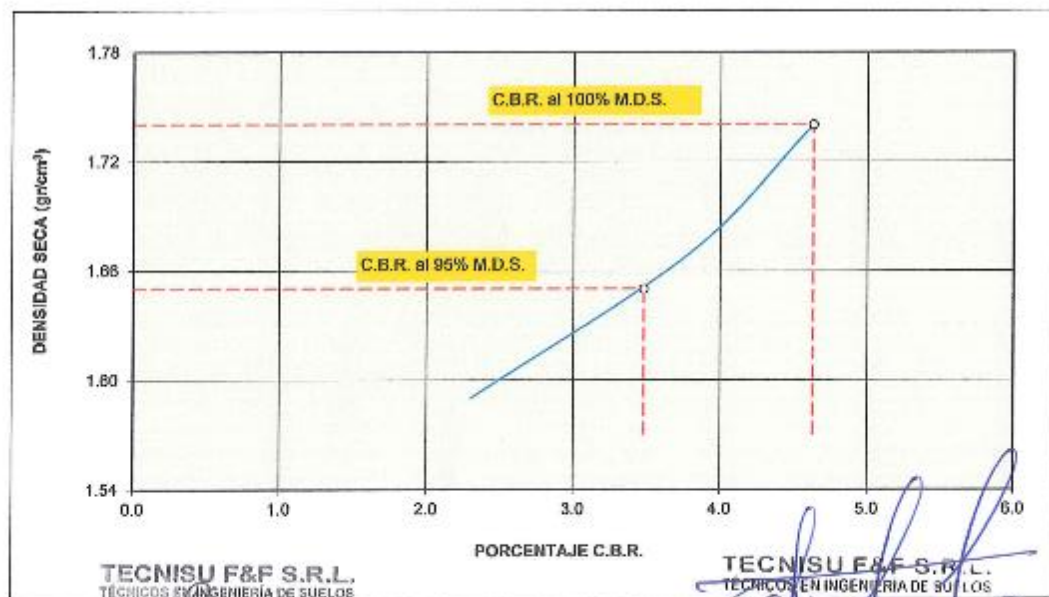
Carga (1°): 48Lb/pulg<sup>2</sup> Carga (2°): 75Lb/pulg<sup>2</sup>



Carga (1°): 39Lb/pulg<sup>2</sup> Carga (2°): 68Lb/pulg<sup>2</sup>



Carga (1°): 28Lb/pulg<sup>2</sup> Carga (2°): 39Lb/pulg<sup>2</sup>



TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**MATERIAL PARA** : ESTUDIO

**PROCTOR MODIFICADO** TERRENO NATURAL

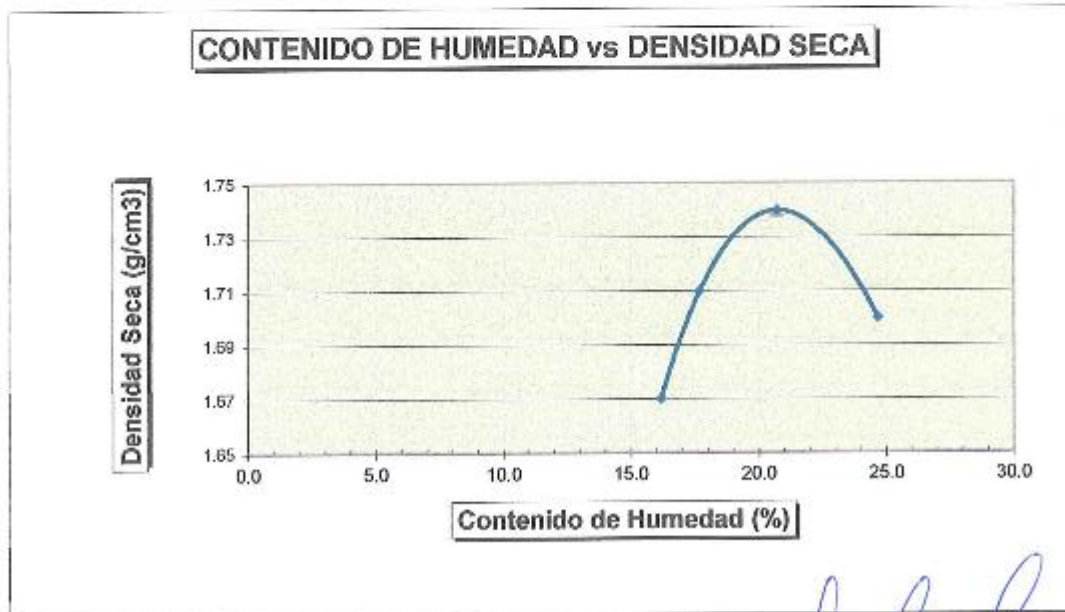
FECHA: FEBRERO DEL 2023

CALICATA: C - 01

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	--	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	10932	11080	11271	11314
- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4121	4269	4460	4503
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.94	2.01	2.10	2.12
- Recipiente N°		10	9	12	3
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	57.99	59.30	61.42	60.53
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	51.59	52.41	53.12	51.62
- Tara	(g)	12.03	13.42	12.99	15.48
- Peso de Agua	(g)	6.40	6.89	8.30	8.91
- Peso de Suelo Seco	(g)	39.56	38.99	40.13	36.14
- Contenido de agua	(%)	16.2	17.7	20.69	24.7
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.71	1.74	1.70

Máxima Densidad Seca : 1.74 gr/cm<sup>3</sup>

Óptimo Contenido de Humedad : 20.69 %



Registro INDECOP N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos J. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACION : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 1 VS 3% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

MOLDE Nº	1		3		2	
	5		5		5	
CAPAS Nº	56		25		12	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,946	13,020	13,153	13,253	12,364	12,553
PESO DEL MOLDE (g)	8,471	8,471	8,830	8,830	8,229	8,229
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4475	4549	4323	4423	4135	4324
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,106	2,106	2,113	2,113	2,129	2,129
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.12	2.16	2.05	2.09	1.94	2.03
CAPSULA Nº	37	4	8	5	11	9
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDC (g)	90.23	98.62	97.24	97.98	78.85	107.95
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	77.76	83.84	83.22	82.71	67.87	89.32
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	12.47	14.78	14.02	15.27	10.98	18.63
PESO DE CAPSULA (g)	23.18	22.66	22.95	22.41	19.98	22.17
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	22.85%	24.16%	23.26%	25.32%	22.93%	27.74%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.73	1.74	1.66	1.67	1.58	1.59

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	5.134	5.134	4.41	5.261	5.261	4.52	5.361	5.361	4.61
		48 hrs	5.269	5.269	4.53	5.341	5.341	4.59	5.424	5.424	4.66
		72 hrs	5.344	5.344	4.60	5.427	5.427	4.67	5.527	5.527	4.75
		96 hrs	5.415	5.415	4.66	5.522	5.522	4.75	5.576	5.576	4.79

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 2			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		13.60	29.9	10.00		10.90	24	8.00		6.80	15	5.00	
0.040		27.30	60.1	20.00		21.80	48	16.00		13.60	29.9	10.00	
0.060		39.50	86.9	29.00		32.70	71.9	24.00		19.10	42	14.00	
0.080		51.80	114.0	38.00		42.30	93.1	31.00		24.50	53.9	18.00	
0.100	1000	64.90	142.8	47.60	4.76	53.20	117	39.00	3.90	31.40	69.1	23.00	2.30
0.200	1500	106.40	234.1	78.00		87.30	192.1	64.00		50.50	111.1	37.00	
0.300		135.00	297	99.00		110.50	243.1	81.00		65.50	144.1	48.00	
0.400		148.60	326.9	109.00		122.70	269.9	90.00		75.00	165	55.00	
0.500		162.30	357.1	119.00		133.60	293.9	98.00		79.10	174	58.00	



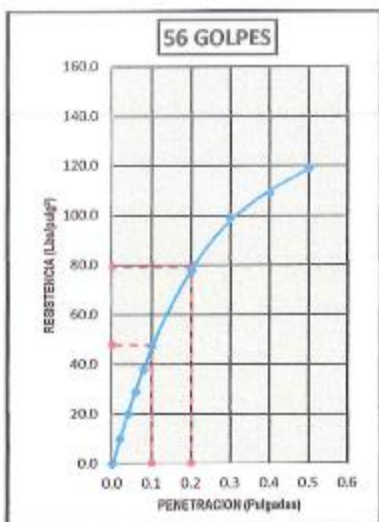
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

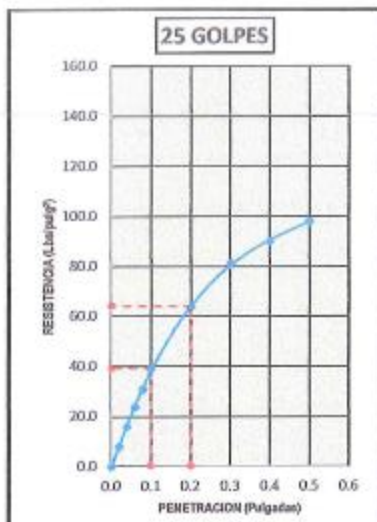
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 1 VS 3% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

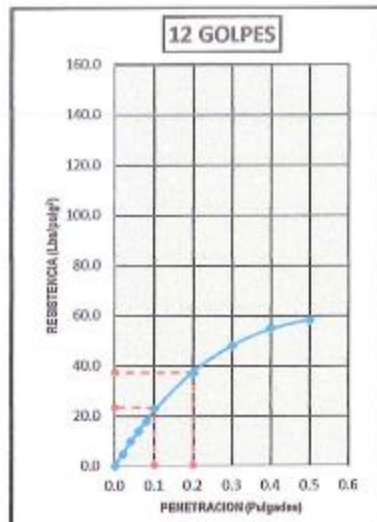
DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.73	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	4.76
Humedad Óptima (%)	22.85%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	3.54



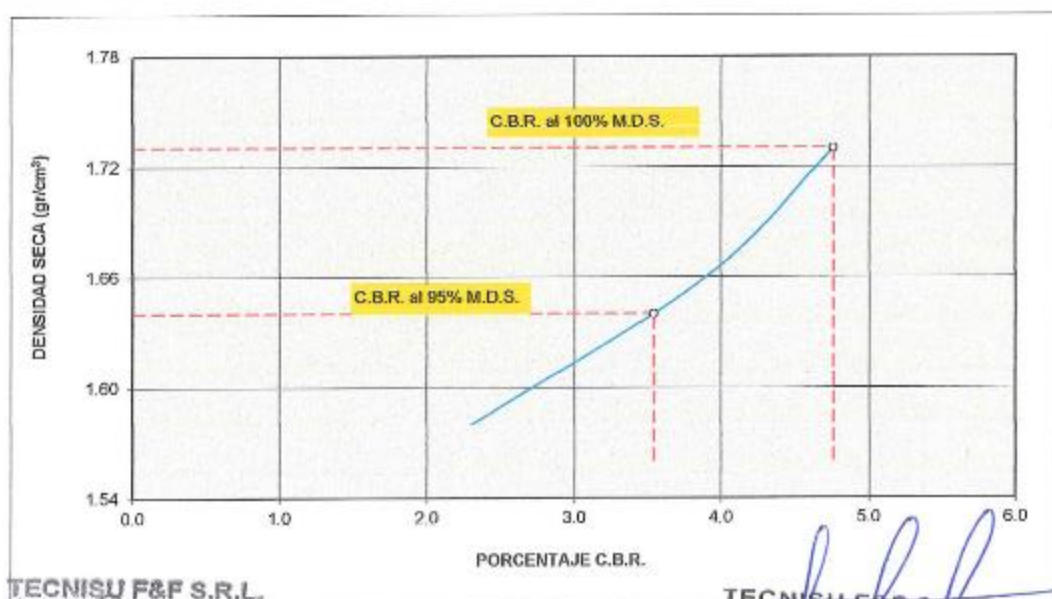
Carga (1°): 48.1lb/4g2 Carga (2°): 78.1lb/4g2



