

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ICHU Y ACEITE RESIDUAL  
DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE,  
HUÁNUCO 2022**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

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

**TESISTA:** Matos Huerta Yovan Hegel

**ASESOR:** Mg. Narro Jara Luis Fernando

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

*Dedico esta tesis con todo mi amor y cariño a mis queridos padres por su sacrificio y esfuerzo para darme una carrera profesional y confiar en mi capacidad en cada etapa y motivarme siempre a culminar la carrera y ser mejor cada día.*

*A Dios, por su amor incondicional, por otorgarme una familia hermosa, por brindarme la dicha de la vida y por todas las bendiciones que a diario me otorga, cuidándome de todo lo malo.*

*A mis hermanos(as), por su apoyo, confianza y amor, a lo largo de estos años de formación integral, sin su apoyo no habría podido llegar a estas instancias.*

## **Agradecimiento**

**A Dios**, por brindarme salud y bienestar, quien hizo que fuera más valiente en todas las situaciones adversas que se presentaron y por ser la luz que guía mi camino hacia el éxito profesional.

**A mis padres**, Filmón y Leduvina, por haberme brindado la oportunidad de estudiar con la tranquilidad de saber que cuento con su respaldo, que con su amor incondicional, trabajo, sacrificio y dedicación me apoyaron en toda mi formación profesional; por apostar por mí en cada etapa de mi formación académica. Ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

**A mis hermanos(as)** por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias, en especial a mi hermano detmer por siempre apoyarme en todo y motivarme a seguir adelante, a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

**A mis docentes**, de la E.A.P de Ingeriría Civil, Universidad Nacional “Hermilio Valdizán” quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, un agradecimiento especial al Mg.heli Mariano Santiago, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

**Al Ing.luis Fernando narro jara**, quien me brinda su apoyo en esta etapa como asesor de tesis quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

**A mi tía violeta**, por brindarme su apoyo en un momento necesario para el desarrollo de mis estudios universitarios.

## Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar en qué medida influye la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, diseño cuasi experimental y alcance explicativo. La población y muestra fueron La muestra en este estudio fueron 4 calicatas de 1.5 m de profundidad en los kilómetros 4+750, 5+250 6+500, 7+750. Para su desarrollo se realizaron los ensayos de granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado, resistencia a la compresión simple y CBR de las muestras extraídas, así como grupos de control con adiciones de ceniza de Ichu y aceite residual de motor en 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente. Los resultados de la investigación mostraron que a medida que aumenta la dosificación de ceniza de Ichu y aceite residual de motor respectivamente se observa incrementos en la resistencia a la compresión simple y en la resistencia de la capacidad de soporte CBR, así también se observó un aumento en el óptimo contenido de humedad y finalmente presentó una disminución en la máxima densidad seca conforme se iban adicionando los porcentajes de dichos materiales. Finalmente, se concluye que el sustrato se puede mejorar física y mecánicamente de manera óptima mediante la adición de 6% cenizas. de Ichu y aceite residual respectivamente, considerando como mejor material estabilizante desde un punto de vista técnico al aceite residual de motor y a la ceniza de Ichu como mejor material alternativo desde el punto de vista económico.

**Palabras claves:** Estabilización de suelos, ceniza de Ichu, aceite residual de motor, capacidad de soporte, resistencia a la compresión, subrasante.

## **Abstract**

The purpose of this investigation was to evaluate to what extent the reduction of ichu ash and recycled motor oil influenced the mechanical properties of the subgrade, Huánuco 2022. The methodology used was quantitative, quasi-experimental design and explanatory scope. 4+750, 5+250 6+500, 7+750 For its development, granulometry tests, consistency limits, modified Proctor, simple compressive strength and CBR of the extracted samples were carried out, as well as control groups with additions of Ichu ash and residual motor oil in 0%, 2%, 4% and 6% respectively. The results of the investigation showed that as the dosage of Ichu ash and residual engine oil increases, respectively, increases in the resistance to simple compression and in the resistance of the CBR support capacity are observed, thus an increase was also found. in the optimal moisture content and finally presented a decrease in the maximum dry density as the percentages of said materials were added. Finally, it is concluded that the substrate can be physically and mechanically improved with the optimal improvement of 6% of Ichu ash and residual oil respectively, considering residual motor oil and Ichu ash as the best stabilizing material from a technical point of view. best alternative material from the economic point of view.

**Keywords:** Soil stabilization, Ichu ash, residual motor oil, bearing capacity, compressive strength, subgrade.

## Índice de contenidos

<b>Carátula</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Resumen</b> .....	iv
<b>Abstract</b> .....	v
<b>Índice de contenidos</b> .....	vi
<b>Índice de tablas</b> .....	x
<b>Índice de figuras</b> .....	xiii
<b>Introducción</b> .....	xv
<b>CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1. Fundamentos del problema de investigación .....	1
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas Específicos .....	3
1.3. Formulación del objetivo general y específicos .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. Justificación .....	4
1.5. Limitaciones.....	5
1.6. Formulación de hipótesis general y específica.....	5
1.6.1. Hipótesis general .....	6
1.6.2. Hipótesis específicas.....	6
1.7. Variables.....	6
1.8. Definición teórica y operacionalización de variables .....	6
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	8

2.1. Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales. ....	11
2.2. Bases Teóricas.....	14
2.2.1. Suelo.....	14
2.2.1.1. Clasificación de suelos.....	14
2.2.2. Mejoramiento de suelos. ....	18
2.2.2.1. Factores que intervienen para seleccionar un proceso de mejoramiento de suelo. 19	
2.2.2.2. Tipo de mejoramiento de suelo.....	19
2.2.3. Subrasante.....	21
2.2.4. Stipa Ichu.....	21
2.2.4.1. Composición de la Stipa Ichu .....	22
2.2.5. Aceite residual de motor .....	22
2.2.5.1. Composición de aceites usados.....	22
2.3. Bases conceptuales .....	23
CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....	25
3.1. Ámbito.....	25
3.2. Población y selección de muestra .....	25
3.2.1. Población .....	25
3.2.2. Muestra.....	25
3.2.3. Muestreo .....	25
3.3. Nivel, tipo y diseño de estudio.....	28
3.3.1. Nivel de estudio.....	28
3.3.2. Tipo de estudio .....	28
3.4. Diseño de investigación .....	28
3.5. Métodos, técnicas e instrumentos .....	29
3.6. Validación y confiabilidad del instrumento .....	29

3.7. Procedimientos.....	30
3.8. Tabulación y análisis de datos.....	32
3.9. Consideraciones éticas.....	32
CAPÍTULO IV RESULTADOS .....	34
4.1. Ensayos generales.....	34
4.1.1. Ensayos de campo .....	34
4.1.2. Obtención de la ceniza de ichu .....	35
4.1.3. Propiedades estándares de los suelos analizados.....	35
4.1.4. Ensayos de compactación en laboratorio.....	37
4.1.5. Ensayos de resistencia en laboratorio.....	38
4.1.6. Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas	
39	
4.2. Influencia de la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en la compactación de la subrasante .....	40
4.2.1. Ensayos de compactación para los grupos de control A.....	41
4.2.2. Ensayos de compactación para los grupos de control B .....	46
4.3. Influencia de la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en la resistencia de la subrasante .....	52
4.3.1. Ensayos de resistencia a la compresión simple para los grupos de control A .	52
4.3.2. Ensayos de resistencia a la compresión simple para los grupos de control B..	56
4.3.3. Ensayos de capacidad de soporte los grupos de control A.....	60
4.3.4. Ensayos de capacidad de soporte los grupos de control B .....	64
4.4. Dosificación óptima de adición de ceniza de Ichu y aceite residual de motor para el mejoramiento de la subrasante .....	68
4.4.1. Dosificación óptima de ceniza de Ichu para el mejoramiento de la subrasante	68
4.4.2. Dosificación óptima de aceite residual de motor para el mejoramiento de la subrasante .....	70
4.5. Análisis estadístico de resultados.....	71



4.5.1. Ensayos de compactación ( Proctor modificado).....	71
4.5.2. Ensayos de resistencia a la compresión simple .....	72
4.5.3. Ensayo de capacidad de soporte (CBR).....	73
4.6. Material alternativo idóneo en la estabilización de subrasante.....	74
4.6.1. Análisis técnico de los materiales estabilizantes de la subrasante .....	74
4.6.2. Análisis económico de los materiales estabilizantes de la subrasante.....	77
4.7. Prueba hipótesis.....	78
4.7.1. Prueba hipótesis para la compactación de la subrasante .....	78
4.7.2. Prueba hipótesis para la resistencia de la subrasante .....	88
CAPÍTULO V DISCUSIONES.....	98
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	106
ANEXOS 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	109
ANEXOS 02. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	110
ANEXOS 03.INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	111
ANEXOS 04. ENSAYOS DE LABORATORIO .....	117
ANEXOS 05. CONSTANCIA DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO.....	218
ANEXOS 06. PANEL FOTOGRÁFICO.....	256

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables. -----	7
<b>Tabla 2</b> Clasificación de suelos – Materia granular según AASHTO-----	15
<b>Tabla 3</b> Clasificación de suelos – Materia limo -arcilloso según AASHTO-----	16
<b>Tabla 4</b> Clasificación de suelos – Sistema unificado de Clasificación de Suelos SUCS -----	17
<b>Tabla 5</b> Clasificación de suelos por tamaño de partículas -----	18
<b>Tabla 6</b> Cuantía muestral de los ensayos a realizar a las muestras de suelo de las calicatas-----	27
<b>Tabla 7</b> Ensayos de penetración dinámica de cono (PDC) -----	35
<b>Tabla 8</b> Ensayos de penetración dinámica de cono (PDC) -----	35
<b>Tabla 9</b> Propiedades de los suelos analizados -----	36
<b>Tabla 10</b> Ensayos de compactación (Proctor modificado) -----	37
<b>Tabla 11</b> Ensayos de resistencia-----	38
<b>Tabla 12</b> Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas -----	39
<b>Tabla 13</b> Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°1 – Ceniza de ichu -----	41
<b>Tabla 14</b> Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu -----	42
<b>Tabla 15</b> Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu -----	44
<b>Tabla 16</b> Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°1 – Aceite residual de motor -----	46
<b>Tabla 17</b> Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°3 – Aceite residual de motor -----	49
<b>Tabla 18</b> Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°4 – Aceite residual de motor -----	50
<b>Tabla 19</b> Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu -----	52
<b>Tabla 20</b> Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu -----	54
<b>Tabla 21</b> Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu -----	55
<b>Tabla 22</b> Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°1 – Aceite residual de motor -----	57

<b>Tabla 23</b> Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°3 – Aceite residual de motor -----	58
<b>Tabla 24</b> Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°4 – Aceite residual de motor -----	59
<b>Tabla 25</b> Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu-----	60
<b>Tabla 26</b> Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu -----	62
<b>Tabla 27</b> Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu -----	63
<b>Tabla 28</b> Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°1 – Aceite residual de motor -----	65
<b>Tabla 29</b> Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°3 – Aceite residual de motor -----	66
<b>Tabla 30</b> Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°4 – Aceite residual de motor -----	67
<b>Tabla 31</b> CBR al 95% de la MDS de las calicatas analizadas – Ceniza de Ichu -----	69
<b>Tabla 32</b> CBR al 95% de la MDS de las calicatas analizadas – Aceite residual de motor -----	70
<b>Tabla 33</b> Resultados promedios de proctor modificado para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de ceniza de ichu -----	71
<b>Tabla 34</b> Resultados promedios de proctor modificado para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de aceite residual de motor.-----	72
<b>Tabla 35</b> Resultados promedios de resistencia a la compresión simple para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de ceniza de ichu.-----	72
<b>Tabla 36</b> Resultados promedios de resistencia a la compresión simple para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de aceite residual de motor.-----	73
<b>Tabla 37</b> CBR promedio para para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de ceniza de ichu.-----	73
<b>Tabla 38</b> CBR promedio para para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de aceite residual de motor. -----	74
<b>Tabla 39</b> Costo por m3 del mejoramiento de subrasante -----	78
<b>Tabla 40</b> Pruebas de normalidad para la máxima densidad seca (MDS) – Calicata C-1 -----	79
<b>Tabla 41</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Máxima Densidad Seca – Calicata C-1-----	80

<b>Tabla 42</b> Pruebas de normalidad para la máxima densidad seca (MDS) – Calicata C-3 -----	81
<b>Tabla 43</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Máxima Densidad Seca – Calicata C-3-----	82
<b>Tabla 44</b> Pruebas de normalidad para el óptimo contenido de humedad (OCH) – Calicata C-1 -----	84
<b>Tabla 45</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Óptimo Contenido de Humedad – Calicata C-1 -----	85
<b>Tabla 46</b> Pruebas de normalidad para el óptimo contenido de humedad (OCH) – Calicata C-3 -----	86
<b>Tabla 47</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Óptimo Contenido de Humedad – Calicata C-3 -----	87
<b>Tabla 48</b> Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión simple – Calicata C-1 -----	88
<b>Tabla 49</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Resistencia a la Compresión Simple – Calicata C-1 -----	90
<b>Tabla 50</b> Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión simple – Calicata C-3-----	91
<b>Tabla 51</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Resistencia a la Compresión Simple – Calicata C-3-----	92
<b>Tabla 52</b> Pruebas de normalidad para el CBR al 95% de la MDS – Calicata C-1-----	93
<b>Tabla 53</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y CBR al 95% de la MDS – Calicata C-1 -----	94
<b>Tabla 54</b> Pruebas de normalidad para el CBR al 95% de la MDS – Calicata C-3-----	95
<b>Tabla 55</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y CBR al 95% de la MDS – Calicata C-3 -----	96

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Tendencia del valor de la MDS –Calicata N°1 – Ceniza de Ichu .....	41
<b>Figura 2</b>	Tendencia del valor del OCH–Calicata N°1 – Ceniza de Ichu.....	42
<b>Figura 3</b>	Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu .....	43
<b>Figura 4</b>	Tendencia del valor del OCH–Calicata N°3 – Ceniza de Ichu.....	44
<b>Figura 5</b>	Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu .....	45
<b>Figura 6</b>	Tendencia del valor del OCH–Calicata N°4 – Ceniza de Ichu.....	45
<b>Figura 7</b>	Tendencia del valor de la MDS –Calicata N°1 – Aceite residual de motor...	47
<b>Figura 8</b>	Tendencia del valor del OCH–Calicata N°1 – Aceite residual de motor.....	48
<b>Figura 9</b>	Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°3 – Aceite residual de motor..	49
<b>Figura 10</b>	Tendencia del valor del OCH–Calicata N°3 – Aceite residual de motor.....	50
<b>Figura 11</b>	Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°4 – Aceite residual de motor	51
<b>Figura 12</b>	Tendencia del valor del OCH–Calicata N°4 – Aceite residual de motor.....	52
<b>Figura 13</b>	Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°1 - Ceniza de Ichu .....	53
<b>Figura 14</b>	Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°3 - Ceniza de Ichu .....	54
<b>Figura 15</b>	Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°4 - Ceniza de Ichu .....	56
<b>Figura 16</b>	Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°1 - Aceite residual de motor .....	57
<b>Figura 17</b>	Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°3 - Aceite residual de motor .....	58
<b>Figura 18</b>	Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°4 - Aceite residual de motor .....	60
<b>Figura 19</b>	Tendencia del valor del CBR – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu .....	61
<b>Figura 20</b>	Tendencia del valor del CBR – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu .....	62
<b>Figura 21</b>	Tendencia del valor del CBR – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu .....	64
<b>Figura 22</b>	Tendencia del valor del CBR – Calicata N°1 – Aceite residual de motor ...	65
<b>Figura 23</b>	Tendencia del valor del CBR – Calicata N°3 – Aceite residual de motor ...	66
<b>Figura 24</b>	Tendencia del valor del CBR – Calicata N°4 – Aceite residual de motor ...	68
<b>Figura 25</b>	Tendencia del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Calicata N°3 -Calicata N°4 – Ceniza de Ichu .....	69
<b>Figura 26</b>	Tendencia del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Calicata N°3 -Calicata N°4 – Aceite residual de motor.....	70
<b>Figura 27</b>	Comparación del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu – Aceite residual de motor.....	75

<b>Figura 27</b> Comparación del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu – Aceite residual de motor.....	76
<b>Figura 27</b> Comparación del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu – Aceite residual de motor.....	77

## Introducción

Uno de los problemas más comunes en el sector de la construcción de carreteras se manifiesta en los hundimientos e incluso rompimientos súbitos en la estructura. La atribución de esto sucede principalmente en suelos que presentan baja resistencia y alta permeabilidad al agua. Muchas veces se atribuyen estas deficiencias de las estructuras viales únicamente al entorno geológico de los suelos soslayando que también existe una relación directa de aquéllas con las propiedades naturales de los suelos. Los métodos usuales de mejora del suelo contemplan el reemplazo del suelo problemático por otro adecuado, solución que, sin embargo, por su alto costo, ha creado la necesidad de buscar otras alternativas como la estabilización de suelos mediante aditivos naturales o sintetizados para mejorar las propiedades índices del sustrato. Hay varios métodos de refuerzo disponibles para estabilizar suelos problemáticos. En dicho sentido se entiende que ante esta problemática los profesionales que buscan desarrollar vías aptas en el mundo estén abocados en el desarrollo de proyectos de investigación para determinar el mejor método de adecuación del suelo

En base a lo anterior, se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de subrasantes de suelo arcilloso con la adición de ceniza de Ichu y aceite residual de motor en diferentes proporciones, basándonos principalmente en el CBR y así con estas mejoras poder alcanzar el CBR mínimo por norma del MTC que indica que un suelo es apto para ser utilizado en subrasantes siempre y cuando sus valores sean mayores e iguales a 6%.

La investigación consta de 6 capítulos.

Capítulo I consta del planteamiento y la formulación del problema, objetivos, justificación, hipótesis y variables.

Capítulo II consta todo lo referente al marco teórico, se realizó el planteamiento del marco teórico, donde inicialmente se identificó los antecedentes del estudio, en las bases teóricas se consideró los diferentes tipos de mejoramiento de suelos, así como un estudio de las características del Ichu y los aceites de motores.

Capítulo III abarca la parte metodológica de la investigación, se define el enfoque y el diseño de la investigación, así como la población, la muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo IV incide en los resultados de la investigación.

Capítulo V consta de las discusiones de los resultados.

Luego se muestra las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, en la parte final de la investigación con las referencias bibliográficas y los anexos respectivos.

La adición de aditivos naturales así como la ceniza de Ichu, y la adición de aditivos sintéticos como el aceite residual de motor en el mejoramiento de las subrasantes de suelo arcillosos actualmente no está claramente normado por tanto es indispensable seguir investigando en esta rama de la infraestructura vial, en vista que en la ejecución de proyectos viales en la zona de Huánuco frecuentemente se presentan suelos arcillosos y de baja capacidad portante, situaciones en las cuales el ingeniero responsable tiene que proporcionar una propuesta adecuada, considerando no solamente el aspecto estructural sino también el aspecto económico y temporal del proyecto. En este sentido la culminación de la presente investigación, fue de gran satisfacción para el autor.



# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Fundamentos del problema de investigación

A nivel internacional la ingeniería civil se encarga de diseñar, construir y mantener diversos tipos de infraestructuras para satisfacer las necesidades de la sociedad, incluidas las carreteras, donde la inestabilidad del suelo es una ocurrencia habitual, algunas áreas presentan hundimientos e incluso rompimientos súbitos en la estructura. Esto sucede principalmente en suelos que presentan baja resistencia y alta permeabilidad al agua. Estas deficiencias en las estructuras viales se atribuyen mayormente a las características geológicas de los suelos, muchas veces sin tomar en consideración que existe una relación directa con las propiedades naturales de los suelos, tal como menciona Lozano, (2019). En tal sentido, uno de los problemas que deben resolver los ingenieros geotécnicos es el de cómo asegurar mediante adecuadas cimentaciones, respaldadas por un proyecto de ingeniería, que el suelo soporte mecánicamente las solicitaciones estimadas por las estructuras a construir. En muchas ocasiones, las referidas solicitaciones están vinculadas a la capacidad de resistencia y deformación del suelo sobre el que se desea construir.

En América Latina surgen proyectos de investigación con el fin de determinar cómo adecuar a beneficio las características de los suelos. Sin embargo, uno de los inconvenientes frecuentes en esta área, particularmente para la construcción de carreteras, se debe a los suelos finos presentes en la zona, realidad que crea un gran desafío para los profesionales que buscan desarrollar vías aptas en el mundo (Castro et al., 2019). Según Firoozi et al. (2017), quienes indican sobre la problemática de adecuación de los suelos que se presenta a nivel mundial, los métodos de mejora del suelo se centran en reemplazar el suelo problemático, y se sustituye por un suelo adecuado. Sin embargo, el alto costo que implica esta práctica ha creado la necesidad de buscar otras alternativas; hoy en día dichos estabilizadores están disponibles en el mercado debido a su alta demanda. Como tal, el suelo estabilizado se obtiene de la combinación y optimización de las propiedades de los materiales constituyentes.

Asimismo, Ramaji (2012), manifiesta que el “refuerzo del suelo es un procedimiento en el que se utilizan aditivos naturales o sintéticos para mejorar las propiedades de los

estratos. Hay varios métodos de refuerzo disponibles para estabilizar suelos problemáticos”. Por su parte del Pino, (2010), indica que, debido a la falta de financiación en muchos países, deben ser establecidos técnicas de construcción y mantenimiento de vías más eficaz desde la perspectiva costo – efectividad.

Asimismo, a nivel nacional, contamos con diferentes problemas que afectan a las vías que podrían ser de carácter constructivas o por las variedades de suelos que se tiene en la subrasante, estos podrían ser arcillosos, arenosos, etc. Por ello en la sierra y selva del Perú se encontrarán suelos inestables con deficiencias en la subrasante debido a las condiciones climáticas que se producen en la misma zona, por el cual se planificó diversas metodologías para estabilizar el suelo con productos de desechos del mantenimiento de autos (aceite de motor) que se encuentran en todos los talleres mecánicos de la ciudad (Jalanoca, 2021), así como con ceniza de ichu ya que es un material que abunda en las alturas de la sierra y según Apunkintu (2016), afirma que la combinación de suelo y fibra (paja de ichu) ha sido estudiada en Perú y en todo el mundo, según esta declaración, se ha comprobado que la paja de ichu aumenta la resistencia del material compuesto debido a su mayor tenacidad. En consecuencia, se mejora la resistencia del suelo a las descargas de tensión.

También, el aceite lubricante usado en vehículos motorizados está categorizados como residuos líquidos peligrosos, es uno de los puntos a tratar por parte de todas las entidades e instituciones a nivel nacional; por tal motivo dichas entidades se han visto en la obligación de reducir el índice de contaminación causado por el aceite usado proveniente de los diferentes centros automotrices y establecimientos generadores de este desecho contaminante (Cabrera, 2018). Por lo que se debe buscar una manera segura de disponer estos desechos y conseguir quizás un beneficio adicional, por lo que surge la necesidad de encontrar un sitio para estos aceites usados donde no afecte el medio ambiente.

Actualmente a nivel regional los suelos presentan un alto índice de plasticidad, baja capacidad de soporte, y suelos con altos niveles de permeabilidad. En el distrito de colpas provincia de ambo específicamente en la trocha carrozable del camino vecinal colpas Coquín-Yamor existe una serie de fenómenos de inestabilidad, el cual necesita ser mejorado ya sea con un aditivo natural y/o químico o modificado con un material que

cumpla los estándares establecidos por el MTC. Los problemas más frecuentes en el lugar de estudio se presentan en dos épocas: En épocas de lluvia (problemas de expansión del suelo) y en épocas de sequía (problemas de exceso de polvo), ya que estas condiciones hacen que sea intransitable, lo cual es un problema para los pobladores de dicha zona. Lo que se busca en este tipo de suelos con bajo CBR es aplicar un método de mejora, con aditivos residuales o reciclados, a partir de esto se establece la premisa de utilizar y conocer, el efecto del aceite reciclado de motor y la ceniza de ichu, en el mejoramiento de suelos de las subrasantes.

Por lo expuesto como problemática en la actualidad no hay investigaciones sobre la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en la subrasantes de la localidad de Huánuco, por lo que existe una iniciativa para permitir que estos elementos naturales y de desecho respectivamente se agrega para el mejoramiento de los suelos de la subrasante, con el fin de conocer el comportamiento de esta unión en las características mecánicas de la subrasante que serán valorados en la trocha carrozable del camino vecinal colpas –Coquín -yamor, siendo esta una de las vías principales del distrito de colpas, mucho tráfico de vehículos, muchas ofertas y factores climáticos. Aquellos factores que provocan un rápido desgaste de la vía, que requieren una mejora de sus propiedades mecánicas, encontrando una solución económica, ambiental y técnica más asequible. Por lo tanto, con la siguiente investigación se busca restablecer las características de soporte y resistencia de la subrasante con el fin de pavimentar esta misma.

## **1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos.**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo influye la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál será la caracterización del suelo de la subrasante en estado natural?
- ¿Cómo influye de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor respectivamente en la compactación de la subrasante?
- ¿Cómo influye de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor respectivamente en la resistencia de la subrasante?

- ¿Cuál será la adición adecuada de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en el mejoramiento de la subrasante?
- ¿Cuál será el mejor material alternativo en la estabilización de la subrasante?

### **1.3. Formulación del objetivo general y específicos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar en qué medida influye la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la caracterización del suelo de la subrasante en estado natural.
- Determinar la influencia de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor respectivamente en la compactación de la subrasante.
- Determinar la influencia de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor respectivamente en la resistencia de la subrasante.
- Determinar la adición adecuada de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en el mejoramiento de la subrasante.
- Comparar los resultados y determinar el mejor material alternativo en la estabilización de la subrasante

### **1.4. Justificación**

Desde un punto de vista teórico, se justifica la adición de aceite de motor reciclado a la base, ya que se realizaron pruebas de laboratorio estandarizadas para cuantificar los resultados y así: límites de consistencia, densidad, prueba Proctor modificada, pruebas PDC y CBR. brindar información acerca de los cambios en las propiedades físico-mecánicas de la base del suelo con la adición de los materiales mencionados y así demostrar que el uso de aceite de motor reciclado mejora las condiciones del suelo proporcionando una gruesa capa rodante. Apto para su uso en aceras.

También tiene una justificación metodológica, ya que este estudio pretende contribuir significativamente a la protección vial al sugerir el porcentaje óptimo de adición de aceite de motor reciclado para mejorar la base. Así, de esta forma, se

quiere reducir daños y costes de mantenimiento, se asegura un buen soporte para el futuro pavimento, lo que aumenta el nivel de servicio.

Como justificación técnica, este estudio ayuda a analizar los resultados de la adición de ceniza de ichu y aceite de motor reciclado al subterráneo para su uso en infraestructuras viales del camino vecinal Colpas – Coquin - Yamor y la región Huánuco. Así también como justificación social, porque es fundamental para la productividad y la competitividad de las empresas locales que se construyan las carreteras. Hay suelos de subrasantes ricos en limos y arcillas en la zona de Ambo, que deben ser eliminados al construir pavimentos, por lo que se propone utilizar el aceite reciclado de motor como una solución económica para mejorar la subrasante y, por tanto, cumplir con los requisitos de ingeniería, lo que sería una solución rentable para la mejora del suelo.

Finalmente, como justificación ambiental se tiene que la adición de aceite reciclado de motor en las subrasantes ya que permitirá la reutilización del aceite de motor de vehículos y así darle un tratamiento final adecuado que será provechoso en la ingeniería geotécnica y afines. De esta forma, el objetivo es mitigar el impacto negativo de los residuos tóxicos.

### **1.5. Limitaciones**

Esta investigación se limita a estabilizar el suelo inestable añadiendo ceniza de ichu y aceite reciclado de motor. Se utilizarán sólo pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del material con este fin. Sin embargo, será interesante ver cómo reacciona el material cuando se somete a cargas dinámicas. Esto significa que las investigaciones futuras deben centrarse en el módulo de resistencia, los diferentes tipos de suelos utilizados en los principales proyectos de ingeniería en el país, y los efectos de diversos aditivos de estabilización.

Para tal efecto uno de los limitantes son la falta de tiempo y mejor presupuesto, para un mayor grado de pruebas, ensayos, demostraciones y comprobaciones de las propiedades físicas y mecánicas del suelo y determinar la posibilidad de uso de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor como estabilizadores del suelo de las subrasantes.

### **1.6. Formulación de hipótesis general y específica**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor influye positivamente en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- La subrasante en estado natural presenta características físicas y mecánicas por debajo de los requerimientos de la normatividad vigente,
- La adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor respectivamente influyen positivamente en la compactación de la subrasante.
- La adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor respectivamente influyen positivamente en la resistencia de la subrasante.
- El porcentaje óptimo de ceniza de ichu no será mayor a 6% y del aceite reciclado de motor no será mayor a 6% para el mejoramiento de la subrasante.
- El mejor material utilizar en la estabilización de subrasantes será la ceniza de hoja de ichu frente al aceite reciclado de motor.

## **1.7. Variables**

### **Variables independientes:**

**X1:** Ceniza de Ichu

**Descripción:** Es la cantidad de ceniza de ichu que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.

**X2:** Aceite reciclado de motor

**Descripción:** Es la cantidad de aceite reciclado de motor que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.

### **Variable dependiente Y1:**

**Y1:** propiedades mecánicas de la subrasante

**Descripción:** Se planteará combinaciones de porcentajes de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en los suelos de la subrasante con características deficientes con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas.

## **1.8. Definición teórica y operacionalización de variables**

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables.*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Independiente X1 Ceniza de Ichu	Ichal (del quechua ichu, nombre andino de la planta en cuestión). Formación de pastos de Puna y otras llanuras del altiplano predominantemente Stipa ichu. El término proviene de Perú y Bolivia, y los tipos de vegetación también incluyen la altura de los Andes en el norte de Chile y el noroeste de Argentina. (Font, 1982).	Es la cantidad de ceniza de ichu que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.	Dosificación de adición de ceniza de ichu	2%, 4% y 6% en peso en Kg con respecto al peso seco del suelo respectivamente
Independiente X2 Aceite reciclado de motor	"Todos los aceites industriales con base mineral o sintética, lubricantes que se hayan vuelto inadecuados para el uso que se les hubiere asignado inicialmente por funcionamiento de motores, en particular, los aceites usados de los motores de combustión y de los sistemas de transmisión, así como los aceites minerales lubricantes, aceites para turbinas y sistemas hidráulicos."	Es la cantidad de aceite reciclado de motor que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.	Dosificación de adición de aceite reciclado de motor	2%, 4% y 6% en peso en Kg con respecto al peso seco del suelo respectivamente
Dependiente Y1 Propiedades mecánicas de la subrasante	Es la mejora integral de las propiedades geo mecánicas del suelo natural, de tal manera que se obtenga un suelo que cumpla los requisitos necesarios en la construcción de carreteras.	Se planteará combinaciones de porcentajes de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en los suelos de la subrasante con características deficientes con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas.	Compactación  Resistencia	Compactación del suelo (Máxima Densidad seca y Óptimo contenido de Humedad)  Resistencia a la compresión (kg/cm2)  Capacidad de soporte (CBR %)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Para la elaboración de este estudio se analizaron datos previos, ya que no se pudieron encontrar datos significativos para la variable independiente (ceniza de ichu) por no haber sido estudiada previamente como una mejora natural de las propiedades mecánicas de las subrasantes en general. Sin embargo, para la variable independiente (aceite residual de motor) si existe información relevante. Mencionado lo anterior, se plantean los siguientes antecedentes de la investigación:

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Gavilanes (2022), en su tesis tuvo como objetivo general evaluar el cambio de las propiedades físico – mecánicas de suelos granulares de subrasante al añadirse emulsión asfáltica en distintos porcentajes con el fin de estabilizar los suelos provenientes del Cantón Ambato. La metodología empleada fue tipo cuantitativo y diseño experimental. Para su desarrollo se realizaron ensayos de humedad óptima, densidad seca máxima y CBR de las muestras modificadas al incorporarse emulsión asfáltica en un 0, 1, 3, 5 y 8 por ciento con el fin de establecer el porcentaje óptimo donde se alcancen los mayores valores de estas propiedades en los suelos. Los resultados obtenidos mostraron que, al incorporar emulsión asfáltica al suelo de subrasante, se tiene efectos estabilizantes y un incremento significativo en lo que se refiere a los valores de CBR teniendo un CBR de 20% para el suelo natural y un CBR de 36.60% para el suelo estabilizado alcanzando un incremento de 16.60% para el suelo de Izamba. Para el suelo de Montalvo, se tiene un CBR de 14.70% inicial y un CBR de 32.50% al incorporarse emulsión asfáltica teniendo un incremento en el valor de CBR del 17.80%. Así mismo, para el suelo de Juan Benigno Vela, su CBR es 19.50% sin estabilizar y al estabilizar el CBR es 25.20%, teniendo un incremento del 5.70%. Finalmente concluyo, que el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica a ser adicionado es aproximadamente 3% para las muestras analizadas, para alcanzar los máximos valores CBR. Además, se observa que para el 3% de emulsión en cada una de las muestras se obtiene la mayor densidad seca máxima en el ensayo de Proctor Modificado.



Iqbal et al. (2020), en su artículo tuvieron como objetivo general determinar los efectos de la adición de aceite de motor usado y betún en las propiedades mecánicas de suelos de baja plasticidad. La metodología empleada fue tipo cuantitativo y diseño experimental. Para su desarrollo se adoptó un enfoque de investigación multinivel mediante la realización de un estudio comparativo de la microespectroscopia a través de espectros infrarrojos transformados de Fourier (FTIR) para investigar la correlación de absorbancia máxima junto con investigaciones mecánicas (como la resistencia a la compresión, la prueba proctor modificada, la relación de carga de California prueba y prueba de porcentaje de hinchamiento). La muestra nativa de suelo plástico bajo (CL) se mezcló con porcentajes variables de aditivos de petróleo (betún y motor aceite) de forma independiente al 0 %, 4 %, 8 %, 12 %, 16 % y 20 %. Los resultados mostraron que en el caso del betún y aceite de motor usado reveló que se produjo una disminución en los límites de Atterberg acompañada de un aumento en el porcentaje de mezcla bituminosa, mientras utilizando aceite de motor usado (UMO) aumentó el límite plástico. La densidad seca máxima (MDD) aumenta mientras que el contenido de humedad óptimo (OMC) disminuye con el aumento del betún. El uso de aceite de motor reciclado (UMO) inicialmente (hasta un 4%) aumentó el MDD y posteriormente lo disminuyó. Los informes de investigación muestran que el betún provoca una disminución en el porcentaje de hinchamiento y aumenta la relación de carga de California (CBR), mientras que el UMO provoca un aumento continuo en el porcentaje de hinchamiento y una disminución en el CBR. La adición de betún en el suelo resultó en una disminución del coeficiente de permeabilidad ( $k$ ), mientras que UMO tiene un resultado significativo de hasta un 4%. Con respecto a la muestra de control, el análisis de espectro a través de FTIR respalda de manera efectiva los resultados de laboratorio ya que la intensidad de los picos aumenta con el aceite, y la concentración de betún revela que imparten propiedades cementosas al suelo. Finalmente concluyeron que, la estabilización mediante betún motor usado, le otorga estabilidad, y facilita la construcción a bajo costo al obtener la materia prima en el lugar. El aceite de motor usado afecta adversamente las propiedades del suelo más allá del 4% de adición por peso.

López y Rivera (2019), en su tesis sostuvieron que; su objetivo fue determinar la resistencia al corte no drenado de un suelo fino obtenido en las inmediaciones de la ciudad de Ibagué, con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de cascarilla de

arroz. La metodología en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y estuvo basada en un diseño cuasiexperimental; teniendo una población de los suelos de Ibagué y la muestra fue en la vereda Potrerillo de la ciudad de Ibagué. Los resultados obtenidos muestran una mejora en las propiedades mecánicas del suelo mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz, logrando identificar que las combinaciones con mejor comportamiento son del intervalo del 4% al 10%, presentando un incremento en la resistencia a la compresión no confinada con un promedio de 120 a 247% con respecto a la resistencia natural del suelo. Finalmente, concluyeron que el uso de la ceniza de cascarilla de arroz con las dosificaciones adecuadas, generan un gran aporte a la mejora de las propiedades mecánicas de un suelo fino, también brinda una alternativa económica y con buenos resultados

Parra y Bastidas (2018), en su investigación sostuvieron que; su objetivo fue realizar la estabilización química de un suelo (caolín), mediante la adición de cal y ceniza en diferentes porcentajes para determinar la dosificación optima de estabilizante, por medio de la resistencia a la compresión y a la tracción. La metodología de este estudio presentó un enfoque cuantitativo, descriptivo y se basó en un diseño cuasiexperimental. Los resultados obtenidos mostraron que, en cuanto al uso de la ceniza volante, escogido como material alternativo, se puede concluir que no mostro a compresión un comportamiento tan satisfactorio como la cal viva y como efecto negativo se observó que fue el material con mayor deformación unitaria (9,8% aproximadamente, comparativamente con la cal cuya deformación máxima fue de 5.7% y la muestra de control, que fue del 1,8%). Esta deformación del 9,8%, es un indicativo de que, al adicionar ceniza, el cuerpo de prueba se vuelve más dúctil lo que limita el aumento de la resistencia a la compresión. Finalmente, concluyeron que, en la aplicación del ensayo de compresión, el porcentaje óptimo de cal viva es del 4% en lo que refiere a esfuerzo máximo, del 8% en lo que refiere a rigidez y del 8% en lo que refiere a deformación (menor deformación). Para la ceniza, el porcentaje optimo en lo que refiere a esfuerzo máximo fue del 4%, del 4% en lo que refiere a rigidez, y del 8% en lo que refiere a deformación.

Del Castillo & Orobio (2020), en su artículo tuvieron como objetivo general determinar el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. La metodología empleada fue tipo cuantitativo, diseño experimental y alcance exploratorio.

Para su desarrollo se evaluó de forma preliminar las propiedades geotécnicas de un suelo fino de subrasante mezclado con diferentes porcentajes (4%, 8%, 12% y 16%) de Aceite de Motor Usado (AMU). Así también, se realizaron ensayos de límites de Atterberg, coeficiente de permeabilidad (k), compresión inconfina (qu), y relación humedad-densidad de un suelo clasificado como MH. Los ensayos se realizaron tanto para el suelo sin estabilizar como para el suelo estabilizado con AMU. Los resultados muestran que los límites líquido y plástico tienden a disminuir con el incremento de AMU, la densidad seca máxima se incrementa ligeramente, el contenido de humedad óptima disminuye significativamente, la resistencia a la compresión inconfina (qu) se mantiene constante para contenidos de AMU hasta el 8% y la permeabilidad (k) no muestra variación significativa. Finalmente concluyen que esta investigación exploratoria muestra que se justifica realizar una mayor investigación sobre este tema, dado que puede existir un uso ingenieril de este tipo de estabilización.

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

Freyre (2021), en su tesis tuvo como objetivo general determinar cómo influye el aceite residual en las propiedades de la sub rasante en la carretera Platería Perka. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, diseño experimentan-cuasiexperimental y alcance explicativo. Para su desarrollo se mezcló muestras de suelo con aceite residual, en las proporciones de 0%, 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5% en peso seco y someterlos a ensayos de laboratorio. Los resultados de la investigación mostraron que el ensayo de Proctor Modificado – Método A, para la muestra M-01, que consta del Óptimo Contenido de Humedad. Para esto se realizaron los respectivos procedimientos, para el Óptimo Contenido de Humedad del suelo natural que llega a un porcentaje de 8.64%, son reducidos con el incremento de aceite residual desde 1.5% al 4.5% en 8.58%, 8.50%, 8.13% y 7.79%, disminuye una diferencia de -10.91% con respecto a la muestra patrón. Asimismo el CBR de la M-01, según los ensayos de CBR realizado a la muestra de suelo GP-GC (grava pobremente graduada con arcilla y arena), llega a un valor del CBR al 100% del suelo natural de 40.20%, incrementando en dosificaciones de 1.5% al 4.5% de aceite residual en la muestra M-01, y tiene los siguientes valores de CBR al 100% de 55.50%, 74.40%, 83.50% y 69.40% respectivamente, se observa que la resistencia del suelo aumenta en el rango de 1.5% al 3.5% de aceite residual y reduce la resistencia del suelo en la incorporación del 4.5% del aceite residual. Finalmente concluyo que existe

una relación inversa alta entre el contenido de aceite y los factores mecánicos del suelo, lo que significa que a mayor contenido de aceite residual se reducen las características mecánicas del suelo, considerándose adecuado su utilización en un rango del 1.5 al 3.5% para estabilizaciones de subrasantes.

Auccapure (2019), tuvo como objetivo reutilizar estos aceites quemados estabilizando con el material de cantera para la base de pavimentos rígidos, con el fin de mejorar la permeabilidad de este material una vez combinados estos. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, diseño experimentan-cuasiexperimental y alcance explicativo. Para su desarrollo se utilizó mezclas de aceite residual en 1%, 2%, 3% y 6%. Los resultados de la investigación mostraron Una vez realizadas las pruebas CBR para el material granular de la Yanaoca cantera y para el mismo material granular mezclado con aceite quemado, valores de CBR de Se ha obtenido un 32,7% y un 45,8% respectivamente, resultando que para el granular el material mezclado con aceite quemado ha aumentado su CBR en un 13,1%. Finalmente concluyo que es recomendable utilizar 2% de aceite quemado para el material granulado perteneciente a un suelo con doble simbología GM-GC (grava limosa con arcillas).

Santa Cruz (2018), tuvo como objetivo determinar los efectos que presentan el aceite quemado de motor en las características físicas y mecánicas de un suelo cohesivo para la sub rasante de la trocha carrozable Pitucana, Satipo, Junín 2018. La metodología utilizada es tipo experimental porque el investigador tiene el manejo de las variables y realiza su comprobación mediante los ensayos en laboratorio. Se obtuvo como resultados, de la investigación realizada en la trocha carrozable Pitucana de acuerdo a la clasificación presenta un suelo tipo CL (arcilla inorgánica de baja y media plasticidad) de acuerdo al SUCS y AASHTO es A-4(6), presentó la máxima densidad seca es 1.89gr/cc, contenido de humedad óptimo de 12.25% y un valor de CBR de 10.00% y según las categorías de sub rasante del manual de carreteras considera un suelo regular (CE 010). Se empleó el aceite quemado y tras su incorporación en diferentes porcentajes de 5%, 10% y 15% se obtuvo los siguientes resultados. La incorporación de aceite quemado en porcentajes 5%,10%,15% mejoraron la densidad y el CBR del suelo, en síntesis, a los resultados determinamos el porcentaje del 10% siendo el más adecuado que alcanzó el mayor porcentaje de mejoramiento de la

densidad y CBR, mejorando las propiedades mecánicas y físicas del suelo cohesivo; con el ensayo de Proctor modificado determinamos que la densidad subió en 0.27gr/cc, con el ensayo de CBR determinamos mejorando al suelo en 6% de resistencia y obteniendo como resultado un suelo bueno según el manual de carreteras del MTC, por consiguiente, la hipótesis menciona: La dosificación adecuada para la incorporación de aceite quemado en la sub rasante de la trocha carrozable Pitucana, es al 5% y 10%. al cual según los resultados aceptamos utilizar al 10% obteniendo el más óptimo para el mejoramiento de suelo cohesivo. Se concluyó, para la utilización de material de afirmado en la subrasante dosificar al 10% de aceite quemado siendo el más óptimo para mejorar sus propiedades del suelo como la resistencia y densificación del suelo.

Peralta (2020), en su tesis, tuvo como principal objetivo analizarla influencia en la adición de la ceniza de gallinaza para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de baja capacidad de soporte, de esta forma fue adicionado distintos porcentajes de ceniza de gallinaza: 2.0%, 4.0% y 8.0% del peso seco del suelo. La metodología en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada – tecnológica y estuvo basada en un diseño cuasiexperimental; teniendo una población de la subrasante de la carretera de la Av. La Esperanza y la problemática que enfoca la tesis es en los caminos de la Av. La Esperanza y la microcuenca de Alto y Bajo Perene, en el Distrito de Perene; el muestreo fue de tipo no probabilístico – intencional o de conveniencia, establecido por ensayos en laboratorio de mecánica de suelos y conocimientos teóricos de la ingeniería. Los resultados mostraron que AASHTO clasificó el suelo analizado por el estudio mencionado como A-7-5 (20) y SUCS como CL. Con la adición de 2% de ceniza de gallinaza, el porcentaje de CBR aumentó del 4% al 6% con un DSM del 95%, cumpliendo así lo indicado por MTC, que  $\geq 6\%$  del CBR son aptos como subrasante, sin embargo, el índice de plasticidad aumentó del 25% al 29%. Finalmente, como conclusión que, a pesar de la adición de ceniza de gallinaza, en los porcentajes indicados, el suelo se mantuvo como un suelo de alta plasticidad y están sujeto a cambios volumétricos. Sin embargo, se logró obtener un porcentaje óptimo al 4% de ceniza de gallinaza, obteniendo así un índice CBR de 9.70% con un DSM del 95%.

Terrones (2019), en su tesis sostuvo que; su objetivo fue determinar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 5%, 10% y 15% en peso del suelo seco en la estabilización de suelos arcillosos en, Trujillo – 2018. La

metodología en Este estudio introdujo el enfoque cuantitativo, tipo aplicado y diseño experimental; que tiene una población y muestra de 42 probetas de suelo. Los resultados mostraron que la adición del 15% de CBCA a la muestra de suelo es la que cumple con los requisitos indicados en el manual mencionado anteriormente, ya que se alcanzó una resistencia promedio de 150.60 kPa y un porcentaje de CBR de 23.67%. Finalmente, como conclusión que es posible usar la CBCA para estabilizar el suelo, lo cual permite obtener beneficios positivos en las empresas relacionadas con la construcción de infraestructura vial, debido a que, por ser un residuo, genera menos costos en la adquisición del producto y por ende menor costo en la etapa de mantenimiento.

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1. Suelo**

Debido a que es una mezcla compleja de diversos minerales meteorizados y materia orgánica descompostada, el suelo existe como una fina capa en la superficie de la tierra, donde alberga enormes cantidades de agua y aire, que las plantas y otros organismos necesitan para su supervivencia (Calderón et al., 2013).