Carga (1°): 35.1lb/4g2 Carga (2°): 64.1lb/4g2



Carga (1°): 23.1lb/4g2 Carga (2°): 37.1lb/4g2



TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

Carlos S. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292





# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CBL. 94215 DO 91

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1,00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACION** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

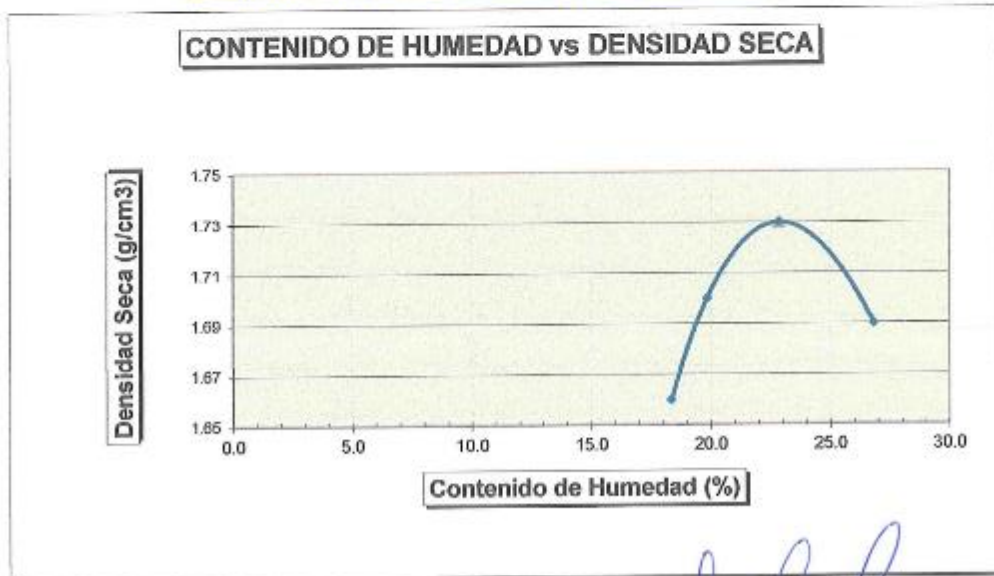
**MATERIAL PARA** : ESTUDIO

## PROCTOR MODIFICADO

TERRENO NATURAL  
 FECHA: FEBRERO DEL 2023  
 CALICATA: G - 01 VS 3 % CCA

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	—	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
.- Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10974	11144	11335	11356
.- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
.- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4163	4333	4524	4545
.- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1,96	2,04	2,13	2,14
.- Recipiente N°		2	5	8	1
.- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	58,37	57,86	58,60	57,05
.- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	49,85	50,46	49,95	47,66
.- Tara	(g)	14,28	13,18	12,10	12,66
.- Peso de Agua	(g)	6,52	7,40	8,65	9,39
.- Peso de Suelo Seco	(g)	35,57	37,28	37,85	35,00
.- Contenido de agua	(%)	18,3	19,8	22,85	26,8
.- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1,86	1,70	1,73	1,69

Máxima Densidad Seca : 1,73 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 22,85 %



Registro INDECOFIN N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Carlos E. Becerra Guevara*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACION : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA.  
 LUGAR : C - 1 VS 5% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

	4		8		6	
MOLDE Nº						
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,948	13,023	12,979	13,076	12,722	12,913
PESO DEL MOLDE (g)	8,352	8,352	8,565	8,565	8,510	8,510
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4596	4671	4414	4511	4212	4402
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,128	2,128	2,123	2,123	2,136	2,136
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.16	2.20	2.08	2.12	1.97	2.06
CAPSULA Nº	25	16	10	6	122	27
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	87.44	97.20	98.49	99.59	79.15	109.74
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	73.49	80.77	82.84	82.69	66.88	89.30
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	13.95	16.43	15.65	16.9	12.27	20.44
PESO DE CAPSULA (g)	18.91	19.59	22.57	22.39	18.99	22.15
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	25.56%	26.86%	25.97%	28.03%	25.62%	30.44%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.73	1.65	1.66	1.57	1.58

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	2.645	2.645	2.27	2.736	2.736	2.35	2.864	2.864	2.46
		48 hrs	2.734	2.734	2.35	2.854	2.854	2.45	2.942	2.942	2.53
		72 hrs	2.826	2.826	2.43	2.941	2.941	2.53	3.054	3.054	2.63
		96 hrs	2.933	2.933	2.52	3.045	3.045	2.62	3.126	3.126	2.69

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 6			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		13.60	29.9	10.00		10.90	24	8.00		6.80	15	5.00	
0.040		30.00	66.0	22.00		24.50	53.9	18.00		13.60	29.9	10.00	
0.060		43.60	95.9	32.00		35.50	78.1	26.00		20.50	45.1	15.00	
0.080		57.30	126.1	42.00		46.40	102.1	34.00		27.30	60.1	20.00	
0.100	1000	70.80	155.8	51.90	5.19	57.30	126.1	42.00	4.20	34.10	75.0	25.00	2.50
0.200	1500	115.90	255.0	85.00		92.70	203.9	68.00		55.90	123	41.00	
0.300		145.90	321	107.00		118.60	260.9	87.00		70.90	156	52.00	
0.400		162.30	357.1	119.00		132.30	291.1	97.00		81.80	180	60.00	
0.500		177.30	390.1	130.00		143.20	315	105.00		85.90	189	63.00	



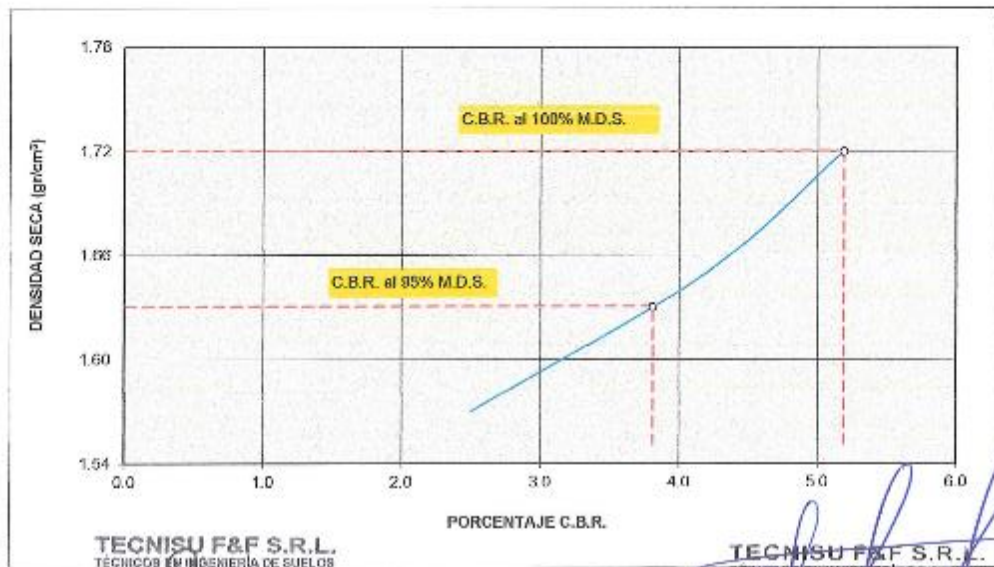
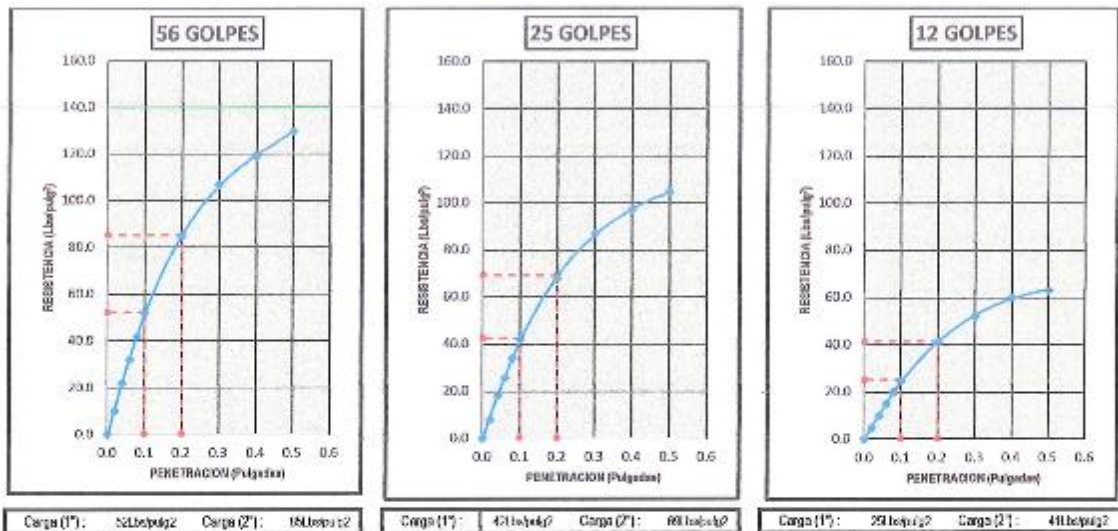
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUENOS AIRES N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 94215 0091

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS  
 DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 1 VS 5% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	5.19
Humedad Óptima (%)	25.56%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	3.81



TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Carlos E. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**MATERIAL PARA** : ESTUDIO