Según la ingeniería civil, el suelo es un material no consolidado formado por una variedad de tipos diferentes de partículas, como partículas líquidas, sólidas y en vacío (Budhu, 2020).

#### **2.2.1.1. Clasificación de suelos**

Como resultado de nuestra ingeniería, hemos creado nuevas formas de clasificarlos, y cada uno de estos métodos tiene prácticamente su propio conjunto de usos y fundamentos. Los sistemas de clasificación del suelo en uso actual incluyen los siguientes:

- American Association of State Highway and Transportation officials – AASHTO
- Sistema Único de Clasificación de Suelos – SUCS
- Por el tamaño de las partículas

#### **Clasificación según AASHTO**

Según esta clasificación a parte de su comportamiento, clasifica a los suelos en ocho categorías y se designan mediante símbolos desde el A-1 hasta el A-8, dichos sistemas

para clasificar nuestra superficie terrestre inorgánicos se subdividen en siete categorías que van desde el A-1 hasta el A-7, los que a su vez se subdividen hasta en un total de doce subcategorías. En el caso del suelo con proporción mayor a la materia orgánica han sido clasificados como A - 8.

**Tabla 2**

*Clasificación de suelos – Materia granular según AASHTO*

Clasificación general	Material Granular ( 35% o menos del total pasa No.200)						
	A -1		A - 3	A – 2			
	A - 1 - a	A – 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 máx.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Características de la fracción que pasa No.40							
Limite liquido				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Fragmentos pétreos, grava, y arena		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
Valoración general del subgrupo	Excelente a bueno						

*Nota, Tomado de Fundamentos de ingeniería geotécnica, Braja, 1998.*

**Tabla 3***Clasificación de suelos – Materia limo -arcilloso según AASHTO*

Clasificación general	Material limo- arcilloso ( más del 35% del total pasa No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo de clasificación				A-7-5 (a) A-7-6 (b)
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa No. 40				
Limite liquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
(a) Para A-7-5, IP < LL - 30				
(b) Para A-7-6, IP > LL - 30				

*Nota, Tomado de Fundamentos de ingeniería geotécnica, Braja, 1998.*

Hay varios tipos de suelos en la corteza terrestre que se comportan de forma similar, y estos suelos se clasifican y se les da un índice para representarlos. El valor de plasticidad y la finura general de un suelo se utilizan para clasificarlo cuando se pasa por una red (# 200). Los porcentajes de los diferentes tipos de terrenos granular oscilan entre cero y cuatro; los de los suelos de arcilla oscilan entre ocho y doce, y los de los suelos de arcilla oscilan entre diez y veinte o incluso más.

### **Clasificación según S.U.C.S**

Según Crespo (1999), “Arthur Casagrande presentó este sistema como una modificación y adaptación más amplia del sistema de clasificación de aeropuertos que propuso en 1942.” (p. 88).



**Tabla 4**

Clasificación de suelos – Sistema unificado de Clasificación de Suelos SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE CASAGRANDE.					
SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	COMPORTAMIENTO GENERAL COMO PLANO DE FUNDACIONES	CONDICIONES DE DRENAJE	COMPRESIBILIDAD	CONDICIONES DE COMPACTACIÓN
GW	Gravas y mezclas de arena bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
GP	Gravas y mezclas de arenas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Muy permeable	Casi nula	Buena a Excelente
GM	Gravas limosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas	Bueno	Semi permeables a impermeables	Casi nula	Buena
GC	Gravas arcillosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas	Bueno a regular	Impermeables	Muy baja	Buena
SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos limos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Bueno	Semi permeable a impermeable	Casi nula	Buena a regular
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas	Bueno	Semi permeable a impermeable	Baja	Regular
SE	Arenas arcillosas y mezclas de arenas y limos mal graduados	Bueno a Regular	Impermeable	Baja	Buena
ML	Limos inorgánicos y arena muy finas, arenas finas limosas y arcillas de baja plasticidad	Regular	Semi permeable a impermeable	Baja a media	Regular
CL	Arcillas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas arcillas limosas	Regular a malo	Impermeable	Media	Buena a regular
OL	Limos orgánicos y mezclas de arcillas y limos orgánicos de baja plasticidad	Malo a muy malo	Semi permeable a impermeable	Media alta	Regular a muy mala
MH	Suelos limosos y con arena fina micácea o de diatomeas suelos limosos	Malo	Semi permeable a impermeable	Alta	Mala a muy mala
CH	Arenas inorgánicos de alta plasticidad	Malo a muy malo	Impermeable	Alta	Mala
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad	Muy malo	Impermeable	Alta	Mala a muy mala

Nota, Tomado de Crespo, 1999

**Clasificación según tamaño de partículas**

Según Crespo (1999), planteo lo siguiente: que “la prueba de granulometría del sedimento se utiliza en el diagrama de clasificación triangular del suelo usado en la Comisión del Río Misisipi y se obtiene la siguiente clasificación del suelo ” (p. 87).

**Tabla 5**

*Clasificación de suelos por tamaño de partículas*

TIPOS DE SUELOS	PREFIJOS	SUBGRUPOS	SUFIJOS
GRAVA	G	BIEN GRADADO	W
ARENA	S	POBREMENTE GRADADO	P
LIMO	M	LIMOSO	M
ARCILLA	C	ARCILLOSO	C
ORGÁNICO	O	ALTA PLASTICIDAD	L
TURBA	Pt	BAJA PLASTICIDAD	H

*Nota, Tomado de Crespo, 1999*

### **2.2.2. Mejoramiento de suelos.**

Un enfoque que utiliza una combinación de métodos físicos y químicos para mejorar la calidad de una muestra de suelo y maximizar su utilidad. La estabilización es el estado de firmeza de una plataforma en la cual hace uso de diversos métodos para mejorar el estado actual de las condiciones (Afrin, 2017).

Mejoramiento de suelos, es el estado del suelo en que se incorpora varios componentes para modificar las propiedades del suelo y mejorar sus condiciones; asimismo, se puede indicar que la estabilización del suelo refleja un procedimiento en la cual se realiza una cementación y la adhesión de diversos componentes químicos y/o naturales con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo (Winkerton, 1995). También, se indica que entre las ventajas de obtener una estabilización del suelo es que permite una mayor resistencia de la cimentación, reduce su nivel de plasticidad, y/o hinchamiento (Winkerton, 1995).

Según Hall et al. (2012), menciona las siguientes ventajas y desventajas cuando se toma la decisión de mejorar el suelo:

- El proceso de construcción puede acelerarse porque el grosor de la pared requerido suele ser mucho más pequeño, requiriendo menos material y mano de obra en general.

- Un aumento medible de la resistencia y la durabilidad a largo plazo, especialmente en zonas donde la calidad del suelo es mala.
- Los costosos tratamientos o representaciones superficiales pueden reducirse o incluso desaparecer con esta tecnología.
- Los costes de los materiales aumentan, ya que el suelo es gratuito o barato y el cemento es relativamente caro.
- Los materiales de estabilización pueden ser difíciles de conseguir o caros de transportar en algunas zonas.

#### **2.2.2.1. Factores que intervienen para seleccionar un proceso de mejoramiento de suelo.**

En la elección de un mecanismo de mejoramiento con fines de usarse en una cimentación los profesionales ingenieros tienen en cuenta principales puntos:

**Costo Bajo:** La estabilización del suelo debe ser más barata que los materiales de alta calidad y siempre debe transportarse. Como ejemplo, se utiliza el material del lugar donde se construyó. Se mejora mediante el proceso de estabilización, que evita los gastos de envío. (Leal et al., 2012).

**La Resistencia:** El suelo estable debe tener una mayor resistencia en comparación con la resistencia original del suelo antes de que se estabilice. Los materiales estables con estabilidad mejorada y propiedades de estabilidad son, por lo tanto, adecuados para su uso en proyectos, y los suelos estabilizadores mejoran su capacidad como soportes.

**La Durabilidad:** Todos los procesos en los que se estabiliza se consideran resistencias cuya condición se ha establecido, permitiendo que el material se mantenga sin dejar margen al deterioro a pesar de los factores ambientales influyentes (Leal, 2012).

#### **2.2.2.2. Tipo de mejoramiento de suelo.**

Es posible si se aplica de forma económica y eficaz de acuerdo con diversas técnicas de estabilización y se puede entender y determinar claramente con respecto

a las restricciones y sus efectos potenciales sobre la variedad de fármacos y estabilizadores. (Leal et al., 2012).

De esta manera, tenemos tres grupos principales de estabilización.

### ***Mejoramiento de suelos Físico– Mecánico.***

Específicamente, se refiere a la distribución regular de partículas en una mezcla por todo el suelo. Esto permite la estabilización de la compresión, incluida la compresión con suficiente humedad. Esto se obtiene mediante cambios obvios o reales en la distribución del tamaño de partícula. Las mejoras de material o terreno agregadas por otro material proveniente de una ubicación seleccionada son los conceptos seleccionados en la estabilización anterior: plasticidad, distribución del tamaño de partículas, fricción interna o colapso y aglomeración de partículas. La forma en que se combinan estos elementos depende del propósito que se persiga en cada caso. (Leal et al., 2012).

### ***Mejoramiento de suelos Físico– Químico.***

Todos los requisitos para cambiar el análisis del suelo deben cumplirse utilizando los efectos químicos de una combinación de aditivos específicos como cemento, asfalto y cales. Se utilizan materiales con propiedades puramente químicas para lograr el efecto deseado, y la estabilidad deseada se produce por la reacción química entre la sustancia estabilizadora y el suelo, incluidos los cambios debidos a la estabilización de la sustancia (Leal et al., 2012).

Los mejoramientos químicos pueden ser:

- Mejoramiento suelo-asfalto.
- Mejoramiento suelo-cemento.
- Mejoramiento suelo-cal.

### ***Mejoramiento de suelos Térmico– Eléctrico.***

Son tan costosos que no son muy factibles, y no es posible especificar productos adicionales, especialmente porque simplemente se realizan mediante ciertos tratamientos eléctricos y térmicos.

Todos los suelos expuestos a cargas tienden a reaccionar de acuerdo con la cohesión, la fricción interna, la inteligibilidad, la plasticidad y, en última instancia, la capilaridad.

Los dos primeros (cohesión y fricción interna) básicamente ayudan a resistir fracturas y desplazamientos. Ambos generalmente se ven afectados por la cantidad de vacíos y la cantidad de agua que contienen, ya que los suelos con demasiados vacíos significan pérdida de estabilidad. Técnica que contribuye a la fricción interna, cohesión, plasticidad, inteligibilidad o retención o cambio favorable de capilaridad del suelo, conocida como estabilización en todos los tipos de suelo en los que existe tal proceso. (Leal et al., 2012)

### **2.2.3. Subrasante**

Es la superficie del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno del suelo natural, que resiste la estructura de la vía, estos suelos seleccionados están conformados de propiedades favorables y compactados por 13 capas para establecer una superficie estable en perfecto estado, de tal forma que esta no se vea dañada por la carga de diseño que ejerce la carga vehicular. (Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos Sección Suelos Y Pavimentos., 2014, p.24)

De esta capa depende el espesor de los pavimentos, para su evaluación se emplea la capacidad de soporte, es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en la resistencia como en las variaciones de volumen, los suelos expansivos pueden generar daños en las estructuras apoyadas en éstos, por ello se debe impedir variaciones estabilizando el suelo con algún tipo de aditivo (Montejo, 1998).

### **2.2.4. Stipa Ichu**

Ichal (del quechua ichu, nombre andino de la planta en cuestión). Formación de pastos de Puna y otras llanuras del altiplano predominantemente Stipa ichu. El término proviene de Perú y Bolivia, y los tipos de vegetación también incluyen la altura de los Andes en el norte de Chile y el noroeste de Argentina. (Font, 1982).

El ichu o paja ichu (*Stipa ichu*) es una hierba de las praderas de los andes que se utiliza principalmente como alimento para ganado, principalmente para ovejas. Según el Diccionario de la Academia de Idiomas Quechua (2005) el ichu (*Stipa ichu*) en botánica significa la paja de las punas. (Academia de la Lengua Quechua, 2005)

#### **2.2.4.1. Composición de la *Stipa Ichu***

La materia prima se caracterizó en el proyecto de investigación Obtención de Bioetanol Anhidroso de paja (*Stipa Ichu*), lo que dio lugar a la siguiente composición seca: La celulosa representa el 45,9% del material, la lignina el 18,2%, la pentosa el 5,5% y las cenizas el 5,6%. Tiene una humedad base seca del 57,7% y un contenido de aceites, resina y grasa del 6,7%. (Albarracín, Jaramillo, y Albuja, 2015).

#### **2.2.5. Aceite residual de motor**

Son sustancias que contienen componentes químicos como fósforo, azufre, carbono, según referencias bibliográficas, para el manejo de los aceites residuales en Europa son “Todos los aceites industriales con base mineral o sintética, lubricantes que se hayan vuelto inadecuados para el uso que se les hubiere asignado inicialmente por funcionamiento de motores, en particular, los aceites usados de los motores de combustión y de los sistemas de transmisión, así como los aceites minerales lubricantes, aceites para turbinas y sistemas hidráulicos.”

También aceite residual es exactamente cualquier aceite proveniente de petróleo crudo o sintético que haya sido utilizado durante el uso normal en los vehículos motorizados.

“El aceite residual contiene los principales contaminantes volátiles (combustible), solubles (aditivos de aceite), insolubles (partículas de carbono), oxido de metales conteniendo oxido de plomo junto con una gran cantidad de desgastes metálicos”.

##### **2.2.5.1. Composición de aceites usados**

Los aceites residuales son una composición muy compleja de los productos químicos. contiene residuos generados por el desgaste del motor, color negruzco en comparación al color marrón claro del aceite nuevo.

Los aceites están mezclados de base sintética o mineral con aditivos durante su uso se contaminan con los siguientes:

- Los ácidos orgánicos originados por oxidación de azufre de los combustibles.

- Partículas metálicas ocasionadas por el desgaste de las piezas en movimiento y fricción. compuestos de zinc, cloro, y fósforo.
- Son procedente de los combustibles.
- Hidrocarburos carbono e hidrogeno.

En general los elementos químicos estudiados en laboratorio contienen el aceite residual son: zinc, cloro, fósforo, azufre, carbono.

### **2.3. Bases conceptuales**

**Propiedades físicas del suelo:** Los muchos propósitos para los que se utilizan los suelos están fuertemente influenciados por sus características físicas. La condición física del suelo determina la rigidez y resistencia al soporte, facilidad de penetración de raíces, aireación, capacidad de drenaje y almacenamiento, plasticidad y retención de nutrientes. Comprender las propiedades físicas del suelo, sus efectos sobre el crecimiento de las plantas y los efectos de las actividades humanas sobre ellas es importante para todos los usuarios de la tierra. También se considera importante mantener las mejores condiciones físicas del suelo.

**Resistencia del suelo:** Es la capacidad de soportar cargas sin deformarse. Por lo tanto, la base para determinar la resistencia del suelo es la medición de la resistencia del suelo a diferentes profundidades.

**Clasificación de suelos.** Como resultado de nuestro diseño, hemos creado nuevas formas de categorizarlos, y cada uno de estos métodos tiene sus propios usos y fundamentos. Los sistemas de clasificación de suelos que se usan hoy en día incluyen: AASHTO, SUCS y tamaño de partículas.

**Índice de plasticidad.** Si el suelo es plástico, la humedad relativa está en este nivel. Se define como la diferencia entre los límites (líquido y plástico).

**Límite líquido.** En otras palabras, es el rango de humedad del suelo desde el límite líquido hasta el límite plástico.

**Límite plástico.** A medida que aumenta el contenido de humedad, el suelo cambia de semisólido a plástico, medido como porcentaje del peso seco de la muestra secada al horno.

**Humedad óptima.** “La cantidad de humedad requerida para lograr la mayor densidad seca se denomina contenido de humedad óptimo. Efecto del método de compactación en las curvas de humedad y densidad.”

**Resistencia a la compresión no confinada.** La resistencia a la compresión no confinada del suelo se mide con una muestra de suelo intacta cortada en un cilindro, que se somete a una carga axial mientras se monitorean las deformaciones.

**Capacidad de soporte.** El CBR, tal como lo describe MTC, describe un procedimiento de prueba para determinar la capacidad de carga del suelo preparado en el laboratorio en condiciones húmedas y densas, un valor de índice de resistividad del suelo que estima la capacidad de carga del subsuelo. y capas base, subbase y avanzada. Es normal.



## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Ámbito**

El estudio se enmarcó en la trocha carrozable del camino vecinal Colpas – Coquin – Yamor, que pertenece al distrito de Colpas, provincia de Ambo, departamento de Huánuco.

### **3.2. Población y selección de muestra**

#### **3.2.1. Población**

“Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (Carrasco, 2006)

Para la presente investigación la población fue conformada por el tramo 4+000 al 8+000 de la subrasante considerado el tramo más crítico de la trocha carrozable del camino vecinal Colpas - Coquin – Yamor.

#### **3.2.2. Muestra**

El método de muestreo incluirá la selección por métodos no probabilístico en el proceso de muestreo, lo que indicará que la muestra es representativa de toda la población. O, para decirlo de otra manera, comparten características con el público objetivo. El uso de una muestra representativa tiene la desventaja de no poder cuantificarse debido a la naturaleza subjetiva de la "representación". (Carrasco, 2006).

La muestra en este estudio fueron 4 calicatas de 1.5 m de hondura en los kilómetros 4+750, 5+250 6+500, 7+750.

#### **3.2.3. Muestreo**

El método de muestreo incluyó la selección por métodos no aleatorios, indicando que la muestra es igual a la población. En otras palabras, las propiedades son semejantes a las de la población objetivo. Para este tipo de muestra, la "representación" la delimita el tesista de forma subjetiva, que es la principal desventaja de este método, porque no se puede cuantificar una muestra representativa.

En la siguiente tabla se muestra número de ensayos (clasificación de suelos, límites de consistencia, proctor modificado, empaque simple y CBR) se realizan de acuerdo a

cada tipo de muestra a tomar. De manera similar, la ceniza de ichu se denominó CI y el aceite residual de aceite de motor se denominó ARM.

**Tabla 6***Cuantía muestral de los ensayos a realizar a las muestras de suelo de las calicatas*

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	Granulometrías	Límites de consistencia	Proctor modificado	CBR	Compresión simple	Sub total de muestras
		Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio	
Calicata 01, 03, 04	0% de adición	3	3	3	3	3	15
	2% CI	0	0	3	3	3	9
	4% CI	0	0	3	3	3	9
	6% CI	0	0	3	3	3	9
	2% ARM	0	0	3	3	3	9
	4% ARM	0	0	3	3	3	9
	6% ARM	0	0	3	3	3	9
Calicata 02	0% de adición	1	1	1	1	1	5
		4	4	22	22	22	74
<b>TOTAL, DE MUESTRAS A ENSAYAR</b>							<b>74</b>

### **3.3. Nivel, tipo y diseño de estudio**

#### **3.3.1. Nivel de estudio**

Explicativo porque determina la función causa-efecto entre la ceniza de ichu y el aceite residual del motor y la mejora de las propiedades mecánicas de la base. (Hernández y Fernández, 201, p. 9). También corresponde al nivel de investigación, porque la mayor parte del trabajo de investigación se realiza cuando el objetivo es estudiar algún tema o tema de investigación previamente desconocido. Por tanto, la revisión bibliográfica reveló que solo se encontraron lineamientos e ideas no exploradas vagamente relacionadas con el problema de investigación (Hernández y Fernández, 201, p. 90)

Este estudio mostró los efectos de la adición de ceniza de ichu y residuos de aceite de motor a subsuelos donde se realizaron pruebas simples de compresión, Proctor, CBR, límites de consistencia y clasificación de suelos. Cabe señalar que no se encontró un historial de investigación para una variable independiente (ceniza de ichu) como aditivo estabilizador de capa base iniciado por este estudio.

#### **3.3.2. Tipo de estudio**

Aplicado, por contradecir los conocimientos teóricos, para adentrarse en la búsqueda de objetivos puramente prácticos establecidos, es decir, se aprende a desarrollar, modificar o adaptar determinadas áreas; creándolos como prototipos de conocimiento y tecnología. (Hernández y Fernández, 201, p. 93).

Este estudio abordó la evidencia estructural de ensayos de propiedades mecánicas del subsuelo reforzado con cenizas volantes de ichu y residuos de aceite de motor en diferentes porcentajes.

### **3.4. Diseño de investigación**

Cuasiexperimental pues para la determinación de la hipótesis se usarán ensayos y pruebas que se irán afinando de manera práctica, repetitiva y comparativa hasta encontrar o estimar los valores buscados, pero además los grupos de estudio no serán tomados en forma aleatoria, sino que se obtendrán según el cumplimiento de determinados parámetros. (Hernández y Fernández, 2014, p.93).

### **3.5. Métodos, técnicas e instrumentos**

El objetivo del estudio es comparar los datos existentes con los datos del laboratorio que tendremos, para que podamos averiguar cómo será eficaz esta mejora basada en el aceite reciclado de motor y cómo la desarrollaremos.

**Técnicas:** Las siguientes acciones se tomaron en cuenta con los datos recogidos durante esta investigación:

**Análisis documental:** Se recogieron y analizaron los datos documentales sobre el uso de cenizas naturales y aceite residual de motor para mejorar los suelos con fines de mejoramiento de suelos.

**Observación directa sistemática:** Se notó la información recogida de las muestras en campo, así como los resultados del laboratorio mediante fichas técnicas de laboratorio.

**Instrumentos:** Para pruebas simples de resistencia a la compresión, Proctor Modificado, CBR, Límites de Consistencia y Clasificación de Suelos, Hojas de Datos Técnicos de Laboratorio se utilizaron como herramientas de recopilación de datos. Según Hernández et al. (2014) porque se refieren a ellas como un medio para que el investigador recopile y registre información importante sobre las variables.

### **3.6. Validación y confiabilidad del instrumento**

**Validez:** La fiabilidad, la consistencia y la coherencia de los resultados. (Hernández y Fernández, 2014).

El estudio fue validado con las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, que estuvieron sometidas a las normas vigentes por instituciones estandarizadas de ensayos geotécnicos a nivel nacional e internacional, tales como la MTC, NTP, ASTM y AASHTO. Además, se adjuntará un panel fotográfico detallado de los desarrollos, procesos y ensayos; finalmente y para otorgarle un mayor grado de validez se aplicará una evaluación detallada por juicio de expertos.

**Confiabilidad:** “Grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir. (Hernández y Fernández, 2014).

La base fundamental de la confiabilidad, es ofrecer un alto grado de veracidad a los datos obtenidos. Por esta razón el desarrollo de ensayos y la

elaboración de informes será ejecuto por un laboratorio altamente implementado con certificados de calibración al día, vasta experiencia en el rubro, conformado por un equipo técnico capacitado y con una plana de ingenieros especialistas. Del mismo modo con las compañías productoras de aditivos, que presentan una vasta experiencia en la estabilización de suelos y ponen a buena disposición sus fichas técnicas y de seguridad.

### **3.7. Procedimientos**

Para la ejecución de esta investigación se realizará en 5 etapas las que se describirán a continuación:

#### **i. Análisis de información**

Se utilizaron referencias bibliográficas y buscadores de renombre para buscar información sobre mejoras base con cenizas volantes naturales y aceite residual de motor, etc. Se investigan las propiedades químicas de estos materiales y los estudios de sustratos estabilizados.

#### **ii. Trabajo de campo**

Se viajó a la zona de estudio para hacer una inspección visual del terreno, así como se identificó los puntos estratégicos para realizar las calicatas mediante los ensayos de PDC cada 250m en el tramo crítico de 4 km. (KM 04+00 - 08+000). Se realizó un total de 4 calicatas de 1.5m de profundidad en las progresivas determinadas en los puntos críticos de la trocha carrozable, de las cuales se extrajo 4 costales de 80 Kg por cada calicata.

Se consiguió los desechos residuales de motores de las mecánicas de Huánuco aproximadamente 60 litros de aceite de motor, así como, 60 kg de ichu de las alturas de la ciudad.

#### **iii. Parte experimental (a)– laboratorio de suelos – muestras inalteradas**

Para las muestras de suelo tomadas de las minas, el material fue descuartizado según la norma MTC E105, obteniendo así muestras representativas para los ensayos correspondientes. Después de obtener muestras representativas de pozos de prueba, se realizó el análisis granulométrico de los materiales del suelo mediante tamizado de acuerdo con la norma MTC E 107. Se realizaron pruebas de límite de consistencia en las muestras representativas con base en la norma MTC E 110. Considerando los resultados de granulometría y Se continuó con los límites de muestras representativas de pozos, clasificación de suelo SUCS y

AASHTO. Para monitorear la calidad y condición del suelo, se realizaron pruebas Proctor modificadas (MTC E 115) para una muestra de suelo de 20 kg y suelo CBR (MTC E 132) para una muestra de 17 kg. suelo y resistencia a la compresión (MTC E 1103) para una muestra de suelo de 4,5 kg. Teniendo en cuenta la clasificación del suelo y los ensayos mecánicos de las muestras de suelo, se seleccionaron tres de las cuatro muestras más críticas para realizar los correspondientes ensayos Proctor modificado (MTC E 115), CBR del suelo (MTC E 132) y resistencia a la compresión (MTC E 1103). ) ceniza de ichu y aceite residual de aceite de motor en muestras modificadas con dosis.

#### **iv. Parte experimental (b) – tratamiento de la ceniza de ichu**

- Se pesaron las fibras naturales de Ichu obtenidas en campo y se determinó un peso inicial de 63,2 kg.
- La fibra de ichu natural se cuece en un horno industrial a una temperatura promedio de 190° - 230° durante unos 20 minutos hasta que la parte de la fibra de ichu natural se degrade por completo.
- Luego se pesó todo el material resultante (ceniza) en el horno para obtener un valor de 42,62 kg, resultando en una pérdida de aprox. 32% del peso original por pérdida de humedad y combustión.
- En el laboratorio se continuó tamizando la ceniza de ichu, que se consideró utilizar todo lo que pasara la malla 40, para obtener un peso de 41.39 kg de ceniza de hoja de ichu, que luego se utilizaría en los respectivos ensayos para las respectivas pruebas.
- Con la ceniza de ichu que necesitábamos para cada prueba de laboratorio, comenzamos mezclando la ceniza de ichu con agua según el contenido óptimo de humedad de cada muestra y la dejamos reposar durante 120 minutos para que reaccionara antes de usarla en el suelo.

#### **v. Parte experimental (c) – laboratorio de suelos – muestras alteradas**

Luego, cada muestra de suelo se mezcló manualmente con la cantidad requerida de ceniza de ichu y aceite residual de motor en 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente para cada ensayo.

Considerando lo anterior, se repitieron las pruebas de Proctor modificado (MTC E 115), CBR del suelo (MTC E 132) y resistencia a la compresión (MTC E 1103) en las muestras con ceniza añadida de ichu y aceite residual de motor.

## **v. Análisis de datos**

- Se acopio datos de los ensayos realizados para compararlos y determinar la dosificación adecuada para el tratamiento del subsuelo, así como evaluar cuantitativamente la mejora de sus propiedades mecánicas, y comparar los materiales
- Se realizó el análisis estadístico de los resultados, utilizando el software SPSS.
- Se presenta la discusión, conclusiones y recomendaciones del trabajo.

### **3.8. Tabulación y análisis de datos**

El análisis y procesamiento de datos se realizará en formatos Excel establecidos para cada uno de los ensayos usados por el laboratorio de mecánica de suelos y geotecnia: A&V CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA AVANZADA SAC. Los resultados obtenidos serán analizados comparándolos con las especificaciones técnicas vigentes utilizando procedimientos aprobados por normas internacionales y nacionales. Asimismo, se utilizará el software SPSS para contraste de hipótesis para utilizar el estadístico de correlación de Pearson para medir el grado de influencia de la variable independiente y la variable dependiente.

### **3.9. Consideraciones éticas**

En el desarrollo de la presente investigación se aplicaron los principios básicos que describiremos a continuación:

Respecto a la beneficencia, se evaluará los efectos de adicionar ceniza de ichu y aceites residuales de motor al suelo de la subrasante para su mejoramiento de sus propiedades mecánicas. Especialista en mecánica de suelos y ensayo de pavimentos en laboratorio de geotecnia de la empresa A&V CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA AVANZADA SAC. En el municipio de Huánuco, los datos serán recolectados bajo la supervisión y aprobación de ingenieros consultores de acuerdo con las normas NTP y las normas internacionales ASTM. La calidad de los datos recopilados y la validación de las pruebas serán verificadas por ingenieros consultores. El ingeniero de métodos supervisará el procesamiento de datos para garantizar la consistencia de los datos y la confiabilidad de los resultados. Los resultados de la investigación se utilizan para sacar conclusiones y hacer recomendaciones para futuras investigaciones. Las opiniones y observaciones de los ingenieros consultores se tuvieron en cuenta en varias etapas del proceso de investigación.



Asimismo, conforme a la no maleficencia, para la realización de la presente investigación no se dañará a ningún integrante o participante del mismo, así como se respetó todas las normas y procedimientos para llevar a cabo esta investigación.

También tenemos la autonomía, que respecto a este principio de autonomía se tomará decisiones de manera conjunta, tanto la parte del investigador, asesor y consultores externos con la finalidad de llegar a un consenso adecuado respecto a cada requerimiento necesario para la culminación de la presente investigación.

Finalmente, conforme a la justicia en esta investigación se respetará la confidencialidad y privacidad de los resultados de otras investigaciones, así como se respetó la propiedad intelectual haciendo uso correcto de las fuentes bibliográficas de la información mostrada, evitando el plagio de manera parcial o total de las investigaciones de otros autores

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

Para poder llevar cabo el mejoramiento de la subrasante de la trocha carrozable del camino vecinal Colpas - Coquin – Yamor, se hizo una inspección de campo en la zona de estudio, donde se estableció mediante el ensayo de penetración dinámica de cono (PDC), 4 puntos críticos del tramo de estudio, las cuales se toman muestras de suelo para pruebas generales como análisis de tamaño de partículas de suelo por tamizado (MTC E 107), límites de cumplimiento (MTC E 110), clasificación de suelos por SUCS y AASHTO, además de pruebas por procto modificado (MTC E 115), suelo CBR (MTC E 132) y resistencia a la compresión no confinada (MTC E 1103). Según estos resultados, 3 de las 4 muestras con malos resultados se identificaron como controles de cenizas añadidas. de ichu y aceite residual de motor 0%, 2%, 4% y 6% relativo al suelo seco (MDS) en kg de peso, luego nuevamente prueba Proctor modificada (MTC E 115), suelo CBR (MTC E 132) y resistencia a la compresión no confinada (MTC E 1103) y compararlos entre sí para determinar la dosis óptima y evaluar que aditivo es el más adecuado en la estabilización de suelos. Los resultados generales de las pruebas de campo y de laboratorio se presentan a continuación, seguidos de los resultados para cada objetivo específico.

#### **4.1. Ensayos generales**

##### **4.1.1. Ensayos de campo**

Se realizó el ensayo de penetración dinámica de cono (PDC), con la finalidad de determinar el % CBR in-situ en el tramo crítico de estudio KM 04+000 – 08+000, el cual se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 7***Ensayos de penetración dinámica de cono (PDC)*

<b>Progresiva (KM)</b>	<b>CBR (%)</b>
4+000	13.2
4+250	10.9
4+500	12.4
<b>4+750</b>	<b>3.6</b>
5+000	14.5
<b>5+250</b>	<b>7.1</b>
5+500	13.2
5+750	18.8
6+000	16.3
6+250	22.9
<b>6+500</b>	<b>5.2</b>
6+750	20.5
7+000	19.7
7+250	12.2
7+500	18.9
<b>7+750</b>	<b>6.6</b>
8+000	9.9

Los resultados expuestos muestran que los CBR (%) más críticos en el tramo de estudio pertenecen a las progresivas KM 4+750 con un valor de CBR de 3.6%, KM 5+250 con un valor de CBR de 7.1% , KM 6+500 con un valor de CBR de 5.2% y el KM 7+750 con un valor de CBR 6.6%, de los cuales se procedió a extraer la muestra para poder continuar con los ensayos respectivos.

#### **4.1.2. Obtención de la ceniza de ichu**

Para la obtención de la ceniza de Ichu en laboratorio, se tamizaron los resultados de la quema de fibras naturales de Ichu a través de un tamiz de malla N°40, de donde se obtuvieron los datos que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 8***Ensayos de penetración dinámica de cono (PDC)*

<b>Materia prima</b>	<b>Peso bruto (Kg)</b>	<b>Peso tamizado (Kg)</b>
Fibra Ichu	63.20	41.39

#### **4.1.3. Propiedades estándares de los suelos analizados**

Se realizaron análisis de tamaño de partícula de suelo estándar por tamizado (MTC E 107) y pruebas de límite de cumplimiento (MTC E 110) para determinar la clasificación SUCS y AASHTO del suelo en su estado natural de los 4 pozos de estudio. Estos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 9***Propiedades de los suelos analizados*

Muestra	Progresiva (KM)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% GRAVA	% ARENAS	% FINOS	S.U.C.S.	AASHTO
C - 1	4+750	44.8	21.8	23.0	12.20	27.80	60.00	CL	A-7-6 (11)
C - 2	5+250	34.8	22.2	12.6	35.40	26.70	37.90	GC	A-6 (1)
C - 3	6+500	43.7	23.8	19.8	17.90	14.22	67.89	CL	A-7-6 (12)
C - 4	7+750	37.8	22.5	15.3	26.70	34.70	38.50	SC	A-6 (2)

De los resultados de la Tabla 9, se puede observar que para las muestras tomadas del pozo C-1, los requisitos granulométricos cumplen con la distribución de partículas, el porcentaje de grava es 12.20%, el porcentaje de arena es 27.80%, por ciento . el polvo fino es 60%. También se puede observar que este suelo tiene un límite líquido (LL) de 44,8%, un límite plástico (LP) de 21,8% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 23,0%, según el cual el suelo se clasifica como arcilloso alto. . Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Clasificado por AASHTO como franco arenoso ligero (CL) como suelo muy pobre (A-7-6 (11))

La muestra del Pozo C-2 tiene un requisito de tamaño de partícula consistente con la distribución del tamaño de partícula, con un contenido de grava de 35,40 %, un contenido de arena de 26,70 % y un contenido de polvo fino de 37,90 %. También se puede observar que el suelo tiene un límite líquido (LL) de 34,80%, un límite plástico (LP) de 22,20% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 12,60%, luego de lo cual el suelo se clasifica como fangoso. Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Clasificado como grava arcillosa y arena (GC) como suelo muy bueno (A-6 (1)) por AASHTO.

Asimismo, para la muestra tomada del pozo C-3, se demostró que se cumplió con los requisitos granulométricos para la distribución de partículas, correspondiendo el porcentaje de grava al 17,90%, el porcentaje de arena al 14,22% y el porcentaje de grava . . multa, que corresponde al 67,89%. También se puede observar que el suelo tiene un límite líquido (LL) de 43,70%, un límite plástico (LP) de 23,80% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 19,80%, luego de lo cual el suelo se clasifica como fangoso. Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Arcilla ligera y grava con arena (CL) y clasificada como suelo muy pobre por AASHTO (A-7-6 (12)).

Finalmente, se demostró que la muestra obtenida del pozo C-4 cumplió con los requisitos granulométricos para una distribución granulométrica con una relación de grava de 26,70 %, una relación de arena de 34,70 % y una relación de polvo fino de 38 ,50 %. También se puede observar que el suelo tiene un límite líquido (LL) de 37,80%, un límite plástico (LP) de 22,50% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 15,30%, luego de lo cual el suelo se clasifica como fangoso. Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Clasificado como franco arenoso (SC) con grava y AASHTO como buen suelo (A-6 (2)).

#### 4.1.4. Ensayos de compactación en laboratorio

Se realizaron ensayos de compactación (Proctor modificado - MTC E 115) para determinar la densidad seca máxima (MDS) y el contenido de agua óptima (OCH%) de las muestras analizadas en laboratorio, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 10**

*Ensayos de compactación (Proctor modificado)*

Muestra	Progresiva (KM)	Ensayo de compactación (Proctor modificado)	
		Máxima densidad seca MDS (tn/m <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de Humedad OCH (%)
C - 1	4+750	1.655	24.1
C - 2	5+250	1.729	16.5
C - 3	6+500	1.573	21.7
C - 4	7+750	1.482	19.3

De los resultados que se muestran en la Tabla 10, se puede observar que la muestra obtenida del Pozo C-1 tuvo una densidad seca máxima (MDS) de 1655 tn/m<sup>3</sup> con un contenido de humedad óptima (OCH) de 24,1%; las muestras obtenidas del tajo C-2 adquirieron una densidad seca máxima (MDS) de 1,729 tn/m<sup>3</sup> con un contenido óptimo de humedad (OCH) de 16,5%; para las muestras obtenidas del pozo C-3, 1573 tn/m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> con un contenido óptimo de humedad

(OCH) de 21,7% y finalmente para la muestra obtenida del pozo C-4, la densidad seca máxima (MDS) es de 1482 tn/m<sup>3</sup> con un contenido de humedad óptimo. El contenido (OCH) es del 19,3%.

#### 4.1.5. Ensayos de resistencia en laboratorio

Las muestras analizadas en laboratorio fueron sometidas a ensayos de resistencia para determinar la resistencia a la compresión libre simple (MTC E 1103) y la capacidad portante CBR del suelo (MTC E 132), cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 11**

*Ensayos de resistencia*

Muestra	Progresiva (KM)	Ensayo de resistencia		
		Resistencia a la compresión simple no confinada (Kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de soporte	
			CBR al 95% de la MDS (%)	CBR al 100% de la MDS (%)
C - 1	4+750	6.0	3.6	5.1
C - 2	5+250	8.5	6.9	9.0
C - 3	6+500	2.9	3.2	3.5
C - 4	7+750	8.3	7.0	8.3

De los resultados que se muestran en la Tabla 11, se puede ver que se obtuvo una resistencia a la compresión no confinada de 6,0 kg/cm<sup>2</sup> y un valor de CBR de 3,6 % al 95 % de MDS y al 100 % de MDS para el espécimen obtenido del pozo C-1. valor CBR 5,1%; la muestra tomada del pozo C-2 tiene una resistencia a la compresión simple no confinada de 8,5 kg/cm<sup>2</sup> y un valor de CBR de 6,9% al 95% de MDS y CBR al 100. El valor es de 9, 0%. Se obtuvo una resistencia a la compresión simple no confinada de 2,9 kg/cm<sup>2</sup> y un valor de CBR de 3,2 % al 95 % de MDS y 3,5 % al 100 % de MDS para la muestra obtenida del pozo C- 3. Finalmente, los especímenes se obtuvieron de Extraídos del Pozo C-4, la resistencia a la compresión simple no confinada es de 8,3 kg/cm<sup>2</sup>, el valor de CBR es de 7,0 % al 95 % de MDS y el valor de CBR al 100 % de MDS es de 8,3 %.

#### 4.1.6. Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas

Después de la caracterización del suelo y las pruebas de compactación y resistencia de las muestras analizadas, los resultados fueron analizados y luego comparados, y 3 de las 4 muestras más críticas fueron identificados como comparables en contenido de cenizas de ichu según sea necesario y aceite residual. .

**Tabla 12**

*Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas*

Muestra	Progresiva (KM)	Características físicas								Características mecánicas		
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Finos	SUC S	AASHTO	MDS (tn/m3)	OCH (%)	Resistencia a la compresión no confinada (Kg/cm2)	Capacidad de soporte	
										CBR al 95% de la MDS (%)	CBR al 100% de la MDS (%)	
C - 1	4+750	44.8	21.8	23.0	60.00	CL	A-7-6 (11)	1.655	24.1	6.0	3.6	5.1
C - 2	5+250	34.8	22.2	12.6	37.90	GC	A-6 (1)	1.729	16.5	8.5	6.9	9.0
C - 3	6+500	43.7	23.8	19.8	67.89	CL	A-7-6 (12)	1.573	21.7	2.9	3.2	3.5
C - 4	7+750	37.8	22.5	15.3	38.50	SC	A-6 (2)	1.482	19.3	8.3	7.0	8.3

En base al resumen de resultados mostrados en la tabla 12 referidos a las características físicas y mecánicas de las muestras de suelo analizadas, se determinó que los suelos pertenecientes a las calicatas C-1, C-3 y C-4 presentan deficientes condiciones en comparación del resto de calicatas, siendo así, que el Pozo de Muestra C-1 tiene un valor de Índice de Plasticidad (IP) de 23,0%, lo que clasifica al suelo como muy arcilloso en base a IP, y además tiene un alto porcentaje de finos con un valor de 60, 00%. , por lo que se considera un suelo muy pobre según la clasificación AASHTO. Además, tiene una densidad máxima (MDS) de 1655 t/m3 y un contenido de humedad óptima (OCH) del 24,1%. Finalmente, este suelo no es suficientemente resistente a la compresión, con valores de compresión libre de 3,6 kg/cm2, 3,6% CBR al 95% MDS y 5,1% CBR al 100% MD.

Asimismo, la muestra del Pozo C-3, que tuvo un valor de índice de plasticidad (IP) de 19,8%, que clasifica el suelo como arcilloso, también tuvo un alto porcentaje de finos con un valor de 67,89%, que se considera muy fino según AASHTO. mala tierra. Además, tiene una densidad seca máxima (MDS) de 1573 t/m<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptima (OCH) de 21,7%. Finalmente, este suelo tiene una resistencia a la compresión insuficiente, con una resistencia a la compresión libre de 2,9 kg/cm<sup>2</sup>, un CBR de 3,2 % al 95 % de MDS y un CBR de 3,5 % al 100 % de MDS.

Finalmente, la muestra del pozo C-4, que tuvo un valor de índice de plasticidad (IP) de 15,3%, según el cual el suelo IP se clasifica como arcilloso, también presentó un porcentaje moderado de finos con un valor de 38,50. % Por tanto, según la clasificación AASHTO, se considera un buen suelo. Además, tiene una densidad máxima (MDS) de 1482 t/m<sup>3</sup> y un contenido de agua óptimo (OCH) del 19,3%. Finalmente, este suelo no es suficientemente resistente a la compresión, con valores de compresión libre de 8,3 kg/cm<sup>2</sup>, 7,0% CBR al 95% MDS y 8,3% CBR al 100% MDS.

De acuerdo a la Sección 3.3 de la Sección Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Manual Vial del MTC, Capítulo III. La sección Road Substrate indica que un suelo adecuado y estable tiene un CBR  $\geq 6$  % si el CBR del suelo base es  $< 6$  %. Se considerará insuficiente o insuficiente. Con base en lo anterior, este estudio permitirá estabilizar el suelo en los pozos C-1 y C-3 ya que cumple con la condición de CBR  $\leq 6$ %.

Dado que los valores de muestra del Pozo C-1 y Pozo ceniza C-3 fueron los más críticos, se desechó tomar muestras adicionales del Pozo C-4 con multas académicas para estabilizarlas con. % y 6%, lo que se verá reflejado en pruebas futuras.

#### **4.2. Influencia de la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en la compactación de la subrasante**

Grupo control A: agregar 0%, 2%, 4% y 6% cenizas de ichu volantes, grupo control B: agregar 0%, 2%, 4% y 6% aceite residual de motor de los pozos C-1, C-3 y C-4, para realizar ensayos de compresión en laboratorio (Proctor modificado) para determinar la densidad seca máxima (MDS) y el contenido de humedad óptimo (OCH).