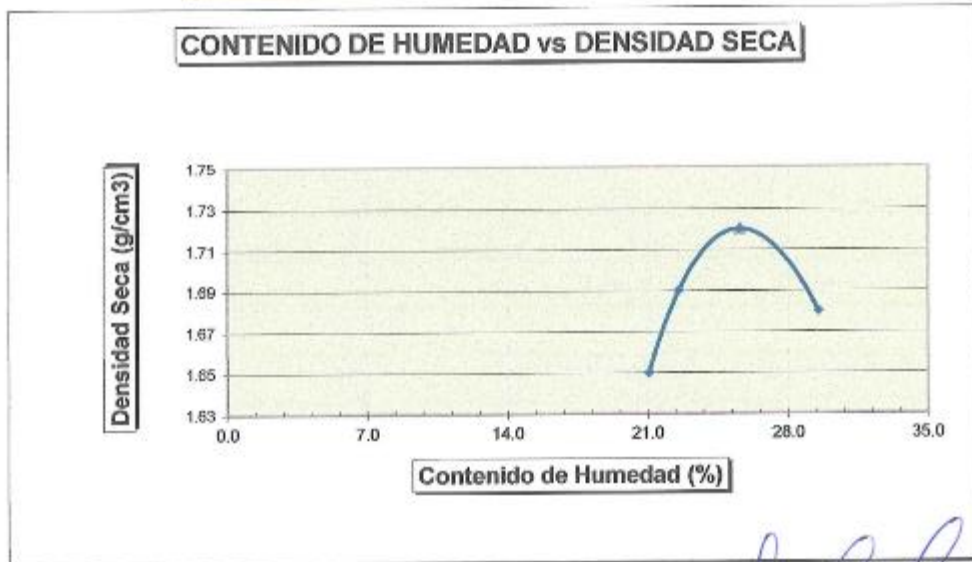
**PROCTOR MODIFICADO**

TERRENO NATURAL

FECHA: FEBRERO DEL 2023  
 CALICATA: C - 01 VS 8 % CCA

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	—	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	11059	11208	11399	11441
- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4248	4397	4588	4630
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.00	2.07	2.16	2.18
- Recipiente N°		7	6	12	2
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	61.57	56.49	63.36	60.35
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	53.48	49.85	53.12	49.85
- Tara	(g)	15.08	12.10	12.99	14.28
- Peso de Agua	(g)	8.09	8.54	10.26	10.50
- Peso de Suelo Seco	(g)	38.42	37.85	40.13	35.57
- Contenido de agua	(%)	21.1	22.6	25.56	29.5
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.69	1.72	1.68

Máxima Densidad Seca : 1.72 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 25.56 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Carlos J. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Eusebio Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1862 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 2  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

MOLDE Nº	6		4		2	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,880	12,953	12,524	12,622	12,271	12,458
PESO DEL MOLDE (g)	8,510	8,510	8,352	8,352	8,298	8,298
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4370	4443	4172	4270	3973	4160
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,136	2,136	2,120	2,120	2,129	2,129
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.08	1.97	2.01	1.87	1.95
CAPSULA Nº	18	28	26	17	22	29
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDC (g)	85.92	93.86	92.05	97.00	82.84	108.60
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	74.82	80.61	79.54	83.25	73.07	91.66
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	11.1	13.25	12.51	13.75	9.77	16.94
PESO DE CAPSULA (g)	20.24	19.43	19.27	22.95	25.18	24.51
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	20.34%	21.66%	20.76%	22.80%	20.40%	25.23%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.71	1.63	1.64	1.55	1.56

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	7.635	7.635	6.56	7.621	7.621	6.55	7.751	7.751	6.66
		48 hrs	7.724	7.724	6.64	7.763	7.763	6.67	7.832	7.832	6.73
		72 hrs	7.822	7.822	6.73	7.845	7.845	6.75	7.933	7.933	6.82
		96 hrs	7.743	7.743	6.66	7.921	7.921	6.81	8.124	8.124	6.99

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 2			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		10.90	24	8.00		8.20	18	6.00		5.50	12.1	4.00	
0.040		21.80	48.0	16.00		17.70	38.9	13.00		10.90	24	8.00	
0.060		31.40	69.1	23.00		25.90	57	19.00		15.00	33	11.00	
0.080		40.90	90.0	30.00		34.10	75	25.00		19.10	42	14.00	
0.100	1000	51.30	112.9	37.60	3.76	42.30	93.1	31.00	3.10	24.50	53.9	18.00	
0.200	1500	83.20	183.0	61.00		69.50	152.9	51.00		39.50	86.9	29.00	
0.300		106.40	234.1	78.00		87.30	192.1	64.00		50.50	111.1	37.00	
0.400		117.30	258.1	86.00		96.80	213	71.00		58.60	128.9	43.00	
0.500		128.20	282.0	94.00		106.40	234.1	78.00		61.40	135.1	45.00	



# TECNISU F&F S.R.L.

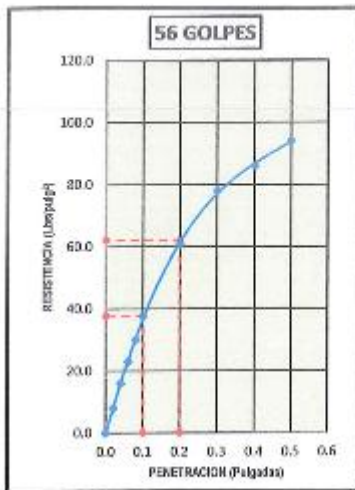
## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 94 215 0091

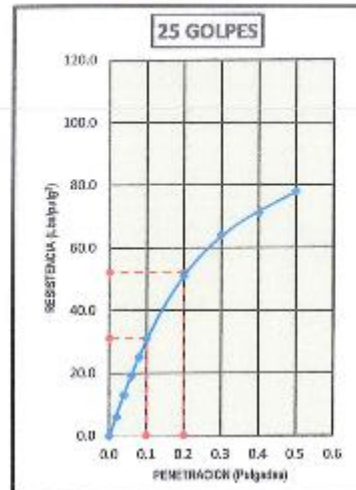
PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACION : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 2  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70
Humedad Óptima (%)	20.34%

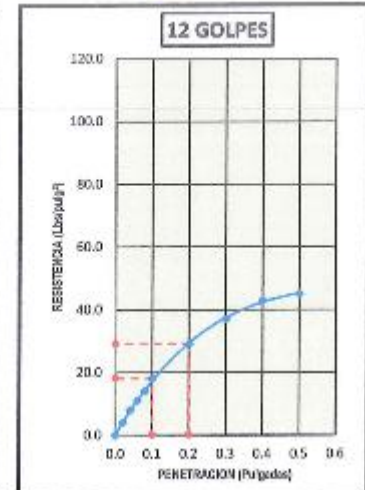
DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	3.76
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.98



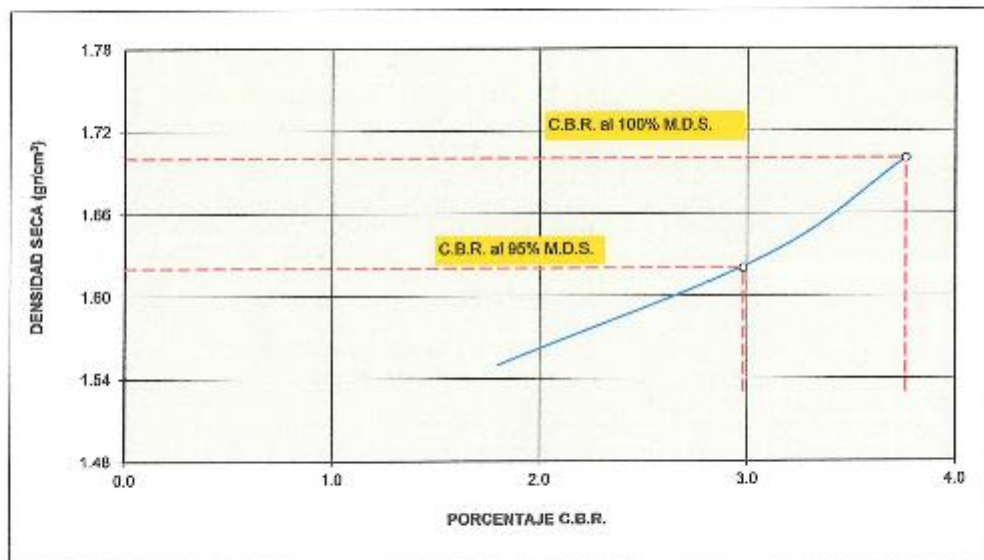
Carga (1°): 30 lb/in² Carga (2°): 60 lb/in²



Carga (1°): 30 lb/in² Carga (2°): 60 lb/in²



Carga (1°): 18 lb/in² Carga (2°): 36 lb/in²





# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.  
**MATERIAL PARA** : ESTUDIO

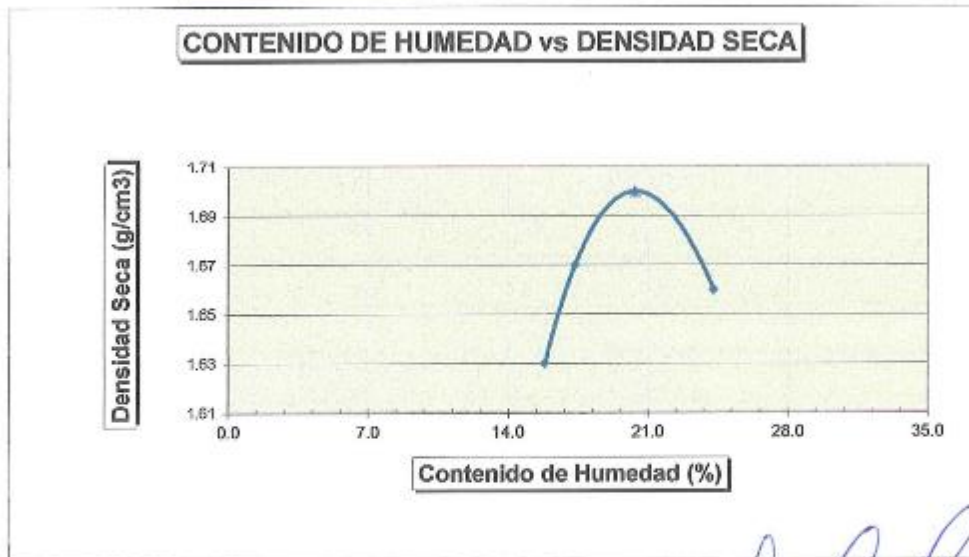
## PROCTOR MODIFICADO

TERRENO NATURAL

FECHA: FEBRERO DEL 2023  
 CALICATA: C - 02

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	—	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10825	10974	11165	11186
- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4014	4163	4354	4375
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.89	1.96	2.05	2.06
- Recipiente N°		9	3	4	1
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.50	57.08	59.82	58.17
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	52.41	51.62	52.35	47.66
- Tara	(g)	13.42	15.48	15.64	12.66
- Peso de Agua	(g)	6.17	6.26	7.47	8.51
- Peso de Suelo Seco	(g)	38.99	36.14	36.71	35.00
- Contenido de agua	(%)	15.6	17.3	20.34	24.3
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.63	1.67	1.70	1.66

Máxima Densidad Seca : 1.70 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 20.34 %



Registro INDECOPIN N° 0084092

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Cariós A. Becerra Cueva*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Erasmo Flores Lozada*  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 94215 0091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 2 VS 3% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

MOLDE Nº	1		11		3	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GÓLPE POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,790	12,862	12,757	12,852	12,776	12,960
PESO DEL MOLDE (g)	8,471	8,471	8,564	8,564	8,825	8,825
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4319	4391	4193	4288	3951	4135
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,106	2,106	2,125	2,125	2,113	2,113
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.08	1.97	2.02	1.87	1.96
CAPSULA Nº	15	16	20	21	23	25
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDC (g)	90.41	99.40	98.57	99.56	82.34	109.00
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	78.76	85.54	85.45	85.20	72.08	91.38
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	11.65	13.86	13.12	14.36	10.26	17.62
PESO DE CAPSULA (g)	24.18	24.36	25.18	24.90	24.19	24.23
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	21.34%	22.65%	21.77%	23.81%	21.42%	26.24%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.70	1.62	1.63	1.54	1.55

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	5.236	5.236	4.50	5.362	5.362	4.61	5.426	5.426	4.67
		48 hrs	5.312	5.312	4.57	5.416	5.416	4.66	5.521	5.521	4.75
		72 hrs	5.418	5.418	4.66	5.524	5.524	4.75	5.612	5.612	4.83
		96 hrs	5.526	5.526	4.75	5.612	5.612	4.83	5.729	5.729	4.93

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		12.30	27.1	9.00		9.50	20.9	7.00		5.50	12.1	4.00	
0.040		24.50	53.9	18.00		20.50	45.1	15.00		12.30	27.1	9.00	
0.060		35.50	78.1	26.00		28.60	62.9	21.00		17.70	38.9	13.00	
0.080		47.70	104.9	35.00		38.20	84	28.00		23.20	51	17.00	
0.100	1000	59.00	129.8	43.30	4.33	47.70	104.9	35.00	3.50	28.60	62.9	21.00	
0.200	1500	96.80	213.0	71.00		77.70	170.9	57.00		46.40	102.1	34.00	
0.300		122.70	269.9	90.00		98.20	216	72.00		58.60	128.9	43.00	
0.400		136.40	300.1	100.00		110.50	243.1	81.00		68.20	150	50.00	
0.500		147.30	324.1	108.00		120.00	264	88.00		72.30	159.1	53.00	





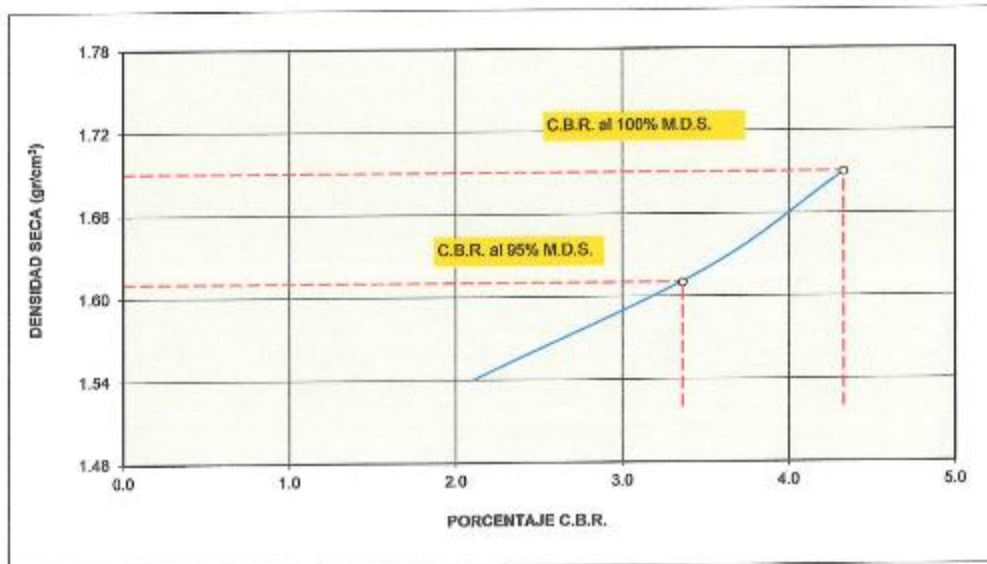
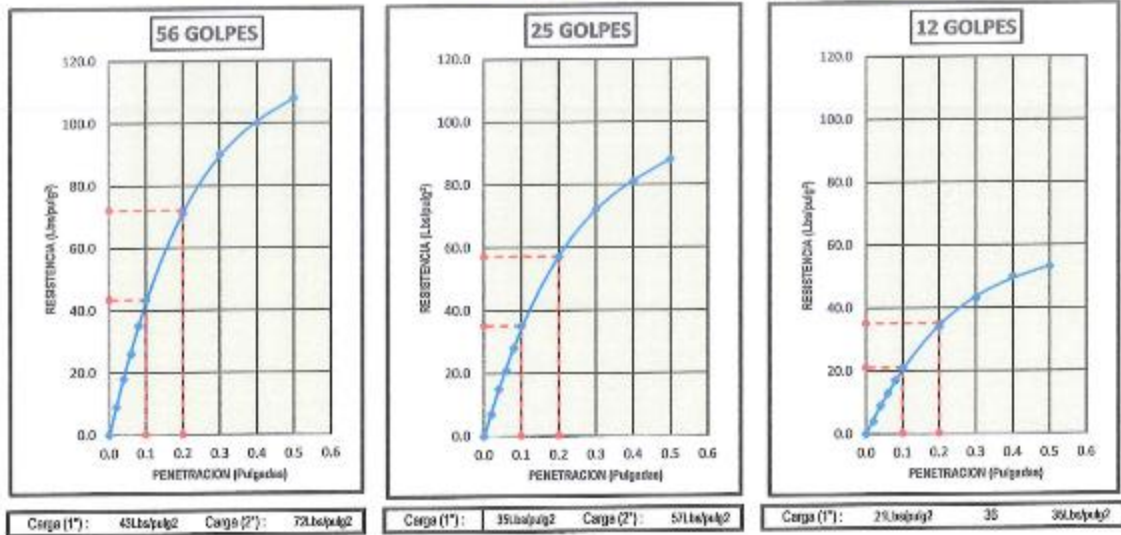
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1862 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942160091

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE GENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 2 VS 3% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	4.33
Humedad Óptima (%)	21.34%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	3.36





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

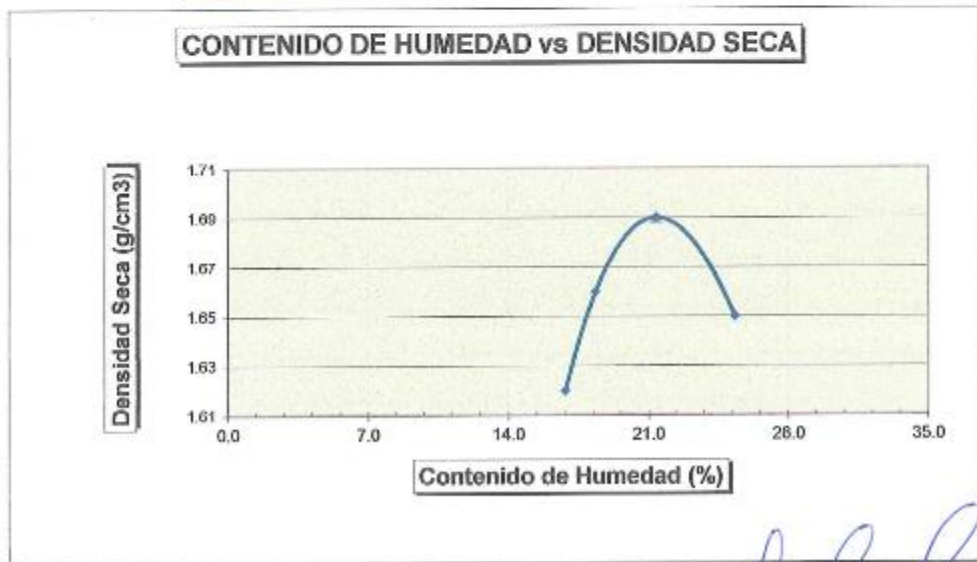
**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**MATERIAL PARA** : ESTUDIO

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	TERRENO NATURAL
	FECHA: FEBRERO DEL 2023
	CALICATA: C - 02 VS 3% CCA

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	---	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
.- Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10825	10974	11165	11208
.- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
.- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4014	4163	4354	4397
.- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.89	1.96	2.05	2.07
.- Recipiente N°		2	5	12	13
.- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	55.84	57.30	61.09	66.42
.- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	49.85	50.46	53.12	56.11
.- Tara	(g)	14.28	13.18	12.99	15.41
.- Peso de Agua	(g)	5.99	8.84	8.57	10.31
.- Peso de Suelo Seco	(g)	35.57	37.28	40.13	40.70
.- Contenido de agua	(%)	16.8	18.3	21.35	25.3
.- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.62	1.66	1.69	1.65

Máxima Densidad Seca : 1.69 g/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 21.35 %



Registro INDECOPI N° 00094082

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Carlos J. Becerra Guevara*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozano*  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 2 VS 5% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

MOLDE N°	8		3		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,983	13,055	13,053	13,148	12,323	12,509
PESO DEL MOLDE (g)	8,565	8,565	8,825	8,825	8,285	8,285
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4418	4490	4228	4323	4038	4224
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,123	2,123	2,113	2,113	2,130	2,130
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.11	2	2.05	1.9	1.98
CAPSULA N°	5	11	9	25	16	10
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	90.01	96.55	97.07	95.08	78.94	109.02
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	76.99	81.16	82.44	79.21	67.48	89.72
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	13.02	15.39	14.63	15.87	11.46	19.3
PESO DE CAPSULA (g)	22.41	19.98	22.17	18.91	19.59	22.57
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	23.85%	25.16%	24.27%	26.32%	23.93%	28.74%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.69	1.61	1.62	1.53	1.54

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	3.125	3.125	2.69	3.216	3.216	2.77	3.324	3.324	2.86
		48 hrs	3.189	3.189	2.74	3.276	3.276	2.82	3.427	3.427	2.95
		72 hrs	3.211	3.211	2.76	3.341	3.341	2.87	3.469	3.469	2.98
		96 hrs	3.296	3.296	2.83	3.414	3.414	2.94	3.531	3.531	3.04

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 8				MOLDE N° 3				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		13.60	29.9	10.00		10.90	24	8.00		6.80	15	5.00	
0.040		27.30	60.1	20.00		23.20	51	17.00		13.60	29.9	10.00	
0.060		40.90	90.0	30.00		32.70	71.9	24.00		20.50	45.1	15.00	
0.080		53.20	117.0	39.00		43.60	95.9	32.00		25.90	57	19.00	
0.100	1000	66.30	145.9	48.60	4.86	54.50	119.9	40.00	4.00	32.70	71.9	24.00	2.40
0.200	1500	107.70	236.9	79.00		88.60	194.9	65.00		53.20	117	39.00	
0.300		137.70	302.9	101.00		113.20	249	83.00		68.20	150	50.00	
0.400		152.70	335.9	112.00		125.50	276.1	92.00		79.10	174	58.00	
0.500		166.40	366.1	122.00		136.40	300.1	100.00		81.80	180	60.00	