#### 4.2.1. Ensayos de compactación para los grupos de control A

Los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado - MTC E 115) con aumento de ceniza de Ichu se muestran a continuación:

Para la Calicata C-1 se presentan los siguientes resultados:

**Tabla 13**

*Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°1 – Ceniza de ichu*

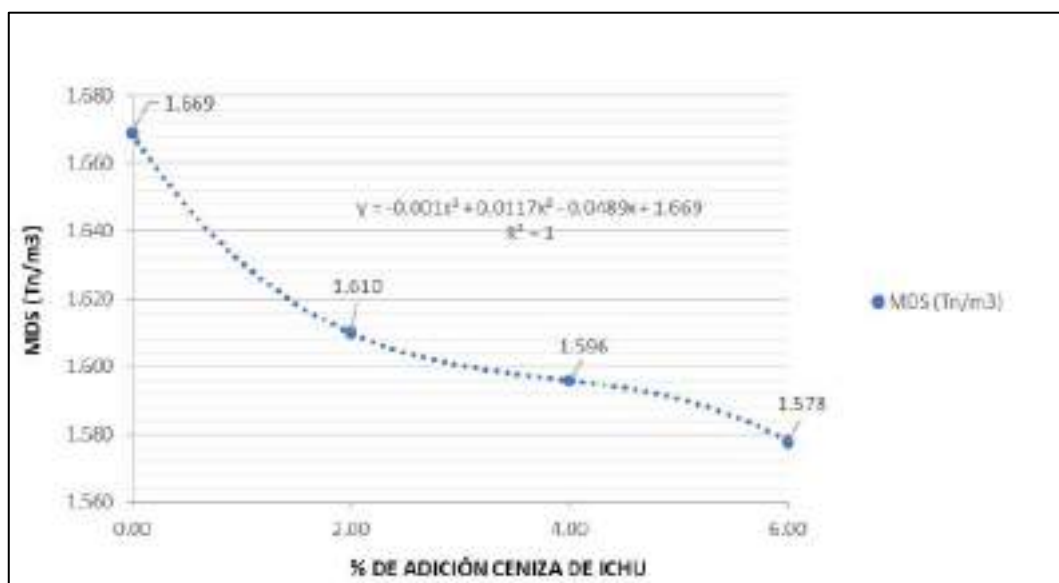
DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 1				
IDENT.	CENIZA DE ICHU(%)	CENIZA DE ICHU (gr/m3)	MDS (Tn/m3)	OCH (%)
M0	0.0	0.0	1.669	23.3
M1	2.0	77.8	1.610	24.5
M2	4.0	155.6	1.596	27.1
M3	6.0	233.3	1.578	29.0

Consideraciones		
OCH	23.30	%
MDS	1.669	Tn/m3

**Figura 1**

*Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu*

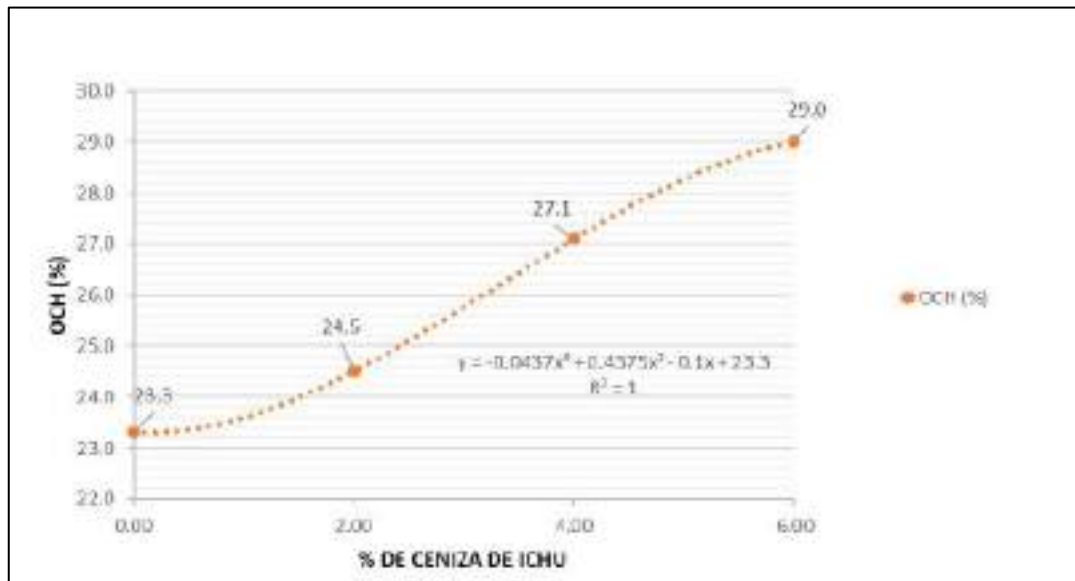


A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 13 y la figura 1, se puede determinar que el valor de MDS (Tn/m3) disminuye al aumentar la ceniza de Ichu. Por lo tanto, el valor MDS del pozo inestable C-1 es 1669 Tn/m3, el valor MDS del pozo C-1 con 2% de ceniza Ichu agregada es 1610 Tn/m3, y el valor MDS del pozo C-1 con 2% Ichu. la

ceniza añadida es un 4% de ceniza Ichu es 1596 Tn/m<sup>3</sup>, el valor MDS en el pozo C-1 con un 6% de ceniza Ichu al final es 1578 Tn/m<sup>3</sup>,

**Figura 2**

*Tendencia del valor del OCH–Calicata N°1 – Ceniza de Ichu*



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 13 y la Fig. 2, también se puede determinar que el valor porcentual de OCH aumenta con la cantidad de ceniza de Ichu. Por lo tanto, el valor de OCH de la fosa inestable C-1 fue de 23,3 %, el valor de OCH de la fosa C-1 adicionada con 2 % de ceniza de Ichu fue de 24,5 %, y el valor de OCH de la fosa C-1 adicionada de ceniza de Ichu fue de 24,5 %. 24,5 %. 4% de ceniza de Ichu fue 27,1%, y el valor de OCH para el pozo C-1 con 6% de ceniza de Ichu añadido al final fue de 29,0%.

Para la calicata C-3 se presentan los siguientes resultados:

**Tabla 14**

Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu

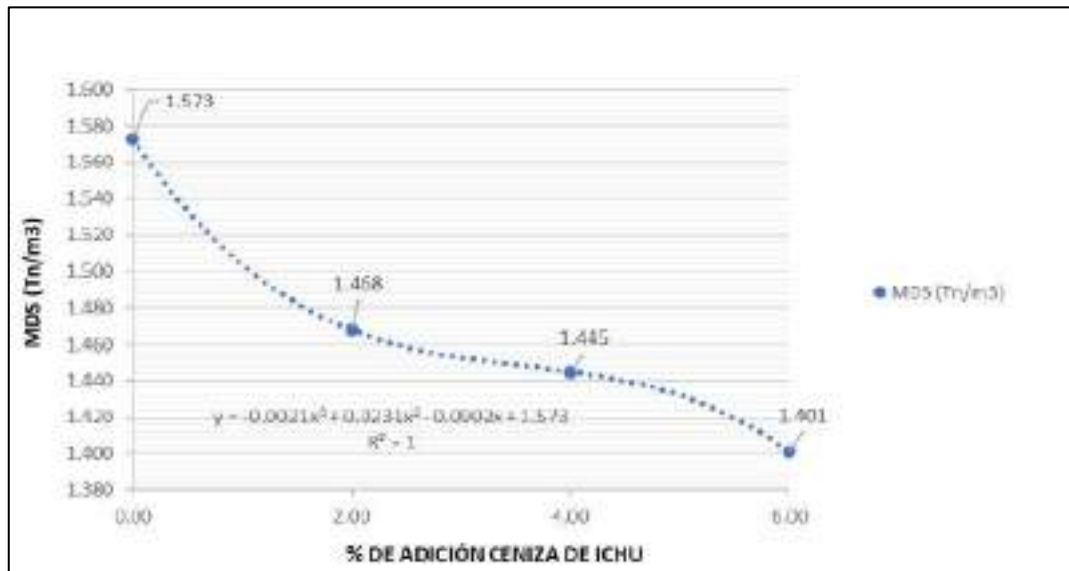
<b>DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 4</b>				
<b>IDENT.</b>	<b>CENIZA DE ICHU(%)</b>	<b>CENIZA DE ICHU (gr/m3)</b>	<b>MDS (Tn/m3)</b>	<b>OCH (%)</b>
M0	0.0	0.0	1.573	21.7

M1	2.0	61.9	1.468	22.9
M2	4.0	123.9	1.445	23.7
M3	6.0	185.8	1.401	27.1

Consideraciones		
OCH	21.70	%
MDS	1.573	Tn/m3

**Figura 3**

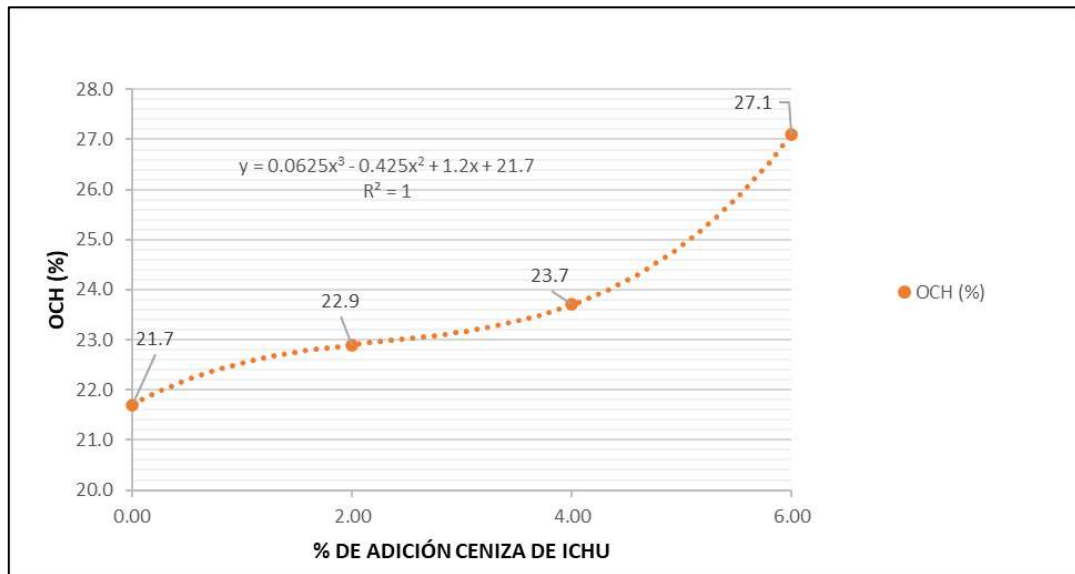
*Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu*



En base a los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado) que se pueden observar en la Tabla 14 y *Figura 3*, se determinó que el valor de la MDS (Tn/m3) va disminuyendo según se aumenta la cantidad de ceniza de Ichu. Siendo así que el valor de la MDS de la calicata C-3 sin estabilizar es de 1.573 Tn/m3, el valor de la MDS de la calicata C-3 con adición de ceniza de Ichu en un 2% es de 1.468 Tn/m3, el valor de la MDS de la calicata C-3 con adición de ceniza de Ichu en un 4% es de 1.445 Tn/m3 y finalmente el valor de la MDS de la calicata C-3 con adición de ceniza de Ichu en un 6% es de 1.401 Tn/m3.

**Figura 4**

*Tendencia del valor del OCH–Calicata N°3– Ceniza de Ichu*



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 14 y la Fig. 3, también se puede determinar que el valor porcentual de OCH aumenta con la cantidad de ceniza de Ichu. Por lo tanto, el valor de OCH para el pozo inestable es 21.7%, el valor de OCH para el pozo con 2% de ceniza de Ichu agregada es 22.9%, el valor de OCH para el pozo con 4% de ceniza de Ichu agregado es 23,7% y el valor de OCH es 23,7%. el valor agregado del hoyo 6% de ceniza de Yizhong es final. El valor es 27,1%.

Para la calicata C-4 se presentan los siguientes resultados:

**Tabla 15**

Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu

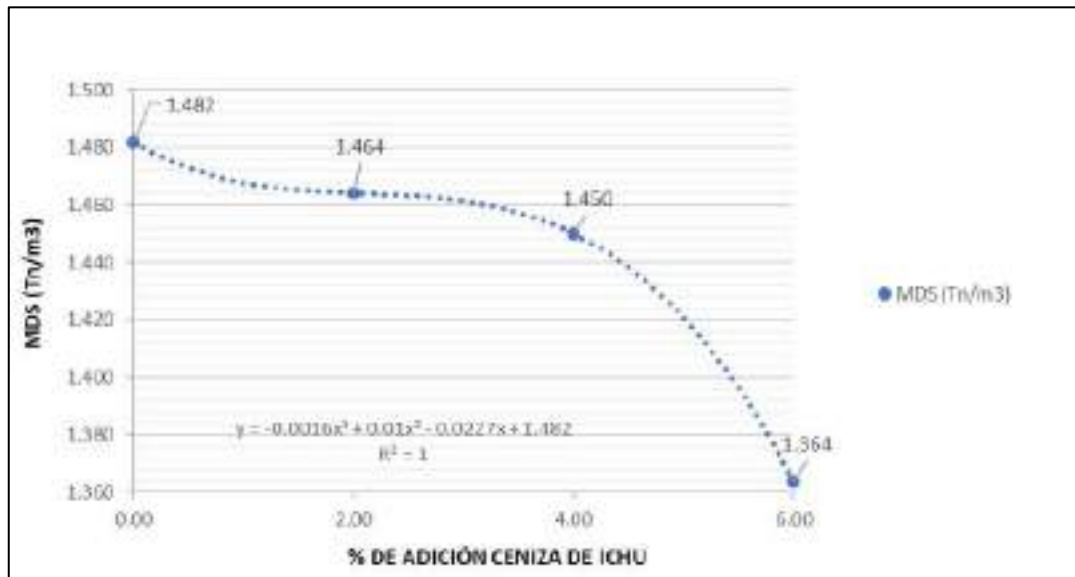
<b>DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 3</b>				
<b>IDENT.</b>	<b>CENIZA DE ICHU(%)</b>	<b>CENIZA DE ICHU (gr/m3)</b>	<b>MDS (Tn/m3)</b>	<b>OCH (%)</b>
M0	0.0	0.0	1.482	19.3
M1	2.0	61.9	1.464	20.0
M2	4.0	123.9	1.450	23.0
M3	6.0	185.8	1.364	28.1

<b>Consideraciones</b>			
OCH		21.70	%
MDS		1.573	Tn/m3

**Figura 5**

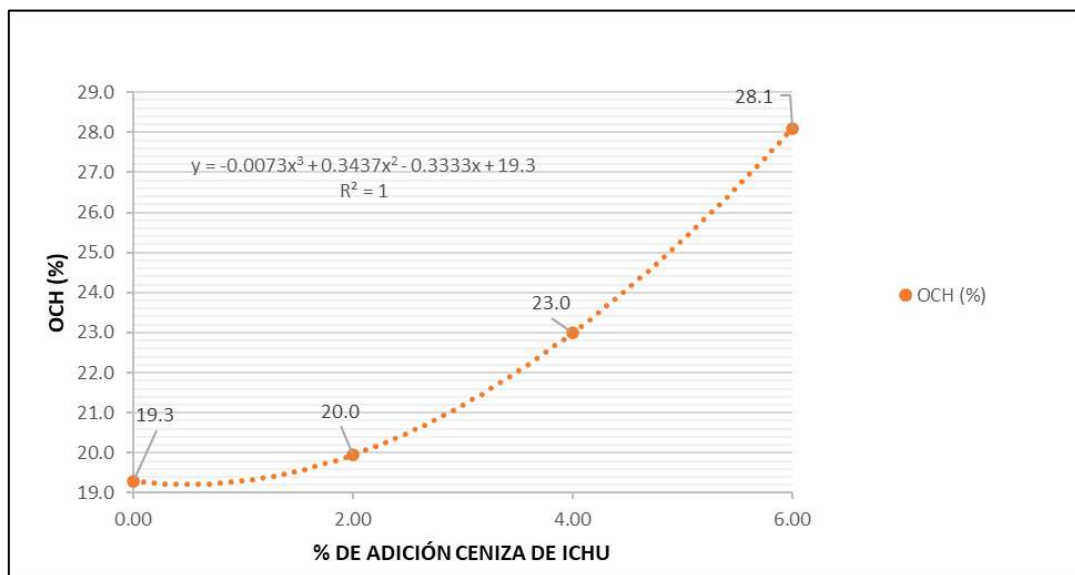
*Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu*



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 15 y la Fig. 5, se puede determinar que el valor de MDS (Tn/m<sup>3</sup>) disminuye al aumentar el contenido de ceniza de Ichu. Por lo tanto, el valor MDS del pozo inestable C-4 es 1.482 Tn/m<sup>3</sup>, el valor MDS del pozo C-4 con 2% de agregado de ceniza de Ichu es 1464 Tn/m<sup>3</sup>, y el valor MDS del pozo C-4 con 2% de Ichu. la adición de ceniza es 4% La adición de ceniza Ichu es 1.450 Tn/m<sup>3</sup>, el valor MDS del pozo C-4 con 6% de adición de ceniza Ichu al final es 1.364 Tn/m<sup>3</sup>.

**Figura 6**

*Tendencia del valor del OCH – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu*



A partir de los resultados de la prueba de compresión (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 15 y la Fig. 6, también se puede determinar que el valor porcentual de OCH aumenta con el aumento del contenido de ceniza de ichu. Por lo tanto, el valor de OCH del pozo inestable es 19.3%, el valor de OCH del pozo con 2% de ceniza de Ichu es 20.0%, el valor de OCH del pozo con 4% de ceniza de Ichu es 23.0% y el valor de OCH del final el hoyo con 6% de ceniza de Yizhong es 28.1%.

#### 4.2.2. Ensayos de compactación para los grupos de control B

Lo resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado - MTC E 115) con adiciones de aceite residual de motor se muestran a continuación:

Para la Calicata C-1 se presentan los siguientes resultados:

**Tabla 16**

*Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°1 – Aceite residual de motor*

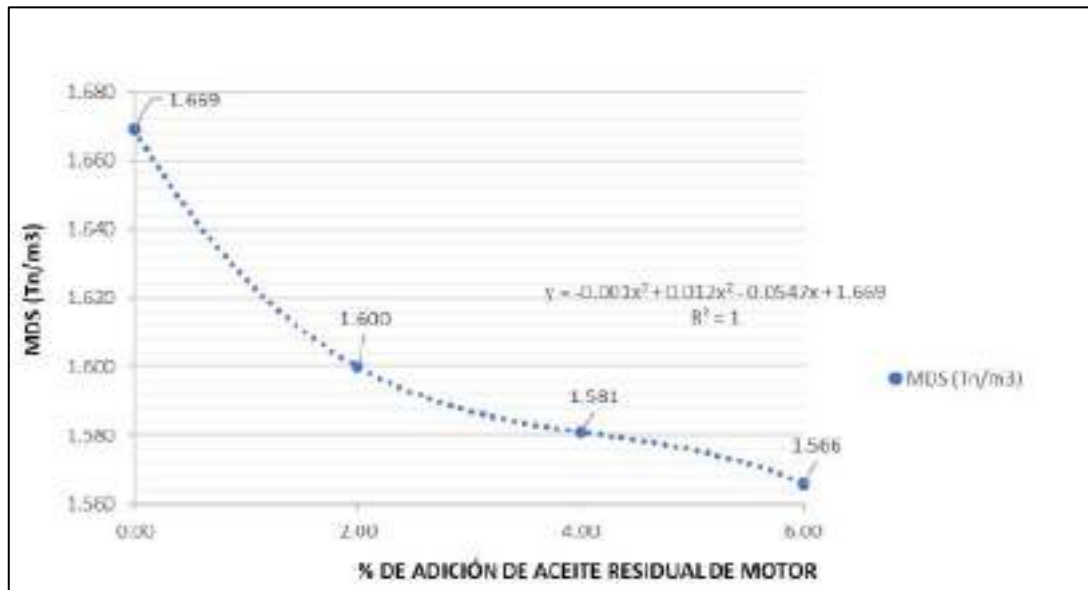
<b>DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 1</b>				
<b>IDENT.</b>	<b>ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)</b>	<b>ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)</b>	<b>MDS (Tn/m3)</b>	<b>OCH (%)</b>
M0	0.0	0.0	1.669	23.3
M1	2.0	420.0	1.600	25.3
M2	4.0	840.0	1.581	28.3
M3	6.0	1260.0	1.566	29.7

<b>Consideraciones</b>		
Cantidad de muestra	20.00	Kg.
Densidad Aceite residual de motor	1.1	gr/cm3

**Figura 7**

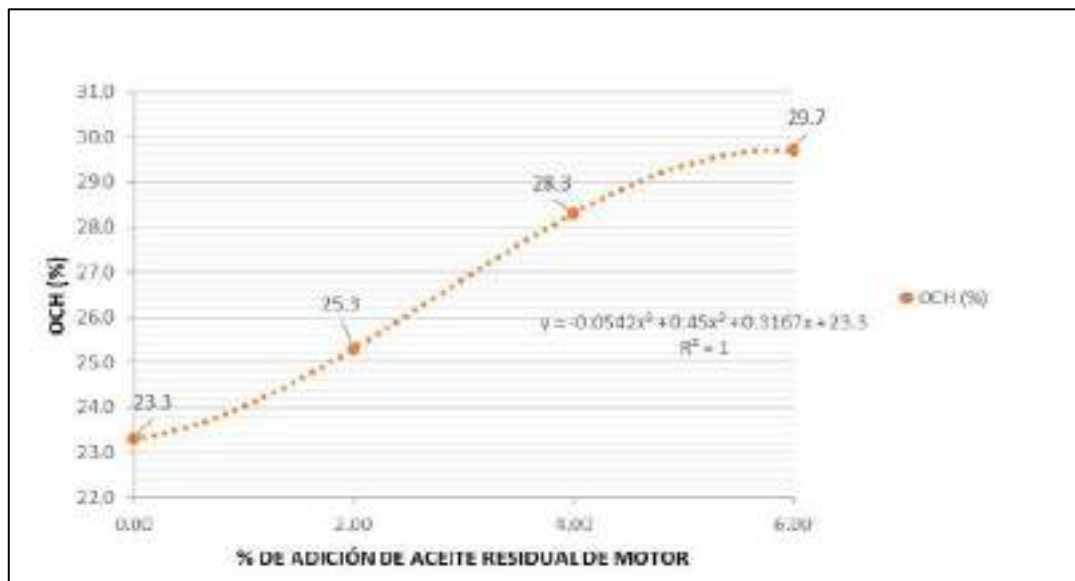
*Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°1 – Aceite residual de motor*



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 16 y la Figura 7, se puede determinar que el valor de MDS (Tn/m<sup>3</sup>) disminuye en medida que aumenta el volumen de aceite residual. Por lo tanto, el valor MDS para un pozo C-1 no estabilizado es 1669 Tn/m<sup>3</sup>, el valor MDS para un pozo C-1 con 2% de aceite residual es 1600 Tn/m<sup>3</sup> y el valor MDS para un pozo C-1 con 2% aceite residual La adición de un 4 % de aceite de motor residual es de 1581 Tn/m<sup>3</sup> y el valor MDS de la adición de un 6 % de aceite de motor residual al pozo C-1 al final es de 1566 Tn /m<sup>3</sup>.

**Figura 8**

*Tendencia del valor del OCH–Calicata N°1 – Aceite residual de motor*



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 16 y la figura 8, también se puede determinar que el valor porcentual de OCH aumenta con la cantidad de aceite residual. Por lo tanto, el valor de OCH del pozo C-1 sin estabilizador es 23,3 %, el valor de OCH del pozo C-1 después de agregar un 2 % de aceite de motor residual es de 25,3 % y el valor de OCH del pozo C-1 después de agregar un 4 % de aceite de motor residual. petróleo. aceite de petróleo es 25,3%. El porcentaje de aceite residual fue de 28,3% y el valor de OCH en el tajo C-1 con 6% de aceite residual al final fue de 29,7%. Para la calicata C-3 se presentan los siguientes resultados:



**Tabla 17**

Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°3 – Aceite residual de motor

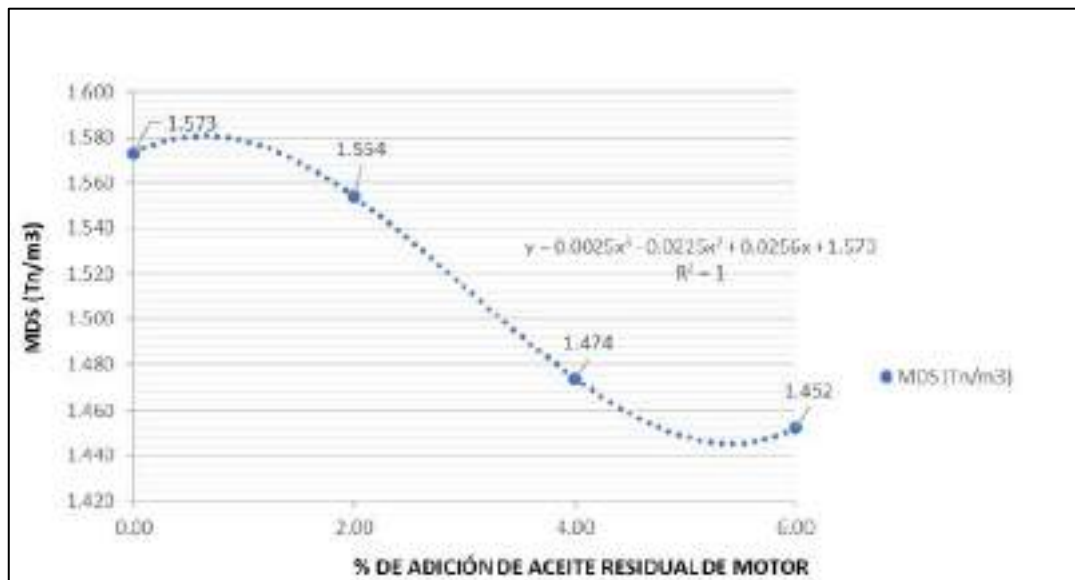
DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 3				
IDENT.	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)	MDS (Tn/m3)	OCH (%)
M0	0.0	0.0	1.573	21.7
M1	2.0	420.0	1.554	22.2
M2	4.0	840.0	1.474	25.3
M3	6.0	1260.0	1.452	27.0

Consideraciones		
Cantidad de muestra	20.00	Kg.
Densidad Aceite residual de motor	1.1	gr/cm3

**Figura 9**

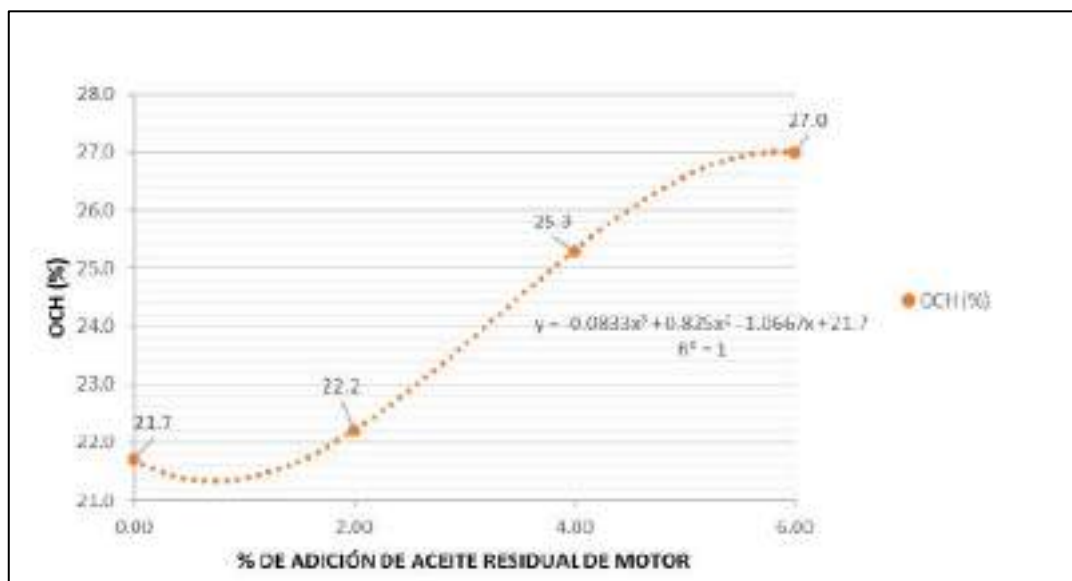
Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°3 – Aceite residual de motor



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 14 y la Figura 9, se puede determinar que el valor de MDS (Tn/m3) disminuye en medida que aumenta el volumen de aceite residual. Por lo tanto, el valor de MDS para el pozo inestable C-3 es de 1573 Tn/m3, el valor de MDS para el pozo C-3 con 2% de residuo de aceite de motor agregado es de 1554 Tn/m3 y el valor de MDS para el pozo C-3 con 4% adicional. el valor residual de aceite de motor agregado es 1474Tn/m3, el valor MDS del 6% de aceite residual de motor agregado en el último pozo C-3 es 1452Tn/m3.

**Figura 10**

*Tendencia del valor del OCH–Calicata N°3– Aceite residual de motor*



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 17 y la Figura 10, también se puede determinar que el porcentaje de OCH aumenta con la cantidad de aceite residual. Por lo tanto, el tubo sin estabilizar tiene un valor de OCH de 21,7%, el tubo con 2% de residuo de aceite de motor tiene un valor de OCH de 22,2%, el tubo con 4% de residuo de aceite de motor tiene un valor de OCH de 25,3%, y finalmente agrega la prueba tubo con 6% de residuos de aceite de motor, El valor OCH es 27,0%.

Para la calicata C-4 se presentan los siguientes resultados:

**Tabla 18**

*Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°4 – Aceite residual de motor*

DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 4				
IDENT.	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)	MDS (Tn/m3)	OCH (%)
M0	0.0	0.0	1.482	19.3
M1	2.0	420.0	1.449	21.9
M2	4.0	840.0	1.400	23.4
M3	6.0	1260.0	1.379	28.6

Consideraciones		
Cantidad de muestra	20.00	Kg.
Densidad Aceite residual de motor	1.1	gr/cm3

**Figura 11**

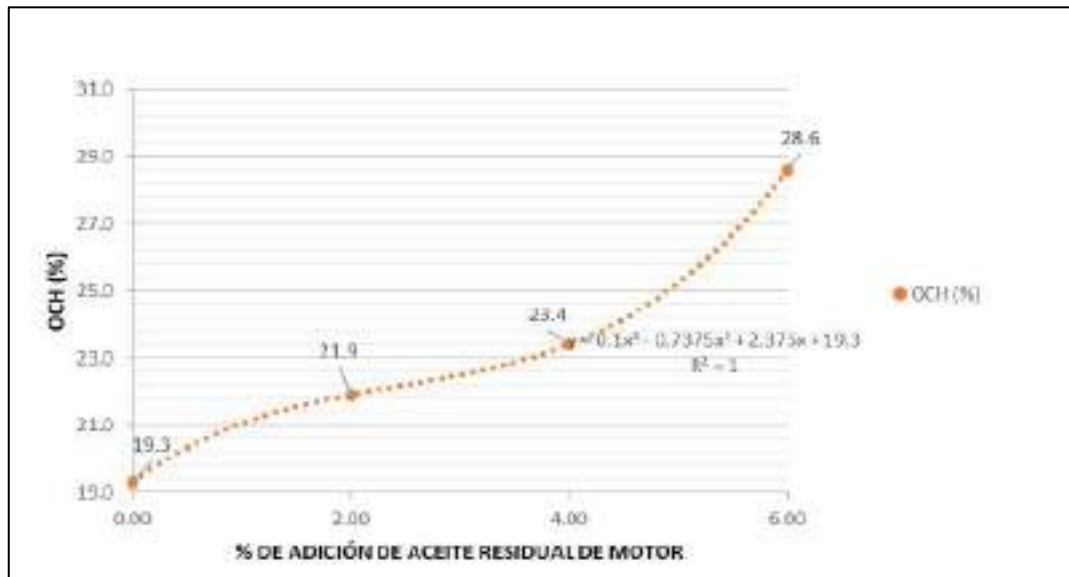
*Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°4 – Aceite residual de motor*



En A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 18 y la *Figura 11*, se puede determinar que el valor MDS (Tn/m3) disminuye en medida que aumenta el volumen de aceite residual. Por lo tanto, el valor MDS del pozo inestable C-4 es 1.482 Tn/m3, el valor MDS del pozo C-4 con 2% de aceite residual de motor agregado es 1449 Tn/m3, y el valor MDS del pozo C- 4 con 4% de aceite residual de motor agregado es de 1400 Tn/m3, el valor MDS para el 6% de aceite residual de motor agregado en el último pozo C-4 es de 1379 Tn/m3.

**Figura 12**

*Tendencia del valor del OCH–Calicata N°4 – Aceite residual de motor*



A partir de los resultados de la prueba de compactación (Proctor modificado) que se muestran en la Tabla 18 y la *Figura 12*, también se puede determinar que el porcentaje de OCH aumenta con la cantidad de aceite residual. Por lo tanto, el valor de OCH del tubo sin estabilizar es de 19,3 %, el valor de OCH del tubo con 2 % de residuos de aceite de motor es de 21,9 %, el valor de OCH del tubo con 4 % de residuos de aceite de motor es de 23,4 % y finalmente el pozo de prueba con 6% de residuos de aceite de motor. El valor de OCH es 28,6%.

#### **4.3. Influencia de la adición de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor en la resistencia de la subrasante**

Grupo control A: agregar 0%, 2%, 4% y 6% de cenizas volantes, grupo control B: agregar 0%, 2%, 4% y 6% de residuos de aceite de motor en muestras de pozos C-1, C - 3 y C-4, la resistencia mecánica de las subcapas se mide mediante un ensayo simple de resistencia a la compresión y capacidad portante (CBR) no confinada.

##### **4.3.1. Ensayos de resistencia a la compresión simple para los grupos de control A**

Los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) con dosificaciones de ceniza de ichu para la calicata C-1 se muestra a continuación:

**Tabla 19**

*Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu*

---

**DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 1**

---

IDENT.	CENIZA DE ICHU (%)	CENIZA DE ICHU (gr/m3)	Compresión simple (Kg/cm2)
M0	0.0	0.0	6.0
M1	2.0	77.8	9.2
M2	4.0	155.6	17.3
M3	6.0	233.3	25.8

Consideraciones	
Cantidad de muestra (Kg)	23.30
Densidad Ceniza Ichu (gr/cm3)	1.669

**Figura 13**

*Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°1 - Ceniza de Ichu*



A partir de los resultados de la resistencia a la compresión simple no confinada que se muestran en la *Tabla 19 y la Figura 13*, se desarrollarán que los valores de resistencia a la compresión simple aumentan al aumentar el contenido de ceniza de la hoja de ichu. Por lo tanto, el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del pozo C-1 es de 6,0 kg/cm<sup>2</sup>, el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del pozo C-1 adicionado con 2% de ceniza de Ichu es de 9,2 kg/cm<sup>2</sup>, y el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de C- 1 fosa no confinada valor de resistencia a la compresión agregado 4% cenizas volantes de Ichu es 17.3 Kg/cm<sup>2</sup> y finalmente C-1 fosa agregada 6% cenizas volantes de Ichu no confinada valor de resistencia a la compresión simple es 25.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

También cabe mencionar que el MTC recomienda un valor mínimo de 18 Kg/cm<sup>2</sup> en subsuelo estabilizado, el cual con base en observaciones tiene una cantidad aditiva de 6% de ceniza Ichu equivalente al Pozo C-1.

Los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) con adiciones de ceniza de Ichu para la calicata C-3 se calicata a continuación:

**Tabla 20**

*Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu*

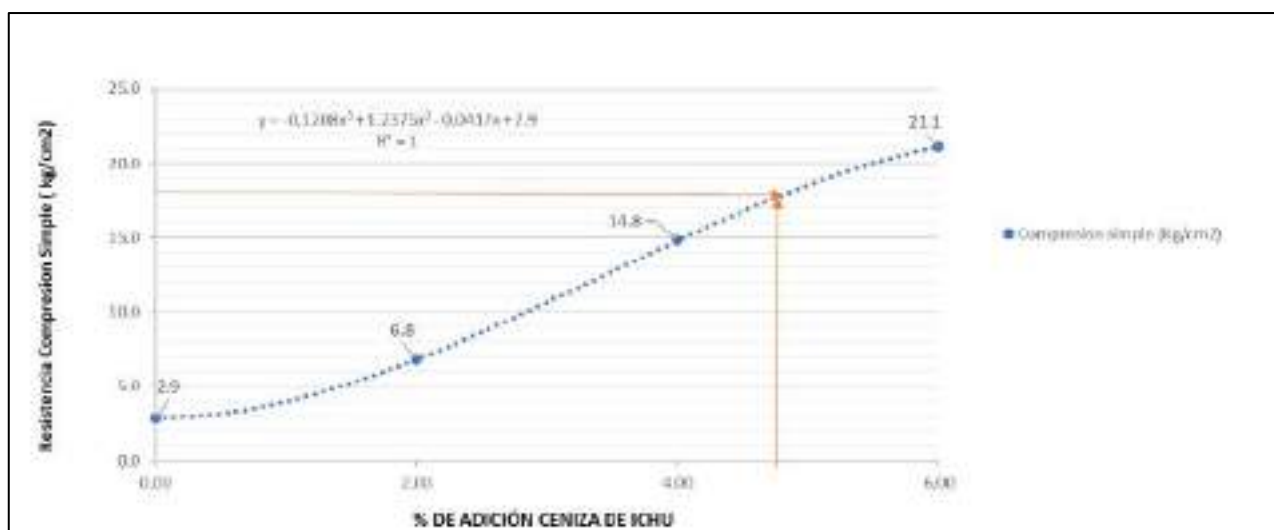
DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N°3			
IDENT.	CENIZA DE ICHU (%)	CENIZA DE ICHU (gr/m3)	Compresión simple (Kg/cm2)
M0	0.0	0.0	2.9
M1	2.0	77.8	6.8
M2	4.0	155.6	14.8
M3	6.0	233.3	21.1

Consideraciones	
Cantidad de muestra (Kg)	23.30
Densidad Ceniza Ichu (gr/cm <sup>3</sup> )	1.669

**Figura 14**

*Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°3 - Ceniza de Ichu*



A partir de los resultados de la resistencia a la compresión simple no confinada que se muestran en la *Tabla 20 y la Figura 14*, se puede encontrar que los valores de resistencia a la compresión simple aumentan con el aumento del contenido de ceniza de hoja de ichu . Por lo tanto, el valor de presión simple no confinado del pozo inestable C-3 es de 2,9 kg/cm<sup>2</sup>, el valor de presión simple no confinado del pozo C-3 con 2% de ceniza de Ichu es 6,8 kg /cm<sup>2</sup> y el valor de presión simple no confinado de C-3 hoyo Simple. El valor de la resistencia a la compresión no confinada del 4% de ceniza de Ichu añadida es de 14,8 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente la resistencia a la compresión simple no confinada del pozo C-3 es de 21,1 kg/cm<sup>2</sup> añadida con el 6% de ceniza de Ichu.

También cabe mencionar que el MTC recomienda un valor mínimo de 18 Kg/cm<sup>2</sup> en el subsuelo estabilizado al que se le adicionó un 6% de ceniza de Ichu en base a observaciones, correspondiente al pozo C-3.

Los resultados de una prueba de compresión simple (MTC E 1103) con cenizas volantes de Ichu añadidas en el pozo C-4 son los siguientes:

**Tabla 21**

*Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu*

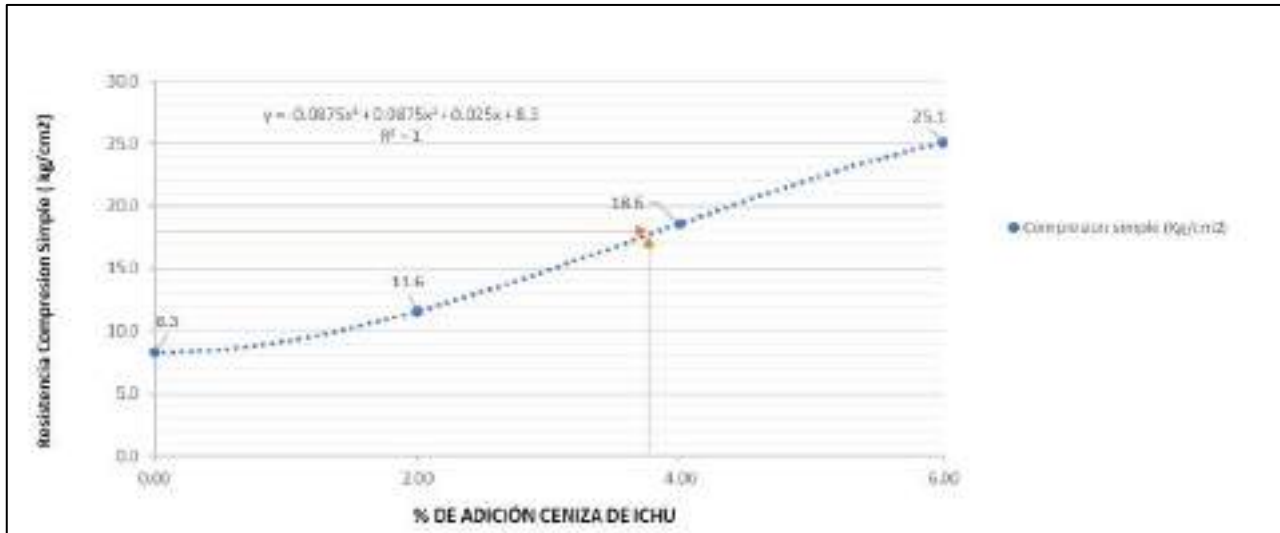
<b>DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 4</b>			
<b>IDENT.</b>	<b>CENIZA DE ICHU (%)</b>	<b>CENIZA DE ICHU (gr/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Compresión simple (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M0	0.0	0.0	8.3
M1	2.0	77.8	11.6
M2	4.0	155.6	18.6
M3	6.0	233.3	25.1

<b>Consideraciones</b>	
Cantidad de muestra (Kg)	23.30
Densidad Ceniza Ichu (gr/cm <sup>3</sup> )	1.669

**Figura 15**

*Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°4 - Ceniza de Ichu*



A partir de los resultados de la resistencia a la compresión simple no confinada que se muestran en la *Tabla 21* y la *Figura 15* se puede encontrar que los valores de la resistencia a la compresión simple aumentan con el aumento del contenido de cenizas de las hojas de ichu. Por lo tanto, el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la fosa inestable C-4 es de 8,3 kg/cm<sup>2</sup>, y el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la fosa C-4 adicionada con 2% de ceniza de Ichu es de 11,6 kg/cm<sup>2</sup>, y la C- En el hoyo 4, el valor de la resistencia a la compresión simple para el 4% de cenizas volantes de Ichu es de 18,6 kg/cm<sup>2</sup> y, finalmente, el valor de la resistencia a la compresión simple para el pozo C-4 es de 25,1 kg/cm<sup>2</sup> con un 6% de cenizas volantes de Ichu agregado.

También cabe mencionar que el MTC recomienda un valor mínimo de 18 Kg/cm<sup>2</sup> en subsuelo estabilizado, para lo cual las adiciones de Ichu 4% y 6% de cenizas volantes, en base a las observaciones, corresponden a los pozos C-4.

#### **4.3.2. Ensayos de resistencia a la compresión simple para los grupos de control B**

Los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) con dosificaciones de aceite residual de motor para la calicata C-1 se muestra a continuación:



**Tabla 22**

*Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°1 – Aceite residual de motor*

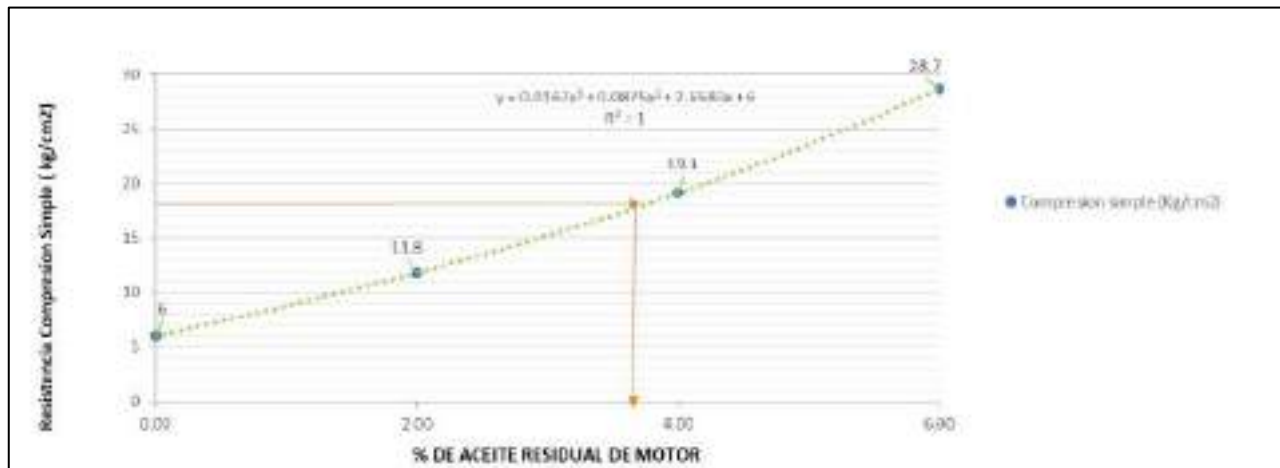
DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 1			
IDENT.	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)	Compresión simple (Kg/cm2)
M0	0.0	0.0	6.0
M1	2.0	77.0	11.8
M2	4.0	154.0	19.1
M3	6.0	231.0	28.7

Consideraciones	
Cantidad de muestra (Kg)	3.50
Densidad Aceite residual de motor (gr/cm3)	1.100

**Figura 16**

*Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°1 - Aceite residual de motor*



Con base en los resultados de resistencia a la compresión simple no confinada que se muestran en la *Tabla 22* y la *Figura 16*, se puede determinar que los valores de resistencia a la compresión simple aumentan a medida que aumenta el volumen de aceite residual. Por lo tanto, el valor de la presión no confinada simple del pozo C-1 es 6,0 kg/cm<sup>2</sup>, y el valor de la presión no confinada simple del pozo C-1 después de agregar 2 % de aceite residual es 11, 8 kg/cm<sup>2</sup> y agregar 4 % de aceite residual. el valor final de la resistencia a la compresión del pozo C-1 es 19,1 kg/cm<sup>2</sup> y el valor final de la resistencia a la compresión no

confinada simple del pozo C-1 es 19,1 kg/cm<sup>2</sup> con un 6% de aceite residual agregado 28,7 kg/cm<sup>2</sup>.

También cabe mencionar que el MTC recomienda un valor mínimo de 18 Kg/cm<sup>2</sup> para subsuelo estabilizado y se ha observado que la adición de 4% y 6% de aceite residual es suficiente para cumplir con este requisito. El motor cumple con el pozo de prueba C-1.

Los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) con adiciones de aceite residual de motor para la calicata C-3 se calicata a continuación:

**Tabla 23**

*Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°3 – Aceite residual de motor*

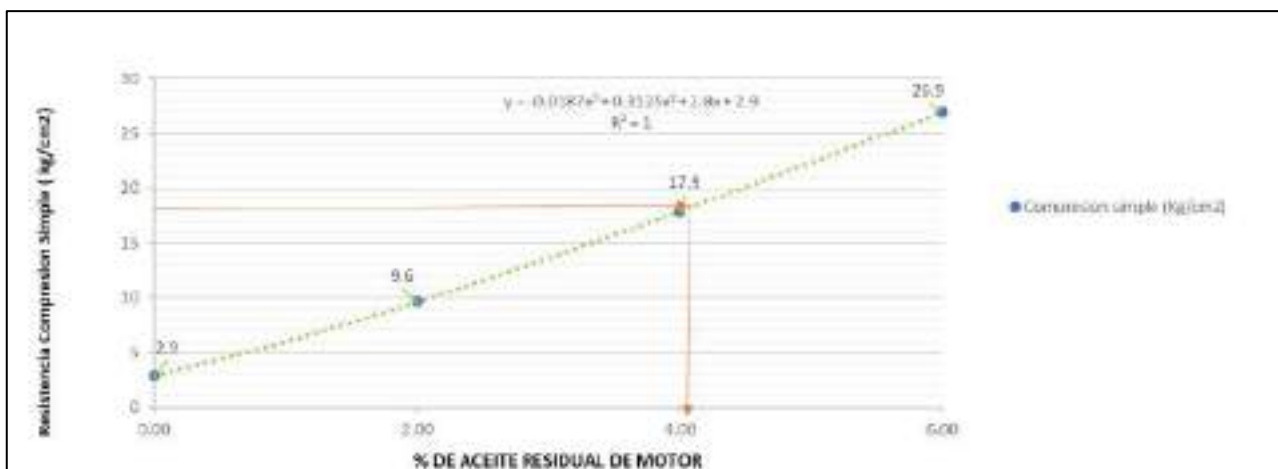
DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N°3			
IDENT.	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)	Compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )
M0	0.0	0.0	2.9
M1	2.0	77.0	9.6
M2	4.0	154.0	17.9
M3	6.0	231.0	26.9

Consideraciones	
Cantidad de muestra (Kg)	3.50
Densidad Aceite residual de motor (gr/cm <sup>3</sup> )	1.100

**Figura 17**

*Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°3 - Aceite residual de motor*



Con base en los resultados de resistencia a la compresión simple no confinada que se muestran en la *Tabla 23 y la Figura 17*, se puede determinar que los valores de resistencia a la compresión simple aumentan a medida que aumenta el volumen de aceite residual. Por lo tanto, el valor de compresión simple no confinada del pozo inestable C-3 es de 2,9 kg/cm<sup>2</sup>, y el valor de compresión simple no confinada del pozo C-3 después de agregar un 2 % de residuo de aceite de motor es de 9,6 kg/cm<sup>2</sup>. Kg/cm<sup>2</sup>, el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada para el pozo C-3 con 4% de residuo de aceite de motor es agregado 17,9 Kg/cm<sup>2</sup> y el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada para el último pozo C-3 es 17,9 Kg/cm<sup>2</sup> con 6% aceite de motor residual añadido Es de 26,9 Kg/cm<sup>2</sup>.

También cabe mencionar que el MTC recomienda un valor mínimo de 18 Kg/cm<sup>2</sup> en subsuelo estabilizado y se ha observado que este requisito se puede cumplir con la adición del 6% del aceite residual correspondiente. Ve al hoyo C-3.

Los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) con adiciones de ceniza de Ichu para la calicata C-4 se calicata a continuación:

**Tabla 24**

*Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°4 – Aceite residual de motor*

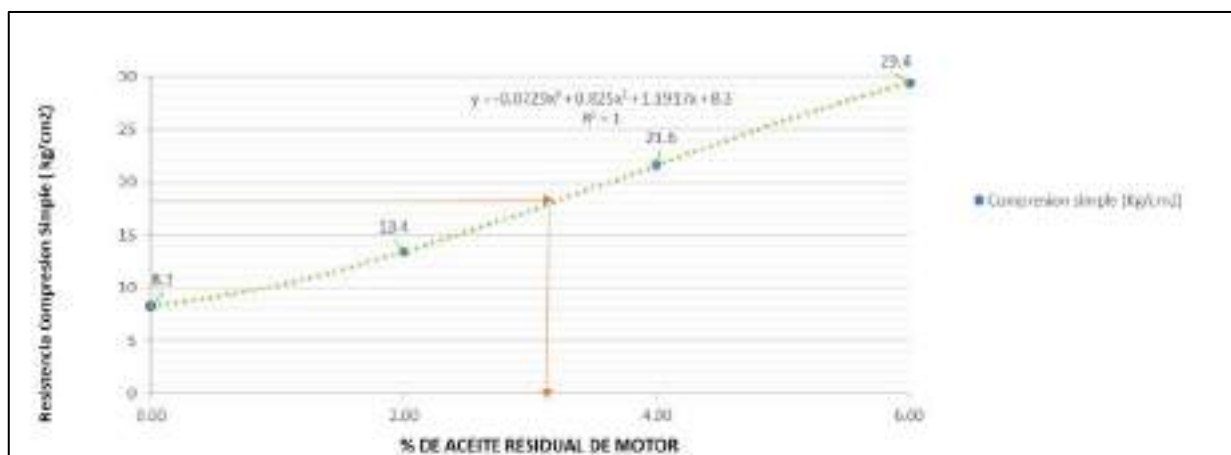
<b>DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 4</b>			
<b>IDENT.</b>	<b>ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)</b>	<b>ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)</b>	<b>Compresión simple (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M0	0.0	0.0	8.3
M1	2.0	77.0	13.4
M2	4.0	154.0	21.6
M3	6.0	231.0	29.4

<b>Consideraciones</b>	
Cantidad de muestra (Kg)	3.50
Densidad aceite residual de motor (gr/cm <sup>3</sup> )	1.100

**Figura 18**

*Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada del Calicata N°4 - Aceite residual de motor*



Con base en los resultados de resistencia a la compresión simple no confinada que se muestran en la *Tabla 24* y la *Figura 18*, se puede determinar que los valores de resistencia a la compresión simple aumentan a medida que aumenta el volumen de aceite residual. Por lo tanto, el valor de compresión simple no confinada del pozo inestable C-4 es de 8,3 kg/cm<sup>2</sup>, y el valor de compresión simple no confinada del pozo C-4 después de agregar 2% de residuos de aceite de motor es 13,4 kg/cm<sup>2</sup>. Kg/cm<sup>2</sup>, el valor de resistencia a la compresión simple no confinada del orificio C-4 después de agregar un 4 % de aceite de motor residual es de 21,6 Kg/cm<sup>2</sup> y el valor final de la resistencia a la compresión simple no confinada del orificio C-4 es de 21,6 Kg/cm<sup>2</sup> después de un 6 % de aceite de motor restante es de 29,4 Kg/cm<sup>2</sup>.

También cabe mencionar que el MTC recomienda un valor mínimo de 18 kg/cm<sup>2</sup> para subsuelo estabilizado y se ha observado que en este caso es suficiente la adición de 4% y 6% de aceite residual. Similar al pozo de prueba C-4.

#### **4.3.3. Ensayos de capacidad de soporte los grupos de control A**

Los resultados del ensayo de capacidad de soporte - CBR (MTC E 132) para la calicata C-1 con adiciones de ceniza de Ichu se presenta a continuación:

**Tabla 25**

*Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu*

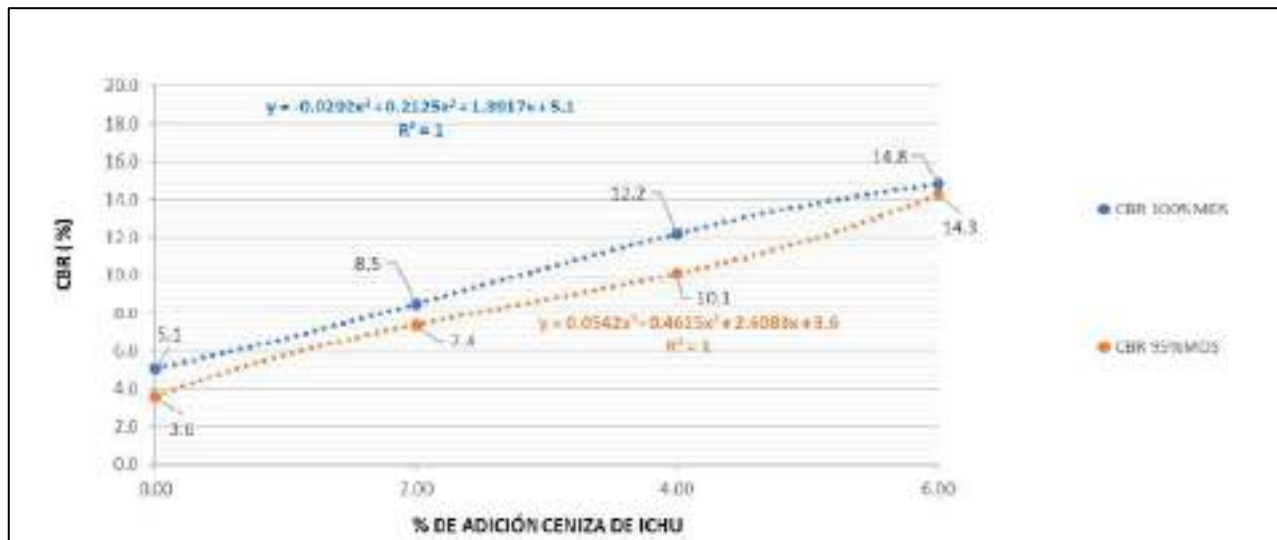
DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 1				
IDENT.	CENIZA DE ICHU (%)	CENIZA DE ICHU (gr/m3)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
M0	0.0	0.0	5.1	3.6
M1	2.0	77.8	8.5	7.4
M2	4.0	155.6	12.2	10.1
M3	6.0	233.3	14.8	14.3

Consideraciones		
OCH	24.10	%
MDS	1.655	Tn/m3

**Figura 19**

*Tendencia del valor del CBR – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu*



Con base en los resultados de CBR obtenidos observados en la *Tabla 25* y la *Figura 19*, se prolongará que el porcentaje de CBR aumentó con el aumento en la cantidad de ceniza de Ichu. considerando que el valor CBR del pozo C-1 no estabilizado es 3.6% al 95% MDS y 5.1% al 100% MDS, el valor CBR para el pozo C-1 con 2% de ceniza Ichu agregada al 95% MDS es 7.4% , 8,5% . al 100 % de MDS, 10,1 % de CBR del pozo C-1 con 4 % de ceniza de Ichu agregada 95 % de MDS, 12,2 % al 100 % de MDS, 6 % de ceniza de Ichu agregada al final del pozo C-1, el valor de CBR es 14,3 % para MDS del 95% y 14,8% para MDS del 100%.

Según Manual Vial del MTC, Sección Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Capítulo 3, 3.3. subsección, la base del camino indica que el suelo apropiado y estable tiene un CBR  $\geq 6\%$ , si se tendrá en cuenta el suelo base CBR  $< 6\%$ . subsuelo insuficiente o inadecuado. En resumen, este estudio cumple con las

condiciones de  $CBR \geq 6\%$  y el contenido de ceniza de Ichu es mayor o igual a 1,11%.

Los resultados del ensayo de capacidad de soporte - CBR (MTC E 132) para la calicata C-3 con adiciones de ceniza de Ichu se presenta a continuación:

**Tabla 26**

*Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu*

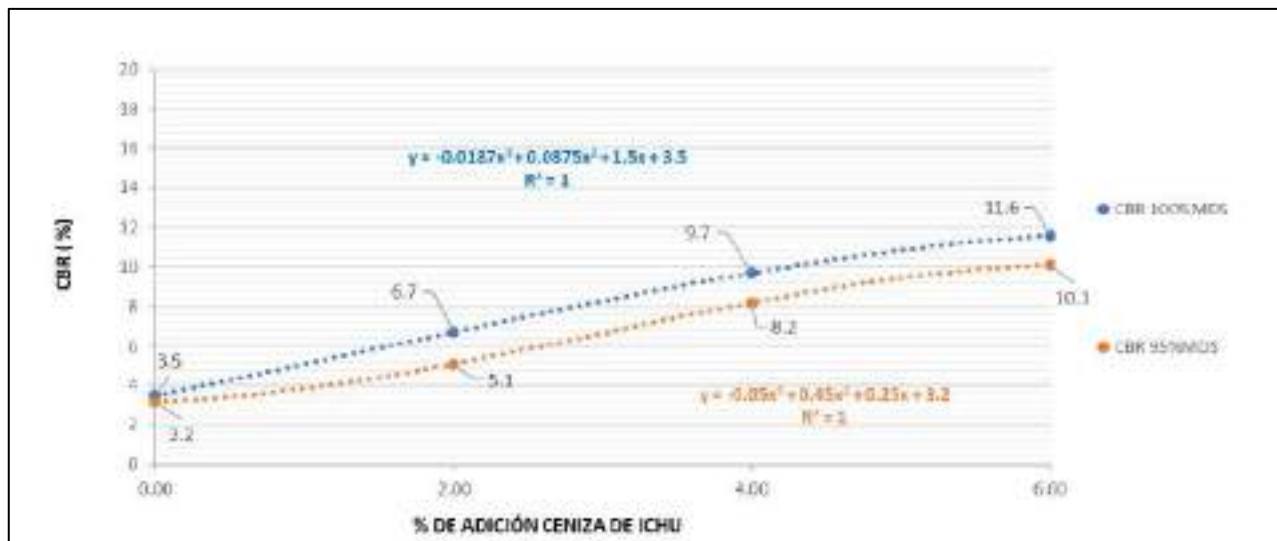
DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 3				
IDENT.	CENIZA DE ICHU (%)	CENIZA DE ICHU (gr/m3)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
M0	0.0	0.0	3.5	3.2
M1	2.0	77.8	6.7	5.1
M2	4.0	155.6	9.7	8.2
M3	6.0	233.3	11.6	10.1

Consideraciones		
OCH	21.70	%
MDS	1.573	Tn/m3

**Figura 20**

*Tendencia del valor del CBR – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu*



Con base en los resultados de CBR observados en la *Tabla 26* y la *Figura 20*, se prolonga que el valor porcentual de CBR aumenta con el aumento de ceniza de Ichu. considerando que el valor CBR del pozo C-3 sin estabilizar es 3.2% al 95% MDS y 3.5% al 100% MDS, el valor CBR del pozo C-3 con 2% de ceniza Ichu añadida es 5.1% al 95% MDS, 6,7% en MDS. 100 % MDS, 8,2 % CBR del pozo C-3 con 4 % de ceniza de Ichu agregada al 95 % de MDS, 9,7 % al 100 % de

MDS, 6 % de Ichu agregado en el pozo C-3, valor de CBR de 10,1 % con MDS 95 % y 11,6% con SMD 100%.

También de acuerdo al Apartado 3.3 de la Sección III, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Manual Vial del MTC. la base de la carretera de subdivisión significa que el suelo adecuado y estable es suelo con  $CBR \geq 6$  % si la subrasante  $CBR < 6$  %. se considerará subsuelo inadecuado o subsuelo inadecuado. Con base en lo anterior, la condición de  $CBR \geq 6\%$  en este estudio corresponde al consumo de ceniza de Ichu mayor o igual a 2.59%.

Finalmente, los resultados del ensayo de capacidad de soporte - CBR (MTC E 132) para la calicata C-4 con adiciones de ceniza de Ichu se presenta a continuación:

**Tabla 27**

*Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu*

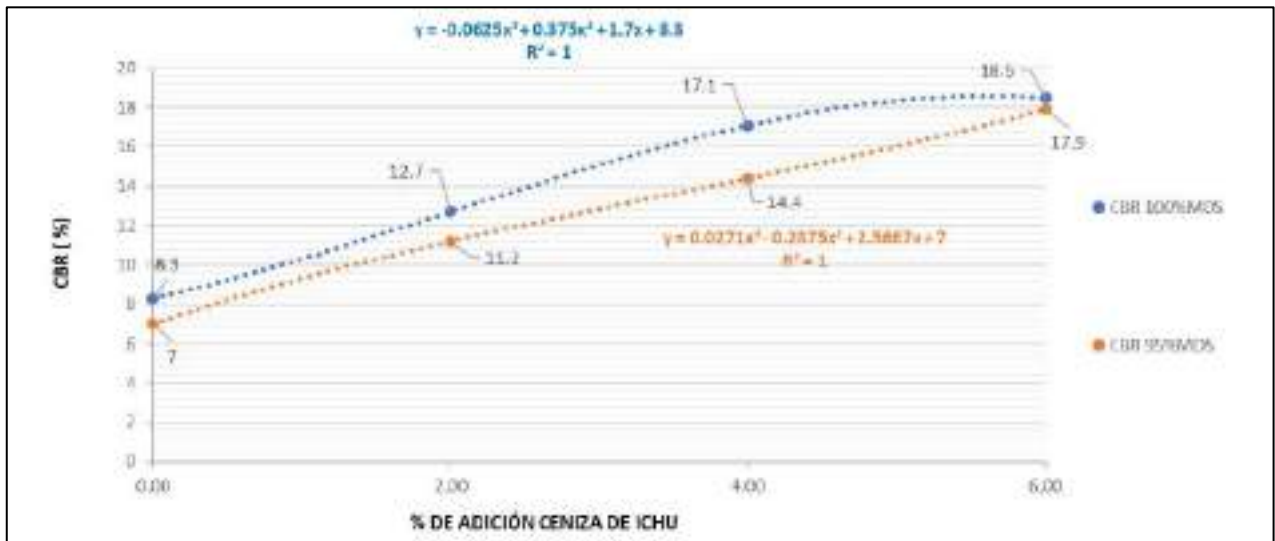
<b>DOSIFICACION CON CENIZA DE ICHU MUESTRA N° 4</b>				
<b>IDENT.</b>	<b>CENIZA DE ICHU (%)</b>	<b>CENIZA DE ICHU (gr/m3)</b>	<b>CBR 100%MDS</b>	<b>CBR 95%MDS</b>
M0	0.0	0.0	8.3	7.0
M1	2.0	77.8	12.7	11.2
M2	4.0	155.6	17.1	14.4
M3	6.0	233.3	18.5	17.9

<b>Consideraciones</b>		
OCH	19.30	%
MDS	1.482	Tn/m3

**Figura 21**

*Tendencia del valor del CBR – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu*



Con base en los resultados de CBR obtenidos observados en la *Tabla 27* y la *Figura 21*, se prolongará que el porcentaje de CBR aumentó con el aumento en la cantidad de ceniza de Ichu. Mientras que el valor de CBR del Pozo C-4 sin estabilizar al 95 % de MDS es del 7,0 %, al 100 % de MDS es del 8,3 %, el valor de CBR del Pozo C-4 con 2 % de Ichuash agregado al 95 % de MDS es del 11,2 %, MDS del 100 %. para 12.7%, fosa C-4 con 4% de ceniza Ichu adicionado el valor de CBR es 14.4% para 95% MDS y 17.1% para 100% MDS, finalmente MDS fosa C-4 con 6% ceniza Ichu adicionado. El valor de CBR es 17,9% al 95% y 18,5% al 100% MDS.

También de acuerdo al Apartado 3.3 de la Sección III, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Manual Vial del MTC. la base de la carretera de subdivisión significa que el suelo adecuado y estable es suelo con  $CBR \geq 6$  % si la subrasante  $CBR < 6$  %. se considerará subsuelo inadecuado o subsuelo inadecuado. Con base en lo anterior, la condición de  $CBR \geq 6\%$  en este estudio corresponderá a la condición de que el consumo de ceniza de Ichu sea mayor o igual a 0,0%.

#### **4.3.4. Ensayos de capacidad de soporte los grupos de control B**

Los resultados del ensayo de capacidad de soporte - CBR (MTC E 132) para la calicata C-1 con adiciones de aceite residual de motor se presenta a continuación:



**Tabla 28**

*Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°1 – Aceite residual de motor*

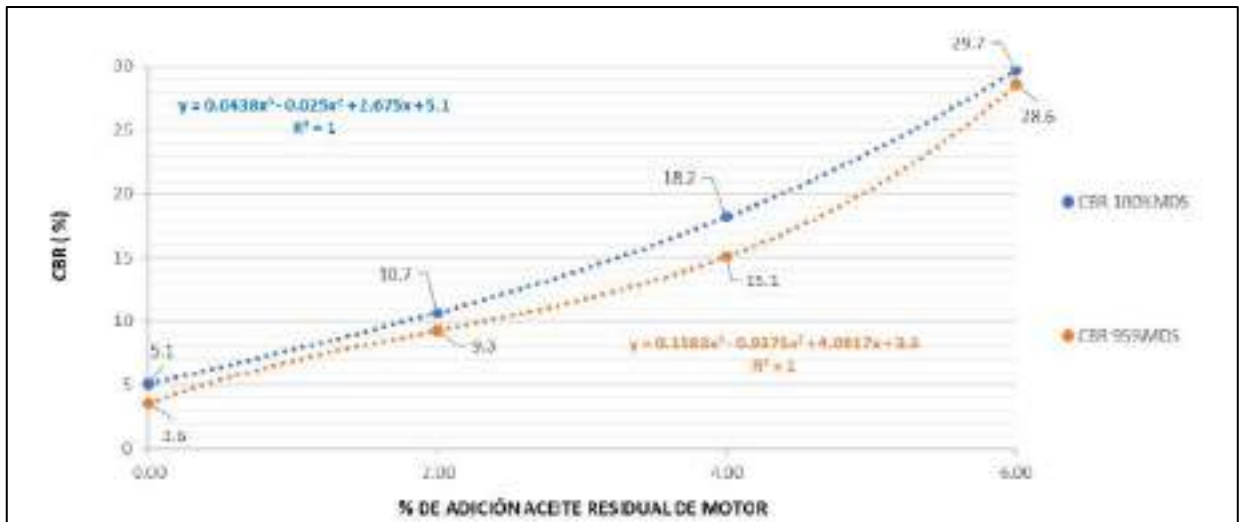
DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 1				
IDENT.	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
M0	0.0	0.0	5.1	3.6
M1	2.0	374.0	10.7	9.3
M2	4.0	748.0	18.2	15.1
M3	6.0	1122.0	29.7	28.6

Consideraciones		
Cantidad de muestra	17.0	Kg.
Densidad ARM	1.1	gr/cm3

**Figura 22**

*Tendencia del valor del CBR – Calicata N°1 – Aceite residual de motor*



Con base en los resultados de CBR obtenidos observados en la *Tabla 28* y la *Fig. 22*, se limitará que el valor porcentual de CBR aumente con la cantidad de aceite residual. Suponiendo un valor de CBR de 3,6 % para el pozo C-1 no estabilizado con 95 % de MDS y 5,1 % con 100 % de MDS, el valor de CBR para el pozo C-1 con 2 % de aceite residual agregado es 95 % de MDS 9,3 %, 100 % de MDS es 10,7 %, el pozo C-1 agrega 4 % de aceite de motor residual, el valor de CBR es 15,1 % al 95 % de MDS y el valor de CBR al 100 % de MDS es 18,2 %, el tubo C-1 con 6 % de aceite residual al final agrega valores de CBR fueron 28,6% y 29,7% para 95% MDS y 100% SMD.

Según el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Capítulo 3, Sección 3.3 del Manual Vial del MTC. la base de la carretera de las subdivisiones indica que el suelo adecuado y estable tiene CBR  $\geq 6\%$ , si se tendrá en cuenta el suelo base CBR  $< 6\%$ . subsuelo insuficiente o inadecuado. En resumen, este estudio cumple con la condición de CBR  $\geq 6\%$ , y la cantidad restante de aceite de motor es mayor o igual a 0,68%.

Los resultados del ensayo de capacidad de soporte - CBR (MTC E 132) para la calicata C-3 con adiciones de aceite residual de motor se presenta a continuación:

**Tabla 29**

*Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°3 – Aceite residual de motor*

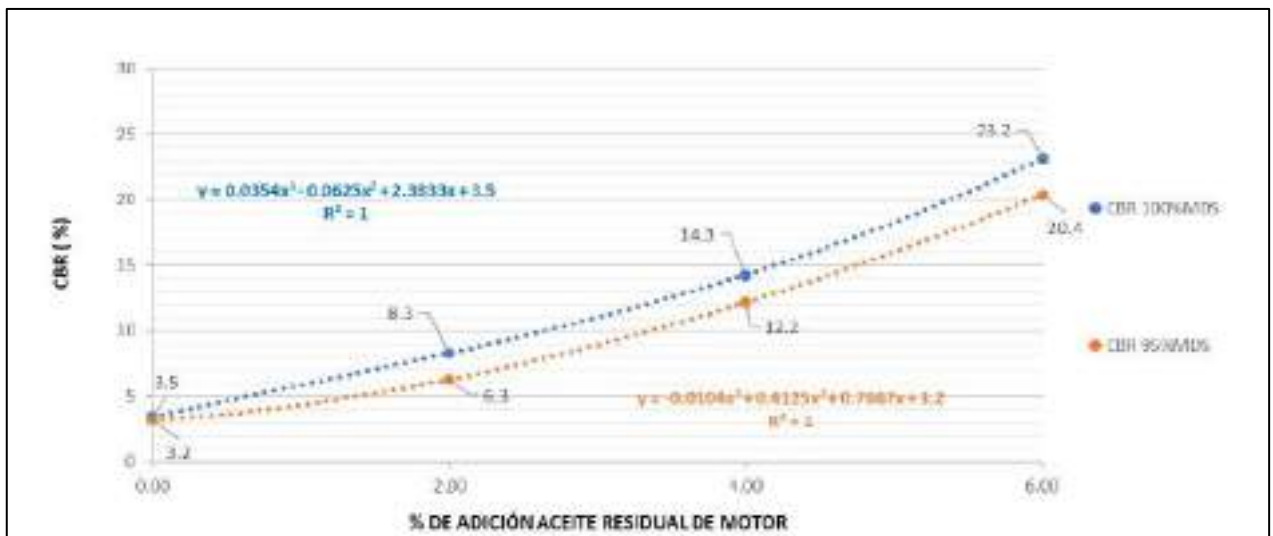
DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 3				
IDENT.	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
M0	0.0	0.0	3.5	3.2
M1	2.0	374.0	8.3	6.3
M2	4.0	748.0	14.3	12.2
M3	6.0	1122.0	23.2	20.4

Consideraciones		
Cantidad de muestra	17.0	Kg.
Densidad ARM	1.1	gr/cm3

**Figura 23**

*Tendencia del valor del CBR – Calicata N°3 – Aceite residual de motor*



Con base en los resultados de CBR obtenidos observados en la *Tabla 29* y la *Figura 23*, se prolongará que el valor porcentual de CBR aumenta con la cantidad de aceite residual. Suponiendo un CBR de 3,2% para el tajo C-3 no estabilizado al 95% de MDS y 3,5% al 100% de MDS y 95% para el tajo C-3 con 2% de aceite residual. MDS al 100 % es 6,3 %, MDS al 100 % es 8,3 %, CBR al 95 %, MDS es 12,2 % con la adición de un 4 % de aceite de motor residual en el pozo C-3, y CBR al 100 %, MDS es 14, At 3% MDS, finalmente agregando C-3 al tubo con 6% de aceite residual, los valores de CBR fueron 20,4% y 23,6% al 95% MDS y 100% SMD.

También de acuerdo con el Numeral 3.3 de la Sección III del Manual Vial de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC. la base de la carretera de subdivisión significa que el suelo adecuado y estable es suelo con  $CBR \geq 6$  % si la subrasante  $CBR < 6$  %. se considerará subsuelo inadecuado o subsuelo inadecuado. En resumen, este estudio cumple con la condición de  $CBR \geq 6\%$ , y el aceite residual es mayor o igual a 1,87%.

Finalmente, los resultados del ensayo de capacidad de soporte - CBR (MTC E 132) para la calicata C-4 con adiciones de aceite residual de motor se presenta a continuación:

**Tabla 30**

*Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°4 – Aceite residual de motor*

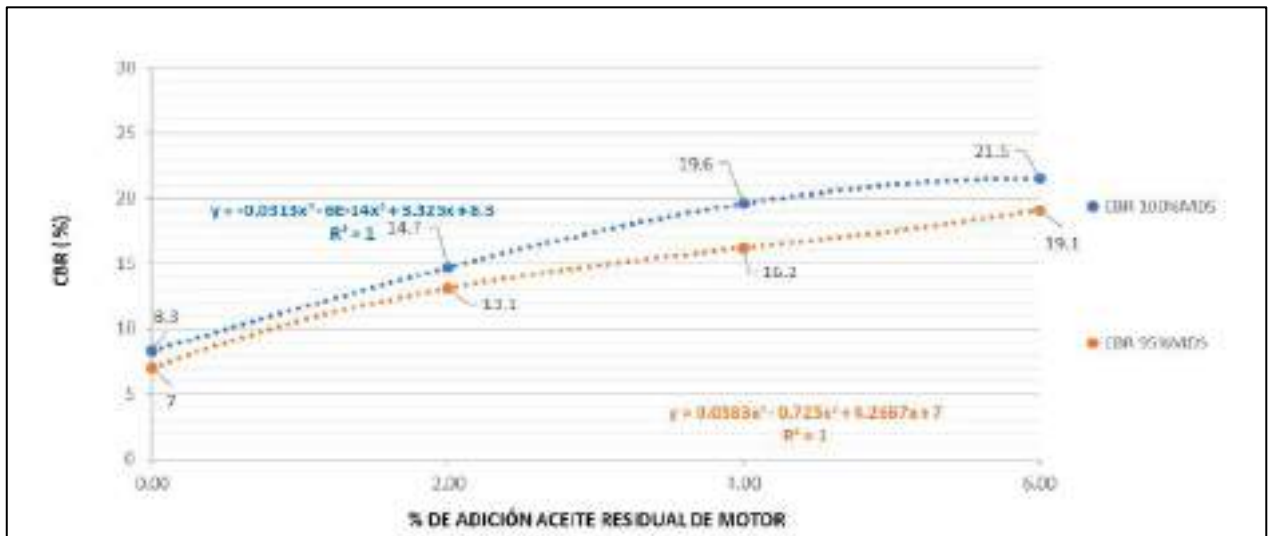
<b>DOSIFICACION CON ACEITE RESIDUAL DE MOTOR MUESTRA N° 4</b>				
<b>IDENT.</b>	<b>ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)</b>	<b>ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (mlt)</b>	<b>CBR 100%MDS</b>	<b>CBR 95%MDS</b>
M0	0.0	0.0	8.3	7.0
M1	2.0	374.0	14.7	13.1
M2	4.0	748.0	19.6	16.2
M3	6.0	1122.0	21.5	19.1

<b>Consideraciones</b>		
Cantidad de muestra	17.0	Kg.
Densidad ARM	1.1	gr/cm3

**Figura 24**

*Tendencia del valor del CBR – Calicata N°4 – Aceite residual de motor*



Con base en los resultados de CBR obtenidos observados en la *Tabla 30* y la *Figura 24*, se prolongará que el valor porcentual de CBR aumenta con la cantidad de aceite residual. Suponiendo un CBR del tajo C-4 no estabilizado de 7,0% a 95% MDS y 8,3% a 100% MDS, el CBR del tajo C-4 con 2% de aceite residual es 95%. 13,1 %, 100 % MDS es 14,7 %, pozo C-4 más 4 % de aceite residual del motor es 95 % MDS es 16,2 %, 100 % valor CBR MDS es 19,6 % y finalmente agregó 6 % de aceite residual del motor en el tubo C-4 tiene un valor de CBR de 19,1 % al 95 % de MDS y de 21,5 % al 100 % de MDS.

También de acuerdo con el Numeral 3.3 de la Sección III del Manual Vial de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC. la base de la carretera de subdivisión significa que el suelo adecuado y estable es suelo con  $CBR \geq 6$  % si la subrasante  $CBR < 6$  %. se considerará subsuelo inadecuado o subsuelo inadecuado. En resumen, este estudio cumple con la condición de  $CBR \geq 6\%$ , y la cantidad restante de aceite de motor es mayor o igual a 0,0%.

#### **4.4. Dosificación óptima de adición de ceniza de Ichu y aceite residual de motor para el mejoramiento de la subrasante**

##### **4.4.1. Dosificación óptima de ceniza de Ichu para el mejoramiento de la subrasante**

Para determinar la dosis óptima de ceniza volante para la mejora del subsuelo, hemos basado en el parámetro de resistencia especificado por el MTC: un CBR mayor o igual al 6% corresponde a un suelo apto. Por lo tanto, se muestran los siguientes resultados:

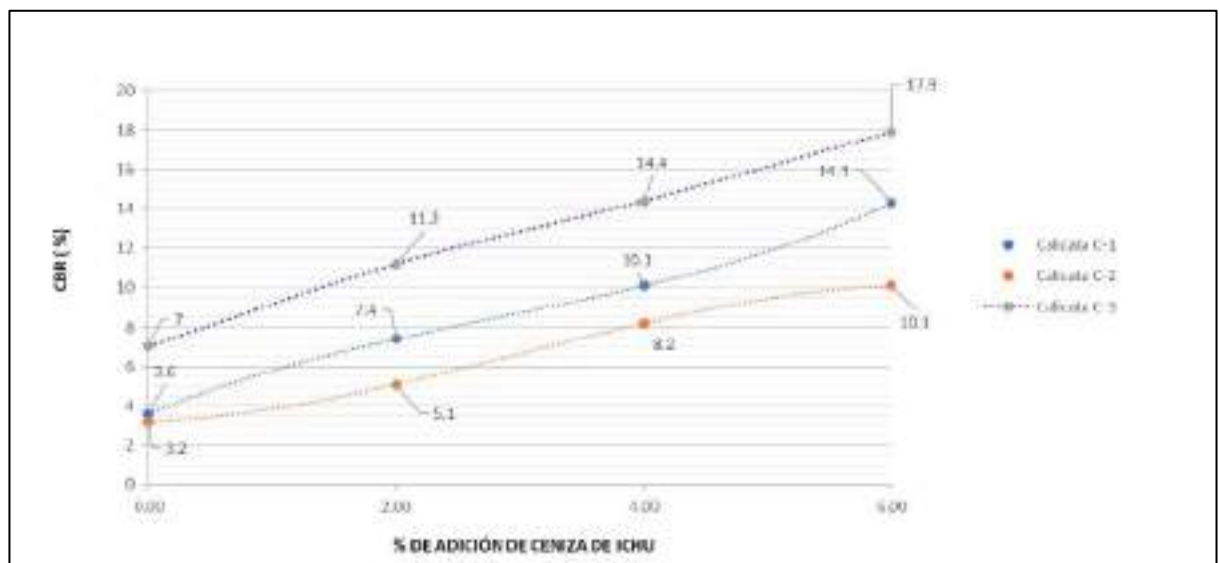
**Tabla 31**

*CBR al 95% de la MDS de las calicatas analizadas – Ceniza de Ichu*

IDENT.	CENIZA DE ICHU (%)	CBR 95%MDS
Calicata C-1	0.0	3.6
	2.0	7.4
	4.0	10.1
	6.0	14.3
Calicata C-3	0.0	3.2
	2.0	5.1
	4.0	8.2
	6.0	10.1
Calicata C-4	0.0	7.0
	2.0	11.2
	4.0	14.4
	6.0	17.9

**Figura 25**

*Tendencia del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Calicata N°3 – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu*



De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba CBR al 95% MDS, se puede ver que para cumplir con la condición MTC, el CBR debe ser mayor o igual al 6% para aceptar el rumbo de la carretera. La dosis es del 2,59%. , la dosificación mínima de cenizas en la fosa C-4 es del 0%. Según la norma, estas tres dosis son los porcentajes más bajos de CBR. Sin embargo, para este estudio se consideraron dosis añadidas de 0%, 2%, 4% y 6% de ceniza de Ichu para cumplir con los porcentajes mínimos de las flores CBR, 2%, 4% y 6% añadidas para el pozo C -1. Agregar 4% y 6% a la fosa C-3, respectivamente, y finalmente la fosa C-4 alcanza una dosis de 0%, 2%, 4% y

6%. Este estudio concluyó que la dosis óptima de ceniza de Ichu para el mejoramiento del suelo fue del 6%.

#### 4.4.2. Dosificación óptima de aceite residual de motor para el mejoramiento de la subrasante

Para determinar la cantidad óptima de aceite residual en el refuerzo de firme, nos hemos basado en el parámetro de resistencia especificado por el MTC: un CBR mayor o igual al 6% corresponde a una cantidad suficiente de suelo. Por lo tanto, se muestran los siguientes resultados:

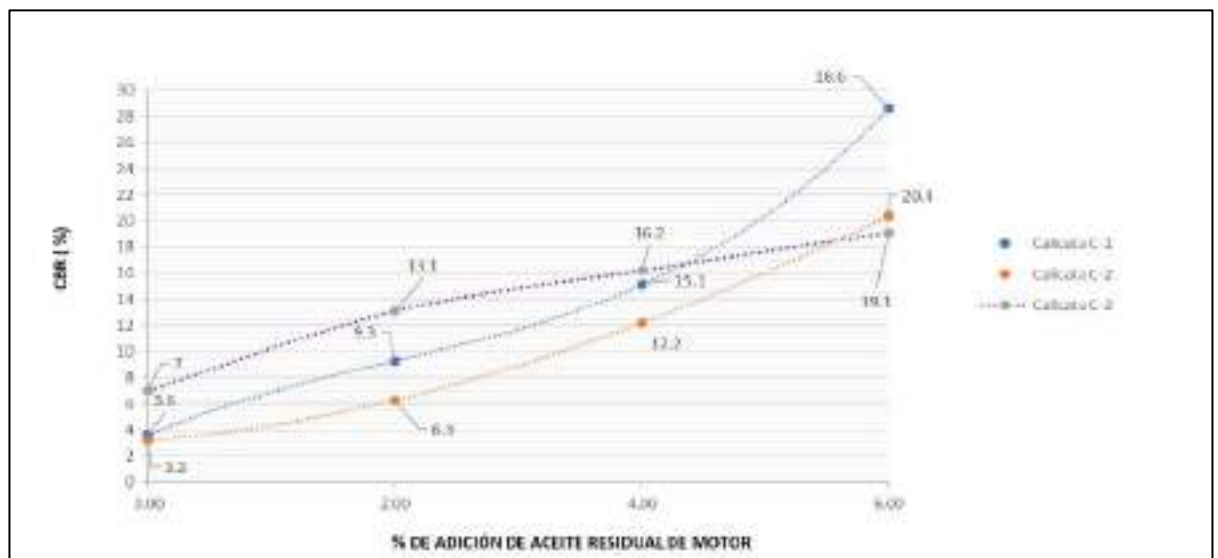
**Tabla 32**

*CBR al 95% de la MDS de las calicatas analizadas – Aceite residual de motor*

IDENT.	ACEITE RESIDUAL (%)	CBR 95%MDS
Calicata C-1	0.0	3.6
	2.0	9.3
	4.0	15.1
	6.0	28.6
Calicata C-3	0.0	3.2
	2.0	6.3
	4.0	12.2
	6.0	20.4
Calicata C-4	0.0	7
	2.0	13.1
	4.0	16.2
	6.0	19.1

**Figura 26**

*Tendencia del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Calicata N°3 – Calicata N°4 – Aceite residual de motor*



A partir de los resultados de la prueba 95% MDS CBR, se puede ver que para cumplir con las condiciones MTC, el CBR debe ser mayor o igual al 6% para aceptar la superficie de la carretera y la cantidad mínima de motor residual. el aceite en el pozo C-1 debe ser 0.68% y el aceite residual en el pozo C-3 debe ser el mínimo. La cantidad de aumento es de 1,87% y la cantidad mínima de aceite residual de motor en el pozo C-4 es de 0%, lográndose el porcentaje más bajo de las tres dosificaciones de CBR según norma. Sin embargo, para este estudio, se consideraron dosificaciones de aceite residual de 0%, 2%, 4% y 6% para cumplir con los porcentajes mínimos de CBR del código, se agregaron 2%, 4% y 6% al pozo C- 1; C-3 pit sumó 2%, 4% y 6% respectivamente y finalmente C-4 pit correspondió a dosis 0%, 2%, 4% y 6%. Este estudio concluyó que la tasa óptima de adición de aceite de motor residual para la mejora del suelo es del 6%.

#### 4.5. Análisis estadístico de resultados

A continuación se muestran los resultados promedios para cada uno de los ensayos realizados, teniendo en cuenta las calicatas C-01, C-02 y C-03 para los grupos de control A (con adición de un % de ceniza de ichu) y grupo de control B (con adición de un % de aceite residual de motor).

##### 4.5.1. Ensayos de compactación ( Proctor modificado)

##### Grupo de control A

**Tabla 33**

*Resultados promedios de proctor modificado para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de ceniza de ichu*

CENIZA DE ICHU (%)	CALICATA	MDS (Tn/m3)	OCH (%)	PROMEDIO	VARIANZA	D.ESTANDAR
0%	C-01	1.669	23.3	MDS=1.575 OCH=21.4	MDS=0.01 OCH=4.05	MDS=0.09 OCH=2.01
	C-03	1.573	21.7			
	C-04	1.482	19.3			
2%	C-01	1.610	24.5	MDS=1.514 OCH=22.5	MDS=0.01 OCH=5.20	MDS=0.08 OCH=2.28
	C-03	1.468	22.9			
	C-04	1.464	20.0			
4%	C-01	1.596	27.1	MDS=1.497 OCH=24.6	MDS=0.01 OCH=4.81	MDS=0.09 OCH=2.19
	C-03	1.445	23.7			
	C-04	1.450	23.0			
6%	C-01	1.578	29	MDS=1.348 OCH=28.1	MDS=0.06 OCH=0.90	MDS=0.24 OCH=0.95
	C-03	1.101	27.1			
	C-04	1.364	28.1			

## Grupo de control B

**Tabla 34**

*Resultados promedios de proctor modificado para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de aceite residual de motor.*

ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	CALICATA	MDS (Tn/m3)	OCH (%)	PROMEDIO	VARIANZA	D.ESTANDAR
0%	C-01	1.669	23.3	MDS=1.575 OCH=21.4	MDS=0.01 OCH=4.05	MDS=0.09 OCH=2.01
	C-03	1.573	21.7			
	C-04	1.482	19.3			
2%	C-01	1.600	25.3	MDS=1.534 OCH=23.1	MDS=0.01 OCH=3.54	MDS=0.08 OCH=1.88
	C-03	1.554	22.2			
	C-04	1.449	21.9			
4%	C-01	1.581	28.3	MDS=1.485 OCH=25.7	MDS=0.01 OCH=6.10	MDS=0.09 OCH=2.47
	C-03	1.474	25.3			
	C-04	1.400	23.4			
6%	C-01	1.566	29.7	MDS=1.466 OCH=28.4	MDS=0.01 OCH=1.84	MDS=0.09 OCH=1.36
	C-03	1.452	27.0			
	C-04	1.379	28.6			

## 4.5.2. Ensayos de resistencia a la compresión simple

### Grupo de control A

**Tabla 35**

*Resultados promedios de resistencia a la compresión simple para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de ceniza de ichu.*

CENIZA DE ICHU (%)	CALICATA	Compresión simple (Kg/cm2)	PROMEDIO	VARIANZA	D.ESTANDAR
0%	C-01	6.0	5.7	7.34	2.71
	C-03	2.9			
	C-04	8.3			
2%	C-01	9.2	9.2	5.76	2.40
	C-03	6.8			
	C-04	11.6			
4%	C-01	17.3	16.9	3.73	1.93
	C-03	14.8			
	C-04	18.6			



	C-01	25.8			
6%	C-03	21.1	24	6.43	2.54
	C-04	25.1			

### Grupo de control B

**Tabla 36**

*Resultados promedios de resistencia a la compresión simple para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de aceite residual de motor.*

ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	CALICATA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	VARIANZA	D.ESTANDAR
0%	C-01	6.0	5.7	7.34	2.71
	C-03	2.9			
	C-04	8.3			
2%	C-01	11.8	11.6	3.64	1.91
	C-03	9.6			
	C-04	13.4			
4%	C-01	19.1	19.5	3.56	1.89
	C-03	17.9			
	C-04	21.6			
6%	C-01	28.7	28.3	1.66	1.29
	C-03	26.9			
	C-04	29.4			

### 4.5.3. Ensayo de capacidad de soporte (CBR)

#### Grupo de control A

**Tabla 37**

*CBR promedio para para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de ceniza de ichu.*

CENIZA DE ICHU (%)	CALICATA	CBR 95%MDS	PROMEDIO	VARIANZA	D.ESTANDAR
0%	C-01	3.6	4.6	4.6	2.09
	C-03	3.2			
	C-04	7			
2%	C-01	7.4	7.9	9.49	3.08
	C-03	5.1			
	C-04	11.2			
4%	C-01	10.1	10.9	10.09	3.18
	C-03	8.2			

	C-04	14.4			
	C-01	14.3			
6%	C-03	10.1	14.1	15.24	3.90
	C-04	17.9			

## Grupo de control B

**Tabla 38**

*CBR promedio para para porcentajes de adición de 0,2, 4 y 6% de aceite residual de motor.*

ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (%)	CALICATA	CBR 95%MDS	PROMEDIO	VARIANZA	D.ESTANDAR
0%	C-01	3.6			
	C-03	3.2	4.6	4.36	2.09
	C-04	7			
2%	C-01	9.3			
	C-03	6.3	9.6	11.61	3.41
	C-04	13.1			
4%	C-01	15.1			
	C-03	12.2	14.5	4.27	2.07
	C-04	16.2			
6%	C-01	28.6			
	C-03	20.4	22.7	26.53	5.15
	C-04	19.1			

### 4.6. Material alternativo idóneo en la estabilización de subrasante

En base a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con anterioridad se obtuvo que las dosificaciones óptimas en la estabilización de subrasantes utilizando como material alternativo ceniza de Ichu en un 6% y aceite residual de motor en un 6%, por lo que se utilizará estas dosificaciones para realizar una comparación técnica y económica de dichos materiales.

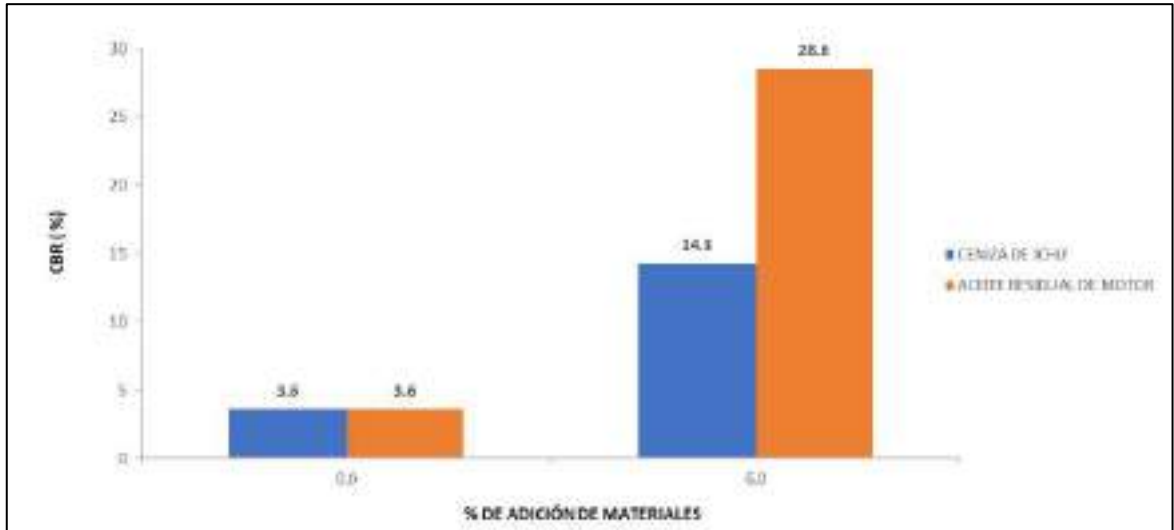
#### 4.6.1. Análisis técnico de los materiales estabilizantes de la subrasante

Para poder realizar la comparación técnica de la ceniza de Ichu y aceite residual como materiales estabilizantes en la subrasante nos basamos en los resultados de la capacidad de soporte (% CBR) con las dosificaciones óptimas de

ceniza de Ichu y aceite residual al 6%. A continuación, se muestran dichos resultados.