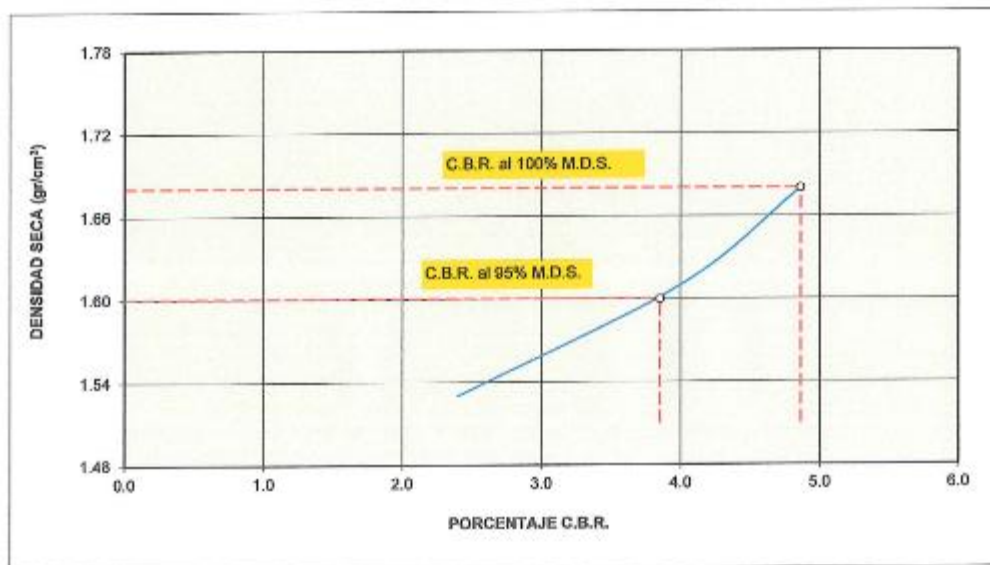
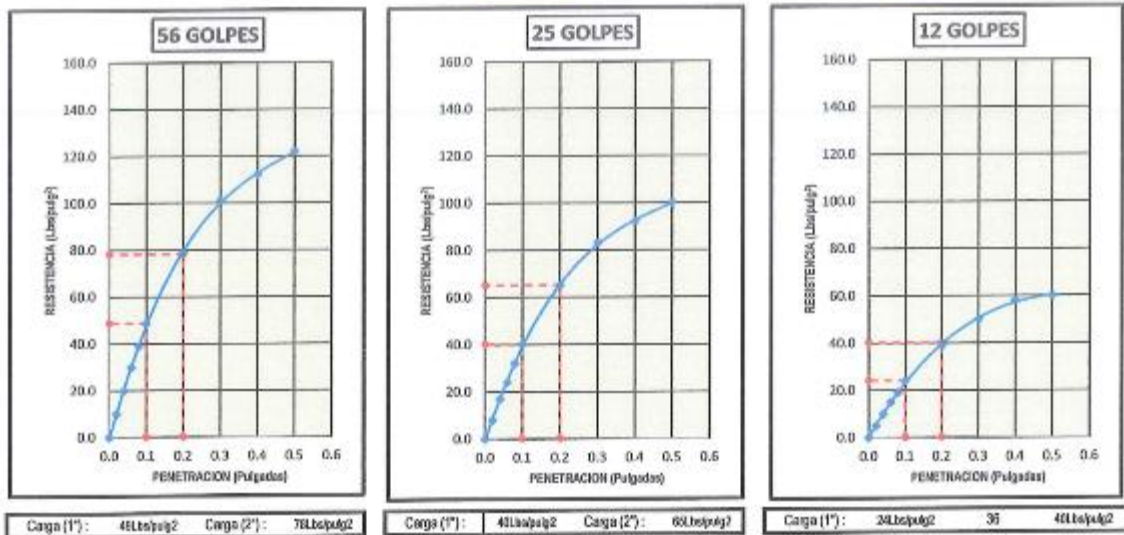
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
**LUGAR** : C - 2 VS 5% CCA  
**FECHA** : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima ( $gr/cm^3$ )	1.68	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	4.86
Humedad Óptima (%)	23.85%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	3.85





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**MATERIAL PARA** : ESTUDIO

---

**PROCTOR MODIFICADO**

TERRENO NATURAL

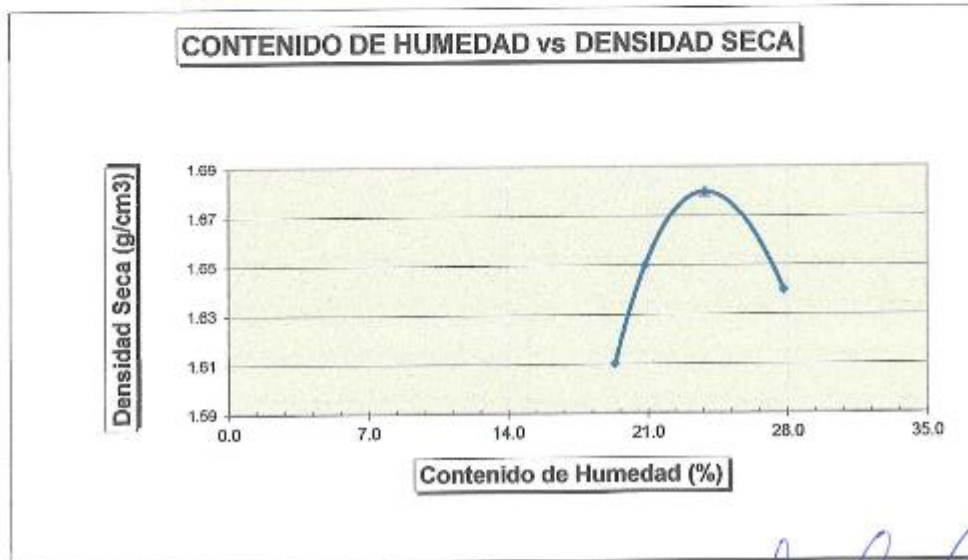
FECHA: FEBRERO DEL 2023

CALICATA: C - 02 VS 5% CCA

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	---	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10889	11038	11229	11271
- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4078	4227	4418	4460
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.92	1.99	2.06	2.10
- Recipiente N°		7	1	9	38
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	60.91	54.95	61.71	66.45
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	53.48	47.66	52.41	54.97
- Tara	(g)	15.08	12.66	13.42	13.70
- Peso de Agua	(g)	7.43	7.29	9.30	11.48
- Peso de Suelo Seco	(g)	38.42	35.00	38.99	41.27
- Contenido de agua	(%)	19.3	20.8	23.85	27.8
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.65	1.68	1.64

Máxima Densidad Seca : 1.68 g/cm<sup>3</sup>

Óptimo Contenido de Humedad : 23.85 %



Registro INDECOPI N° 00054092

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Quevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Eusebio Flores Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 3  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

MOLDE N°	2		8		11	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,701	12,775	12,792	12,890	12,457	12,643
PESO DEL MOLDE (g)	8,298	8,298	8,565	8,565	8,479	8,479
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4403	4477	4227	4325	3978	4164
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,129	2,129	2,123	2,123	2,106	2,106
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.10	1.99	2.04	1.89	1.98
CAPSULA N°	10	6	22	19	15	16
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDC (g)	88.20	96.76	97.91	98.51	81.80	108.39
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	77.15	83.57	85.45	84.81	72.07	91.51
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	11.05	13.19	12.46	13.7	9.73	16.88
PESO DE CAPSULA (g)	22.57	22.39	25.18	24.51	24.18	24.36
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	20.25%	21.56%	20.67%	22.72%	20.32%	25.14%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.73	1.65	1.66	1.57	1.58

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	7.234	7.234	6.22	7.316	7.316	6.29	7.412	7.412	6.37
		48 hrs	7.322	7.322	6.30	7.425	7.425	6.38	7.521	7.521	6.47
		72 hrs	7.385	7.385	6.35	7.512	7.512	6.46	7.642	7.642	6.57
		96 hrs	7.426	7.426	6.39	7.523	7.523	6.47	7.723	7.723	6.64

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 2				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		9.50	20.9	7.00		8.20	18	6.00		5.50	12.1	4.00	
0.040		21.80	48.0	16.00		17.70	38.9	13.00		10.90	24	8.00	
0.060		31.40	69.1	23.00		24.50	53.9	18.00		15.00	33	11.00	
0.080		40.90	90.0	30.00		32.70	71.9	24.00		19.10	42	14.00	
0.100	1000	51.00	112.2	37.40	3.74	40.90	90	30.00	3.00	24.50	53.9	18.00	
0.200	1500	83.20	183.0	61.00		66.80	147	49.00		39.50	86.9	29.00	
0.300		105.00	231	77.00		84.50	185.9	62.00		50.50	111.1	37.00	
0.400		117.30	258.1	86.00		94.10	207	69.00		58.60	128.9	43.00	
0.500		128.20	282.0	94.00		102.30	225.1	75.00		61.40	135.1	45.00	



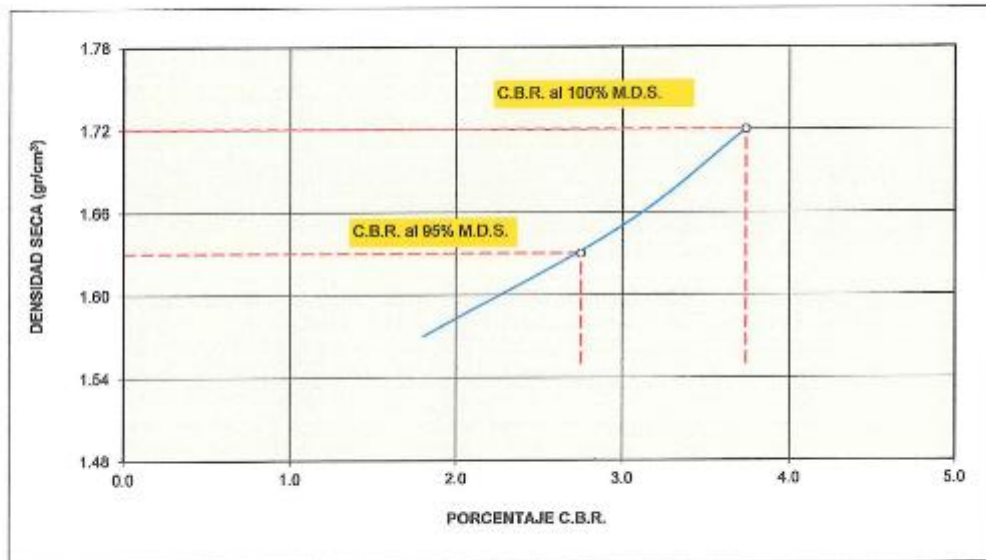
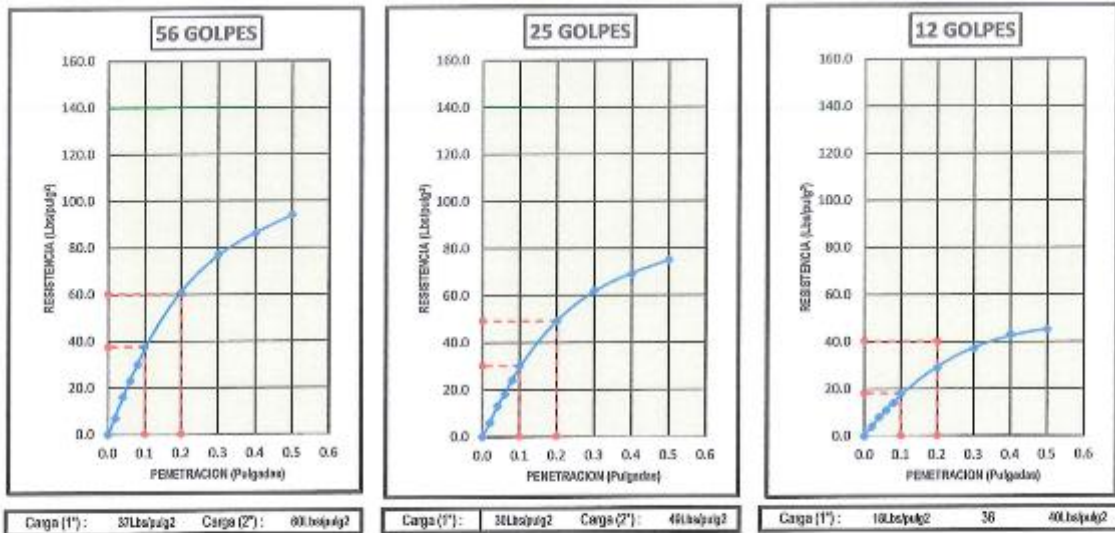
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 185E - PUEBLO NUEVO - CBL. 942150091

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 3  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	3.74
Humedad Óptima (%)	20.25%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.75





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.  
 MATERIAL PARA : ESTUDIO

### PROCTOR MODIFICADO

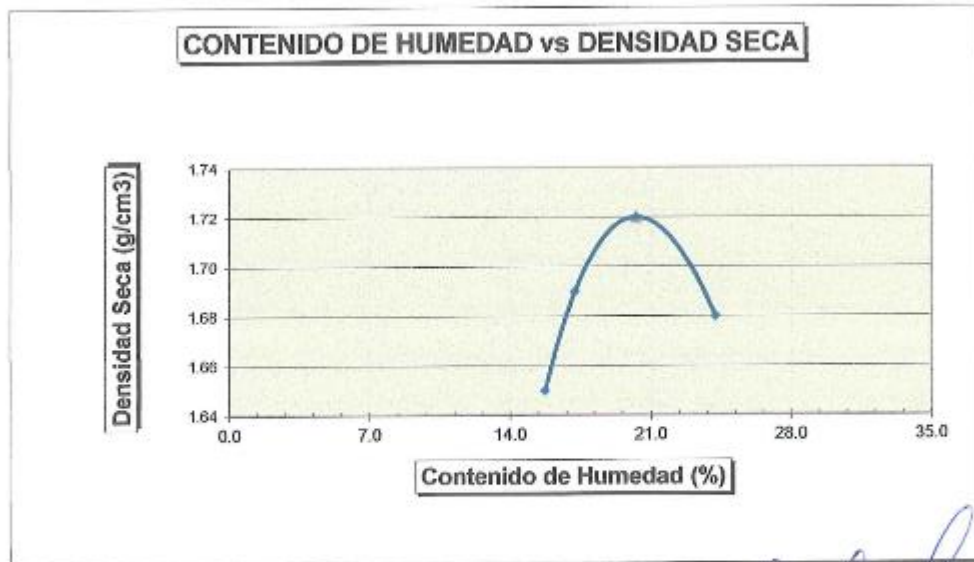
TERRENO NATURAL

FECHA: FEBRERO DEL 2023

CALICATA: C - 03

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	—	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	10868	11017	11208	11250
- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
- Peso Suelo Humedo Compactado	(g)	4057	4206	4397	4439
- Peso Volumétrico Humedo	(g)	1.91	1.98	2.07	2.09
- Recipiente N°		2	3	1	7
- Peso de Suelo Humedo + Tara	(g)	55.45	57.85	54.75	62.79
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	49.85	51.62	47.86	53.48
- Tara	(g)	14.28	15.48	12.66	15.05
- Peso de Agua	(g)	5.60	6.23	7.09	9.31
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.57	36.14	35.00	38.42
- Contenido de agua	(%)	15.7	17.2	20.25	24.2
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.69	1.72	1.68

Máxima Densidad Seca : 1.72 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 20.25 %



Registro INDECOPI N° 00054082

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos L. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada,  
 CIP: 76292





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
**LUGAR** : C - 3 VS 3% CCA  
**FECHA** : FEBRERO DEL 2023

#### C.B.R.

	2		4		6	
MOLDE N°						
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,771	12,846	12,639	12,736	12,607	12,795
PESO DEL MOLDE (g)	8,298	8,298	8,352	8,352	8,510	8,510
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4473	4548	4287	4384	4097	4285
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,129	2,129	2,120	2,120	2,136	2,136
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.14	2.02	2.07	1.92	2.01
CAPSULA N°	37	4	8	5	11	9
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDC (g)	90.24	98.63	97.25	97.98	78.85	107.95
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	77.76	83.84	83.22	82.71	67.87	89.32
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	12.48	14.79	14.03	15.27	10.98	18.63
PESO DE CAPSULA (g)	23.18	22.66	22.95	22.41	19.98	22.17
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	22.87%	24.17%	23.28%	25.32%	22.93%	27.74%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.72	1.64	1.65	1.56	1.57

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	4.856	4.856	4.18	4.922	4.922	4.23	5.114	5.114	4.40
		48 hrs	4.953	4.953	4.26	5.126	5.126	4.41	5.241	5.241	4.51
		72 hrs	5.045	5.045	4.34	5.247	5.247	4.51	5.326	5.326	4.58
		96 hrs	5.124	5.124	4.41	5.283	5.283	4.54	5.411	5.411	4.65

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 2				MOLDE N° 4				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		12.30	27.1	9.00		10.90	24	8.00		6.80	15	5.00	
0.040		25.90	57.0	19.00		21.80	48	16.00		13.60	29.9	10.00	
0.060		38.20	84.0	28.00		31.40	69.1	23.00		19.10	42	14.00	
0.080		50.50	111.1	37.00		40.90	90	30.00		24.50	53.9	18.00	
0.100	1000	63.00	138.6	46.20	4.62	51.80	114	38.00	3.80	31.40	69.1	23.00	
0.200	1500	102.30	225.1	75.00		84.50	185.9	62.00		50.50	111.1	37.00	
0.300		130.90	288	96.00		107.70	236.9	79.00		65.50	144.1	48.00	
0.400		144.50	317.9	106.00		118.60	260.9	87.00		75.00	165	55.00	
0.500		158.20	348.0	116.00		129.50	284.9	95.00		79.10	174	58.00	



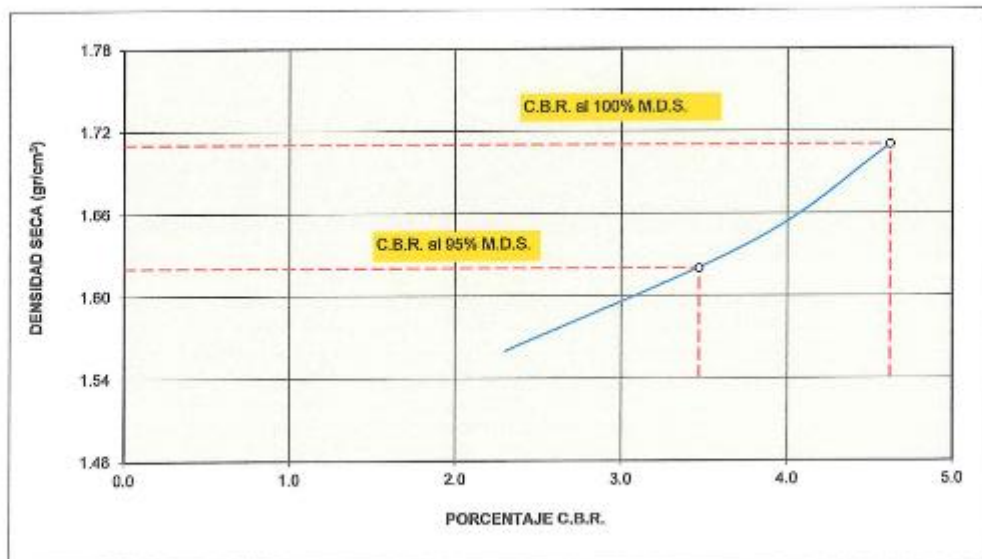
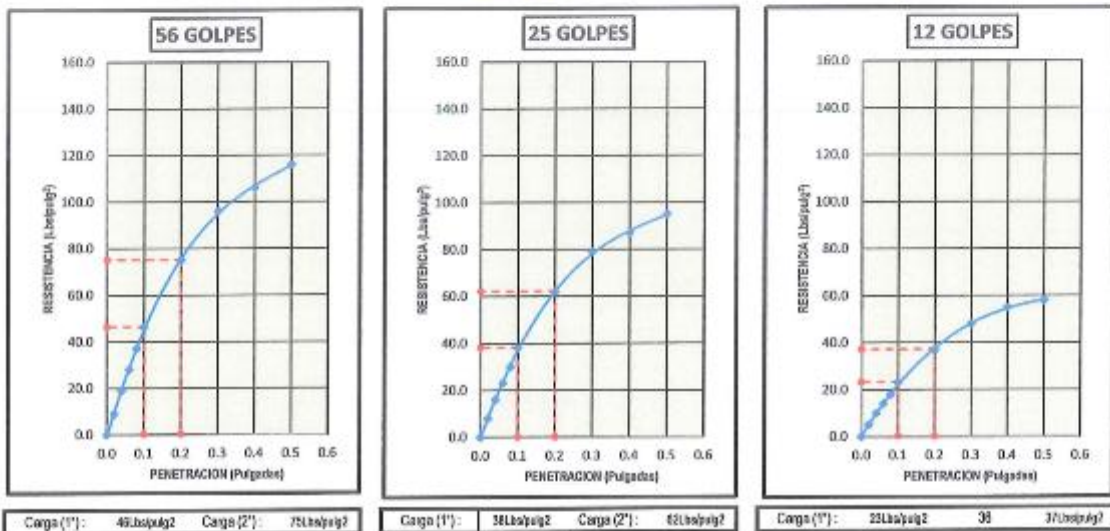
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 3 VS 3% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima ( $gr/cm^3$ )	1.71	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	4.62
Humedad Óptima (%)	22.87%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	3.47





# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUENOS AIRES N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