### Figura 27

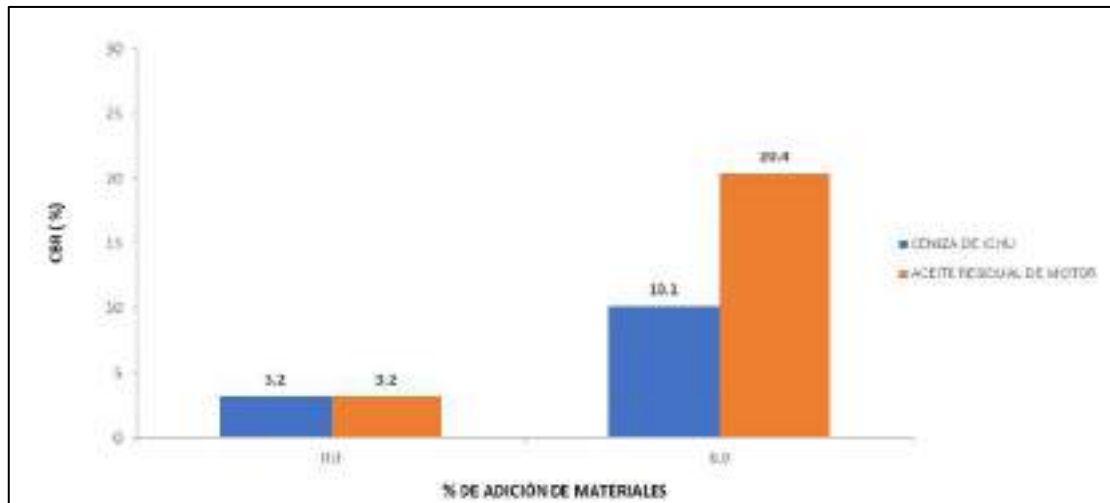
*Comparación del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Ceniza de Ichu – Aceite residual de motor*



En la figura anterior se puede observar que el mejoramiento de la subrasante de la calicata C-1 con la adición de 6% de ceniza de Ichu tiene un valor de 14.3% CBR al 95% de la MDS, lo que en porcentajes representa a un incremento del 297% con respecto a la muestra sin estabilizar. Asimismo, se observar, que el mejoramiento de la subrasante con la adición de 6% de aceite residual de motor tiene un valor de 28.6% CBR al 95% de la MDS, lo que en porcentajes representa a un incremento del 694% con respecto a la muestra sin estabilizar. Finalmente, se puede observar que en contraste existe una diferencia de 397% a favor del aceite residual de motor con respecto a la ceniza de Ichu en el mejoramiento de la subrasante.

## Figura 28

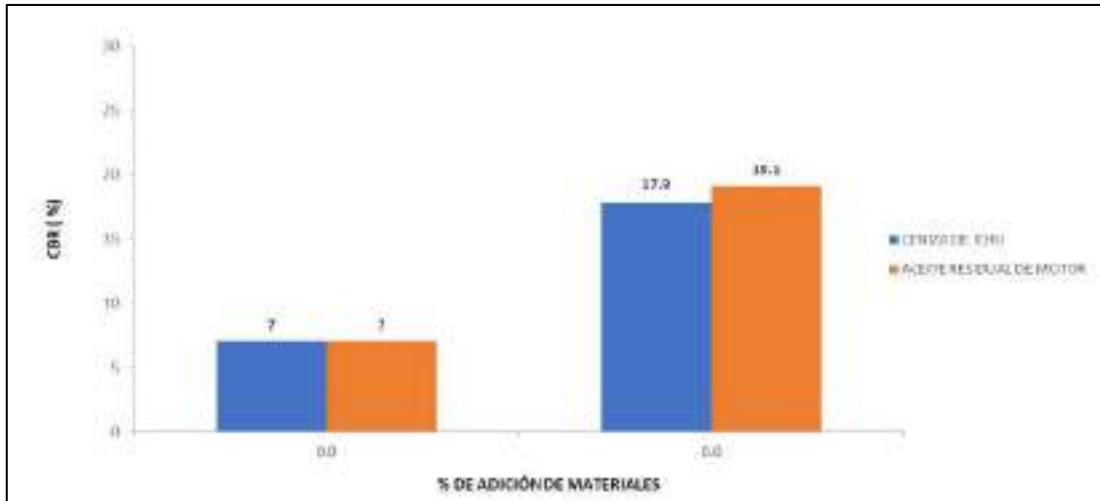
Comparación del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°3 – Ceniza de Ichu – Aceite residual de motor



En la figura anterior se puede observar que el mejoramiento de la subrasante de la calicata C-2 con la adición de 6% de ceniza de Ichu tiene un valor de 10.1% CBR al 95% de la MDS, lo que en porcentajes representa a un incremento del 215.63% con respecto a la muestra sin estabilizar. Asimismo, se observar, que el mejoramiento de la subrasante con la adición de 6% de aceite residual de motor tiene un valor de 20.4% CBR al 95% de la MDS, lo que en porcentajes representa a un incremento de 537.50% con respecto a la muestra sin estabilizar. Finalmente, se puede observar que en contraste existe una diferencia de 381.27% a favor del aceite residual de motor con respecto a la ceniza de Ichu en el mejoramiento de la subrasante.

**Figura 29**

*Comparación del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°4 – Ceniza de Ichu – Aceite residual de motor*



En la figura anterior se puede observar que el mejoramiento de la subrasante de la calicata C-3 con la adición de 6% de ceniza de Ichu tiene un valor de 17.9% CBR al 95% de la MDS, lo que en porcentajes representa a un incremento del 155.71% con respecto a la muestra sin estabilizar. Asimismo, se observar, que el mejoramiento de la subrasante con la adición de 6% de aceite residual de motor tiene un valor de 19.1% CBR al 95% de la MDS, lo que en porcentajes representa a un incremento de 172.86% con respecto a la muestra sin estabilizar. Finalmente, se puede observar que en contraste existe una diferencia de 17.15% a favor del aceite residual de motor con respecto a la ceniza de Ichu en el mejoramiento de la subrasante.

Por lo tanto, se concluye que el mejor material alternativo en el mejoramiento de la subrasante en el aspecto técnico es el aceite residual de motor ya que se observa diferencias significativas con respecto a la ceniza de Ichu.

#### **4.6.2. Análisis económico de los materiales estabilizantes de la subrasante**

En la siguiente tabla se observa el costo por metro cúbico del mejoramiento de subrasantes con afirmado, ceniza de ichu y aceite residual de motor.

**Tabla 39***Costo por m3 del mejoramiento de subrasante*

Material	Unidad	Metrado	Costo (S/) Unitario por m3	Costo (S/) parcial por m3	Costo (S/) Total
Afirmado para subrasante	m3	1000	29.45	29,450.00	<b>29,450.00</b>
Subrasante existente + ceniza de Ichu	m3	1000	20.75	20,750.00	<b>20,750.00</b>
Subrasante existente + aceite residual de motor	m3	1000	22.80	22,800.00	<b>22,800.00</b>

En la *Tabla 33* se desarrolló el costo por m3 de material de reemplazo (afirmado) para el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante que se obtuvo como resultado por m3 un costo de S/ 29.45 soles y con la mezcla de ceniza de Ichu se obtuvo como resultado por m3 un costo de S/ 20.75 soles y con la mezcla de aceite residual de motor se obtuvo como resultado por m3 un costo de S/ 22.80 soles. Es por ello por lo que se recomienda la estabilización con ceniza de Ichu ya que se invierte un 29.54% menos que el método por material de reemplazo (afirmado).

Por lo tanto, se concluye que económicamente es más rentables utilizar ceniza de Ichu frente al aceite residual de motor.

#### **4.7. Prueba hipótesis**

Para probar la hipótesis propuesta, las muestras de los pozos de prueba c-1 y c-3 se compararon solo para cenizas volantes y aceite de motor en términos de compacidad y resistencia del lecho de la carretera, ensayando primero para determinar si tienen una distribución normal. por lo tanto, optamos por la prueba estadística SHAPIRO-WILK, ya que se utiliza para muestras menores de 50 ( $n < 50$ ), conociendo este dato, se procede a determinar el estadístico de prueba de conformidad de Pearson (si es normal y la variable es continua) y la conexión de Spearman (si no es normal y las variables están ordenadas).

##### **4.7.1. Prueba hipótesis para la compactación de la subrasante**

Con la finalidad de medir la influencia de la dosificación de ceniza de ichu y la dosificación de aceite residual de motor en la compactación de la subrasante se analizará la influencia de estos aditivos en la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) de la subrasante.

##### ***Máxima densidad seca (MDS)***

### **Muestra Calicata C-1 - Prueba de Normalidad**

- i. Se realizó el planteamiento de la normalidad  
H0: Los datos de la máxima densidad seca (MDS) tienen normalidad  
H1: Los datos de la máxima densidad seca (MDS) no tienen normalidad

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

- ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)
- iii. Elección de la prueba estadística.  
Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n<50$ )
- iv. Regla de decisión  
Si  $p\text{-valor}\leq 0.05\dots$  Se rechaza la hipótesis nula  
Si  $p\text{-valor}>0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 40**

*Pruebas de normalidad para la máxima densidad seca (MDS) – Calicata C-1*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
Máxima densidad seca (MDS)	,255	4	.	,911	4	,489

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que para la máxima densidad seca muestra un  $p\text{-valor}=0.489$  por lo que:

Si  $p\text{-valor}>0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

- v. Conclusión  
Los datos de máxima densidad seca en el pozo C-1 mostraron una distribución normal con un nivel de significancia del 5%. **Calicata c-1 - Contrastación de la hipótesis**

Dado que la prueba de normalidad demostró que los datos de densidad seca máxima (MDS) de las muestras del pozo c-1 seguían una distribución normal y las variables eran cuantitativamente continuas, se midió el grado de asociación o efecto de la adición de ceniza. Estadísticas de prueba de aceite

de motor en el lecho de la carretera utilizando el "coeficiente de conexiones de Pearson (r)"

- i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa  
 H0: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento de la MDS de la subrasante.  
 H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la MDS de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

Ha: hipótesis alternativa

- ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)
- iii. Elección de la prueba estadística.  
 Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson
- iv. Regla de decisión
 

Si p-valor $\leq$ 0.05...	Se rechaza la hipótesis nula
Si p-valor $>$ 0.05...	Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 41**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Máxima Densidad Seca – Calicata C-1*

<b>Correlaciones</b>		Máxima Densidad Seca
Dosificación de Ceniza de Ichu	Correlación de Pearson	-,949
	Sig. (bilateral)	,049
	N	4
Dosificación de Aceite Residual de Motor	Correlación de Pearson	-,845
	Sig. (bilateral)	,035
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un "r" de Pearson = -0.949 y un p-valor=0.049, asimismo respecto a la dosificación de Aceite Residual de Motor a se tiene un "r" de Pearson = -0.845 y un p-valor=0.035 por lo que:

Si p-valor  $\leq$  0.05...      Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la MDS de la subrasante.



Como  $-0.8 \leq r \leq -1$ , entonces tiene una relación muy alta

**v. Conclusión**

Existe evidencia estadística significativa de que las variables consumo de cenizas volantes y consumo de aceite residual tienen una correlación lineal inversa muy alta ( $r=-0.949$ ,  $r=-0.845$ ) con respecto al respectivo efecto de la máxima densidad seca del subsuelo.

**Calicata C-3 - Prueba de Normalidad**

**i. Se realizó el planteamiento de la normalidad**

H0: Los datos de la máxima densidad seca (MDS) tienen normalidad

H1: Los datos de la máxima densidad seca (MDS) no tienen normalidad

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

**ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)**

**iii. Elección de la prueba estadística.**

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n < 50$ )

**iv. Regla de decisión**

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05 \dots$  Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 42**

*Pruebas de normalidad para la máxima densidad seca (MDS) – Calicata C-3*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
Máxima densidad seca (MDS)	,254	4	.	,884	4	,357

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que la máxima densidad seca (MDS) muestra un  $p\text{-valor}=0.357$  por lo que:

Si  $p\text{-valor} > 0.05 \dots$  Se acepta la hipótesis nula

v. Conclusión

Los datos de la máxima densidad seca de la muestra de la calita C-3 presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

**Calicata C-3 -Contrastación de la hipótesis**

Dado que la prueba de normalidad indica que los datos de densidad seca máxima (MDS) de la muestra siguen una distribución normal y la variable es continuamente cuantitativa, se logró la prueba estadística "Coeficiente de conexión de Persona"

i. Se ejecuto el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H0: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento de la MDS de la subrasante.

H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la MDS de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05 \dots$  Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 43**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Máxima Densidad Seca – Calicata C-3*

Correlaciones		
		Máxima Densidad Seca
Dosificación de Ceniza de Ichu	Correlación de Pearson	-.966
	Sig. (bilateral)	.034

	N	4
Dosificación de Aceite Residual de Motor	Correlación de Pearson	-,901
	Sig. (bilateral)	,031
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un “r” de Pearson = -0.966 y un p-valor=0.034, asimismo respecto a la dosificación de aceite residual de motor a se tiene un “r” de Pearson = -0.901 y un p-valor=0.031 por lo que:

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la MDS de la subrasante.

Como  $-0.8 \leq r \leq -1$  , entonces tiene una influencia negativa muy alta

#### v. Conclusión

Existe evidencia estadística significativa de que las variables contenido de cenizas volantes y contenido de aceite residual tienen una relación lineal inversa muy alta ( $r=-0.966$ ,  $r=-0.901$ ) con el efecto respectivo de la máxima densidad seca del suelo.

### ***Óptimo contenido de humedad (OCH)***

#### ***Muestra Calicata C-1 - Prueba de Normalidad***

##### i. Se realizó el planteamiento de la normalidad

H0: Los datos del óptimo contenido de humedad (OCH) tienen normalidad

H1: Los datos del óptimo contenido de humedad (OCH) tienen normalidad

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

##### ii. Se trabajó con un nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)

##### iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n < 50$ )

##### iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor>0.05...

Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 44**

*Pruebas de normalidad para el óptimo contenido de humedad (OCH)– Calicata*

*C-1*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
Óptimo Contenido de Humedad	,255	4	.	,936	4	,631

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que para el óptimo contenido de humedad se muestra un p-valor=0.631 por lo que:

Si p-valor>0.05...

Se acepta la hipótesis nula

**v. Conclusión**

Los datos del óptimo contenido de humedad de la calicata C-1 presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

***Calicata C-1 -Contrastación de la hipótesis***

Dado que la prueba de normalidad mostró que las muestras del pozo C-1 siguieron una distribución normal de los datos de contenido óptimo de humedad (OCH) y la variable se cuantificó continuamente, se midió el grado de asociación o efecto de la humedad añadida. y aceite residual de la superficie de la carretera usando la estadística de prueba "Coeficiente de construcción de Pearson (r)".

**i. Se ejecuto el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa**

H0:La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento del OCH de la subrasante.

H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del OCH de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

Ha: hipótesis alternativa

**ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5%$  (0.05)**

**iii. Elección de la prueba estadística.**

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

iv. Regla de decisión

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor $>$ 0.05... Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 45**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Óptimo Contenido de Humedad – Calicata C-1*

<b>Correlaciones</b>		
		Óptimo contenido de Humedad
Dosificación de Ceniza de Ichu	Correlación de Pearson	,985
	Sig. (bilateral)	,015
	N	4
Dosificación de Aceite Residual de Motor	Correlación de Pearson	,836
	Sig. (bilateral)	,020
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un “r” de Pearson = 0.985 y un p-valor=0.15, asimismo respecto a la dosificación de Aceite Residual de Motor a se tiene un “r” de Pearson = 0.836 y un p-valor=0.020 por lo que:

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del OCH de la subrasante.

Como  $0.8 \leq r \leq 1$  , entonces tiene una relación muy alta

v. Conclusión

Existe evidencia estadísticamente significativa de que las variables contenido de ceniza de ichu y contenido de aceite residual tienen una correlación lineal muy alta ( $r=0.985$ ,  $r=0.836$ ) con el contenido óptimo de agua del suelo (OCH), respectivamente.

**Calicata C-3 - Prueba de Normalidad**

i. Se realizó el planteamiento de la normalidad

H0: Los datos de la máxima densidad seca (MDS) tienen normalidad

H1: Los datos de la máxima densidad seca (MDS) no tienen normalidad

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n<50$ )

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor}\leq 0.05\dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor}>0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

#### Tabla 46

*Pruebas de normalidad para el óptimo contenido de humedad (OCH)– Calicata C-3*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
Máxima densidad seca (MDS)	,268	4	.	,900	4	,431

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que el óptimo contenido de humedad (OCH) muestra un  $p\text{-valor}=0.431$  por lo que:

Si  $p\text{-valor}>0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

v. Conclusión

Los datos del óptimo contenido de humedad (OCH) de la muestra de la calita C-3 presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

#### **Calicata C-3-Contrastación de la hipótesis**

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos del óptimo contenido de humedad (OCH) y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de ceniza de ichu y aceite residual de motor en la subrasante mediante el estadístico de prueba de “Coeficiente de correlación (r) de Pearson”

i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H0: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento del OCH de la subrasante.

H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del OCH de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05$ ... Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 47**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Óptimo Contenido de Humedad – Calicata C-3*

<b>Correlaciones</b>		
		Óptimo Contenido de Humedad
Dosificación de Ceniza de Ichu	Correlación de Pearson	,969
	Sig. (bilateral)	,031
	N	4
Dosificación de Aceite Residual de Motor	Correlación de Pearson	,932
	Sig. (bilateral)	,021
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un "r" de Pearson = 0.969 y un  $p\text{-valor}=0.031$ , asimismo respecto a la dosificación de aceite residual de motor a se tiene un "r" de Pearson = 0.932 y un  $p\text{-valor}=0.021$  por lo que:

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del OCH de la subrasante.

Como  $0.8 \leq r \leq 1$ , entonces tiene una influencia positiva muy alta

v. Conclusión

Existe evidencia estadística significativa de que las variables contenido de ceniza ichu y contenido de aceite residual tienen una correlación lineal muy alta ( $r = 0.969$ ,  $r = 0.932$ ) con el contenido óptimo de agua del subsuelo, respectivamente.

#### 4.7.2. Prueba hipótesis para la resistencia de la subrasante

##### **Resistencia a la compresión simple**

##### **Muestra Calicata C-1 - Prueba de Normalidad**

- i. Se realizó el planteamiento de la normalidad  
 H0: Los datos de la resistencia a la compresión simple tienen normalidad  
 H1: Los datos de la resistencia a la compresión simple no tienen normalidad

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

- ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)
- iii. Elección de la prueba estadística.  
 Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n < 50$ )
- iv. Regla de decisión
 

Si $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$	Se rechaza la hipótesis nula
Si $p\text{-valor} > 0.05 \dots$	Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 48**

*Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión simple – Calicata C-1*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
Resistencia a la compresión simple	,208	4	.	,966	4	,817

a. Corrección de significación de Lilliefors



Según la tabla anterior se tiene que para la resistencia a la compresión simple muestra un p-valor=0.817 por lo que:

Si p-valor>0.05...      Se acepta la hipótesis nula

**v. Conclusión**

Los datos de la resistencia a la compresión simple de la calicata C-1 presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

**Calicata C-1 -Contrastación de la hipótesis**

Dado que la prueba de normalidad muestra que los datos de resistencia a la compresión pura para la muestra del pozo C-1 siguen una distribución normal y las variables son cuantitativamente continuas, se determinará el grado de asociación o efecto de la adición de ceniza. Utilice la estadística de prueba "Coeficiente de conexiones de Pearson (r)" para residuos de lecho de carretera de aceite de motor.

**i. Se ejecuto el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa**

H0:La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento de la resistencia a la compresión simple de la subrasante.

H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la resistencia a la compresión simple de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

Ha: hipótesis alternativa

**ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)**

**iii. Elección de la prueba estadística.**

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

**iv. Regla de decisión**

Si p-valor $\leq$ 0.05...      Se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor>0.05...      Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 49**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Resistencia a la Compresión Simple – Calicata C-1*

<b>Correlaciones</b>		
		Resistencia a la Compresión Simple
Dosificación de Ceniza de Ichu	Correlación de Pearson	,994
	Sig. (bilateral)	,006
	N	4
Dosificación de Aceite Residual de Motor	Correlación de Pearson	,991
	Sig. (bilateral)	,001
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un “r” de Pearson = 0.994 y un p-valor=0.006, asimismo respecto a la dosificación de Aceite Residual de Motor a se tiene un “r” de Pearson = 0.991 y un p-valor=0.001 por lo que:

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la resistencia a la compresión simple de la subrasante.

Como  $0.8 \leq r \leq 1$  , entonces tiene una relación muy alta

**v. Conclusión**

Existe evidencia estadística significativa para decir que las variables dosificación de ceniza de ichu y dosificación de aceite residual de motor tiene una relación lineal muy alta en la influencia de resistencia a la compresión simple de la subrasante respectivamente ( $r=0.994$ ,  $r=0.991$ )

**Calicata C-3 - Prueba de Normalidad**

**i. Se realizó el planteamiento de la normalidad**

H0: Los datos de resistencia a la compresión simple tienen normalidad

H1: Los datos de la resistencia a la compresión simple no tienen normalidad

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n<50$ )

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor}\leq 0.05\dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor}>0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

### Tabla 50

*Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión simple – Calicata C-3*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
Resistencia a la compresión simple	,201	4	.	,971	4	,846

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que la resistencia a la compresión simple muestra un  $p\text{-valor}=0.846$  por lo que:

Si  $p\text{-valor}>0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

v. Conclusión

Los datos de la resistencia a la compresión simple de la muestra de la calita C-3 presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

### **Calicata C-3 -Contrastación de la hipótesis**

Dado que la prueba de normalidad indica que la muestra para los datos de resistencia a compresión simple sigue una distribución normal y las variables son cuantitativamente continuas, se medirá el grado de asociación o efecto de la adición de ceniza de ichu y aceite residual de motor. Estadística de prueba del coeficiente de conexión de Pearson ( $r$ )

i. Se ejecuto el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H0:La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento de la resistencia a la compresión simple de la subrasante.

H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la resistencia a la compresión simple de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05 \dots$  Se acepta la hipótesis nula

### Tabla 51

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y Resistencia a la Compresión Simple – Calicata C-3*

Correlaciones		
		Resistencia a la Compresión Simple
Dosificación de Ceniza de Ichu	Correlación de Pearson	,995
	Sig. (bilateral)	,005
	N	4
Dosificación de Aceite Residual de Motor	Correlación de Pearson	,998
	Sig. (bilateral)	,000
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un "r" de Pearson = 0.995 y un  $p\text{-valor}=0.034$ , asimismo respecto a la dosificación de aceite residual de motor a se tiene un "r" de Pearson = 0.998 y un  $p\text{-valor}=0.000$  por lo que:

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento de la resistencia a la compresión simple de la subrasante.

Como  $0.8 \leq r \leq 1$ , entonces tiene una influencia muy alta

v. Conclusión

Existe evidencia estadística significativa de que las variables contenido de ceniza ichu y contenido de aceite residual tienen una correlación lineal muy alta ( $r=0.995$ ,  $r=0.998$ ) con la resistencia a compresión simple del subsuelo, respectivamente.

### **CBR al 95% de la MDS**

#### **Muestra Calicata C-1 - Prueba de Normalidad**

i. Se realizó el planteamiento de la normalidad

H0: Los datos del CBR al 95% de la MDS tienen normalidad

H1: Los datos del CBR al 95% de la MDS tienen normalidad

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n<50$ )

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05\dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 52**

*Pruebas de normalidad para el CBR al 95% de la MDS – Calicata C-1*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
CBR al 95% de la MDS	,141	4	.	,999	4	,998

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que para el CBR al 95% de la MDS se muestra un  $p\text{-valor}=0.998$  por lo que:

Si  $p\text{-valor} > 0.05\dots$  Se acepta la hipótesis nula

v. Conclusión

Los datos del CBR al 95% de la MDS de la calicata C-1 presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

### **Calicata C-1 -Contrastación de la hipótesis**

Dado que la prueba de normalidad mostró que los datos muestran de CBR del tajo C-1 obedecieron a una distribución normal al 95% de la MDS y las variables fueron cuantitativamente continuas, las conexiones o de influencia de la adición de grado de ceniza ichu y aceite de motor residual. se obtuvo el estadístico de prueba "Coeficiente de conexión de Pearson (r)" en la subparcela.

i. Se ejecuto el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H0:La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento del CBR al 95% de la MDS de la subrasante.

H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del CBR al 95% de la MDS de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

Ha: hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

iv. Regla de decisión

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor $>$ 0.05... Se acepta la hipótesis nula

### **Tabla 53**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y CBR al 95% de la MDS – Calicata C-1*

<b>Correlaciones</b>		
		CBR al 95% de la MDS
Dosificación de Ceniza de Ichu	Correlación de Pearson	,997
	Sig. (bilateral)	,003
	N	4
Dosificación de Aceite Residual de Motor	Correlación de Pearson	,995
	Sig. (bilateral)	,007
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un "r" de Pearson = 0.997 y un p-valor=0.003, asimismo respecto a la dosificación de Aceite Residual de Motor a se tiene un "r" de Pearson = 0.995 y un p-valor=0.007 por lo que:

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta  $H_1$ : La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del CBR al 95% de la MDS de la subrasante.

Como  $0.8 \leq r \leq 1$ , entonces tiene una relación muy alta

**v. Conclusión**

Existe evidencia estadística significativa para decir que las variables dosificación de ceniza de ichu y dosificación de aceite residual de motor tiene una relación lineal muy alta en la influencia del CBR al 95% de la MDS de la subrasante respectivamente ( $r = -0.997$ ,  $r = 0.995$ )

**Calicata C-3 - Prueba de Normalidad**

**i. Se realizó el planteamiento de la normalidad**

$H_0$ : Los datos del CBR al 95% de la MDS tienen normalidad

$H_1$ : Los datos del CBR al 95% de la MDS no tienen normalidad

Donde:

$H_0$ : hipótesis nula

$H_1$ : hipótesis alternativa

**ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha = 5\%$  (0.05)**

**iii. Elección de la prueba estadística.**

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n < 50$ )

**iv. Regla de decisión**

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05 \dots$  Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 54**

*Pruebas de normalidad para el CBR al 95% de la MDS – Calicata C-3*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Ichu	,151	4	.	,993	4	,972
Dosificación de Aceite residual de motor	,151	4	.	,993	4	,972
CBR al 95% de la MDS	,197	4	.	,975	4	,874

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que el CBR al 95% de la MDS muestra un p-valor=0.874 por lo que:

Si p-valor>0.05... Se acepta la hipótesis nula

**v. Conclusión**

Los datos del CBR al 95% de la MDS de la muestra de la calita C-3 presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

**Calicata C-3 -Contrastación de la hipótesis**

Dado que la prueba de normalidad indica que las muestras siguen una distribución normal de los datos CBR al 95% MDS y las variables se cuantifican continuamente, se medirá el grado de asociación o efecto de la adición de ceniza de ichu y aceite residual. "Coeficiente de alcance de Pearson (r)"  
Estadísticas de aprobación de pregrado

**i. Se ejecuto el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa**

H0:La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente no influyen en el aumento del CBR al 95% de la MDS de la subrasante.

H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del CBR al 95% de la MDS de la subrasante.

Donde:

H0: hipótesis nula

H1: hipótesis alternativa

**ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)**

**iii. Elección de la prueba estadística.**

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

**iv. Regla de decisión**

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor>0.05... Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 55**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de ichu, Aceite Residual de Motor y CBR al 95% de la MDS – Calicata C-3*

Correlaciones		
		CBR al 95% de la MDS
Dosificación de	Correlación de Pearson	,994



Ceniza de Ichu	Sig. (bilateral)	,006
	N	4
Dosificación de Aceite	Correlación de Pearson	,997
Residual de Motor	Sig. (bilateral)	,001
	N	4

Según la tabla anterior respecto a la dosificación de ceniza de ichu se tiene un “r” de Pearson = 0.994 y un p-valor=0.0.6, asimismo respecto a la dosificación de aceite residual de motor a se tiene un “r” de Pearson = 0.997 y un p-valor=0.001 por lo que:

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de ichu y aceite residual respectivamente influyen en el aumento del CBR al 95% de la MDS de la subrasante.

Como  $0.8 \leq r \leq 1$  , entonces tiene una influencia positiva muy alta

#### v. Conclusión

Existe prueba estadística significativa para decir que las variables dosificación de ceniza de ichu y dosificación de aceite residual de motor tiene una relación lineal muy alta en la influencia del CBR al 95% de la MDS de la subrasante respectivamente ( $r=0.994$ ,  $r=0.997$ )

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIONES**

El objetivo general es evaluar en qué medida la mejora de cenizas volantes y aceite de motor reciclado afecta las propiedades mecánicas del subsuelo, Huánuco 2022. Ramaji (2012) afirma que la evidencia del suelo es un proceso para mejorar las propiedades índices del sustrato utilizando o aditivos sintéticos. Con respecto a este estudio, es claro que la mejora óptima de 6% de ceniza de Ichu y 6% de aceite de motor residual en relación con el peso seco del suelo puede estabilizar o mejorar los subsuelos en suelos arcillosos pobres y muy pobres. (MDS), que mejora sus propiedades físicas y mecánicas. En un estudio de Peralta (2021), menciona que el 2%, 4%, 6% y 8% de ceniza de gallinaza (basado en el peso seco del suelo) muestra que el CBR aumentó la MDS en un 95% y también mejoró las propiedades físicas. En este estudio se analizaron las adiciones de 2%, 4% y 6% de ceniza de Ichu y aceite residual de motor, entre las cuales la mejora óptima de ceniza de Ichu fue 6% y la mejora óptima de aceite residual fue 6%. Estos resultados obtenidos son consistentes con los obtenidos en estudios previos con aditivos naturales que tienen propiedades similares a la ceniza de Ichu y tienen ideas similares, p. Ichu mejoró las propiedades mecánicas del subsuelo al aumentar el nivel de cenizas volantes, el cual, como lo explica Peralta (2021), dijo que una cantidad adecuada de cenizas de gallinaza es 4%.

El primer objetivo específico es determinar las propiedades del subsuelo en su estado natural. Firoozi (2017) señaló que para este problema de suficiencia del suelo, los métodos de mejora del suelo se centran en el reemplazo y reemplazo del suelo mundial problemático con suelo adecuado. Sin embargo, este enfoque incurre en altos costos, por lo que se deben buscar otras alternativas. En este estudio se demostró que la muestra tomada del pozo C-1 cumplió con los requisitos granulométricos para la distribución de partículas, siendo el porcentaje de grava igual al 12,20%, el porcentaje de arena igual al 27,80%. , e intereses moratorios correspondientes al 60%. También se puede observar que este suelo tiene un límite líquido (LL) de 44,7%, un límite plástico (LP) de 21,8% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 22,9%, entonces el suelo se clasifica como muy arcilloso. . Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Como franco ligero (CL) y clasificado por AASHTO como suelo muy pobre (A-7-6 (11)). Asimismo, se terminó que la muestra tomada del pozo C-2 cumplió con los requisitos de tamaño de grano para la distribución de granos, siendo el porcentaje de grava igual al 35,40 %, el porcentaje de arena igual al 26,70 % y el porcentaje igual al 37,90 %. También se puede observar que este suelo tiene un límite líquido (LL) de

34,80%, un límite de plasticidad (LP) de 22,20% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 12,60%, según el cual el suelo se clasifica como rosado . . Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Clasificado como grava arcillosa y arena (GC) como suelo muy bueno (A-6 (1)) por AASHTO. La muestra obtenida del Pozo C-3 tiene un requerimiento de tamaño de partícula consistente con la distribución de tamaño de partícula, con un contenido de grava de 17.90%, un contenido de arena de 14.22% y un contenido de polvo fino de 67.89%. También se puede observar que el suelo tiene un límite líquido (LL) de 43,70%, un límite de plasticidad (LP) de 23,80% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 19,90%, según el cual el suelo se clasifica como rosado . . Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Arcilla ligera y grava con arena (CL) y clasificada como suelo muy pobre por AASHTO (A-7-6 (12)). Finalmente, la muestra obtenida del Pozo C-4, los requisitos granulométricos corresponden a la distribución granulométrica, tiene un contenido de grava de 26,70%, de arena de 34,70% y de polvo fino de 38,50%. % También se puede observar que el suelo tiene un límite líquido (LL) de 37,80%, un límite de plasticidad (LP) de 22,50% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 15,40%, por lo que el suelo se clasifica como limoso. Finalmente, el terreno está clasificado como S.U.C.S. Clasificado como franco arenoso (SC) con grava y AASHTO como buen suelo (A-6 (2)). El estudio actual encontró arcilla de baja calidad que requería un método de certeza, por lo que en este caso, la ceniza de Ichu se usó como aditivo natural y el aceite de motor sobrante se usó como aditivo sintético, explicó Firozi. (2021), se deben buscar alternativas en el mejoramiento de tierras.

Otro objetivo específico fue determinar el efecto sobre la compactación del subsuelo de la adición de 2%, 4% y 6% de cenizas volantes y aceite de motor reciclado, respectivamente. Laguna y Chacón (2022) mencionan que la adición de ceniza de cascarilla de café y cascarilla de arroz aumenta la OCH y disminuye la MDS de las calzadas. Con respecto a este estudio, podemos confirmar que la adición de aceite de motor residual (ARM) a la subcapa del pozo 01 (A-7-6 (11)) reduce el MDS y aumenta la OCH. Por lo tanto, se encontró que la adición de un 6 % de aceite de motor residual (ARM) (kg en relación con el peso del suelo) dio los mejores resultados con un valor de MDS de 1566 tn/m<sup>3</sup> aumentó como un porcentaje de reducción del 5,38 % al nivel inestable. pozo de prueba y 29.7% OCH, un aumento porcentual de 23.2% sobre el pozo de prueba inestable. De manera similar, MDS disminuye para la presa del pozo 03 (A-7-6 (12)) y OCH aumenta. Por lo tanto, se encontró que la mejora de 6 % de ARM dio los mejores resultados con un valor de MDS de 1452 tn/m<sup>3</sup> con un porcentaje de reducción de 7,69 % sobre los pozos inestables y 24,4 % de reducción

en OCH sobre los pozos de prueba inestables. y un aumento del 23,2%. En un estudio de Huamaní (2021), sugirió la mejora de 2%, 5% y 12% (respecto a OCH) de caseína para mejorar el subsuelo. Donde se encontró un lodo arcilloso (A-7-5(20)), también determinaron que MDS resultó con el aumento de la dosis de caseína y OCH. Se encontró que la dosis óptima de caseína era del 12 %, por lo que MDS = 1,31 tn/m<sup>3</sup>, una disminución del 9,66 % por ciento, la OCH fue del 37,88 %, un aumento del 68 % por ciento. Este estudio analizó ARM añadida al 2%, 4% y 6%, donde se obtuvieron resultados de MDS y OCH para los tajos estudiados, consistente nuevamente con los encontrados en estudios anteriores. , como lo explica Huamaní (2021), que tiene ideas similares, como una disminución gradual de MDS y un aumento gradual de OCH con dosis crecientes de ARM, porque la diferencia entre este estudio fue el uso de aceite de motor reciclado y caseína. En este estudio también se detectan cambios en las propiedades físicas del subsuelo (MDS y OCH).

El tercer objetivo específico fue determinar el efecto de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite de motor recuperado, respectivamente, sobre la resistividad del subsuelo. Peralta (2020) mencionó que la adición de ceniza de gallinaza mejoró las propiedades mecánicas del subsuelo y obtuvo un incremento de CBR de 9.7% a 95% MDS con un valor de 8% en comparación con pozos de arcilla. Sin cambios (A-7-5(20)) al 4 % de cenizas de estiércol de aves (en relación con OCH). Con respecto a este estudio, podemos afirmar que la adición de ceniza de Ichu (CI) al sustrato de arcilla en el pozo C-1 (A-7-6 (11)) mejoró las propiedades mecánicas. Así, se encontró que la adición de 6 % de TI (basado en el peso seco del suelo) dio los mejores resultados con un valor de CBR de 14,3 % al 95 % de MDS, un aumento de 297,22 % sobre el inestable. pit, en comparación con el suelo inestable, también logré simplemente aumentar la resistencia a la compresión en un 661,76% a un valor de 25,9 Kg/cm<sup>2</sup>. También agrega propiedades mecánicas a la presa del pozo C-3 (A-7-6 (12)). Por lo tanto, se encontró que la adición de 6 % de ARM (en términos de peso seco del suelo) dio los mejores resultados con un valor de CBR de 10,1 % al 95 % de MDS, que es 215,63 % más que MDS. fosas inestables, también en comparación con el suelo inestable, se mostró un aumento del 770,83% en la resistencia a la compresión simple con un valor de 20,9 kg/cm<sup>2</sup>. Este estudio analizó adiciones de CI del 2 %, 4 % y 6 % (en relación con el peso seco del suelo), donde el 95 % de los resultados de CBR resultantes aumentaron con la adición de CI una vez que estos resultados se obtuvieron con resultados previamente consistentes de los estudios. sería similar a Peralta (2020) quien afirmó que el aumento de la ceniza de estiércol aumentó la CBR hasta en un 95% de SMD, pero esto resultó en una reducción de la

dosis del 8%, mientras que en nuestro estudio la dosis se incrementó al 6% agregando IC.

El cuarto objetivo específico es determinar la adición adecuada de cenizas volantes y aceite de motor reciclado para la mejora del subsuelo. Fernández y Holguini (2021) mencionan que la mejora de manteca puede mejorar la condición física y mecánica del suelo, hacerlo impermeable, lo que aumenta la resistencia a compresión simple en la fosa en 19,50 kg/cm<sup>2</sup> sin cambiarla a 28,33. kg/cm<sup>2</sup>, el aditivo óptimo es un 55% de manteca de cerdo (referido a la cantidad de agua en la mezcla). Para efectos de este estudio, el tajo C-1 tuvo una reducción mínima de ceniza de Ichu de 1.7%, mientras que el tajo C-3 tuvo una reducción mínima de Ichu de 3.9%, cumpliendo ambos con los porcentajes mínimos especificados en la norma CBR. Sin embargo, para este estudio, se consideraron adiciones de ceniza de Ichu de 0%, 2%, 4% y 6% para cumplir con los porcentajes mínimos estándar de CBR, 4% y 6% para la adición del pozo C-1 y Pozo C-3. 6%. Este estudio concluyó que la adición óptima de ceniza de Ichu para la determinación de presas fue del 6%.

## CONCLUSIONES

- El objetivo general fue evaluar en qué medida la adición de cenizas volantes y aceite de motor reciclado afecta las propiedades mecánicas del subsuelo, Huánuco 2022, por lo que se extrajeron conclusiones en base a la concordancia con los resultados obtenidos en diferentes laboratorios % Cenizas volantes y 6% de aceite residual de motor es seguro que se pueden realizar mejoras físicas y mecánicas en suelos arcillosos pobres y muy pobres.
- El primer objetivo específico fue determinar las propiedades del subsuelo en su estado natural, por lo que se concluyó que la muestra del Pozo C-1, que tenía un valor de Índice de Plasticidad (IP) de 23,0%, tenía una IP demasiado alta. el suelo clasificado fue un suelo muy cohesivo, además tiene un alto contenido de finos de 60.00%, por lo que se considera un suelo muy pobre según la clasificación AASHTO. Además, tiene una densidad máxima (MDS) de 1655 t/m<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptima (OCH) del 24,1%. Finalmente, este suelo tiene una resistencia a la compresión insuficiente, con valores de compresión libre de 3,6 kg/cm<sup>2</sup>, 3,6 % CBR al 95 % MDS y 5,1 % CBR al 100 % MDS. De igual forma, la muestra del pozo C-3, que tiene un valor de índice de plasticidad (IP) de 19,8%, que clasifica el suelo como arcilloso, también presenta un alto porcentaje de finos con un valor de 67,89 % , se considera un suelo muy pobre según la clasificación AASHTO. Además, tiene una densidad seca máxima (MDS) de 1573 t/m<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptima (OCH) de 21,7%. Finalmente, este suelo tiene una resistencia a la compresión insuficiente, con una resistencia a la compresión libre de 2,9 kg/cm<sup>2</sup>, un CBR de 3,2 % al 95 % de MDS y un CBR de 3,5 % al 100 % de MDS. Finalmente, la muestra del pozo C-4, que tuvo un valor de índice de plasticidad (IP) de 15,3%, según el cual el suelo IP se clasifica como arcilloso, también presentó un porcentaje moderado de finos con un valor de 38 ,50. % Por tanto, según la clasificación AASHTO, se considera un buen suelo. Además, tiene una densidad máxima (MDS) de 1482 t/m<sup>3</sup> y un contenido de agua óptimo (OCH) del 19,3%. Finalmente, este suelo no es suficientemente resistente a la compresión, con valores de compresión libre de 8,3 kg/cm<sup>2</sup>, 7,0% CBR al 95% MDS y 8,3% CBR al 100% MDS.
- Se planteo como segundo objetivo específico determinar la influencia de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de ichu y aceite reciclado de motor respectivamente en la compactación de la subrasante, por lo tanto, se concluye que la ceniza de Ichu y aceite residual de motor influye en la compactación de

la subrasante, siendo así que a medida que aumenta las dosificaciones disminuye la MDS y aumenta el OCH. Siendo así que para la calicata C-1 considera como un suelo muy pobre (A-7-6 (11)), presenta una máxima densidad seca (MDS) de 1.655 tn/m<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 20.3%, se encontró mejores resultados con una adición de 6% de ceniza de Ichu donde se obtuvo una MDS = 1.578 tn/m<sup>3</sup>, presentando una disminución de 4.65% respecto a la calicata sin estabilizar; para el OCH se obtuvo un valor de 29.0%, presentando un aumento de 23.2% respecto a la calicata sin estabilizar; también se encontró mejores resultados con una adición de 6% de aceite residual donde se obtuvo una MDS = 1.566 tn/m<sup>3</sup>, presentando una disminución del 5.38% respecto a la calicata sin estabilizar; para el OCH se obtuvo un valor de 29.7%, presentando un aumento de 23.2% respecto a la calicata sin estabilizar. Asimismo, para la calicata C-3 presenta una máxima densidad seca (MDS) de 1.573 tn/m<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 21.7%, se encontró mejores resultados con la adición de 6% de ceniza de Ichu se obtuvo una MDS = 1.401 tn/m<sup>3</sup>, presentando una disminución del 10.93% respecto a la calicata sin estabilizar; para el OCH se obtuvo un valor de 27.1%, presentando un aumento de 24.4% respecto a la calicata sin estabilizar; también se encontró mejores resultados con la adición de 6% de aceite residual de motor donde se obtuvo una MDS = 1.452 tn/m<sup>3</sup>, presentando una disminución del 7.69% respecto a la calicata sin estabilizar; para el OCH se obtuvo un valor de 21.7%, presentando un aumento de 24.88% respecto a la calicata sin estabiliza.

- Aseguró el tercer objetivo específico para la resistencia del niño a agregar 2 %, 4 % y 6 % de Ichu Aske y Sports Rerervative Oil, a saber, cenizas y residuos de movimiento de la resistencia infantil de Ichu, que es la resistencia a la tormenta de Ichu y la tormenta deportiva. Sus parámetros de resistencia son malos, que muestra una compresión ilimitada de 3,4 kg/cm<sup>2</sup>, y el valor CBR de 95 % de MDS es de 3,6 %. El 6 % de la ceniza Ichu, de la cual se mostró resistencia a la compresión simple ilimitada de 28,7 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con Kalicata, era estable y representaba un aumento de 661,76 %. Después de todo, mi valor fue del 14.3 del 95 % del 95 %. El porcentaje de CBR MD aumentó en un 297,22 % cuando eran inestables. Los mejores resultados también se lograron agregando el 6 % del aceite de residuos eléctricos. La resistencia simple a la compresión que no sea resistencia se mostró a 25,8 kg/cm<sup>2</sup>, que es 616,67 % más que Calicata sin estabilidad, finalmente sugerí el valor. Entre el 95 % CBR 28,6 % MDS fue del 297,22 % sin estabilidad. Los calicados C-3 también tienen

un parámetro de resistencia deficiente, que muestra un valor de resistencia comprimido ilimitado de 2,9 kg/cm<sup>2</sup> y 95 % CBR MDS 3,2 % de 95 % CBR. El mejor resultado. ICHUS 6 % Ash no se limita a una resistencia simple a la compresión de hasta 21,1 kg/cm<sup>2</sup>, y en comparación con el espacio de envasado, que aumenta en un 770,83 % sin estabilidad. En conclusión, soja 95 % CBR 95 % CBR, que es 10,1 %. El MDS aumentará en un 215,63 % en comparación con Calicata, sin estabilidad, y se agregará el 6 % del aceite restante. Entre ellos, la resistencia ilimitada a la compresión simple muestra el valor de 26,9 kg/cm<sup>2</sup>, que aumentó en 770,83 con la fase de fase de la carcasa. En comparación con el porcentaje inestable, el 23,2 % CBR finalmente se mostró al 95 % de MD, y en comparación con los calicados, provocando un aumento del 215,63 % en la estabilidad.