**UBICACIÓN** : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**MATERIAL PARA** : ESTUDIO

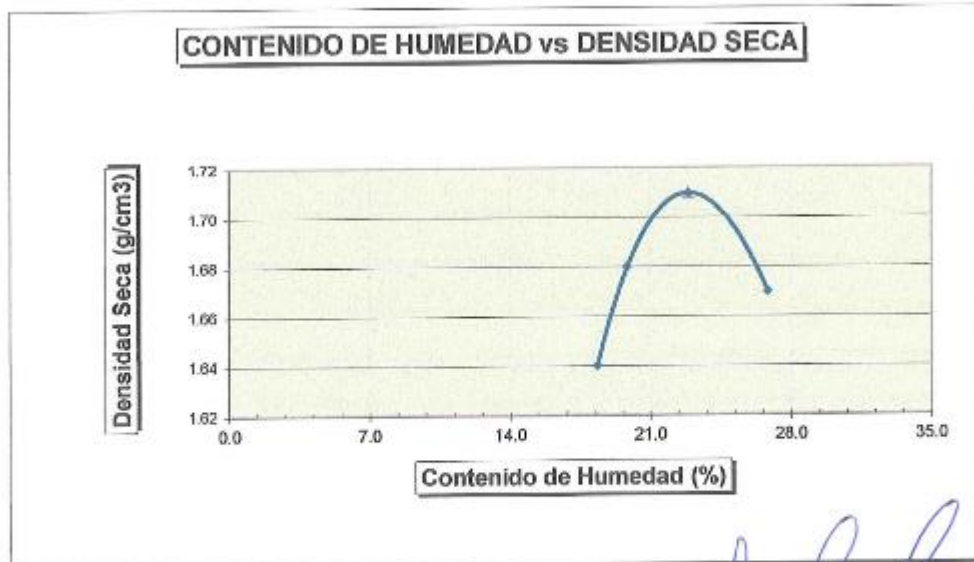
## PROCTOR MODIFICADO

TERRENO NATURAL

FECHA: FEBRERO DEL 2023  
 CALICATA: C - 03 VS 3%

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	—	pie <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10932	11080	11271	11314
- Peso de Molde	(g)	6811	6811	6811	6811
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4121	4269	4460	4503
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.94	2.01	2.10	2.12
- Recipiente N°		4	5	10	12
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.09	57.09	60.63	63.09
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	52.35	50.46	51.59	53.12
- Tara	(g)	15.64	13.18	12.03	12.99
- Peso de Agua	(g)	6.74	7.40	9.04	10.77
- Peso de Suelo Seco	(g)	36.71	37.28	39.56	40.13
- Contenido de agua	(%)	18.4	19.9	22.88	26.8
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.64	1.68	1.71	1.67

Máxima Densidad Seca : 1.71 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 22.86 %



Registro INDECOP N° 00064052

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos H. Becerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Fibres Lozada  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT. VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 3 VS 5% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

C.B.R.						
MOLDE Nº	3		1		5	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	13,288	13,362	12,748	12,845	12,389	12,577
PESO DEL MOLDE (g)	8,825	8,825	8,471	8,471	8,295	8,295
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4463	4537	4277	4374	4094	4282
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,113	2,113	2,106	2,106	2,127	2,127
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.15	2.03	2.08	1.92	2.01
CAPSULA Nº	55	36	38	31	29	21
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDC (g)	90.38	99.32	97.99	95.57	78.72	112.09
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	76.76	83.25	82.70	79.04	66.74	92.05
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	13.62	16.07	15.29	16.53	11.98	20.04
PESO DE CAPSULA (g)	22.18	22.07	22.43	18.74	18.85	24.90
PESO DE SUELO SECO (g)	54.58	61.18	60.27	60.3	47.9	67.15
HUMEDAD (%)	24.95%	26.27%	25.37%	27.41%	25.02%	29.84%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.70	1.62	1.63	1.54	1.55

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
		24 hrs	2.124	2.124	1.83	2.264	2.264	1.95	2.364	2.364	2.03
		48 hrs	2.234	2.234	1.92	2.341	2.341	2.01	2.415	2.415	2.08
		72 hrs	2.345	2.345	2.02	2.417	2.417	2.08	2.527	2.527	2.17
		96 hrs	2.425	2.425	2.09	2.534	2.534	2.18	2.681	2.681	2.31

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 5			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		%	Lectura	lbs		lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura
0.020		15.00	33	11.00		12.30	27.1	9.00		6.80	15	5.00	
0.040		31.40	69.1	23.00		25.90	57	19.00		15.00	33	11.00	
0.060		45.00	99.0	33.00		36.80	81	27.00		21.80	48	16.00	
0.080		60.00	132.0	44.00		49.10	108	36.00		30.00	66	22.00	
0.100	1000	74.70	164.3	54.80	5.48	61.40	135.1	45.00	4.50	36.80	81.0	27.00	2.70
0.200	1500	121.40	267.1	89.00		99.50	218.9	73.00		60.00	132	44.00	
0.300		154.10	339	113.00		126.80	279	93.00		76.40	168.1	56.00	
0.400		171.80	378	126.00		141.80	312	104.00		88.60	194.9	65.00	
0.500		186.80	411.0	137.00		154.10	339	113.00		92.70	203.9	68.00	



# TECNISU F&F S.R.L.

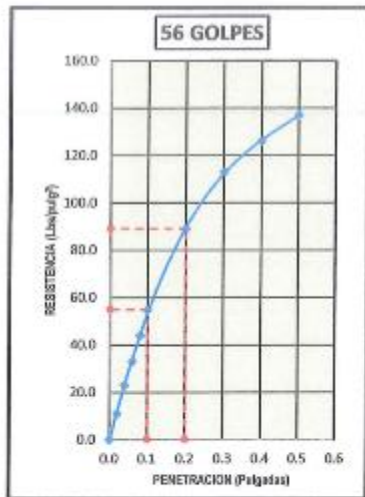
## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE BUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

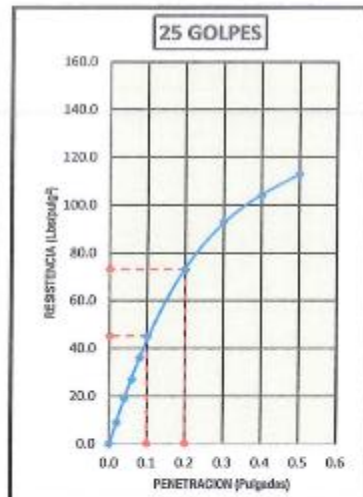
PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA,  
 LUGAR : C - 3 VS 5% CCA  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69
Humedad Óptima (%)	24.95%

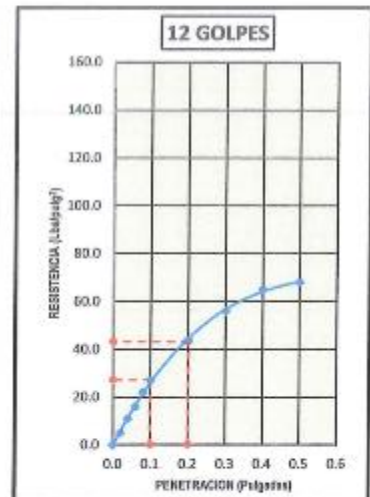
DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	5.48
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	4.32



Carga (1°): 59.10 lbs/pulg²    Carga (2°): 89.10 lbs/pulg²



Carga (1°): 45.10 lbs/pulg²    Carga (2°): 79.10 lbs/pulg²



Carga (1°): 27.10 lbs/pulg²    Carga (2°): 45.10 lbs/pulg²





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

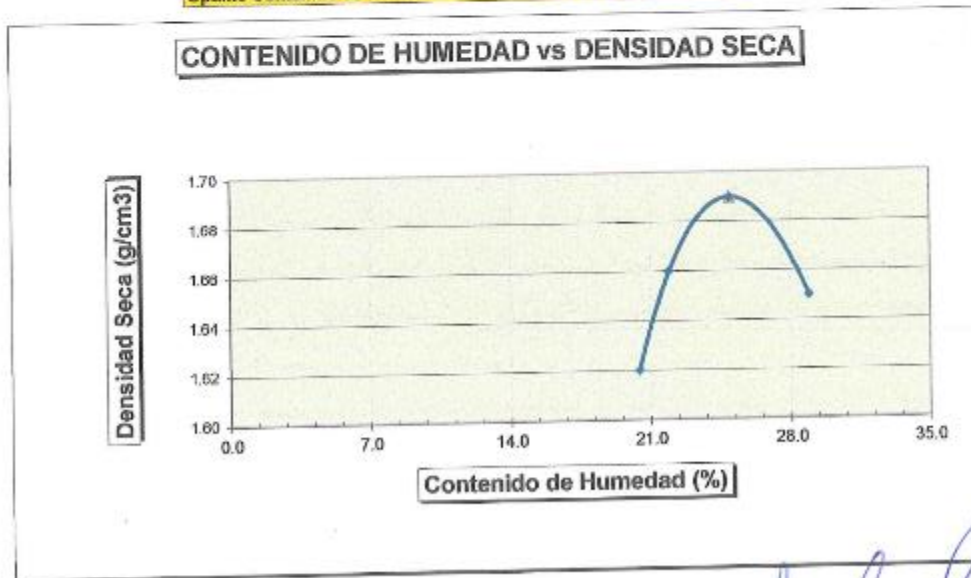
PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021  
 UBICACIÓN : SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.  
 MATERIAL PARA : ESTUDIO

### PROCTOR MODIFICADO

TERRENO NATURAL  
 FECHA: FEBRERO DEL 2023  
 CALICATA: C - 03 VS 6%

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2124	cm <sup>3</sup>	—	pte <sup>3</sup>
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)		10953	11101	11283	11335
- Peso de Molde (g)		6811	6811	6811	6811
- Peso Suelo Húmedo Compactado (g)		4142	4290	4482	4524
- Peso Volumétrico Húmedo (g)		1.95	2.02	2.11	2.13
- Recipiente N°		13	2	5	8
- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)		64.43	57.85	59.76	60.90
- Peso de Suelo Seco + Tara (g)		58.11	49.85	50.46	49.95
- Tara (g)		15.41	14.28	13.18	12.10
- Peso de Agua (g)		8.32	7.80	9.30	10.95
- Peso de Suelo Seco (g)		40.70	35.57	37.28	37.85
- Contenido de agua (%)		20.4	21.9	24.95	28.9
- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.62	1.68	1.69	1.65

Máxima Densidad Seca : 1.69 g/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad : 24.95 %



Registro INDECOP N° 00059022

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Carlos E. Decerra Guevara  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



**TECNISU F&F S.R.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 94215 0091

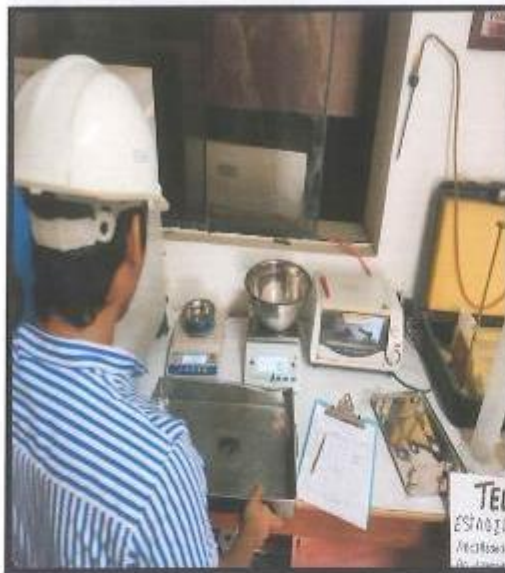
## *Panel Fotográfico*



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091



## ENSAYO DE GRANULOMETRIA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Carlos J. Becerra Guevara*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292





**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE BUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Carlos J. Becerra Guevara*  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lizaola*  
CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091



## ENSAYOS DE LIMITES DE ATTERBERG

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Carlos E. Becerra Guevara*  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE BUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091



## ENSAYO DE C.B.R.

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Carlos E. Becerra Guevara*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 94215 0091



## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Carlos E. Becerra Guevara  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Ing. Ernesto Flores Lezarí  
CIP: 76292



**TECNISU F&F S.R.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**

**PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS**  
**CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO**  
**CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091**

## *Cuadro de Resumen*



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 94215 0091

## RESULTADOS DE ENSAYOS EN LABORATORIO

CALICATA	W %	W OPT. %	DENSIDAD MAX. kg/cm <sup>3</sup>	CBR 95 %	CBR 100%	LL %	LP %	IP %	PASA N°40	PASA N°200	SUCS	AASHTO
C - 01	24.8	20.69	1.74	3.48	4.63	46.53	24.34	22.19	96.06	91.2	CL	A-7-6 (22)
C - 01 VS 3% CCA	...	22.85	1.73	3.54	4.76	48.09	24.04	24.05	98.61	97.87	CL	A-7-6 (26)
C - 01 VS 5% CCA	...	25.56	1.72	3.81	5.19	49.13	21.2	27.93	96.14	91.7	CL	A-7-6 (27)
C - 02	24.1	20.34	1.70	2.98	3.76	50.22	23.6	26.62	99.03	98.29	CH	A-7-6 (29)
C - 02 VS 3% CCA	...	21.35	1.69	3.36	4.33	57.06	29.98	27.08	97.2	96.21	CH	A-7-6 (31)
C - 02 VS 5% CCA	...	23.85	1.68	3.85	4.86	60.40	29.61	30.79	97.82	96.93	CH	A-7-6 (35)
C - 03	26.12	20.25	1.72	2.75	3.74	52.35	25.38	26.97	99.34	98.99	CH	A-7-6 (31)
C - 03 VS 3% CCA	...	22.86	1.71	3.47	4.62	54.12	25.46	28.66	98.03	96.86	CH	A-7-6 (32)
C - 03 VS 5% CCA	...	24.95	1.69	4.32	5.48	58.04	26.67	31.37	97.69	97.68	CH	A-7-6 (35)

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
Carlos E. Becerra Guevara  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292

### ANEXOS 3. ENSAYOS DE GRANULOMETRIA A LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ



## TECNISU F&F S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE BUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CBL. 94215 0091

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

**PROYECTO :** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS VIAS DEL KILOMETRO 1.00, SECTOR VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE 2021

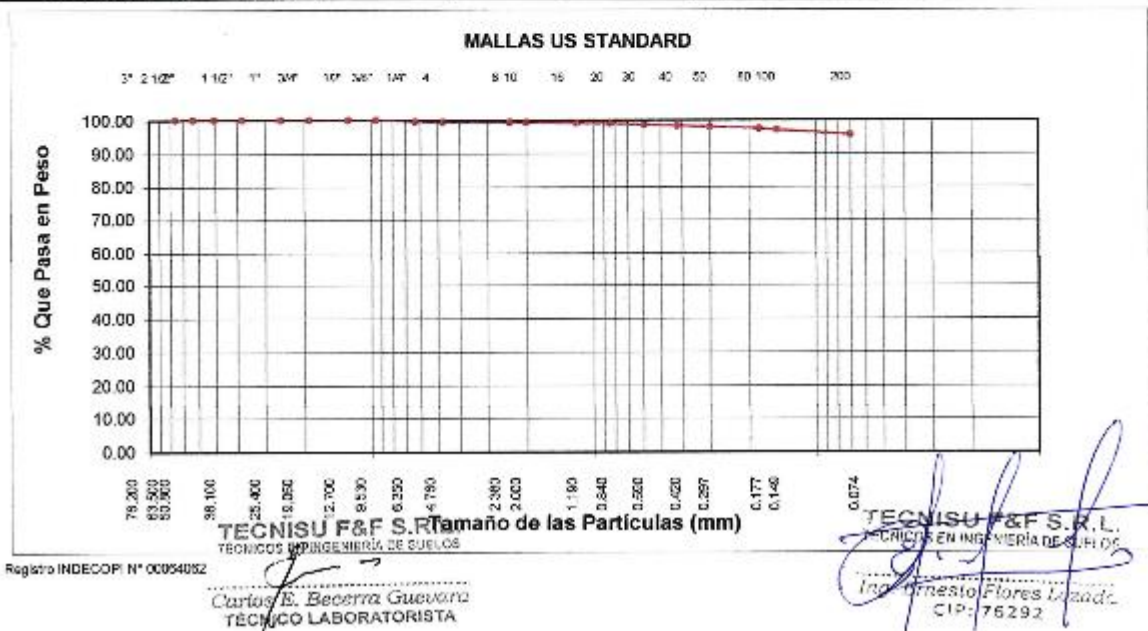
**UBICACIÓN :** SECT: VISALOT ALTO DE BAGUA GRANDE, DISTRITO BAGUA GRANDE, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.

**FECHA :** FEBRERO - 2023

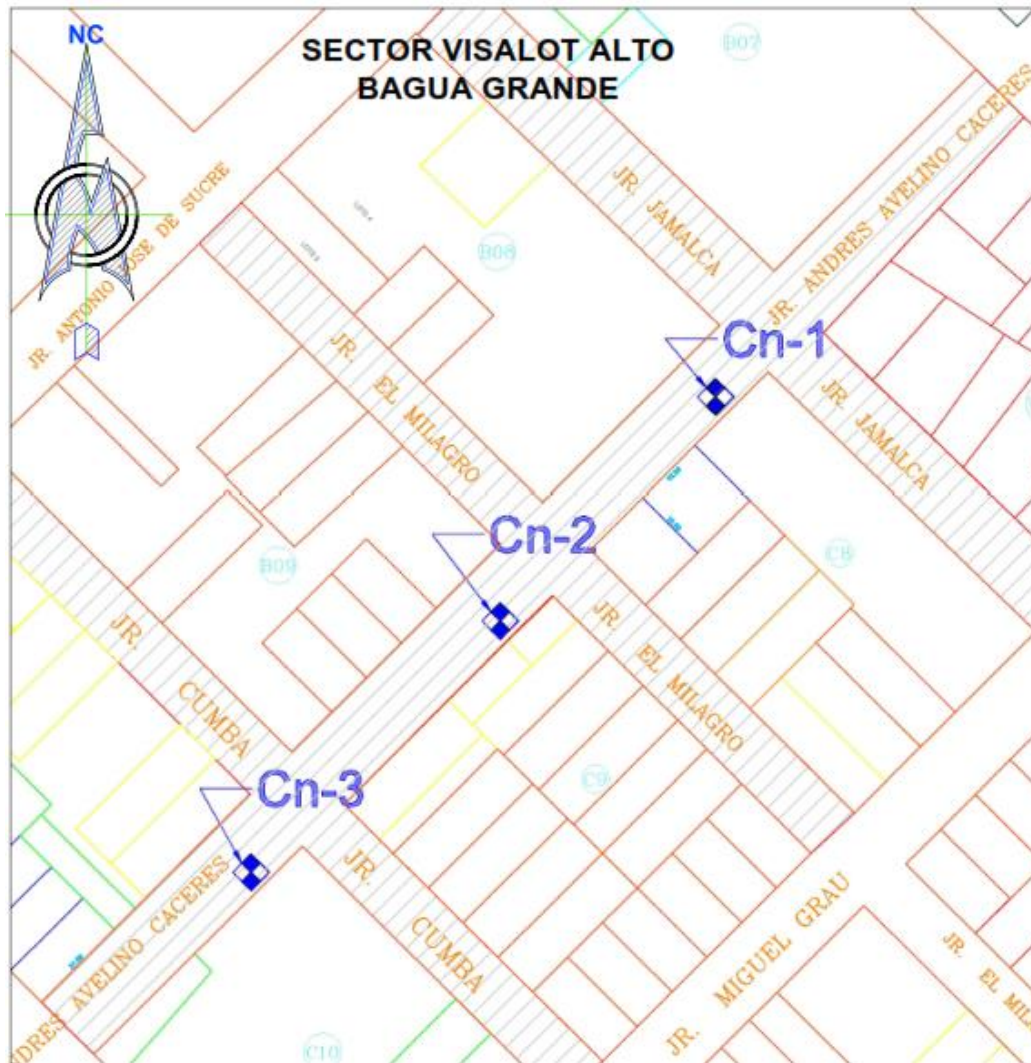
**LUGAR :** CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

**MUESTRA N°:** M - 1

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						LL :
3/4"	19.05						L.P. :
1/2"	12.70						I.P. :
3/8"	9.53				100.00		CLASIFICACION AASHTO :
1/4"	6.35	0.92	0.46	0.46	99.54		
N° 04	4.76	---	---	0.46	99.54		
N° 08	2.38	0.59	0.30	0.76	99.24		
N° 10	2.00	0.11	0.06	0.81	99.19		
N° 16	1.19	0.51	0.26	1.07	98.93		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	0.26	0.13	1.20	98.80		
N° 30	0.59	0.75	0.38	1.57	98.43		
N° 40	0.42	0.56	0.28	1.85	98.15		
N° 50	0.30	0.50	0.25	2.10	97.90		
N° 80	0.18	1.17	0.59	2.69	97.31		
N° 100	0.15	0.82	0.41	3.10	96.90		
N° 200	0.07	2.73	1.37	4.48	95.54		
<N° 200		191.03	95.54	100.00	0.00		
Peso Inicial		199.95					



## ANEXOS 5. UBICACIÓN DE LAS CALICATAS



PLANO DE UBICACION DE CALICATAS  
ESC: 1/500



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN  
1/5000

### CUADRO DE COORDENADAS DE LAS CALICATAS DATUM UTM WGS84

N	ESTE	NORTE	COTA
1	782212.00	9362889.00	510.10
2	782163.00	9362841.00	515.50
3	782115.00	9362793.00	521.80

PLANO:	UBICACION DE CALICATAS N°1, N°2 y N°3		
DEPARTAMENTO:	AMAZONAS		
PROVINCIA:	UTCUBAMBA		
DISTRITO:	BAGUA GRANDE		
SECTOR:	VISALOT ALTO		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:	
1/500	MARZO - 2023	<b>UC-1</b>	



## ANEXOS 6. EXCAVACION DE LAS CALICATAS



Calicata N° 1



Calicata N° 2



Calicata N° 3

## ANEXOS 7. SECADO DE LA CDA