- Se presumirá una cuarta medida para determinar la adición de suficiente ceniza volante y aceite recuperado en el mejoramiento del subsuelo, por lo que se basó en los resultados de la prueba CBR al 95% MDS. Se puede observar que para cumplir con la condición MTC, el CBR debe ser mayor o igual al 6% para aceptar el subsuelo. La adición mínima de ceniza de ichu y aceite residual de motor en el tajo C-1 es de 1,12% y 0,72%. mientras que la fosa C-3 tiene una dosis mínima de 3,9%, alcanzando ambas cantidades el contenido mínimo especificado en la norma CBR. Sin embargo, para este estudio se consideraron niveles de ceniza de ichu y aceite residual de 0%, 2%, 4% y 6% para cumplir con los porcentajes mínimos de CBR especificados en el código, las piscinas C-1 agregaron 2%, 4% y 6% agregaron 2%, 4% y 6% de igual manera en el tajo C-3. En este estudio, se concluyó que el nivel óptimo de adición de lechos de cenizas volantes y aceite de motor residual para el desgaste del arcilla del camino era del 6% cada uno.
- Se planteo como quinto objetivo específico comparar los resultados y determinar el mejor material alternativo en la estabilización de la subrasante, por lo tanto, se concluye que el mejor material alternativo en el mejoramiento de la subrasante en el aspecto técnico es el aceite residual de motor ya que se observa diferencias significativas con respecto a la ceniza de Ichu. Asimismo, Por lo tanto, se concluye que económicamente es más rentables utilizar ceniza de Ichu frente al aceite residual de motor.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda adicionar ceniza de Ichu y aceite residual de motor respectivamente como aditivo alternativo en la estabilización de subrasantes debido a que estos materiales se consiguen en las alturas y se desechan respectivamente, por lo que se estaría proponiendo una alternativa de disposición final de estos materiales, además de ello mejora en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.
- Las empresas constructoras, los municipios y los gobiernos regionales deben utilizar los resultados de los análisis mecánicos de suelo si el suelo ha sido modificado visiblemente con 6% de ceniza de Ichu y 6% de residuos de aceite de motor para este fin. Se está desarrollando un método para estabilizar sustratos inestables, ya que su uso permitirá obtener mejores resultados, tanto a nivel técnico como económico.
- Para estudios de estabilidad de los sustratos similares que utilizan ceniza de Ichu y aceite residual, se recomienda investigar dosis superiores al 6% para resistencia a la compresión simple y soporte de CBR, así como pruebas de compactación.
- Se recomienda en cuanto al proceso de obtención de los desechos residuales de motores fomentar el reciclado de este material desde las autoridades locales hasta los centros de acopios automotrices.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Afrin, H. (2017). Una revisión sobre diferentes tipos de técnicas de estabilización de suelos. *Revista Internacional de Ingeniería y Tecnología Del Transporte*, 19–24.
- Apunkintu, C. (2016). *Estabilización de Adobe con Especie de Pasto Natural en la zona alto andina* [Tesis de grado]. Universidad San Cristobal de Huamanga.
- Auccapure, L. (2019). *Impermeabilización de la base de pavimentos rígidos con aceite quemado de motor, utilizando material de cantera de Yanaoca, provincia de Canas - 2018* [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Budhu, M. (2020). *Soil mechanics and foundations* (3rd ed., Vol. 1).
- Cabrera, J. (2018). *Elaboración de un diagnóstico de la gestión de aceites automotrices usados generados en lubricadoras y estaciones de servicio para el planteamiento de una propuesta de adecuado manejo ciudad de Quevedo, provincia de los ríos 2016* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Tumbes.
- Calderón, A., Marrero, Y., & Martín, J. (2013). La fertilidad de los suelos y su importancia en el empleo de bioproductos en la provincia de Sancti Spíritus. *Cultivos Tropicales*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000200003&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000200003&script=sci_arttext&tlng=en)
- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica* (1a ed., Vol. 1). San Marcos.
- Castro, M., Pereyra, A., & Vavarro, D. (2019). *Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.
- del Castillo, R. D., & Orobio, A. (2020). Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. *Informes de La Construcción*, 72(558), 336. <https://doi.org/10.3989/ic.69016>
- del Pino, J. (2010). Estabilización de Suelos mediante el empleo de Sales Cuaternarias. In *Revista de Arquitectura e Ingeniería* (3rd ed., Vol. 4).

- Firoozi, A. A., Guney Olgun, C., Firoozi, A. A., & Baghini, M. S. (2017). Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>
- Freyre, J. (2021). “*Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno 2021* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo.
- Gavilanes, E. (2022). *Estudio del efecto de la adición de emulsión asfáltica en las propiedades físico - mecánicas de suelos granulares, para el diseño de pavimentos flexible*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Ambato.
- Hall, M. R., Najim, K. B., & Keikhaei Dehdezi, P. (2012). Soil stabilisation and earth construction: materials, properties and techniques. In *Modern Earth Buildings* (pp. 222–255). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1533/9780857096166.2.222>
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGRAW-HILL.
- Iqbal, K., Xu, C., Nasir, H., Alam, M., Farooq, A., & Williams, E. J. (2020). Effect of Used Motor Oil and Bitumen as Additive on the Permeability and Mechanical Properties of Low Plastic Soil. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2020/1360197>
- Jalanoca, F. (2021). *Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno 2021* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/63844>
- Leal, D., Batista, O., Guanipa, G., & Sibida, I. (2012). *Estabilización de suelos* (1st ed., Vol. 1). Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.
- López, Y., & Rivera, E. (2019). *Evaluación de la resistencia al corte no drenada de un suelo fino mejorado con ceniza de cascarilla de arroz* [Tesis de grado, Universidad de Ibagué].  
<http://repositorio.unibague.edu.co:80/jspui/handle/20.500.12313/154>
- Lozano, J. (2019). *Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos*. [Tesis de grado]. Universidad Católica de Colombia.

- Montejo, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA. <http://worldcat.org/isbn/9589603629>
- Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos Sección Suelos Y Pavimentos., Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).
- Parra, M., & Bastidas, J. (2018). *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante* [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/22856>
- Peralta, A. (2020). *Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad de soporte mediante la incorporación de la ceniza de gallinaza*. [Tesis de Grado]. Universidad Peruana los Andes.
- Ramaji, A. (2012, April). A Review on the Soil Stabilization Using Low-Cost Methods. *Journal of Applied Sciences Research*, 2193–2196.
- Santa Cruz, M. (2018). *Efectos del aceite quemado en las propiedades mecánicas del suelo cohesivo, Satipo, Junin* [Tesis de grado]. Universidad Peruana los Andes.
- Terrones, A. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018* [Tesis de Grado, Universidad privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/14971>
- Winkerton, H. (1995). *The science of soil stabilization*. 1–24. <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrbulletin/108/108-001.pdf>

## ANEXOS 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TEMA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ACEITE RESIDUAL DE MOTOR Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022

PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cómo influye la adición de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la caracterización del suelo de la subrasante en estado natural?</li> <li>• ¿Cómo influye de la adición de 2%, 4% y 6% de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor respectivamente en la compactación de la subrasante?</li> <li>• ¿Cómo influye de 2%, 4% y 6% de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor respectivamente en la resistencia de la subrasante?</li> <li>• ¿Cuál será la adición adecuada de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor en el mejoramiento de la subrasante?</li> <li>• ¿Cuál será el mejor material alternativo en la estabilización de la subrasante?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General.</b> Evaluar en qué medida influye la adición de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022</p> <p><b>Objetivos Específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la caracterización del suelo de la subrasante en estado natural?</li> <li>• ¿Cómo influye de la adición de 2%, 4% y 6% de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor respectivamente en la compactación de la subrasante?</li> <li>• ¿Cómo influye de 2%, 4% y 6% de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor respectivamente en la resistencia de la subrasante?</li> <li>• ¿Cuál será la adición adecuada de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor en el mejoramiento de la subrasante?</li> <li>• ¿Cuál será el mejor material alternativo en la estabilización de la subrasante?</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General.</b> La adición de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor influye positivamente en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022</p> <p><b>Hipótesis Específicas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La subrasante en estado natural presenta características físicas y mecánicas por debajo de los requerimientos de la normatividad vigente,</li> <li>• La adición de 2%, 4% y 6% de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor respectivamente influyen positivamente en la compactación de la subrasante.</li> <li>• La adición de 2%, 4% y 6% de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor respectivamente influyen positivamente en la resistencia de la subrasante.</li> <li>• El porcentaje óptimo de aceite residual de motor no será mayor a 6% y del aceite reciclado de motor no será mayor a 6% para el mejoramiento de la subrasante.</li> <li>• El mejor material utilizar en la estabilización de subrasantes será la ceniza de hija de ichu frente al aceite reciclado de motor.</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente.</b> X1: Aceite residual de motor</p> <p><b>Indicadores.</b> 2 % , 4% y 6% en Kg con respecto al peso seco del suelo</p> <p>X2: Aceite reciclado de motor</p> <p><b>Indicadores.</b> 2 % , 4% y 6% en Kg con respecto al peso seco del suelo</p> <p><b>Variables Dependiente.</b> Y1: Propiedades mecánicas de la subrasante</p> <p><b>Dimensiones 1.</b> Compactación</p> <p><b>Indicadores.</b> compactación del suelo (Máxima Densidad seca y Óptimo contenido de Humedad)</p> <p><b>Dimensiones 2.</b> Resistencia</p> <p><b>Indicadores.</b> Resistencia a la compresión no confinada y capacidad de soporte</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Cuantitativa</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Explicativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> Experimental - Cuasiexperimental</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b> La población está conformada por el tramo 4+000 al 8+000 de la subrasante considerado el tramo más crítico de la trocha carrozable del camino vecinal Colpas - Coquin – Yamor .</p> <p>Muestra: La muestra en este estudio serán 4 calicatas de 1.5m de profundidad en los kilómetros 4+750, 5+250 6+500, 7+750.</p> <p><b>TÉCNICAS</b> Observación directa, análisis de documentos, y observación directa sistemática</p>

## ANEXOS 02. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Independiente X1 Aceite residual de motor	Ichal (del quechua ichu, nombre andino de la planta en cuestión). Formación de pastos de Puna y otras llanuras del altiplano predominantemente Stipa ichu. El término proviene de Perú y Bolivia, y los tipos de vegetación también incluyen la altura de los Andes en el norte de Chile y el noroeste de Argentina. (Font, 1982).	Es la cantidad de aceite residual de motor que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.	Dosificación de adición de aceite residual de motor	2%, 4% y 6% en peso en Kg con respecto al peso seco del suelo respectivamente
Independiente X2 Aceite reciclado de motor	"Todos los aceites industriales con base mineral o sintética, lubricantes que se hayan vuelto inadecuados para el uso que se les hubiere asignado inicialmente por funcionamiento de motores, en particular, los aceites usados de los motores de combustión y de los sistemas de transmisión, así como los aceites minerales lubricantes, aceites para turbinas y sistemas hidráulicos."	Es la cantidad de aceite reciclado de motor que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.	Dosificación de adición de aceite reciclado de motor	2%, 4% y 6% en peso en Kg con respecto al peso seco del suelo respectivamente
Dependiente Y1 Propiedades mecánicas de la subrasante	Es la mejora integral de las propiedades geomecánicas del suelo natural, de tal manera que se obtenga un suelo que cumpla los requisitos necesarios en la construcción de carreteras.	Se planteará combinaciones de porcentajes de aceite residual de motor y aceite reciclado de motor en los suelos de la subrasante con características deficientes con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas.	Compactación  Resistencia	Compactación del suelo (Máxima Densidad seca y Óptimo contenido de Humedad)  Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )  Capacidad de soporte (CBR %)

# ANEXOS 03. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

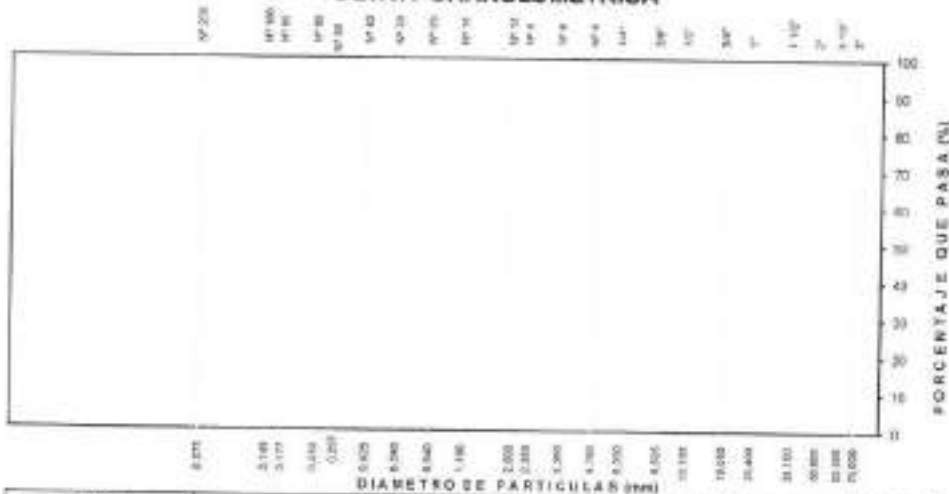
 <b>CASAGRANDE</b> <small>INGENIERIA Y CONSTRUCCION</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO          DEL SUELO POR TAMIZADO          (MTC E 107)</b>	

Proyecto:    
 Trazo/Itinerario:    
 Solicitante:    
 Exploración:    
 Estado/Nombre:

Región/Provincia:    
 Distrito:    
 Lugar:    
 Fecha:


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ	Abertura (mm)	PESO (gr)	% RETEN	% RETEN	% QUE	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
	ASTM		RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
	3"	75.000					<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b> Peso seco inicial (gr) Peso seco lavado (gr) Pérdida por lavado (gr) Humedad (%) % Grava % Grava gruesa % Grava fina % Arena % Arena gruesa % Arena media % Arena fina % de Finos D <sub>10</sub> = D <sub>10%</sub> = D <sub>30</sub> = D <sub>60</sub> = C <sub>u</sub> = C <sub>c</sub> = <b>CLASIFICACION</b> AASHTO Clasificación SUCS
	2-100"	83.500					
	2"	50.800					
	110"	38.100					
	7"	25.400					
	3/4"	19.000					
	1/2"	12.700					
	3/8"	9.500					
	1/4"	6.350					
	Nº 4	4.750					
	Nº 6	2.350					
	Nº 10	2.000					
	Nº 16	1.180					
	Nº 30	0.600					
	Nº 45	0.425					
	Nº 53	0.280					
	Nº 100	0.149					
	Nº 200	0.075					
	Levado						
	TOTAL						

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLÓN / BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
 Mauricio Moranday Gosalvez  
 CIP 17300

  
 Pablo Esteban Valay Pacheco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 270174

  
 Pablo Esteban Valay Pacheco  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 186029



CASAGRANDE  
INGENIERIA Y CONSULTORIA

**LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)**

Proyecto :  
Trasabilidad :  
Soliciante :  
Exploración :  
Estado / Nivel :

Región/Provincia :  
Distrito :  
Lugar :  
Fecha :

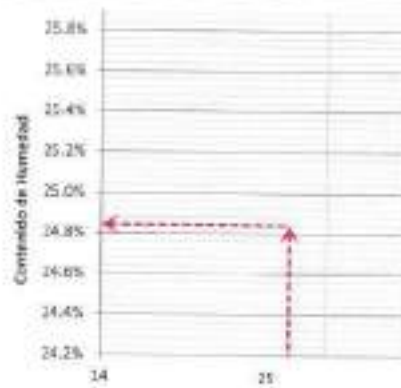
**DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)**

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(3)	gr				
5	PESO SECO (2)-(3)	gr				
6	HUMEDAD	%				
<b>LIMITE PLÁSTICO</b>		<b>%</b>				

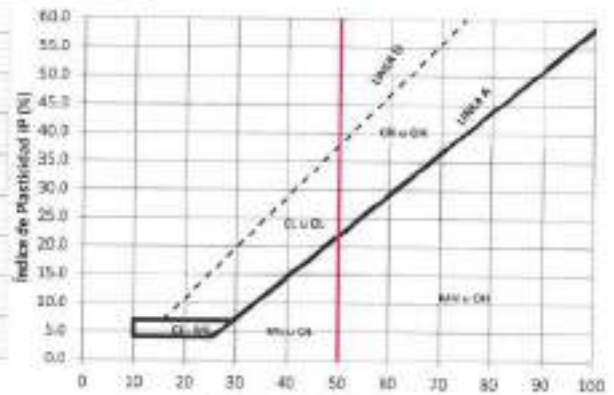
**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)**

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO		UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº			
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			
4	PESO AGUA (1)-(3)	gr			
5	PESO SECO (2)-(3)	gr			
6	HUMEDAD	%			
7	NUMERO DE GOLPES	Nº			
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		<b>%</b>			

**INDICE PLÁSTICO (%)  $IP=LL-LP$**



**CURVA DE FLUIDEZ**



**CARTA DE PLASTICIDAD**

*[Signature]*  
Ing. Mercedes Morúa Cevallos  
CIP 57399

*[Signature]*  
Pablo Esteban Villar Pacheco  
INGENIERO CIVIL  
CIP 270174

*[Signature]*  
Ing. Mercedes Morúa Cevallos  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 100299





**COMPACTACIÓN DE  
SUELOS EN LABORATORIO  
UTILIZANDO UNA ENERGÍA  
MODIFICADA  
(MTC E 115)**

Proyecto : /

Trazabilidad : /

Solicitante : /

Exploración : /

Estrato/Nivel : /

Región/Provinc. : /

Distrito : /

Lugar : /

Fecha : /

**DATOS DEL ENSAYO**

Clasificación SUCS :				<b>METODO A</b>
Clasificación AASHTO :	Capas :	Golpes/Capa		
% Retenido acumulado malla N° 4 :	Material Presente a usar	PASA N° 4		
% Retenido acumulado malla 3/8" :	Molde (Pulg)	4	Código	M2
% Retenido acumulado malla 3/4" :	Peso Molde (gr)	Volumen :		

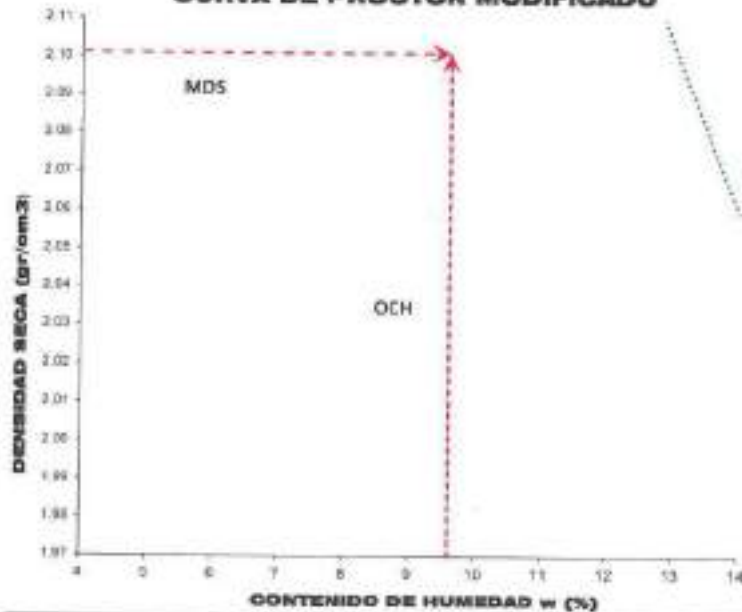
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	g				
Peso de la muestra compactada	g				
Densidad húmeda	g/cc				
Densidad seca	g/cc				

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tamaño NP					
Peso terr. + suelo húmedo	g				
Peso de terr. + suelo seco	g				
Peso del terr.	g				
Peso del agua	g				
Peso del suelo seco	g				
Contenido de humedad	%				

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCH
Optimo
Contenido de
Humedad (%)
MDS
Maximo
Densidad
Seca (g/cm³)

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**

*Manuel...*  
Ingeniero Civil  
Reg. CP N° 18029

*Pablo...*  
Pablo Esteban Vique Pacheco  
INGENIERO CIVIL  
CIP 276174

*Miguel...*  
Ing. Mauricio Murmorio Gualles  
CIP 57399



CASAGRANDE

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC  
E 1103, MTC E 1101)**

Proyecto: / /

Transecto: / /

Solo/tarso: / /

Exploración: / /

Estrato/Nivel: / /

Región/Provincia: / /

Distrito: / /

Lugar: / /

Fecha: / /

**DATOS DE LA MUESTRA**

Clasificación SUCS: / /

Clasificación AASHTO: / /

MDR = g/cm<sup>3</sup>

OCH = %

% Retenido acumulado malla N° 4: / /

% Pasa acumulado malla N° 4: / /

**DATOS DEL MOLDEO**

peso							
% DE HUMEDAD	%						
DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>						

**ENSAYO DE COMPRESION**

EDAD	das						
DIAMETRO PROMEDIO	mm						
ALTURA	mm						
RELACION H/D							
FACTOR DE CORRECCION							
LECTURA DE ENSAYO	KN						
RESISTENCIA FC	kg/cm <sup>2</sup>						
RESISTENCIA PROM	kg/cm <sup>2</sup>						

Ing. Mauricio Marmontoy Casallo  
CIP 57399

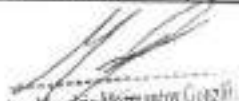
Pablo Esteban Vique Pacheco  
INGENIERO CIVIL  
CIP 270174

Ing. Víctor Valencia Casallo  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.P. N° 18029

Proyecto:   
 Tipicidad:   
 Solicitante:   
 Exploración:   
 Estrato/Nivel:

Región/Provincia:   
 Distrito:   
 Lugar:   
 Fecha:

COMPACTACION DEL CBR												
MOLDE Nº												
CAPAS Nº	3			3			3					
GOLPES POR CAPA	25			25			25					
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO					
PESO MOLDE+S. HUM. gr												
PESO DE MOLDE gr												
PESO SUELO HUM. gr												
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>												
DENSIDAD HUMEDA g/cm <sup>3</sup>												
DENSIDAD SECA g/cm <sup>3</sup>												
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		Humedad: final		Humedad: inicial		Humedad: final		Humedad: inicial		Humedad: final	
TARRO Nº	No.				No.				No.			
TARRO+SUELO HUM. gr												
TARRO+SUELO SECO. gr												
PESO DEL TARRO gr												
% DE HUMEDAD												
HUMEDAD												
ABSORCIÓN												
EXPANSIÓN												
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
		mm	%		mm	%		mm	%			
0	0.00	127.00		0.00	127.00		0.00	127.00				
4	0.00	127.00		0.00	127.00		0.00	127.00				
PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN (mm) (qtz)	Carga Estática (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE				
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Estadiz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Estadiz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Estadiz. (MPa)		
0.000	0.000											
0.036	0.025											
1.375	0.050											
1.800	0.075											
2.540	0.100	5.0										
3.170	0.125											
3.810	0.150											
4.445	0.175											
5.080	0.200	10.00										
7.000	0.300											

  
 Mauricio Montañón González  
 CIP 57399

  
 Pablo Esteban Faler Pacheco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 270174

 Rafael Villarín Custodio  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 186239



### CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTO E 132)

Página 2 de 2

Proyecto: /

Transabilidad: /

Soluzante: /

Exploración: /

Estado/Nivel: /

Región/Provincia: /

Distrito: /

Lugar: /

Fecha: /

#### DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS: /

AASHTO: /

Máxima Densidad Seca MDS (g/m<sup>3</sup>): /

Óptimo Contenido de Humedad OCH (%): /

% Grava = /

% Arena = /

% Finos = /

LI % = /

LP % = /

Expansión % = /

Índice de Plasticidad (IP) = /

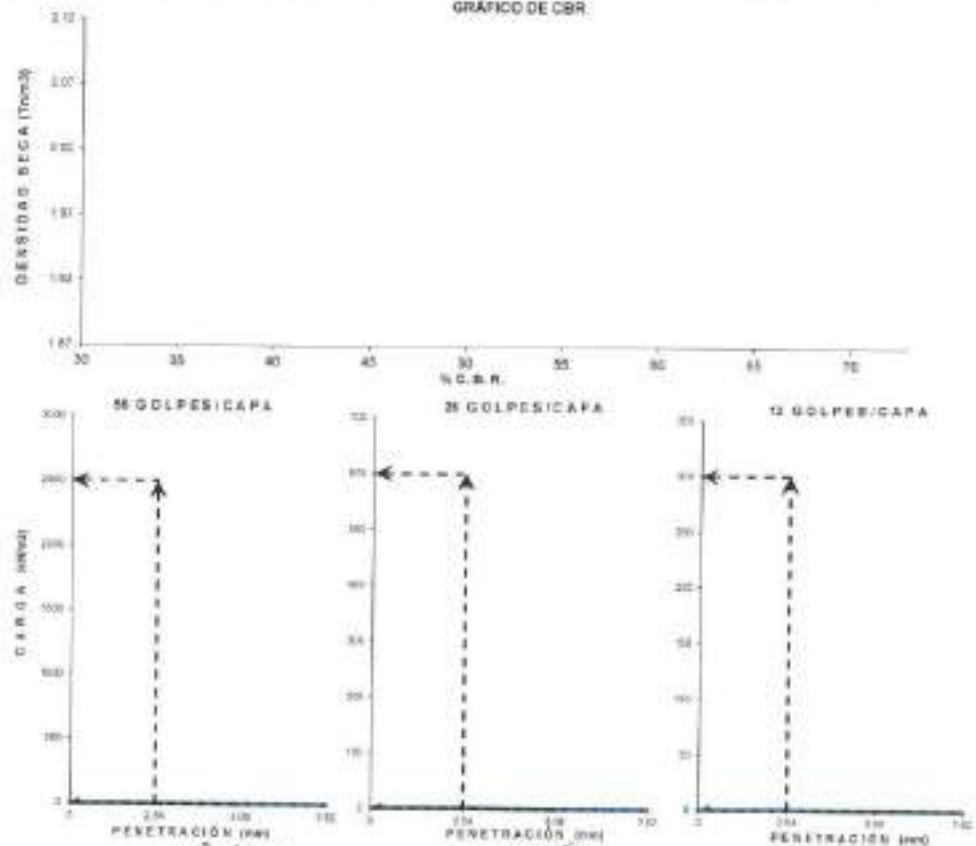
#### RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1' DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1') = /

CBR AL 95% DE LA MDS (0.1') = /

CBR AL 90% MDS = /

GRÁFICO DE CBR



  
Pablo Esteban  
CIP. 57399

  
Pablo Esteban / J. Pacheco  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 270174

  
Pablo Esteban / J. Pacheco  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.P. N° 188279

## **ANEXOS 04. ENSAYOS DE LABORATORIO**



# A&V

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA AVANZADA

QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO DE LA EMPRESA A&V  
CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA AVANZADA S.A.C.

### HACE CONSTAR

Que el señor YOVAN MATOS HUERTA, identificado con DNI N° 76197790, desarrollo la investigación: 'Influencia de la adición de ceniza de ichu y aceite residual de motor en las propiedades mecánicas de la subrasante, Huánuco 2022' en las instalaciones de nuestro laboratorio, de los cuales solo el autor mencionado tiene acceso a los resultados obtenidos.

Se expide la presente constancia del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 15 de noviembre del 2022

KENNY HUAMAN GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 13033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**  
CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**ENSAYOS DE MECÁNICA DE  
SUELOS CON FINES VIALES**

INF. N° 001-2022/CG-COM-22-O-016

**PROYECTO**

**"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ICHU Y ACEITE  
RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS  
DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022"**

**SOLICITANTE**

YOMAN MATOS HUERTA

**Fecha**

NOVIEMBRE DEL 2022

---

  
KENNY HUAMANI GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 52033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

## ANEXO 1

# ENSAYOS DE LABORATORIO

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized 'L' or similar character, enclosed within a circular scribble.

INGENIERO FIDELD OMBARRA  
BOGOTÁ, COLOMBIA  
C.C. 19.450.3  
ÁREA DE SEGURIDAD Y CONCRETO

---



RESUMEN DE RESULTADOS DE EMISORES DE LABORATORIO EN SUELOS: "IMPULSION DE LA Aceleración DE CERTIFICACIÓN DE BOMBA Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRAMANTE, HUÁNUCO 2022"

MUESTROS DE GRASES (CMET/MS)

GRASES	N. muestra	Cantidad	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)	N. Ancho (mm)		
GRASES DE MOTOR (CMET/MS)	1	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	
	2	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	
	3	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	
	4	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	5	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
GRASES DE MOTOR (CMET/MS)	6	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	7	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	8	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	9	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	10	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
GRASES DE MOTOR (CMET/MS)	11	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	12	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	13	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	14	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g
	15	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g



EXAMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS: "EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CENISA DE ICHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022"

MUESTRA	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS										CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
	Plasticidad por Líquido (%)	Límite de Compresibilidad (%)	Índice de Compresibilidad (I <sub>c</sub> )	Clasificación de la Compactación	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)	Grado de Saturación (S <sub>r</sub> %)
MUESTRA Nº 01	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
MUESTRA Nº 02	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
MUESTRA Nº 03	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														
	TRITURACIÓN														

GEOLOGO INGENIERO
   
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE CENIZA DE COQUIA ACETATE RESIDUAL DE MOTORES EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRAMANTE, HUÁLAGO 2022"

MUESTRA	RESISTENCIA DE COMPRESION		RESISTENCIA DE TRACCION		RESISTENCIA DE TRACCION		RESISTENCIA DE TRACCION		RESISTENCIA DE TRACCION		
	Resistencia específica de los suelos con ceniza	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)	
SUBRAMANTE HUÁLAGO	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	
SUBRAMANTE HUÁLAGO	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
SUBRAMANTE HUÁLAGO	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1
	TRACCIÓN (MPa)	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1	1.817	10.1

Handwritten signature or initials.

KENNY RIVERA CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 172001  
AREA: GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**ANEXO 1.1  
ENSAYOS DE  
LABORATORIO  
KM 4+750**

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized letter 'L' or similar, enclosed within a circular scribble.

IDENTIFICACION DEL AREA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 15023  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS  
(PASANTE LA MALLA N° 40)**

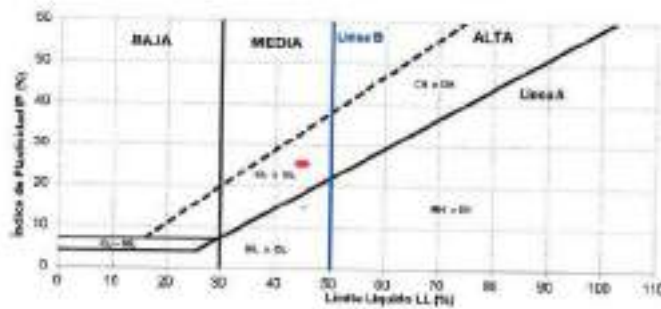
**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANITE, HUÁNUCO 2022  
**Tratamiento** : INT. N° DEL 0002/00 COM 20-0-000  
**Solicitante** : EDYAN SANTOS HUERTA  
**Exploración** : SUBGRANITE ESR 4-150  
**Estado/Suelo** : MATERIAL PROFO

**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AMBO  
**Distrito** : COOPAS-COQUIN-YANCO  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)					
	RECIPENTE	N°	120	150	
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	W	25.157	25.041	
2	PESO SUELO SECO + RECIPENTE	W'	25.201	24.887	
3	PESO RECIPENTE	R'	18.420	22.960	
4	PESO AGUA (1)-(2)	W	1.88	1.91	
5	PESO SECO DEL SUELO (2)-(3)	S'	4.88	3.45	
6	HUMEDAD	H	21.67%	22.87%	
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		<b>%</b>	<b>21.8%</b>		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)					
	RECIPENTE	N°	40	75	140
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	W	36.121	35.554	36.111
2	PESO SUELO SECO + RECIPENTE	W'	32.145	31.218	30.650
3	PESO RECIPENTE	R'	22.911	21.789	21.123
4	PESO AGUA (1)-(2)	W	3.985	3.124	5.212
5	PESO SECO DEL SUELO (2)-(3)	S'	9.770	11.429	10.166
6	HUMEDAD	H	40.89%	44.54%	49.87%
7	NUMERO DE GOLPES	N°	25	25	18
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>		<b>%</b>	<b>44.8%</b>		

**ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-PL= 23.0%**



KENNY SUAREZ DAM LARA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 10000  
 ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



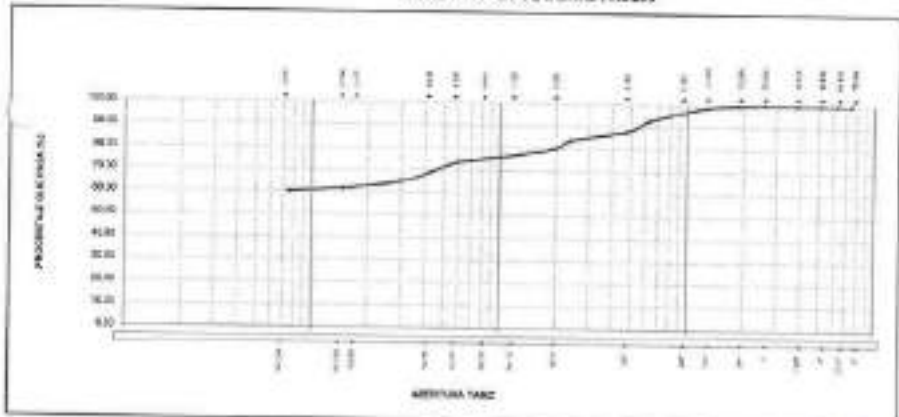
**A&V**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN  
S.A.S

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO  
(MTC E 107)**

Proyecto : REVISIÓN DE LA OBRERA DE CONCRETO EN EL PISO DE LA CARRERA DEL MOTOR EN LAS PROPIEDADES DEL SECTOR DE LA ZARZAVILLA, BARRIO 1803  
 Ubicación : NR. 1000 1312 NO. 056-13-0-016  
 Substrato : TUBOS DE HIERRO  
 Especificación : ZUBENASATI 1004-1-108  
 Estado/Suelo : MATERIAL PROPIO  
 Región : HUÁNUCO  
 Provincia : HUANO  
 Distrito : TOLA-COCCUN YANCO  
 Fecha : NOVIEMBRE 01, 2022

TAMIZO ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	NOTAS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.30	0.00	0.00	0.00	100.00	
15µ	0.075	0.00	0.00	0.00	100.00	
75µ	0.300	0.00	0.00	0.00	100.00	
150µ	0.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
300µ	1.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
600µ	2.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1.18mm	1.18	0.00	0.00	0.00	100.00	
2.0mm	2.0	0.00	0.00	0.00	100.00	
4.75mm	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	
7.5mm	7.5	0.00	0.00	0.00	100.00	
15mm	15	0.00	0.00	0.00	100.00	
30mm	30	0.00	0.00	0.00	100.00	
60mm	60	0.00	0.00	0.00	100.00	
120mm	120	0.00	0.00	0.00	100.00	
250mm	250	0.00	0.00	0.00	100.00	
500mm	500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1000mm	1000	0.00	0.00	0.00	100.00	
TOTAL		3760.29	100.00			

**ARCILLA LIGERA ARENOSA**



*(Firma)*  
 WENDELIN GARCÍA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 109253  
 AREA OBRERA Y CONCRETO





**A&V**  
CONSTRUCCIONES INGENIEROS  
ASOCIADOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)**

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LECHE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA  
SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022  
Institución : INF. N° 001-2022/CG-COIN-22-0-016  
Solicitante : YOVAN MATOS HUERTA  
Exploración : SUBRASANTE KM 4-750  
Orden/Nota : MATERIAL PROPIO

Región : HUÁNUCO  
Provincia : AMBO  
Distrito : COLPAS COGLIN-SAMOB  
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

RECIPIENTE	g	345	387
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	1100.70	1060.30
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	908.20	805.80
PESO RECIPIENTE	g	135.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	195.50	252.40
PESO SECO DE LA MUESTRA	g	774.45	719.70
HUMEDAD	%	25.2%	25.0%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>25.2%</b>	

  
KENIA MARIANI GABARRA  
INGENIERO CIVIL  
COT. N° 10030  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SUELOS (MTC E 206, E 113)**

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUÁNUCO 2022  
 Trazabilidad : INF. N° 001-2022/OG-CON-22-0-016  
 Solicitante : YOMAY MATOS HUERTA  
 Exploración : SUBRASANTE EM 64750  
 Sitio/No. : MATERIAL PROPIO

Región : HUÁNUCO  
 Provincia : AMBO  
 Distrito : COUPAS-COOLIN-YAMOR  
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022

**MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4 (MTC E 206)**

IDENTIFICACIÓN		ENSAJO 01	ENSAJO 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	g	221.88	221.88	
Peso en el aire de la muestra SSD	g	221.22	221.22	
Peso sumergido en agua de la muestra SSD	g	126.24	126.24	
Gravedad Específica		2.500	2.500	2.500
Gravedad Específica SSD		2.600	2.510	2.600
Gravedad Específica Aparata		2.580	2.580	2.580
% de Absorción	%	1.345%	1.345%	1.345%

**MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 4 (MTC E 113)**

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Fundado	cm <sup>3</sup>	500	500	
Peso de la muestra seca	g	132.28	142.12	
Peso de Rodados con la muestra y agua	g	471.87	545.74	
Peso de Rodados sin la muestra de agua	g	479.25	544.12	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	24	23	
Corrección por temperatura (K)		0.0061	0.0060	
Gravedad específica de la muestra		2.60	2.58	2.590

Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 (%)	17.18
Porcentaje que pasa la Malla N° 4 (%)	82.82
Gravedad específica de los sólidos	2.590

  
 KEVIN SOLORZANO CABRERA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 12693  
 AREA COTECHIA Y CONCRETO



 <b>A&amp;V</b> <small>CONSTRUCCIONES INGENIERIA S.A.S</small>	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
--	--

<b>Proyecto</b>	1 INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANITE, HUÁNUCO 3007	<b>Región</b>	HUÁNUCO
<b>Trabaja</b>	1 INF. N° 001-1022/09-00N-02-0-010	<b>Provincia</b>	ÁMBRO
<b>Solicitante</b>	1 YOVAN MATOS HUBER	<b>Distrito</b>	COIFAS-COOLIN-YANOS
<b>Esplora</b>	1 SUBGRANITE EM 54750	<b>Fecha</b>	NOVIEMBRE DE 2007
<b>Orden/Nivel</b>	1 MATERIAL PIEDRA		

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación USCS	OL AREOLA LIGERA ARENOSA	Método A	
Clasificación AASHTO	A-7-6 (11)	Capac: 5.00	60 pes/Lapa 25
% Retenido acumulado malla N° 4:	33.38	Materiales Pasante a usar	Faja N° 4
% Retenido acumulado malla N° 20:	5.57	Molde (Pulg)	estándar
% Retenido acumulado malla N° 40:	0.35	Peso Molde (gr)	4105.00
		Vol.(cm <sup>3</sup> ):	994.81

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5855.00	5993.00	6082.00	5996.00
Peso de la muestra compactada	gr	1730.00	1825.00	1907.00	1881.00
Densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1.84	1.94	1.98	1.96
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.54	1.61	1.65	1.56

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarso N°		845.0	823.0	822.0	834.0
Peso del tarso + suelo húmedo	gr	740.23	745.99	670.85	739.23
Peso del tarso + suelo seco	gr	645.23	676.00	575.28	600.87
Peso del agua	gr	134.00	134.88	128.00	123.49
Peso del suelo seco	gr	31.00	316.89	39.57	324.37
Peso del suelo seco	gr	115.23	826.12	432.06	474.38
Contenido de humedad	%	17.84	20.83	23.84	26.68

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**




  
**KENNY HUMANO GUMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 O.P. N° 133073  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO


**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE GRASA DE MOTOR Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022  
**Terceridad** : INT. N° 009-2022/CO-CON-22-D-013  
**Solicitante** : YOVAN MARCOS HUERTA  
**Delineante** : SUBASANTE S.A.  
**Tercera Nivel** : MATERIAL PROFUNDO  
**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AMBO  
**Distrito** : COLPAS-COQUEL-PAKICH  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR										
Molde N°	25		30		33					
CAPAS N°	5		5		5					
GCI POR CAPA	58		26		12					
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO		HUMEDO		HUMEDO					
PESO MOLDE + SUELO	g	17933.00	11720.00		11410.00					
PESO DEL MOLDE	g	7567.30	7084.00		7913.00					
PESO SUELO HUM	cm3	4343.00	4596.00		3797.00					
VOLUMEN DEL MOLDE	g/cm3	2112.56	2116.48		2093.31					
DENSIDAD HUMEDA	g/cm3	2.06	1.91		1.91					
DENSIDAD SECA	g/cm3	1.667	1.541		1.462					
Contenido de Humedad										
TARRO N°	N°	154	322	347	154	322	347	154	322	347
TARRO-SUELO HUM	g	597.40	784.00	838.20	597.40	784.00	684.30	597.40	784.00	874.00
TARRO-SUELO SECO	g	588.60	884.20	839.00	589.90	884.20	859.70	589.90	884.20	846.70
PESO DEL TARRO	g	129.49	132.36	133.21	129.49	133.35	135.50	129.49	133.36	136.30
% DE HUMEDAD	%	25.13	24.62	27.72	23.13	24.92	26.48	23.13	24.92	31.03
% DE HUMEDAD	%	24.63		27.10	24.03		26.48	24.02		31.62
ABSORCIÓN	%	3.07			8.37			6.98		
EXPANSIÓN										
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0	0.00	127.60	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4	0.04	127.84	0.03%	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.05	0.04%	
PENETRACIÓN										
Penetración (mm) (Mg)	Carga Estándar (Kpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (Kg)	Fuerza (Kg/cm²)	Deflect. (MPa)	Fuerza (Kg)	Fuerza (Kg/cm²)	Deflect. (MPa)	Fuerza (Kg)	Fuerza (Kg/cm²)	Deflect. (MPa)
0.030	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.031	0.028	0.02	0.02	0.01	0.05	0.06	0.00	0.03	0.09	0.02
1.270	0.056	0.05	0.05	0.02	0.15	0.16	0.07	0.12	0.12	0.06
1.903	0.078	0.09	0.09	0.05	0.20	0.20	0.14	0.20	0.20	0.10
2.540	0.100	0.13	0.17	0.08	0.27	0.27	0.19	0.26	0.26	0.14
3.170	0.125	0.30	0.30	0.15	0.46	0.45	0.24	0.32	0.32	0.17
3.910	0.150	0.46	0.46	0.24	0.54	0.54	0.28	0.38	0.38	0.20
4.445	0.175	0.54	0.54	0.33	0.52	0.52	0.32	0.43	0.43	0.22
5.060	0.200	0.82	0.82	0.43	0.66	0.66	0.35	0.47	0.47	0.24
7.620	0.300	1.58	1.58	0.82	0.94	0.94	0.49	0.63	0.63	0.32

  
**KENY HUARÁN GALVEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 120603  
**AREA GEOTECNIA Y CONCRETO**

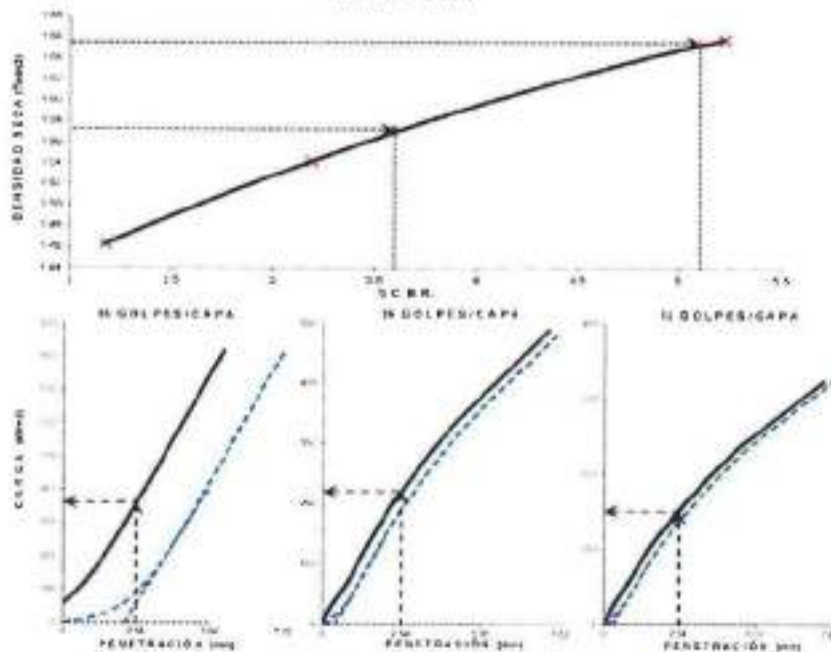


**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**


**Proyecto** | INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ACHI Y AGRIETE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SERRASANTE HUÁNUCO 2022  
**Transparencia** | ME. N° 001-2022/03-COM-22-O-095  
**Solicitante** | YOSAM MATEO HUERTA  
**Exploración** | SERRASANTE (MTC E 132)  
**Estrato/Nivel** | MATERIAL PROPIO  
**Región** | HUÁNUCO  
**Provincia** | AMBO  
**Distrito** | COLPAS COLOM-YAMOR  
**Fecha** | NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS	CL	ARCILLA, SUELO ARENOSO	ASTRUCO	A-2-B (21)	
Módulo de Elasticidad (ksi/psi)	1.895		Óptimo Contenido de Humedad (OCH) %	24.10	
% Grava	42.10	% Arena	57.77	% Fines	80.05
				LL %	44.82%
				PL %	21.81%
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO (61" DE PENETRACIÓN)</b>					
CBR AL 90% H2O (0.1") = 3.3		CBR AL 90% H2O (0.1") = 3.9		CBR AL 90% H2O (1") = 12.2	

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KENNY HILGAMM CASERRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR N° 128023  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

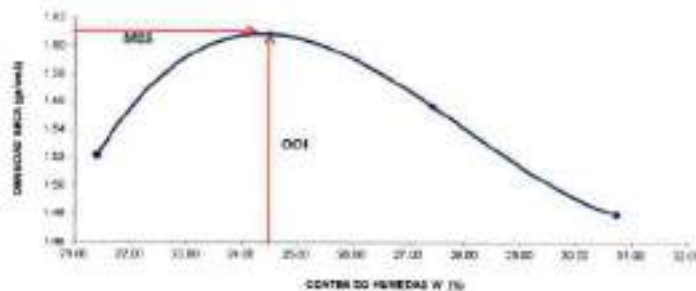
 <b>A&amp;V</b> <small>CONSTRUCCIONES Y MANTENIMIENTO</small>	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

<b>Proyecto:</b>	1 INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CINZA DE CENIZAS Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE	<b>Región:</b>	BUENOS AIRES
<b>Terceridad:</b>	1 INF. N° 301-2021/OS-CDN-12-C-016	<b>Provincia:</b>	AMBA
<b>Solicitante:</b>	1 KONAMINATOS HUERTA	<b>Dirección:</b>	1 COLONIA OCEANO YAMOR
<b>Exploración:</b>	1 SUBSAGRANTE KM 44750	<b>Fecha:</b>	1 NOVIEMBRE DEL 2021
<b>Tramo/Nivel:</b>	1 CUNDA DE OCHU (D.N.MDS)		

DATOS DEL ENSAYO						
Clasificación S(U)	CL. ARCILLA LEGERA ARENOSA					MÉTODO A
Clasificación AASHTO	A-7-6 (15)					Capas: 5.00
% Retenido acumulado malla N° 4	11.18	Material Pasante a ciler			Pasos N° 4	
% Retenido acumulado malla 20	8.32	Módulo (Pulg)			AMMANNWALD	
% Retenido acumulado malla 60	0.95	Peso Muestra (gr)			4105.00	Vel (cm/s): 893.83
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Caracterización N°		01	02	03	04	
Peso del molde y muestra	gr	5851.4	5887	5970	5928	
Peso de la muestra compactada	gr	1735.9	1801.8	1864.8	1818.5	
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.85	2.00	1.99	1.91	
Densidad seca	g/cc	1.52	1.65	1.56	1.48	

CONTENIDO DE HUREDA						
Tarro N°		36.0	415.0	45.0	62.0	
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	747.83	751.430	677.56	787.53	
Peso del tarro + suelo seco	gr	686.70	690.96	605.99	704.93	
Peso del agua	gr	135.34	156.25	145.95	135.79	
Peso del suelo	gr	307.69	313.04	319.57	341.83	
Peso del suelo seco	gr	304.58	304.16	302.40	304.12	
Contenido de humedad	%	21.45	24.49	27.43	30.79	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OWC	Óptimo
Contenido de	contenido de
humedad (W)	humedad (W)
24.50	24.50
OWC	OWC
Máximo	Máximo
Densidad	Densidad
Seca (MDD)	Seca (MDD)
1.418	1.418

  
**KENNY BARRALINO CASTELLANA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CAP. N° 120003  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : IMPLANTACIÓN DE LA ADICIÓN DE CEMENTO DE FOLU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTA HUANUCO 2020  
**Trazabilidad** : IM. N° 001-2022/00-CON-22-O-090  
**Solicitante** : YOVAN MATOS RIVERA  
**Delineación** : SUBRASANTA EM 4750  
**Dirección** : CENSA DE INGENIEROS  
**Región** : HUANUCO  
**Provincia** : CAMBAY  
**Districto** : COLLAS COCULIN-YAMOR  
**Fecha** : 10 NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR										
Molde N°	25		10		4					
CAPAS N°	5		5		5					
DOLPES POR CAPA	50		20		10					
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE + S HUM	gr	11070.00			11816.00			11218.00		
PESO DEL MOLDE	gr	6671.30			7006.00			7711.00		
PESO SUELO HUM	cm3	4198.00			3953.00			3507.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm3	2386.30			2054.63			2000.30		
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm3	2.00			1.88			1.75		
HUMEDAD SECA	gr/cm3	1.60			1.51			1.40		
Contenido de Humedad										
TARRO N°	N°	337	325	384	154	322	347	154	225	347
TARRO + SUELO HUM	gr	505.8	581.4	781.6	535.8	581.4	742.6	535.8	581.4	751.8
TARRO + SUELO SECO	gr	485.8	491.8	623.6	492.9	541.8	602.4	455.7	491.8	595.8
PESO DEL TARRO	gr	136.5	133.35	95.35	136.5	133.35	98.73	136.5	133.35	66.5
% DE HUMEDAD	%	24.25	25.00	27.42	24.15	25.00	27.73	24.66	25.00	30.04
% DE HUMEDAD	%	24.875		27.42	24.975		27.73	24.975		30.04
ABSORCIÓN	%	2.45			2.70			5.97		

EXPANSIÓN									
DIA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.06	127.06	0.05%	0.18	127.18	0.01%	0.04	127.04	0.04%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (sig)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			Estrés (MPa)
		Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Coeficiente (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Coeficiente (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Coeficiente (MPa)	
1.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.630	0.025	0.09	0.08	0.05	0.09	0.09	0.05	0.16	0.10	0.09	0.09
1.270	0.050	0.20	0.20	0.10	0.32	0.30	0.16	0.38	0.30	0.19	0.19
1.820	0.075	0.42	0.41	0.21	0.53	0.53	0.27	0.57	0.57	0.30	0.30
2.240	0.100	0.69	0.68	0.36	0.81	0.81	0.42	0.73	0.73	0.38	0.38
3.170	0.125	0.93	0.94	0.51	1.04	1.04	0.54	0.84	0.84	0.43	0.43
3.810	0.150	1.12	1.12	0.68	1.26	1.26	0.65	0.94	0.94	0.44	0.44
4.445	0.175	1.53	1.52	0.79	1.45	1.45	0.75	1.21	1.21	0.52	0.52
5.680	0.200	1.79	1.75	0.91	1.62	1.62	0.84	1.58	1.58	0.59	0.59
7.620	0.300	2.52	2.50	1.36	2.18	2.18	1.12	1.30	1.30	0.67	0.67

**KENMY HUMARRÁIZ CASARRIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 13633  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE CENIZA DE CARBON Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE, GUANAJICO 2020.  
**Tractabilidad:** INF. N° 001-2022/OG-COM-23-0-055  
**Solicitante:** YONAY MARCOS HUERTAS  
**Exploración:** SU BRASANTE KM 4-750  
**Estrato/Nivel:** CENIZA DE CARBON (7% MDS)  
**Región:** PLURIMUNDO  
**Provincia:** AMBATO  
**Distrito:** COLPAS-COQUIPA-YAMONA  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

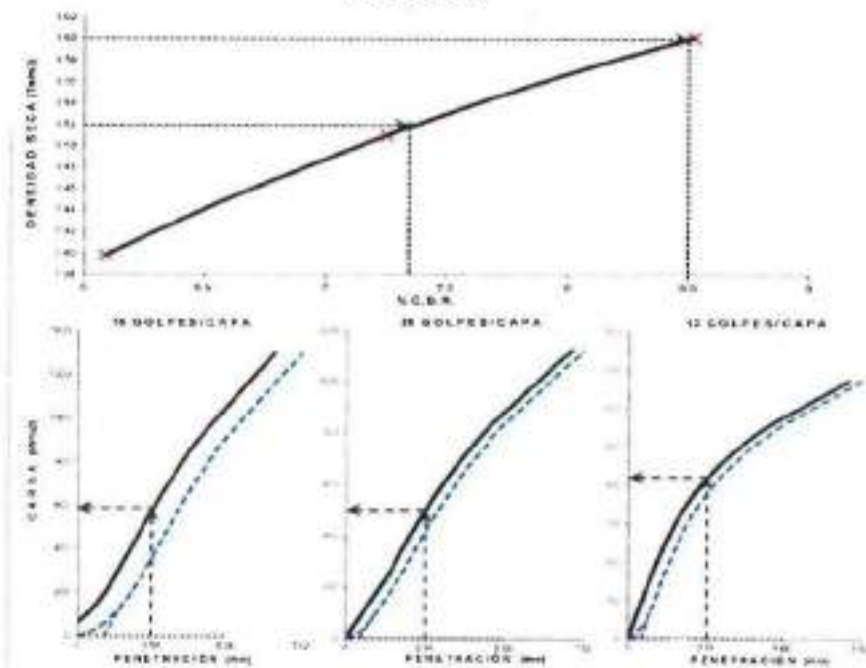
**DATOS DEL ENSAYO**

Categoría de SUELO:	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	ASHTO:	A-7-6 (S1)					
Máxima Densidad Seca (MDS) (t/m <sup>3</sup> ):	1.61		Óptimo Contenido de Humedad (OCH) (%):	24.30					
% Grava >= 75 µm:	12.18	% Arena <= 75 µm:	27.77	% Fines <= 60 µm:	60.05	U <sub>15</sub> (%):	44.02%	U <sub>75</sub> (%):	23.61%
Expansión (%):	0.00%	Índice de Plasticidad (IP):	4.2	IP <sub>U</sub> :	27.01%				

**RESULTADOS DEL ENSAYO (31" DE PENETRACIÓN)**

CBR AL 100% U <sub>15</sub> (3.1") =	8.5	CBR AL 95% MDS (3.1") =	7.4	CBR AL 90% MDS =	—
--------------------------------------	-----	-------------------------	-----	------------------	---

**GRÁFICO DE CBR**



  
 KEYTY YAMANAY CAJASCA  
 INGENIERA CIVIL  
 CDR N° 140333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

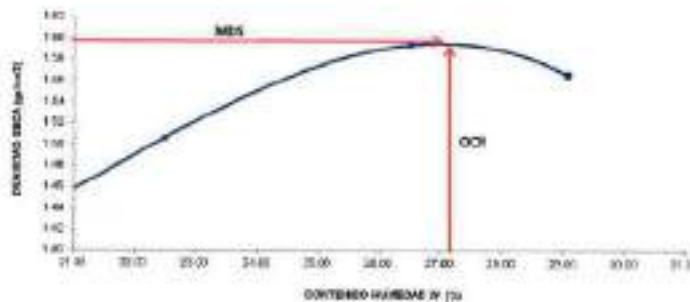
**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE YOHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANITE, HUÁNUCO 2022  
**Trazabilidad:** INF. Nº 065-1002/CO-COR-22-0-008  
**Solicitante:** YOVAN MATOS HUERTA  
**Diplomación:** SUBGRANITE NM 4-750  
**Técnico/Nivel:** CENIZA DE YOHU (W% MOG)

**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** AYBEO  
**Districto:** COLINAS-COQUELLO-YANOR  
**Fecha:** NOVIEMBRE DE 2022

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS	CL ARCILLA LISERA ARENOSA	Método A	
Clasificación AASHTO	A-7-6 (11)	Capas: 3.00	Golpes/Capa: 25
% Retenido acumulado malla Nº 4:	2.18	Material Pasante a usar	Fase Nº 4
% Retenido acumulado malla Nº 60:	8.82	Módulo (Pulg)	estandarizado
% Retenido acumulado malla Nº 200:	0.35	Peso Muestra (gr)	4000.00
		Vol. (cm <sup>3</sup> )	699.81
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Distancia con Nº		28	32
Peso del molde y muestra	gr	5735	5835
Peso de la muestra compactada	gr	1529.7	1533.7
Densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1.73	1.64
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.44	1.52

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tarro Nº		52.0	190.0
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	737.81	736.55
Peso del tarro + suelo seco	gr	630.95	625.81
Peso del tarro	gr	132.66	133.53
Peso del agua	gr	104.86	110.75
Peso del suelo seco	gr	498.95	491.28
Contenido de humedad	%	20.84	22.56

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCM
Óptimo contenido de humedad (%)
27.10
MDD
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
1.596

  
**KESIN Y HUBERTO GABARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. Nº 136203  
**AREA GEOTECNIA Y CONCRETO**



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto :** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANULADA, Huánuco 2022  
**Viabilidad :** N° 003-2022/OS-COPE-23-D-016  
**Solista :** ROYAL MATOS HUERTAS  
**Referencia :** SI MASANTE KM 4+750  
**Estrata/Obra :** CERRAZA DE TUPU (AN MED)  
**Región :** HUANUCO  
**Provincia :** HUANUCO  
**Distrito :** COLPAGOQUELEN-TAMBO  
**Fecha :** NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR							
Molde N°	54		55		52		
CAPAS N°	5		5		5		
GOLPES POR CAPA	50		25		5		
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO		HÚMEDO		HÚMEDO		
PESO MOLDE + S.HUM	gr	12340.00	11725.00	11600.00			
PESO DEL MOLDE	gr	9073.60	7877.00	7795.00			
PESO SUELO HUM	cm3	4267.60	4360.00	3805.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm3	2710.48	2785.77	2114.53			
DENSIDAD HUMEDAD	gr/cm3	2.02	1.82	1.80			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.58	1.58	1.40			
Contenido de Humedad							
TARRO N°	N°	Humedad: inicial	Final	Humedad: inicial	Final	Humedad: inicial	Final
TARRO + SUELO HUM	gr	532.5	609.0	607.5	602.5	603.0	751.3
TARRO+SUELO SECO	gr	446.9	507.4	501.2	480.5	507.4	507.0
PESO DEL TARRO	gr	134.08	134.19	84.25	134.08	134.19	87.2
% DE HUMEDAD	%	27.35	25.30	30.49	27.59	25.30	31.01
% DE HUMEDAD	%	28.35		29.49		29.23	
ABSORCIÓN	%	3.18		3.28		4.48	

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.04	127.03	0.03%	0.04	127.03	0.03%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (p/g)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (N)	Fuerza Calc. (N)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (N)	Fuerza Calc. (N)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (N)	Fuerza Calc. (N)	Esfuerzo (MPa)
0.05	0.00		0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
0.50	0.025		0.13	0.13	0.08	0.12	0.12	0.05	0.13	0.13	0.07
1.25	0.050		0.43	0.43	0.22	0.40	0.40	0.22	0.51	0.51	0.25
1.90	0.075		0.85	0.85	0.44	0.77	0.77	0.40	0.82	0.82	0.43
2.50	0.100	5.5	1.52	1.30	0.68	1.09	1.00	1.57	1.27	1.07	0.68
3.10	0.125		1.71	1.71	0.89	1.36	1.36	0.70	1.28	1.28	0.65
3.610	0.150		2.07	2.07	1.07	1.61	1.61	0.83	1.45	1.45	0.72
4.445	0.175		2.59	2.39	1.23	1.82	1.82	0.94	1.63	1.63	0.79
5.060	0.200	10.25	2.66	2.66	1.37	1.88	1.88	1.03	1.64	1.64	0.86
7.620	0.300		3.51	3.51	1.81	2.63	2.63	1.31	1.95	1.95	1.01

  
**KENRY RUAMANE GAITERRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CR. N° 120333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

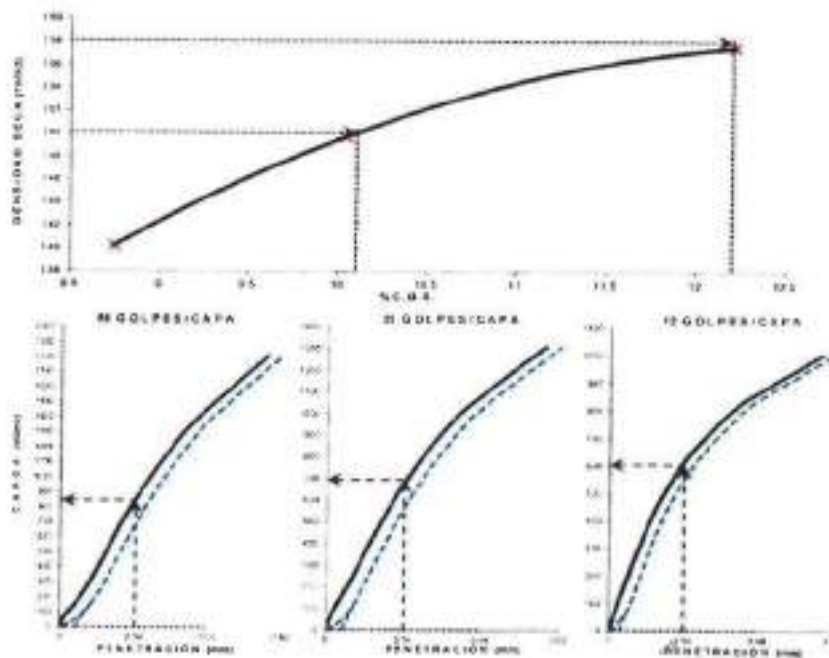




**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑA Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRAMANTE HUAMUO 2022  
**Tercerista:** INI. N° 000-1822/03-CON-23-0-056  
**Solicitante:** YOVAN MATOS HUERTA  
**Exploración:** SUBRAMANTE KM 4.780  
**Estrato/Nivel:** CENIZA DE LEÑA (400 MDS)  
**Región:** HUANUCO  
**Provincia:** AMBO  
**Distrito:** COLPAS-COOLPA-YAMPOR  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SACI:	C1	ARZOLIA (UTPBA ARPNICIA)	GRUPO: A-T-6(1)
Módulo de Elasticidad (MDS /N/m <sup>2</sup> ):	1.596	Óptimo Contenido de Humedad (OCH %):	27.10%
% Grava =	52.28	% Arena =	37.27
% Fines =	60.05	% LP =	44.82%
Expansión % =	0.03%	Imbeldido (I <sub>pl</sub> ) =	4.6
		W % =	21.01%
RESULTADOS DEL ENSAYO (61" DE PENETRACIÓN)			
CBR AL 50% MDS (0.1") =	52.3	CBR AL 90% MDS (0.1") =	101.3
CBR AL 95% MDS =	134.0		

GRÁFICO DE CBR



  
**KENY SHAMBS GARCIA LORA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 134333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

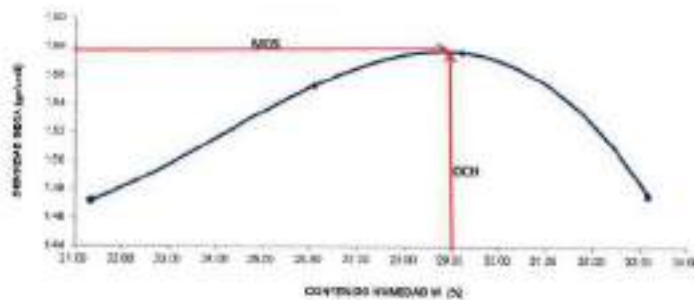
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>	

Proyecto	1. INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE IGU Y AGENTE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE	Región	HUÁNUCO
Trazabilidad	1. INF. N°000-2022/CO-CDN-22-D-056	Provincia	AYBEO
Solicitante	1. YOVAN MATOS HUERTA	Dirección	CDUPAS-CDUHU-YANOR
Explotación	1. SUBSISTANTE KM 04-750	Fecha	NOVIEMBRE DEL 2022
Dirección/Unidad	1. CENIZA DE IGU (PH. NDS)		

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS	CL ARECILLA (GRA ARECILLA)	MÉTODO A	
Clasificación AASHTO	A-7-4 (SS)	Capac. 500	60 golpes/Capa 25
% Retenido acumulado malla N° 4	22.18	Materia Pasante a Usar	Peso N° 4
% Retenido acumulado malla 20	3.32	Molde (Pulg)	#18x18x18
% Retenido acumulado malla 40	0.35	Peso Molde (gr)	4105.00
			Vol.(cm <sup>3</sup> )
			999.00
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Designación N°		02	03
Peso del molde y muestra	gr	5724	5242.000
Peso de la muestra compactada	gr	1679.2	1961.4
Densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1.72	1.96
Densidad seca	gr/cc	1.47	1.55

CONTENIDO DE HUREDAD			
Tarro N°		45.0	178.0
Peso del tarro + suelo/húmedo	gr	710.45	714.290
Peso del tarro + suelo seco	gr	628.24	595.24
Peso del tarro	gr	328.04	323.45
Peso del agua	gr	192.27	120.95
Peso del suelo seco	gr	475.65	465.76
Contenido de humedad	%	21.34	26.09

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH	26.09
Óptimo contenido de humedad (%)	26.09
MDS	1.96
Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.96

  
**KENNY TRUJILLO GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 13003  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTG E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUÁNUCO 2020  
**Trazabilidad** : ME. N° 691-2022/CS-COR-22-0-014  
**Ubicación** : VÍCAM VÍAMOS HUARZA  
**Esplanada** : SUBRASANTE EM 4-350  
**Estado/Región** : CERTEZA DE COQUE (65. MED)  
**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : VÍAMOS  
**Districto** : COLPAS-COQUE-YAMOS  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR									
Molde N°		15		25		12			
CAPAS N°		5		5		5			
COUPES POR CAPA		55		28		12			
COND. DE LA MUESTRA		HÚMEDO		HÚMEDO		HÚMEDO			
PESO MOLDE + SUELO	gr	11075.00		11834.00		11508.00			
PESO DEL MOLDE	gr	7063.00		6871.00		7611.00			
PESO SUELO HUM.	cm3	4012.00		4182.00		3617.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm3	2114.15		2098.30		2119.64			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.34		1.96		1.41			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.87		1.52		1.38			
Contenido de Humedad									
TARRO N°	N°	330	336	272	335	338	261	333	330
TARRO SUELO HUM.	gr	616.15	643.2	720.30	618.10	643.20	600.10	616.10	643.20
TARRO SUELO SECO	gr	602.16	626.40	691.90	602.10	626.40	590.00	602.10	626.40
PESO DEL TARRO	gr	128.00	133.35	81.00	128.00	133.35	84.10	128.00	133.35
% DE HUMEDAD	%	33.47	26.72	32.96	30.47	29.12	33.22	30.47	26.72
% DE HUMEDAD	%	30.16		32.96		30.10		33.22	
ABSORCIÓN	%	2.88		3.13		4.02			

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	1.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (p/g)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Coef. (kN)	Deform. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Coef. (kN)	Deform. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Coef. (kN)	Deform. (MPa)
1.000	0.000		0.30	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
5.530	0.025		0.21	0.21	0.11	0.30	0.30	0.17	0.41	0.41	0.21
1.270	0.060		0.63	0.63	0.38	0.98	0.98	0.51	1.26	1.26	0.65
1.900	0.075		1.52	1.52	0.88	1.37	1.37	0.71	1.81	1.81	0.78
2.540	0.100	0.9	1.63	1.63	0.94	1.78	1.78	0.81	1.75	1.75	0.89
3.175	0.125		2.19	2.19	1.33	2.10	2.10	1.09	1.81	1.81	0.99
3.810	0.150		2.75	2.75	1.42	2.48	2.48	1.28	2.05	2.05	1.08
4.445	0.175		3.00	3.00	1.88	2.71	2.71	1.40	2.18	2.18	1.13
5.080	0.200	83.26	3.06	3.06	1.68	2.76	2.76	1.43	2.29	2.29	1.19
7.620	0.300		5.08	3.06	1.58	2.94	2.94	1.62	2.65	2.65	1.37

**KENNY HORMAY GARRERA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130323  
 AREA DETECTIVA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA AGUJERACIÓN DE CENIZA DE MOTOR Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUANCLO 2021.  
**Trazabilidad** : IMP. N° 001-3100/CS-COM-22-0-039  
**Solicitante** : YOVAN MATOS HERRERA  
**Exploración** : SUBRASANTE CM 4-750  
**Entrenamiento** : CESUGA 26 (CM) (96) (M55)  
**Región** : HUANUCO  
**Provincia** : YAROS  
**Dirección** : COLPAS-COQUIN-YAROS  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

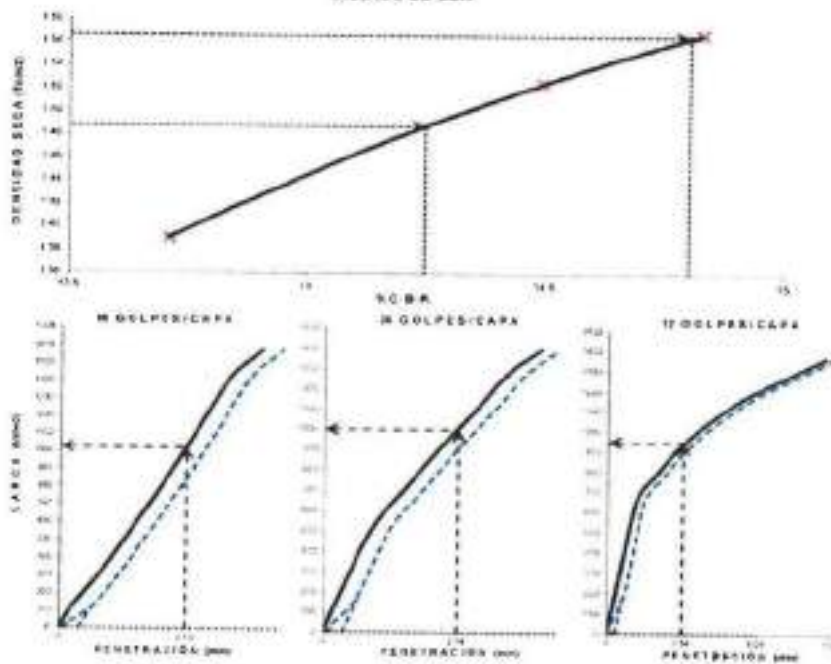
**DATOS DEL ENSAYO**

Clasificación SUIC	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHITZ	4-7-9 (11)	
Alcalinidad (coeficiente de absorción)	1.578		Optimo	Granulometría ex Humedad DOI % = 0.35	
% Grava =	12.18	% Arena =	27.77	% Finco =	60.05 (L.N. = 44.82% LP % = 25.03%)
Liquidación % =	3.02%	Embebido (Plac) =	4.0	P % =	21.01%

**RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)**

CBR AL 100% MOI (0.1") =	14.3	CBR AL 50% MOI (0.1") =	14.7	CBR AL 30% MOI =	...
--------------------------	------	-------------------------	------	------------------	-----

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KENY HIZAMANI GALDAMES**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 14383  
 ASOCIACION DE INGENIEROS Y CONCRETOS

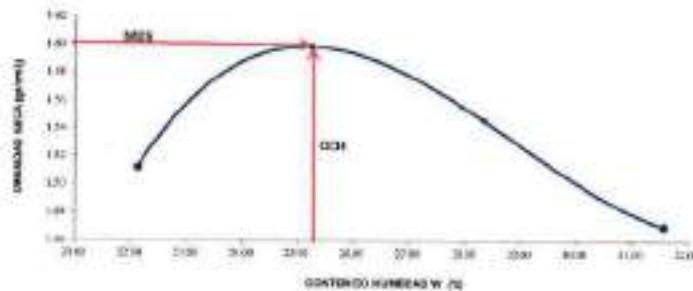
 <b>A&amp;V</b> CONSULTORIA EN INGENIERIA CIVIL	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

Proyecto :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE	Región :	HUÁNUCO
Trazabilidad :	INF. N° 001-2022/CC-COM-22-O-016	Provincia :	AMBO
Elaborante :	YUSAY MATOS HUERTA	Districto :	COCHAS COQUE-TAMOR
Aplicación :	SUBSTRANTE EM 8-750	Fecha :	NOVIEMBRE DEL 2022
Extraño/Nivel :	ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (5% MVI)		

DATOS DEL ENSAYO						
Clasificación SUCS:	CL ARCILLA (USPS) ARENOSA			MÉTODO A		
Clasificación AASHTO:	A-7-6 (11)			Capas: 5.00 Golpes/Leña: 25		
Si Retenido acumulado más de N° 4:	12.18	Material Pasante a Usar	Faja N° 4			
Si Retenido acumulado más de 10:	5.52	Moche (Paq)	Código			
Si Retenido acumulado más de 20:	0.85	Peso Mueña (gr)	4075.00	Vol. (cm <sup>3</sup> ):	668.81	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Determinación N°		O1	O2	O3	O4	
Peso del molde + muestra	gr	5841	5887	5870	5929	
Peso de la muestra compactada	gr	1732.9	1881.8	1864.4	1818.5	
Densidad húmeda	gr/cc	1.80	1.90	1.88	1.83	
Densidad seca	gr/cc	1.51	1.86	1.55	1.67	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tarro N°		26.2	465.0	45.0	61.0	
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	787.63	756.480	677.36	727.52	
Peso del tarro + suelo seco	gr	688.70	627.39	558.29	596.91	
Peso del tarro	gr	155.54	176.23	180.59	128.79	
Peso en agua	gr	110.32	124.04	118.57	141.61	
Peso del suelo seco	gr	501.56	481.16	418.20	465.13	
Contenido de humedad	%	22.12	25.25	28.34	31.38	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OC-1
Óptimo
contenido de
humedad (O)
25.25
MDS
Máxima
Densidad
Seca (dr/cc)
1.86

  
**KENNY HILARIAN GARCERAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 39333  
 ARZA ESTRUCTURA Y CONCRETO





**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SIERRASANTE HUÁNUCO 2022  
**Trazabilidad** : INT. N° 600-102/190 C07-22-0-033  
**Técnico** : YOVAN MATOS HUERTA  
**Topografía** : SIERRASANTE KM 4750  
**Tamaño/Nivel** : ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (2% MSO)

**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AMBO  
**Dirección** : COLPAS-COQUELUN-YAMOR  
**Tamaño** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR										
Molde N°	25			35			4			
CAJAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAJA	50			25			72			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO			HÚMEDO			HÚMEDO			
PESO MOLDE + S. HUM	gr	17073.00		11922.00		11381.00				
PESO DEL MOLDE	gr	5871.20		7884.00		7711.00				
PESO SUELO HUM	cm3	4282.00		3938.00		3.670.00				
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm3	2996.30		2044.00		2099.30				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.00		1.93		1.75				
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.81		1.62		1.40				
Contenido de Humedad										
TARRO N°	N°	337	322	314	154	322	347	154	322	347
TARRO + SUELO HUM	gr	505.5	501.4	781.6	635.6	591.4	742.8	535.5	581.4	751.9
TARRO + SUELO SECO	gr	455.9	491.8	627.6	485.9	591.8	502.4	489.9	491.8	583.6
PESO DEL TARRO	gr	126.5	133.36	65.36	126.5	133.36	96.77	130.5	133.36	66.6
% DE HUMEDAD	%	24.95	25.00	27.45	24.95	25.30	27.75	24.96	26.90	30.04
% DE HUMEDAD	%	24.95		27.42	24.95		27.73	24.96		30.04
ABSORCIÓN	%	7.48			2.78			8.97		

D/A	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.03	127.80	0.00%	0.03	127.80	0.00%	0.03	127.80	0.00%
4	0.04	127.84	0.03%	0.04	127.84	0.03%	0.04	127.84	0.03%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (p/g)		Carga Estándar (N/m²)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)
0.002	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.003	0.000		0.07	0.07	0.04	0.11	0.11	0.06	0.13	0.13	0.07
1.270	0.000		0.26	0.26	0.13	0.36	0.36	0.19	0.45	0.45	0.23
1.900	0.075		0.51	0.61	0.26	0.68	0.68	0.34	0.72	0.72	0.37
2.540	0.100	5.9	0.80	0.86	0.44	1.01	1.01	0.52	0.91	0.91	0.47
3.170	0.125		1.24	1.24	0.64	1.38	1.38	0.67	1.06	1.06	0.54
3.810	0.150		1.58	1.58	0.82	1.57	1.57	0.81	1.17	1.17	0.60
4.440	0.175		1.91	1.91	0.99	1.81	1.81	0.92	1.27	1.27	0.66
5.080	0.200	10.35	2.25	2.25	1.14	2.00	2.00	1.05	1.35	1.35	0.70
7.620	0.300		3.15	3.15	1.63	2.72	2.72	1.41	1.83	1.83	0.94

**KEVIN WILLIAMS GALARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 120283  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO.



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE PÓLVORA Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUSTRANTE, HUÁNUCO 2022  
**Transmisión:** INV. N° 003-2022/CG-CLM-22-0-018  
**Solicitante:** YOGAW MATEOS HUERTA  
**Exploración:** SUSTRANTE KM 4+750  
**Material/Usos:** ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (2% MDS)

**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** AMBO  
**Cantón:** COCHAS-COCHIN-YAMOR  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

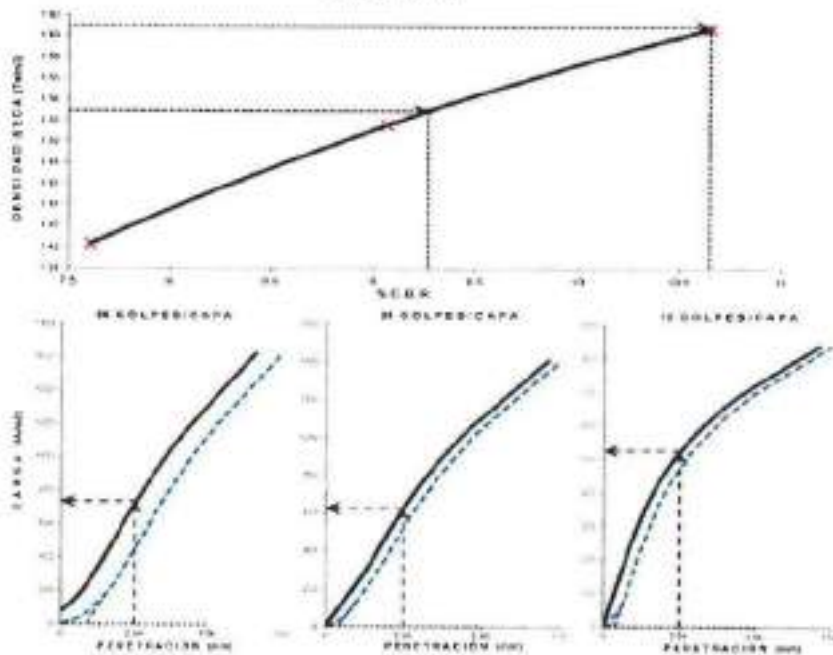
**DATOS DEL ENSAYO**

Clasificación SUELO:	SI	ARGILA LIGERA ARENOSA	AASHTO:	A-7-6 (S1)					
Máxima Densidad seca MDS (g/cm <sup>3</sup> ):	3.6		Óptimo Contenido de Humedad OCH (%):	21.30					
% Grava =	12.28	% Arena =	27.77	% Finos =	60.06	U <sub>2</sub> =	44.02%	U <sub>60</sub> =	28.21%
Plasticidad (%) =	0.02%	Índice de Plasticidad (IP) =	0.0	PI <sub>N</sub> =	21.03%				

**RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)**

CBR AL 100% MDS (0.1") =	11.7	CBR AL 95% MDS (0.1") =	9.3	CBR AL 80% MDS =	7.1
--------------------------	------	-------------------------	-----	------------------	-----

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KENY HUAMANI GAMORRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 121323  
 ÁREA DISEÑO Y CONCRETO

	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ICHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBPANTE, HUÁNUCO 2021.  
**Transmisión:** INF. Nº 001-2022/09-DG-001-20-006  
**Asesor:** YOVAN SALTOS HUERTA  
**Exploración:** SUBPANTE KM 4-750  
**Interno/Nivel:** ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (RS MG)

**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** ANCO  
**Dirección:** CALIFAS-CODU N-YAMOR  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS:	OL APOILA LIGERA ARENOSA		MÉTODO A		
Clasificación AAS(UT):	A-7.6 (U)	Capac: 5.00	Grapas/Caja: 24		
% Retenido acumulado masa N° 4:	17.18	Materia Pasante a usar	Fase N° 1		
% Retenido acumulado masa N° 10:	8.82	Módulo (70g)	600000000		
% Retenido acumulado masa N° 20:	0.35	Peso Molede (gr):	4105.00		
		Vol.(cm <sup>3</sup> ):	993.0		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°	01	02	03	04	
Peso del molde y muestra	gr	5735	5839	6000	6005
Peso de la muestra compactada	gr	1629.7	1755.7	1834.3	1894.5
Densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1.73	1.84	1.90	1.90
Densidad seca	gr/cc	1.43	1.69	1.68	1.55

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		54.0	180.0	328.0	44.0
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	732.81	736.55	664.11	721.92
Peso del tarro + suelo seco	gr	626.96	622.81	528.82	585.03
Peso del tarro	gr	132.64	149.59	157.81	128.20
Peso del agua	gr	106.86	114.74	114.28	137.25
Peso del suelo seco	gr	494.82	498.26	412.00	456.82
Contenido de humedad	%	21.41	23.59	27.73	30.19

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



  
 HENRY GILBERTO GARCARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 D.O. Nº 42142  
 AREA DE DISEÑO Y CONCRETO





### CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 152)

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUSTRASANTE, HUÁNUCO 2002  
**Trazabilidad** : INT. N° 001-2022/08-COM-23-0-018  
**Solicitante** : YOWAN MATOS HUERTA  
**Explorador** : SUSTRASANTE KM 4-750  
**Admisión/Revisión** : ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (454.1000)  
**Región** : PERU/UNO  
**Provincia** : AMBO  
**Distrito** : COLPAG-COQUELA-PABLO  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2002

COMPACTACION DEL CBR							
Molde N°	14	15	22				
CAPAS N°	5	5	5				
DOLPES POR CAPA	55	28	12				
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO	SECURDO	HUMEDO				
PESO MOLDE + S.HUM	g	1235.00	1745.00				11617.00
PESO DEL MOLDE	g	6073.60	7577.00				7795.00
PESO SUELO HUM	g	4264.60	4363.00				3822.00
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2110.48	2155.77				2154.53
DENSIDAD HUMEDAD	g/cm <sup>3</sup>	2.03	1.99				1.81
DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>	1.80	1.52				1.42
Condiciones de Humedad							
TARRO N°	N°	330	341	351	358	341	345
TARRO SUELO HUM	g	832.5	959.0	632.5	632.5	803.0	751.3
TARRO SUELO SECO	g	447.9	301.2	535.2	447.8	600.4	447.9
PESO DEL TARRO	g	134.02	134.19	84.35	134.06	134.82	87.2
% DE HUMEDAD	%	20.80	27.07	25.33	20.80	27.57	30.6
% DE HUMEDAD	%		27.27	25.23		27.27	30.80
ABSORCION	%		2.87			3.34	4.34

EXPANSION									
DIA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.09	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACION										
Penetración (mm) (kg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)
0.550	0.050	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.09	0.08	0.03	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.05
1.225	0.050	0.20	0.20	0.10	0.30	0.30	0.18	0.28	0.30	0.15
1.920	0.075	0.40	0.40	0.21	0.60	0.60	0.27	0.67	0.67	0.30
2.640	0.100	0.69	0.69	0.36	0.81	0.81	0.42	0.73	0.73	0.38
3.170	0.120	0.80	0.80	0.51	1.04	1.04	0.54	0.84	0.84	0.43
3.810	0.150	0.12	0.12	0.66	1.26	1.26	0.66	0.94	0.94	0.46
4.440	0.170	1.03	1.03	0.78	1.46	1.46	0.75	1.01	1.01	0.52
5.090	0.200	1.76	1.76	0.91	1.82	1.82	0.86	1.08	1.08	0.56
7.620	0.300	2.52	2.52	1.34	2.18	2.18	1.12	1.30	1.30	0.57

YOVAN MATOS HUERTA  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA TECNICA LOGISTICA



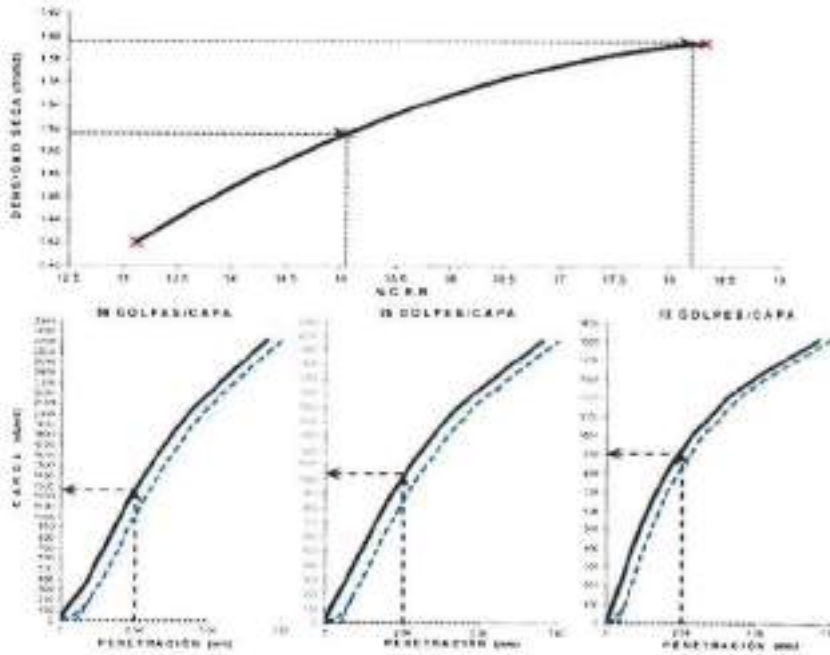
**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE FORO Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SERRANANTE, HUARUCCO 2022  
**Trazabilidad:** IMI N° 011-2022/EG-CON-22-O-058  
**Solicitante:** YOVAN MATOS HUERTA  
**Exploración:** SERRANANTE KM 6-750  
**Estado/Nivel:** ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (MS MDS)  
**Región:** HUANUCO  
**Provincia:** AMBO  
**Districto:** COLPAJ-COQUEM YAMOR  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022


**DATOS DEL ENSAYO**

Clasificación SUCS:	C	ARCILLA (USDA ARENOSA)	ASTM D:	U-3-H (3)					
Módulo de Elasticidad (MS MDS /ton/m <sup>2</sup> ):	1.581								
% Grava =	12.18	% Arena =	27.27	% Fines =	60.55	LL % =	44.07%	LP % =	22.02%
Expansión % =	3.07%	Embebedo (ólas) =	4.2	IP % =	21.05%				
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO (31° DE PENETRACIÓN)</b>									
CBR AL 100% MDS (31°) = 18.2			CBR AL 99% MDS (31°) = 15.2			CBR AL 90% MDS = --			

**GRÁFICO DE CBR**



  
**NONNY FLORIANI RAMIREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.M. N° 120095  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

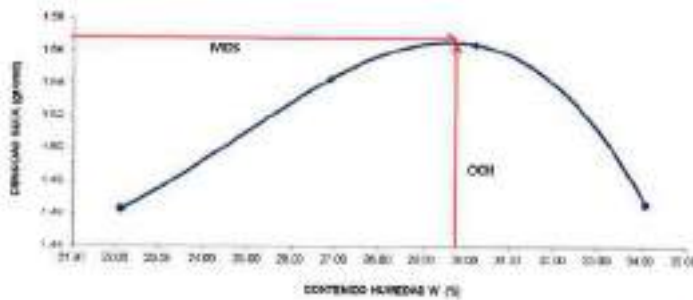
<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE	<b>Región</b>	: HUÁNUCO
<b>Terceridad</b>	: PTE. N° 031-2022/CG-COM-22-O-816	<b>Provincia</b>	: HUANUCO
<b>Solicitante</b>	: EDVIAN MATOS ALBERTO	<b>Distrib</b>	: CO: PAS COQUEM YAMOR
<b>Exploración</b>	: SUBRAYANTE KM 4+730	<b>Fecha</b>	: NOVIEMBRE DEL 2022
<b>Tamaño/Nivel</b>	: ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (0% MDS)		

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS:	CL. ARECILLA LIGERA ARENOSA	MÉTODO A	
Clasificación AASHTO:	4-7.5 (LS)	Capas: 3.00	Colpas/Carpa: 10
% Retenido acumulado en la N° 4:	12.18	Materia Pasante a pasar	Pasa N° 4
% Retenido acumulado en la N° 20:	3.52	Moide (Hug)	no restringido
% Retenido acumulado en la N° 40:	0.05	Peso Mide (gr)	4105.00
		Vol. (cm <sup>3</sup> )	225.31

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Designación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5794	5945.000	5919	5935
Peso de la muestra compactada	gr	1676.3	1680.4	1674.1	1681.3
Densidad húmeda	g/cc	1.75	1.66	1.64	1.67
Densidad seca	g/cc	1.46	1.54	1.56	1.47

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		55.8	178.0	96.0	31.0
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	710.61	714.250	644.00	704.01
Peso del tarro + suelo seco	gr	605.24	600.34	605.60	604.45
Peso del agua	gr	123.64	123.94	138.60	124.51
Peso del suelo seco	gr	105.57	123.94	218.89	146.61
Peso del agua seco	gr	676.40	660.76	692.00	430.09
Contenido de humedad	%	22.11	26.90	38.20	34.00

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OOH
Optima
contenido de
humedad (W)
26.90
MDS
Maxima
Densidad
Seca (dry)
1.66

  
**EDVIAN MATOS ALBERTO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 81703  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



### CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

**Objeto:** | IMPLICANCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUMEDO 2022  
**Trazabilidad:** | MF. N° 001-2022/03-COM-12-0-018  
**Solicitante:** | YOVAN MATOS HUERTA  
**Exploración:** | SUBRASANTE 0M A 700  
**Extracción:** | ACOTE RESIDUAL DE MOTOR (RM 1005)  
**Región:** | HUÁNUCO  
**Provincia:** | AMBO  
**Distrito:** | COLTAS-COCCUN-YANJOR  
**Fecha:** | NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR									
Molde N°	15			28			12		
CAPAS N°	5			5			5		
DOLRES POR CAPA	05			05			05		
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE + SUELO	g	11575.03		g	11003.00		g	11628.00	
PESO DEL MOLDE	g	7.683.00		g	6871.00		g	7911.00	
PESO SUELO HUM	cm3	4012.00		cm3	4102.00		cm3	3617.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	g/cm3	2114.18		g/cm3	2060.50		g/cm3	2110.84	
DENSIDAD HUMEDAD	g/cm3	2.04		g/cm3	1.98		g/cm3	2.11	
DENSIDAD SECA	g/cm3	1.98		g/cm3	1.83		g/cm3	1.80	
Coeficiente de Humedad									
TARRON N°	N°	303		306		272		333	
TARRON + SUELO HUM	g	616.10	643.20	720.10	616.10	641.20	680.10	615.10	641.20
TARRON + SUELO SECO	g	636.10	628.40	621.20	605.10	601.40	587.00	505.10	628.40
PESO DEL TARRON	g	128.00	133.20	81.00	128.00	133.20	84.15	128.00	133.20
% DE HUMEDAD	%	29.44	29.06	32.00	29.44	29.08	32.93	29.44	29.89
% DE HUMEDAD	%	29.25		32.66		29.25		32.83	
ABSORCIÓN	%	3.41		3.98		3.98		4.60	

EXPANSIÓN									
DIA	DIAL	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.02	127.02	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (plg)	Carga Estándar (MPa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	
0.050	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.075	0.005	0.42	0.42	0.27	0.65	0.65	0.33	0.65	0.65	0.43	
1.275	0.050	1.20	1.20	0.65	1.98	1.98	1.01	2.52	2.52	1.30	
1.900	0.075	2.24	2.24	1.10	2.74	2.74	1.41	3.01	3.01	1.58	
2.540	0.100	3.25	3.25	1.60	3.62	3.62	1.82	3.49	3.49	1.78	
3.170	0.125	4.25	4.25	2.25	4.21	4.21	2.19	3.91	3.91	1.97	
3.810	0.150	5.50	5.50	2.84	4.90	4.90	2.68	4.50	4.50	2.12	
4.445	0.175	6.11	6.11	3.16	5.42	5.42	2.80	4.57	4.57	2.26	
5.080	0.200	8.11	8.11	3.18	8.63	8.63	3.66	4.69	4.69	2.37	
7.820	0.300	8.11	8.11	3.18	5.60	5.68	3.04	5.30	5.38	2.74	

TECNICO RESPONSABLE DEL AREA  
 ING. YOVAN MATOS HUERTA  
 CBR N° 01180  
 AREA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

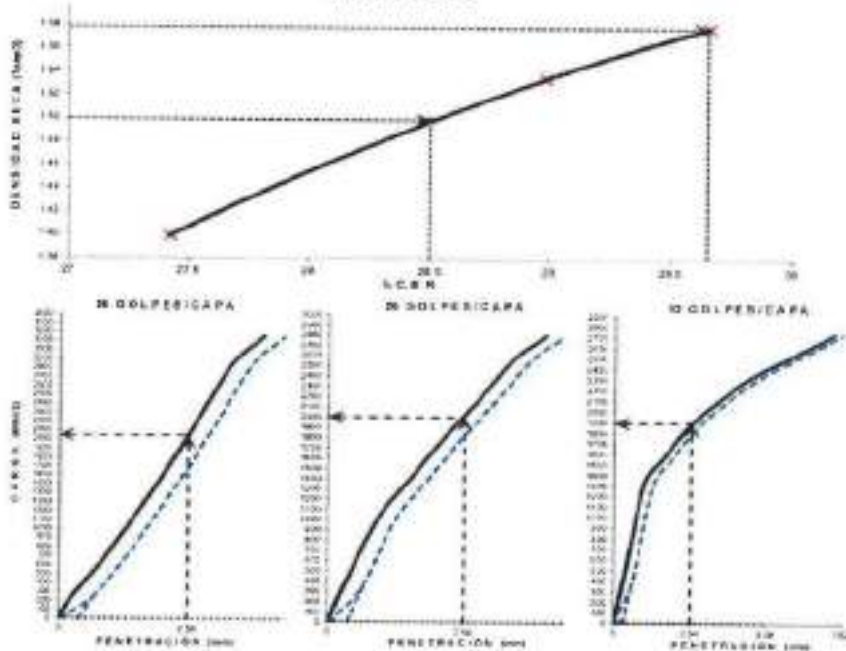
**Proyecto:** | INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE JOYO Y ASBESTO BRUNO DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUAMANO 2022  
**Transabilidad:** | INV. N° 001-2022/IG-CON-22-D-024  
**Solicitante:** | YOVAN MATOS HUERTA  
**Exploración:** | SUBRASANTE INV 4-750  
**Estrata/ Nivel:** | ACOTE RESIDUAL DE MOTOR (8% MOE)

**Región:** | HUAMANO  
**Provincia:** | CAYAMA  
**Distrito:** | CANTAS-EDUQUIM-YAMOR  
**Fecha:** | NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUIC:	C	ARELLA (AREJA ARENOSA)	AASHTO: 6-7-8 (11)
Adiósima (residual seca MOE /ton/m <sup>3</sup> ):	3.586	Óptima Contención de Humedad OCH % = 26.70	
% Grava < 2.0	32.38	% Arena < 75	67.62
Expansión L < 4.75	4.0	IP %	23.81%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACION)			
CBR AL 10% MOE (0.1") =	28.7	CBR AL 80% MOE (0.1") =	28.6
CBR AL 50% MOE =	-		

**GRÁFICO DE CBR**



*(Handwritten Signature)*  
**KEINY ROSALBA CAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL,  
 CIP N° 100033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRUEBAS DE SUELO MÉTODO B (MTC E 1183, MTC E 1181)**

Objetivo: 1. DETERMINAR LA ADICIÓN DE CEMENTO AL SUELO PARA EL MEJORAMIENTO DE SU RESISTENCIA MECÁNICA EN LAS PRUEBAS ESTACIONARIAS DE LA SUBESTACIÓN DE LA SUBESTACIÓN, HUAMANO 2022

Ubicación: 1. AV. TIBURCIO CANTO CON N.º 1000  
 Substrato: 2. FUNDACIONES N.º 2072  
 Fase/etapa: 1. OPRIMA N.º 207 0472  
 Fecha/Día: 1. 14/11/2022

Ingiero: KENNY G  
 Proyecto: SMO  
 Estado: COLECCIONADO  
 Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Identificación de la muestra	01	ANÁLISIS LABORATORIO			
Capacidad del molde	37.4 (L)	MOE	3.88 (kg/cm <sup>2</sup> )	CM	24.208
% de humedad natural del suelo	22.18	% de humedad natural	17.1		

**DATOS DEL MOLDEO**

MATERIALES DE ACTIVOS JUNTA DE JUNTAS	6.8%		
	1	2	3
WATER			
WATER + SUELO	1170.00	1167.00	1170.00
CEMENTO	821.80	820.50	820.80
WATER + CEMENTO	1491.80	1487.50	1490.80
WATER + CEMENTO + SUELO	1867.70	1868.00	1860.80
WATER + CEMENTO + SUELO + SUELO	2177	2188	2168
<b>WATER</b>			
WATER	114	44	53
WATER + SUELO	333.20	332.70	331.00
WATER + SUELO + CEMENTO	488.40	485.20	481.70
WATER + SUELO + CEMENTO + SUELO	129.40	128.70	127.30
% DE HUMEDAD	20.66	20.54	20.64
WATER + CEMENTO	1.88	1.87	1.88

**DATOS DE COMPRESIÓN**

WATER	400	7	7	7
WATER + CEMENTO	11.30	71.40	71.20	
WATER	111.00	140.20	141.00	
RELACIÓN HD	1.00	2.00	1.99	
FACTORES DE CORRECCIÓN	1.00	1.00	1.01	
WATER + CEMENTO	0.1	2.28	2.30	2.90
WATER + CEMENTO	0.100	8.91	8.9	
WATER + CEMENTO	0.1	8.9		
WATER + CEMENTO	0.1	8.9		

  
 KENNY BLASIANI GAMORRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N.º 12033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



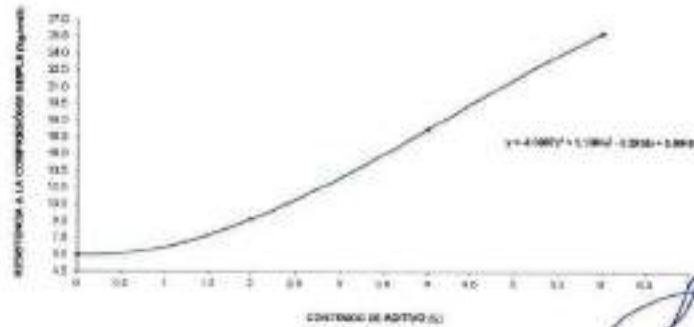
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO METODO B (NTC E 1103, MTC E 1101)**

**Proyecto:** 1. INTERVENCIÓN DE LA RED VIAL DE CALLES EN LA ZONA DE LA PARRANDA, GUAYAMA, P.R.  
**Trazado:** 1. N° 1170-20001-CON-11-0-118  
**Diseño:** 1. YOVANA SUAREZ ALONSO  
**Inspección:** 1. SANTIAGO DE LA ROSA  
**Fecha:** 1. MAY 2014  
**Fecha:** 1. 16/04/2014  
**Fecha:** 1. 14/04/2014  
**Fecha:** 1. 12/04/2014

DATOS DE LA MUESTRA			
Tipología:	1. C. MOLLE/LINIA 20/20	MO:	1. 300 gr/cm <sup>3</sup>
Gravidad aparente:	1. 47.4 (20)	MO:	1. 300 gr/cm <sup>3</sup>
Gravidad real:	1. 27.8	MO:	1. 300 gr/cm <sup>3</sup>

DATOS DEL MOLDEO										
PERCENTAJE DE ADITIVO (CENIZA DE CARBÓN)	5.5%			4.5%			5.5%			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	1770.00	1767.00	1759.00	1779.00	1787.00	1758.00	1770.00	1787.00	1770.00	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	40.44	39.29	39.19	40.40	40.47	39.49	40.40	40.47	39.49	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	31.43	31.43	31.07	31.22	31.21	31.14	31.08	31.43	31.07	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (psi)	451.77	454.38	442.91	448.89	448.07	442.37	442.37	442.37	442.37	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	3.11	3.02	2.91	2.92	2.93	2.91	2.91	2.91	2.91	
<b>ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>										
CMO	118	7	7	7	7	7	7	7	7	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	11.20	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	89.20	89.20	89.20	89.20	89.20	89.20	89.20	89.20	89.20	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (psi)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (psi)	29.21	29.21	29.21	29.21	29.21	29.21	29.21	29.21	29.21	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (psi)	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



KERRY RODRIGUEZ GABARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Nº 120023  
 ASESOR EN INGENIERÍA Y CONCRETO



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRUEBAS DE SUELO MÉTODO B (NTC E 1103, NYC E 1101)**

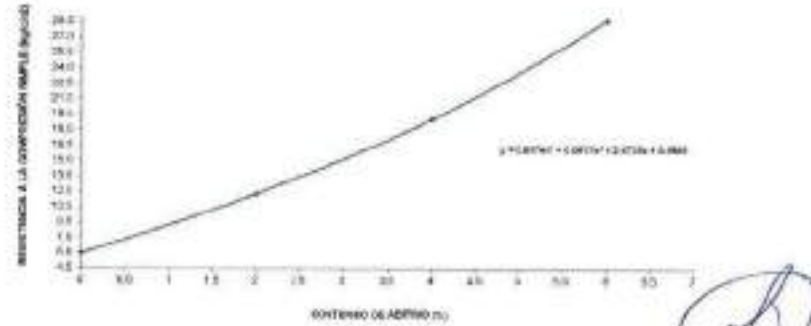
**Proyecto:** REFORMA DE LA RED VIAL EN EL PUEBLO DE SAN CARLOS DE GUAYABANO, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUAYABANO, GUAYABANO, GUAYABANO  
**Tramo/Sección:** KM 1000-212000 CON 21-0-18  
**Edificio:** VIVIENDA 18  
**Ubicación:** SAN CARLOS DE GUAYABANO  
**Fecha/Elaborado:** 2018/01/10  
**Revisado:** H. GONZALEZ  
**Aprobado:** J. A. GONZALEZ  
**Cliente:** COLONIA COOPERATIVA SAN CARLOS DE GUAYABANO

DATOS DE LA MUESTRA			
Identificación:	EL MOLDE DE 1000 GRAMOS		
Capacidad del molde:	473.07	CM <sup>3</sup>	1.000 gramo
Gravedad específica del S:	2.75		20.00

POCENTAJE DE ADITIVO (ADITIVO RESERVALES MOTOR)		5%			4.5%			4%		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
MOLECC. M <sup>3</sup>										
RESERVALES MOTOR	%	1770.80	1797.38	1784.00	1770.00	1790.36	1789.60	1776.00	1787.00	1780.00
RESERVALES MOTOR	%	401.66	402.50	401.80	400.60	400.40	401.30	400.00	401.40	400.30
RESERVALES MOTOR	%	1142.80	1193.28	1127.80	1153.40	1171.38	1194.30	1181.00	1185.30	1184.70
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm <sup>3</sup>	528.77	584.39	603.21	640.80	675.07	675.07	675.20	685.42	680.87
RESERVALES MOTOR	gr/cm <sup>3</sup>	4.70	3.47	3.38	3.10	3.03	3.03	3.02	3.00	3.00
<b>MOLECC.</b>										
MOLECC.	M <sup>3</sup>	100	30	81	58	25	17	32	18	27
MOLECC.	%	328.83	307.60	380.18	538.16	342.90	412.46	379.30	370.00	324.80
MOLECC.	%	170.64	209.30	383.20	371.08	340.90	400.48	411.30	411.12	440.65
MOLECC.	%	120.84	128.67	12.46	88.00	35.35	88.20	120.18	38.90	-1.57
MOLECC.	%	34.82	34.82	34.28	37.85	37.94	37.88	38.24	38.85	38.38
MOLECC.	gr/cm <sup>3</sup>	1.75	1.61	1.69	1.60	1.58	1.58	1.58	1.59	1.58

ENSAYOS DE COMPRESIÓN										
CMO	mm	7	7	7	7	7	7	7	7	7
RESERVALES MOTOR	mm	71.28	71.76	71.30	71.20	72.09	72.02	71.80	71.78	71.60
RESERVALES MOTOR	mm	141.20	142.40	141.20	142.30	143.00	143.00	143.00	143.00	143.20
RESERVALES MOTOR	mm	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
RESERVALES MOTOR	mm	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
RESERVALES MOTOR	mm	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
RESERVALES MOTOR	mm	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
RESERVALES MOTOR	mm	11.8			18.1			26.7		
RESERVALES MOTOR	mm	4.8			1.8			2.8		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



H. GONZALEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.C. 1110004  
 AREA TECNICA DE INVESTIGACION





**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

## **ANEXO 1.2**

# **ENSAYOS DE LABORATORIO KM 5+250**

A handwritten signature in black ink is written over a faint, rectangular stamp. The stamp contains some illegible text, likely a company or official seal. Below the signature and stamp, there is a horizontal line.

---



**LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS  
(PASANTE LA MALLA N° 40)**

**Objeto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHUET ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE. (I.A.M.U.C.D. 2022)

**Transmisión:** INF. N° 001-2022/CO-COR-22-0-008

**Receptor:** YOUNG MATOS HEREDIA

**Ubicación:** SUBRASANTE EM 5+230

**Estado/Nivel:** MATERIAL PROPO

**Región:** HUÁNUCO

**Provincia:** AMBO

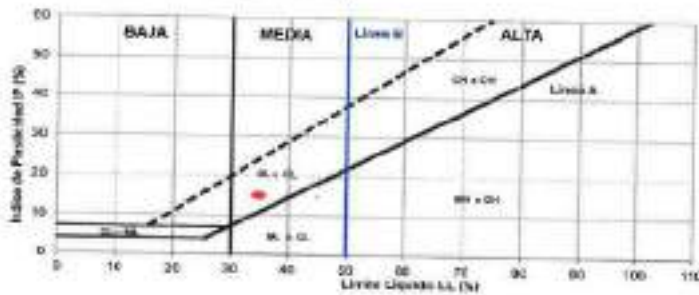
**Distrito:** COCHAS-COCHAS-YANCHA

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

	RECIPIENTE	N°	254	545
1	PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	g	23,056	25,520
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	g	22,742	24,877
3	PESO RECIPIENTE	g	21,500	22,438
4	PESO AGUA (1-1)	g	0,50	0,48
5	PESO RECIPIENTE SUELO (2-1)	g	1,44	2,04
6	HUMEDAD	%	21,76%	22,01%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		<b>%</b>	<b>22,2%</b>	

	RECIPIENTE	N°	PROCEDIMIENTO MIXTURADO		LÍMITE LÍQUIDO
1	PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	g	11,343	10,377	14,61
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	g	10,775	10,409	10,104
3	PESO RECIPIENTE	g	12,980	12,030	12,08
4	PESO AGUA (1-1)	g	2,81	3,53	1,14
5	PESO RECIPIENTE SUELO (2-1)	g	7,74	10,20	8,56
6	HUMEDAD	%	11,54%	14,59%	16,49%
7	NÚMERO DE GOLPES	N°	24	28	26
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>		<b>%</b>	<b>34,8%</b>		

**INDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= 12,6%**



*(Handwritten Signature)*  
**NERVI Y HUASARICA RAMA MORA**  
 INGE. EN GEOL. Y SUELOS  
 D.O. N° 12090  
 AREA GEOTECNIA Y CONTROL



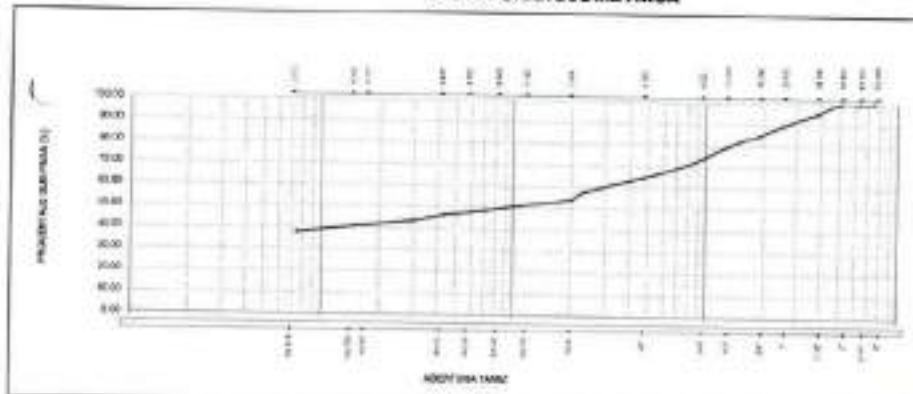
**A&V**  
CONSULTING ENGINEERING  
COMPANY

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO  
(MTC E 107)**

Proyecto: : REVISIÓN DE LA OBTENCIÓN DE CONDA EN CHILE Y COSTO GENERAL DEL MOTOR EN LAS PRUEBAS MECANICAS DE LA SUBESTACION, PARRIQUEO  
 Ubicación: : AL. M. 005 1001/005 005 1001-002  
 Substrato: : FOVA 5M X 25 M DE LA  
 Espesor: : 200MM DE LA M. 1-250  
 Material: : MATERIAL FLEDO  
 Región: : BUCARAO  
 Provincia: : QUAYO  
 Distrito: : COSMA-CO QUE YANAC  
 Fecha: : NOVIEMBRE DEL 2012

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	ENAYOS ESTÁNDAR	
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco (MTC 10)	3487.48
3"	80.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco (MTC 10)	3487.48
1/4"	19.00	178.90	5.14	5.14	94.86	Peso por tamiz (MTC 10)	1827.14
1"	25.40	190.00	5.45	10.59	89.55	Apertura (MTC 10)	12.91
3/4"	19.00	185.00	5.31	15.90	84.70	Grava	38.39
1 1/2"	38.10	187.97	5.39	21.29	78.71	Medida gruesa	15.21
3/2"	38.10	194.00	5.56	26.85	73.55	Medida fina	31.50
1 1/4"	28.50	202.00	5.80	32.65	67.35	Medida gruesa	38.47
1 1/2"	38.10	115.00	3.27	35.92	64.08	Medida gruesa	18.33
1 1/8"	23.80	195.00	5.60	41.52	58.48	Medida gruesa	7.62
1 1/4"	28.50	127.00	3.64	45.16	54.84	Medida fina	9.22
1 1/2"	38.10	111.00	3.18	48.34	51.66	Medida fina	17.68
1 3/4"	47.60	111.00	3.18	51.52	48.48	Medida gruesa	00.08
1 3/8"	44.40	111.00	3.18	54.69	45.31	Medida gruesa	00.00
1 1/2"	38.10	97.00	2.78	57.47	42.53	Medida gruesa	11.46
1 3/4"	47.60	97.00	2.78	60.25	39.75	Medida gruesa	-
1 3/8"	44.40	105.00	3.01	63.26	36.74	Medida gruesa	-
1 3/4"	47.60	105.00	3.01	66.27	33.73	Medida gruesa	-
Lavado		3327.1	95.30	100.00		CLASIFICACIÓN	
TOTAL		3487.48	100.00			Grava	48 (I)
						Clasificación SUCS	GC

**GRAVA ARCILLOSA CON ARENA  
CURVA GRANULOMÉTRICA**



KEVIN ...  
INGENIERO CIVIL  
MTC 107  
ACTUANDO EN EL AÑO 2012



**A&V**  
CONTRATACIÓN E INGENIERÍA  
S.A.S.

### CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE OXO Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOS EN LAS PROFUNDEDES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUMBICO 2022  
Tractabilidad : INF. N° 001-2022/CG-CDN 22-O-016  
Subterráneo : TORNAS MATOS HIGITA  
Especificación : SUBRASANTE EN S1250  
Estación/ Nivel : MATERIAL PROFUNDO

Región : HUANUCO  
Provincia : ASHO  
Distrito : COLPAS COOLIN-FAMOR  
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022

#### DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	N°	157	287
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	1990.78	1989.87
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	1930.49	1929.03
PESO RECIPIENTE	g	133.74	89.80
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	128.25	145.84
PESO SECO EN LA MUESTRA	g	928.91	895.23
HUMEDAD	%	14.9%	16.3%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>15.2%</b>	

  
KENRY DENYSARIO CASARRARA  
INGENIERO CIVIL  
C.R. N° 520335  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**  
CONSULTORIA INGENIERIA  
S.A.S.

**ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS  
SUELOS (MTC E 206, E 113)**


Proyecto : 1 INFLUENCIA DE LA ADICION DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA  
SURFACANTE, HUÁNUCO 2023  
Trazabilidad : INF. N° 001-0023/OS-CDM-22-O-026  
Solicitud : 1 FOMANTADOS HERMITA  
Exploración : 1 SUBRASANTE KM 54250  
Tronco/Nivel : 1 MATERIAL PROPIO

Región : HUANUCO  
Provincia : ANCO  
Distrito : COCHAS COCHIN-SAMOR  
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4 (MTC E 206)				
IDENTIFICACIÓN		ENSAYO 01	ENSAYO 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	g	2311.42	2311.43	
Peso en el aire de la muestra 200	g	2342.09	2342.81	
Peso sumergido en agua de la de la muestra 200	g	1437.12	1436.14	
Gravedad Específica		2.553	2.574	2.560
Gravedad Específica SSD		2.607	2.550	2.580
Gravedad Específica Aparente		2.644	2.547	2.646
% de Absorción	%	1.348%	1.242%	1.245%

MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 4 (MTC E 113)				
IDENTIFICACIÓN		MUESTRA	MUESTRA	PROMEDIO
		01	02	
Capacidad de Flotamiento	ml	500	500	2.88
Peso de la muestra seca	g	80.05	167.57	
Peso de Flotómetro con la muestra y agua	g	771.01	776.91	
Peso de Flotómetro alejado fuera de agua	g	797.79	793.13	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	22	22	
Corrección por temperatura (C)		0.988	0.908	
Gravedad específica de la muestra		2.67	2.70	

Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 (%)	85.32
Porcentaje que pasa la Malla N° 4 (%)	14.68
Gravedad específica de los sólidos	2.655

  
KENLY HUAMANI CÁRDENA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 1960113  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ACCIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUANUCO 2022  
**Trazabilidad** : INF. N° 001-2022/OC-COR-22-D-030  
**Ubicación** : YOVAN MATOS HUERTA  
**Región** : HUANUCO  
**Provincia** : AMBO  
**Distribución** : SUBRASANTE KM 6+520  
**Dirección** : CO. FAS-COOLIN-YAMBA  
**Material/Nivel** : MATERIAL PROPIO  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR							
Módulo N°	10		30		40		
CAPAS N°	5		5		5		
GOLPES POR CAPA	55		25		12		
COND. DE LA MUESTRA	HÚMEDO		HÚMEDO		HÚMEDO		
PESO MOLDE + SUELO	g	1.180	1.165	1.126			
PESO DEL MOLDE	g	7.093.00	7094.04	7042.00			
PESO SUELO HUM	gr/cm3	4.087.00	3891.00	3994.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm3	2113.14	2110.46	2101.14			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.93	1.82	1.71			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.588	1.490	1.400			
Contenido de Humedad							
TARRO N°	g	325	340	349	324	340	320
TARRO + SUELO HUM	g	724.70	840.70	781.10	724.70	840.70	781.10
TARRO + SUELO SECO	g	519.90	543.00	577.40	519.90	543.00	577.40
PESO DEL TARRO	g	138.00	87.07	88.90	138.00	87.87	131.40
% DE HUMEDAD	%	22.51	21.42	26.10	22.51	21.42	27.25
% DE HUMEDAD	%	21.97		21.97		27.25	
ABSORCIÓN	%	4.23		5.29		7.19	

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.03	127.00	0.00%	0.03	127.00	0.00%	0.03	127.00	0.00%
4	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.04%	0.04	127.05	0.06%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (p/g)	Carga Estándar (kPa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Ceb. (kN)	Deflect. (mm)	Fuerza (kN)	Fuerza Ceb. (kN)	Deflect. (mm)	Fuerza (kN)	Fuerza Ceb. (kN)	Deflect. (mm)	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.690	0.025	0.02	0.02	0.01	0.08	0.08	0.04	0.10	0.12	0.06	
1.270	0.050	0.07	0.09	0.04	0.21	0.21	0.11	0.24	0.12	0.12	
1.850	0.075	0.17	0.17	0.09	0.32	0.30	0.18	0.31	0.31	0.10	
2.440	0.100	0.31	0.31	0.16	0.39	0.39	0.20	0.38	0.36	0.14	
3.030	0.125	0.42	0.42	0.22	0.44	0.44	0.23	0.41	0.41	0.21	
3.610	0.150	0.49	0.49	0.26	0.49	0.49	0.25	0.45	0.45	0.23	
4.200	0.175	0.75	0.75	0.30	0.52	0.52	0.27	0.40	0.48	0.25	
4.790	0.200	1.00	1.00	0.31	0.58	0.58	0.26	0.52	0.50	0.27	
5.380	0.225	1.21	1.21	0.33	0.67	0.67	0.35	0.64	0.64	0.33	

  
 ING. JUAN CARLOS GÁLVEZ  
 M. C. 100000000  
 C.R. 12-154301  
 OFICINA: 100000000





**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ALDRE RESIDUO DE MOTORES EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SERRANANTE, HUÁNUCO 2021.  
**Terceridad:** IMP. N° 601-3002/10-CON-22-O-030  
**Solicitante:** YOVAN SALTOS HUERTA  
**Exploración:** SUBSTRANTE KM 5-520  
**Estrata/Nivel:** MATERIAL PROPIO

**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** TAMBOS  
**Dirección:** COLTAS-CORQUIN-YAMOR  
**Fecha:** 11/NOVIEMBRE DEL 2022

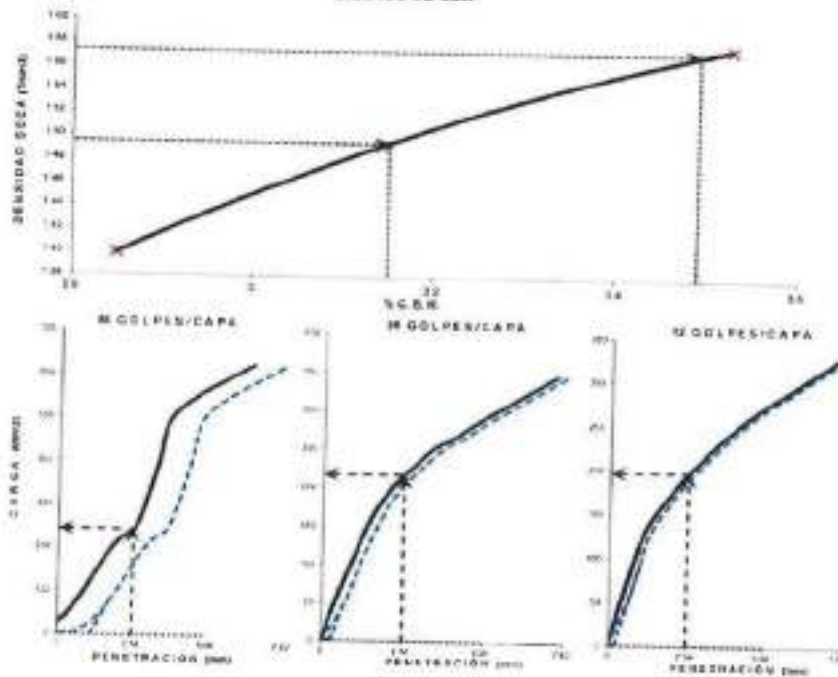
**DATOS DEL ENSAYO**

Clasificación SUC:	G	ARELLA LISERA Y TIPO GRAVA CON ARENA	ARRETO:	A-7-C (S2)	
Máxima Densidad Seca MDS (t/m <sup>3</sup> ):	1.573	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	21.32%		
% Grava =	37.89	% Arena =	34.32	% Fines =	42.80
				U <sub>2</sub> % =	40.00%
				U <sub>10</sub> % =	19.83%
Esponción S =	0.02%	Endebido (d <sub>15</sub> ) =	4.3	U <sub>5</sub> % =	23.82%

**RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)**

CBR AL 100% MDS (0.1") =	3.5	CBR AL 95% MDS (0.1") =	4.2	CBR AL 80% MDS =	...
--------------------------	-----	-------------------------	-----	------------------	-----

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KENY YSHAGARI C. BARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 OIP N° 439133  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

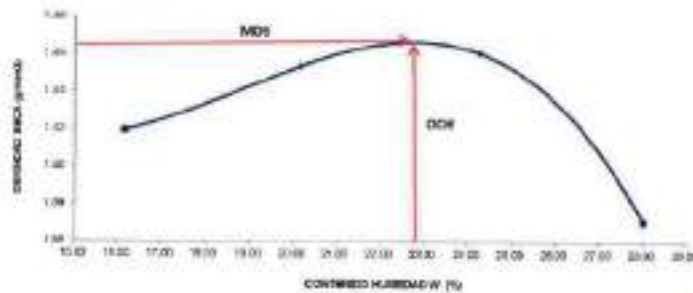
	<b>COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

<b>Proyecto</b>	: INICIATIVA DE LA ADICIÓN DE CINZA DE COQUE A CEMENTO EN LAS PROPIEDADES MEJORADES	<b>Región</b>	: HUANUCO
<b>Terceridad</b>	: INC. Nº 001-2022/CG-CON-22-O-016	<b>Provincia</b>	: AMBO
<b>Solicitante</b>	: YOSAY MATOS HUERTA	<b>Ciudad</b>	: MOLLAJICOJIN YANOR
<b>Exploración</b>	: MBRAYANTE KM 0+500	<b>Fecha</b>	: NOVIEMBRE DEL 2022
<b>Otros/Nivel</b>	: CINZA DE COQUE (2N-MD2)		


DATOS DEL ENSAYO						
Clasificación SUCS:	CL. ARENILLA LIBRE Y TIPO GRAVA CON ARENILLA			MÉTODO A		
Clasificación AASHTO:	A-7-6 (U2)		Capas: 3.00		Golpes/Lapa: 23	
% Retenido asociado más de N° 4:	17.89	Materia Pasando a usar:	Pasa N° 4			
% Retenido asociado más de N° 20:	12.71	Molde (Pulg)	estándar	Código: M4		
% Retenido asociado más de N° 40:	5.73	Peso Molde (gr)	4576.00	Vol. (cm <sup>3</sup> ):	999.00	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Designación N°		O1	O2	O3	O4	
Peso del molde y muestra	gr	6495	5747	5851	5795	
Peso de la muestra compactada	gr	1549.7	1641.7	1706.3	1645.5	
Densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1.95	1.75	1.82	1.76	
Densidad seca	gr/cc	1.82	1.65	1.68	1.67	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Largo N°		45.0	74.0	96.0	88.0	
Peso del tarro + agua húmeda	gr	747.62	751.490	677.96	727.52	
Peso del tarro + agua seca	gr	662.45	648.18	572.65	604.74	
Peso del tarro	gr	115.14	148.25	140.55	130.75	
Peso del agua	gr	65.17	119.24	194.87	132.78	
Peso del suelo seco	gr	527.31	511.96	402.10	471.96	
Contenido de humedad	%	12.36	23.29	48.46	28.12	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OMC	12.36
Optimo contenido de humedad (%)	12.36
MDD	1.82
Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.82

  
**KENNY PRADAMAN CARRARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 O.P. N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Propósito:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUÁNUCO 2022  
**Transitable:** INV. N° 001-2022/IG-CON-22-D-018  
**Solicitante:** TONYAR MATOS HUERTA  
**Exploración:** SU BRASANTE KM 6-800  
**Ejército/Vial:** CARRETA DE ICAU (DE MATO)  
**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** JAMBO  
**Distrito:** COLPAGO-COQUEL-PAUCO  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR											
Molde N°	53			29			1				
CAPAS N°	5			5			5				
GOLPES POR CAPA	50			20			12				
COND. DE LA MUESTRA	HÚMEDO			HÚMEDO			HÚMEDO				
PESO MOLDE + SUELO	gr	11,362		11,704		11,426					
PESO DEL MOLDE	gr	7,442.00		7664.00		7664.00					
PESO SUELO HUM	gr	3,920.00		4,040.00		3,762.00					
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm <sup>3</sup>	2,978.14		2,988.70		2,988.67					
DENSIDAD HUMEDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.88		1.81		1.71					
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	1.49		1.41		1.40					
Contenido de Humedad											
TARRO N°	N°	324	323	272	304	323	303	324	323	Final	
TARRO + SUELO HUM	gr	708.2	630	729.3	758.2	830	671.1	708.2	630	679.9	
TARRO + SUELO SECO	gr	652.3	706.7	569.4	652.3	706.7	521.3	652.3	706.7	545.3	
PESO DEL TARRO	gr	129.18	130.78	81	129.18	126.78	23.92	129.18	130.78	67.83	
% DE HUMEDAD	%	21.96	21.85	28.49	21.95	21.65	27.33	21.86	21.85	28.19	
% DE HUMEDAD	%	21.91		26.49		21.91		27.83		21.81	
ABSORCIÓN	%	4.88		5.63		5.63		6.29		6.29	

EXPANSIÓN										
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0	0.00	127.00	0.00%		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.04	127.04	0.00%	0.04	127.04	0.00%	0.04	127.04	0.00%	0.04

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			Cofre (MPa)
		Fuerza (N)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (N)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (N)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerzo (MPa)	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.020	0.026	0.21	0.01	0.21	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02
0.070	0.086	0.37	0.07	0.34	0.17	0.17	0.09	0.20	0.25	0.25	0.05
0.140	0.175	0.52	0.22	0.11	0.35	0.35	0.18	0.34	0.34	0.34	0.18
0.210	0.250	0.67	0.44	0.23	0.55	0.55	0.28	0.46	0.44	0.44	0.23
0.280	0.330	0.87	0.47	0.20	0.70	0.70	0.34	0.51	0.51	0.51	0.25
0.350	0.420	0.89	0.89	0.40	0.80	0.80	0.40	0.56	0.56	0.56	0.25
0.420	0.510	1.10	1.31	0.57	1.00	1.00	0.55	0.62	0.62	0.62	0.32
0.490	0.600	1.31	1.31	0.60	1.22	1.22	0.63	0.66	0.66	0.66	0.34
0.560	0.700	2.00	2.00	1.03	1.73	1.73	0.69	0.80	0.80	0.80	0.41

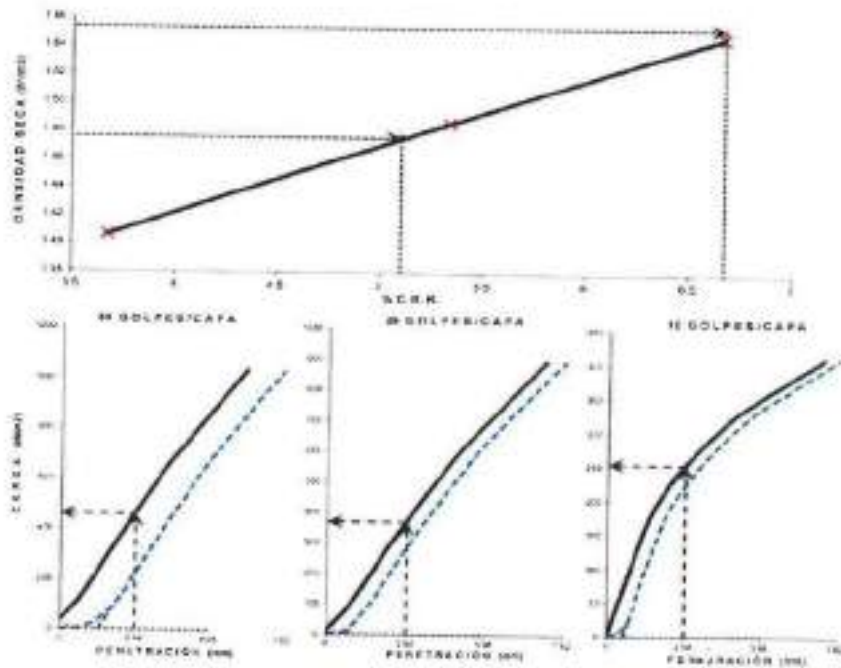
  
**KENIA HUAMANI BARRERA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 140333  
 AREA GEOTECNIA Y OBRAS DE O

<b>Proyecto:</b> INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANITE, HUÁNUCO 2022 <b>Tramitación:</b> N.º 001.3003/DC-COM-22-0-016 <b>Solicitante:</b> YOVAN MATOS HUERTA <b>Supervisor:</b> GUSTAVO ALVA GODOY <b>Interno/Cliente:</b> ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (2% MSD)	<b>Región:</b> HUÁNUCO <b>Provincia:</b> JAMUNO <b>Distrito:</b> COLLAS-COQUIMAYOCAN <b>Fecha:</b> NOVIEMBRE DEL 2022
---	--

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación AASV	Cl.	ARELLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARELLA	ASBESTO
Módulo de Elasticidad Seco $E_{cs}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	3.548	Óptimo Contenido de Humedad (OCH) %	22.92%
R. Grava	17.8%	% Arena	50.27%
Finísimo %	0.04%	Embebido (S <sub>em</sub> )	4.0
		LPN %	23.82%

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)		
CBR AL 100% MSD (p=1") = 6.7	CBR AL 95% MSD (0.1") = 5.1	CBR AL 80% MSD = -

**GRÁFICO DE CBR**



  
 YOVAN MATOS HUERTA  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º 123456789

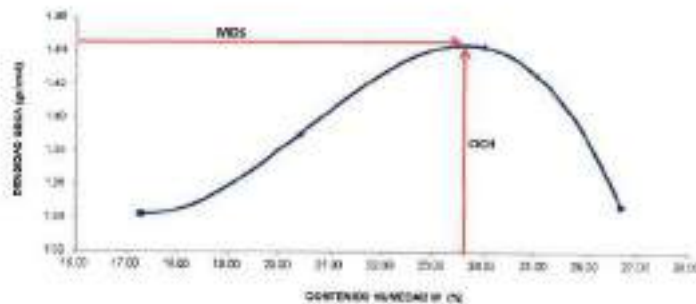
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 116)</b>
---	--

<b>Proyecto</b> : 1. INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHUFI Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBPASTANTE, HUÁNUCO 2022 <b>Iniciabilidad</b> : 1. INF. N° 001-2022/CG-CDN-22-0-016 <b>Relativista</b> : 1. YOVAN MARCOS HUERTAS <b>Exploración</b> : 1. SUBPASTANTE (MIG-450) <b>Tronco/Nivel</b> : 1. CENIZA DE CHUFI (MIG-505)	<b>Región</b> : HUÁNUCO <b>Provincia</b> : HUÁNUCO <b>Distrito</b> : COCHAS-COCHAS-YMAYO <b>Fecha</b> : NOVIEMBRE DEL 2022
---	---

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación (AASHTO)	CL. AREZOLA (US) Y TIPO ORWA CON AREZOLA	MÉTODO A			
Clasificación (US)	A-7.5 (1.7)	Capas	3.00	Golpes/Capas	23
% Retenido acumulado más de N° 40	27.89	Material Pasante a 40		Pasa N° 4	
% Retenido acumulado más de N° 20	22.72	Moeda (Fulg)	Resistencia	Código	M4
% Retenido acumulado más de N° 10	6.79	Peso Muestra (gr)	4105.00	Vol. (cm <sup>3</sup> )	329.83
ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Ordenación N°	01	02	03	04	
Peso del molde y muestra	gr	5581	5679	5787	5710
Peso de la muestra compactada	gr	1479.7	1593.7	1681.8	1604.5
Consistencia húmeda	g/100	1.87	1.67	1.79	1.71
Densidad seca	g/100	1.54	1.39	1.44	1.55

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		25.0	34.0	126.0	196.0
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	747.62	751.43	677.50	727.52
Peso del tarro + suelo seco	gr	657.45	647.69	624.69	620.74
Peso del agua	gr	139.34	135.23	149.59	130.79
Peso del agua	gr	90.17	104.24	133.67	127.79
Peso del suelo seco	gr	523.31	510.95	435.30	478.96
Contenido de humedad	%	22.83	26.46	33.96	28.68

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OMC	23.79
Optimo	23.79
Contenido de humedad (%)	23.79
MDD	1.44
Máxima Densidad (Seca (proctor))	1.44

  
**KENNY HUMANO GABARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA SUBESTACION Y CONCRETO



**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUÁNUCO 2020  
**Trazabilidad** : INF. N° 001-0321/CD-CON-20-0-014  
**Solicitante** : ROYAN MATOS HUERTAS  
**Exploración** : SUBRASANTE EM 84500  
**Estrata/Vial** : CENIZA 37.43% (46.50%)  
**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AYABO  
**Distrito** : COLLAS-COQUEM-YAMOR  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR											
Molde N°	93			33			33				
CAPAS N°	5			5			5				
BOLSES POR CAPA	56			20			12				
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO				
PESO MOLDE + S.HUM	gr	1125.00		1140.00		1155.00		1155.00			
PESO DEL MOLDE	gr	725.60		704.00		704.00		704.00			
PESO SUELO HUM	gr	397.10		378.00		351.00		351.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2,395.53		2116.40		2115.97		2115.97			
DENSIDAD HUMEDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.65		1.77		1.66		1.66			
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	1.48		1.41		1.33		1.33			
Coeficiente de Humedad											
TARRO N°	N°	Humedad: Inicial	Final	Humedad: Inicial	Final	Humedad: Inicial	Final	Humedad: Inicial	Final		
TARRO SUELO HUM	gr	115	356	325	115	306	337	115	358	330	
TARRO SUELO SECO	gr	567.6	750.5	509.9	567.9	1190.8	884.1	567.8	730.8	941.0	
PESO DEL TARRO	gr	472.3	880.8	867.8	470.3	880.8	887.2	472.3	880.0	972.0	
% DE HUMEDAD	%	24.34	25.30	24.54	24.40	25.58	30.17	24.54	25.38	31.46	
ABSORCIÓN	%	25.1		25.94		25.1		30.17		31.46	

EXPANSIÓN										
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0	0.00	127.00	0.03%		0.00	127.00	0.03%	0.00	127.00	0.03%
4	0.04	127.03	0.03%		0.04	127.03	0.03%	0.04	127.04	0.03%

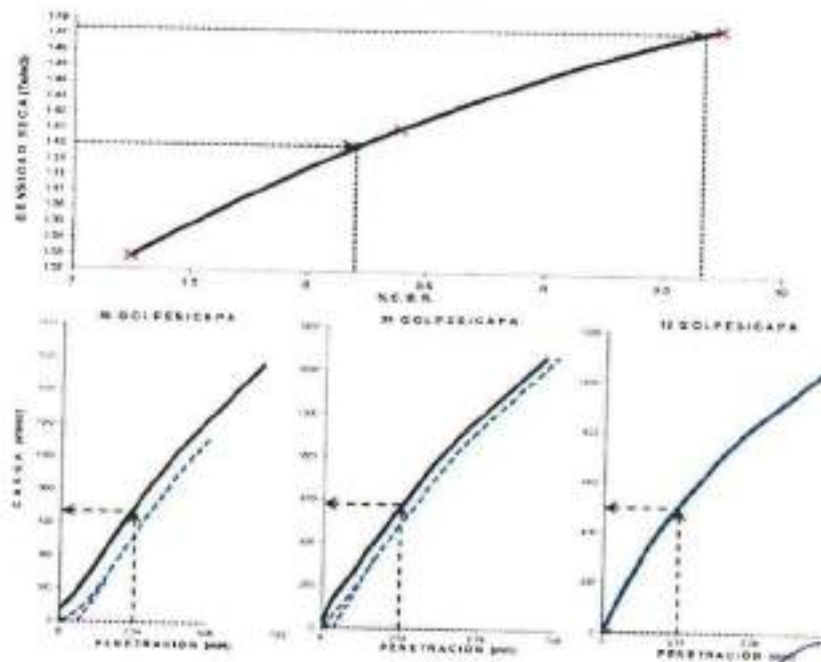
PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (pág)		Carga Estandar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Carb. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Carb. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Carb. (kN)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.030	0.025		0.13	0.13	0.07	0.20	0.28	0.19	0.20	0.10	
1.270	0.050		0.35	0.30	0.19	0.44	0.44	0.23	0.50	0.25	
1.960	0.075		0.67	0.67	0.26	0.70	0.70	0.36	0.79	0.41	
2.540	0.100	6.9	1.01	1.01	0.52	0.95	0.95	0.49	0.90	0.51	
3.170	0.125		1.32	1.32	0.68	1.16	1.16	0.61	1.15	0.60	
3.810	0.150		1.62	1.62	0.84	1.42	1.42	0.73	1.30	0.68	
4.440	0.175		1.90	1.90	0.98	1.63	1.63	0.84	1.48	0.76	
5.090	0.200	10.36	2.15	215.04	1.11	1.81	1.81	0.92	1.81	0.91	
7.620	0.300		3.03	3.03	1.57	2.46	2.46	1.27	2.06	1.00	

  
**KEVIN HUMBANI GASPARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 150133  
 AREA GEOTECNIA Y CIMENTOS

<b>Proyecto</b> : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SERRAVALLE, HUARICO 2022 <b>Transmisión</b> : IM. N° 031-2022/CO-CON-22-O-035 <b>Solicitante</b> : YOUNG MASTOS HUERTA <b>Exploración</b> : SERRAVALLE KM 6+500 <b>Estratigráfico</b> : CRUYA DE COQUE (AN MO)	<b>Región</b> : HUANUCO <b>Provincia</b> : ABAJO <b>Distrito</b> : COLPAS-COCHIN-YAMOR <b>Fecha</b> : NOVIEMBRE DEL 2022
--	---

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUIC:	CS	ARELLA USURA Y TIPO GRAVA CON ARECHA	AASHTO: A-7-0 (12)
Módulo Deformación Seca (MD <sub>s</sub> ) (kg/cm <sup>2</sup> ):	1.440	Óptimo Contenido de Humedad OCH N = 23.70%	
W <sub>L</sub> (%) =	27.00%	% Arena = 14.22	% Fines = 57.29
W <sub>p</sub> (%) =	8.00%	Índice de Plasticidad = 4.0	U <sub>s</sub> (%) = 45.00%
			U <sub>w</sub> (%) = 19.40%
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO (41° DE PENETRACIÓN)</b>			
CBR AL 200% PDS (S.L.) =	9.7	CEREALES MOJOS (S.L.) =	8.2
		CBR AL 90% MDS =	1.7

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KENY HUANGLA MARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETOS





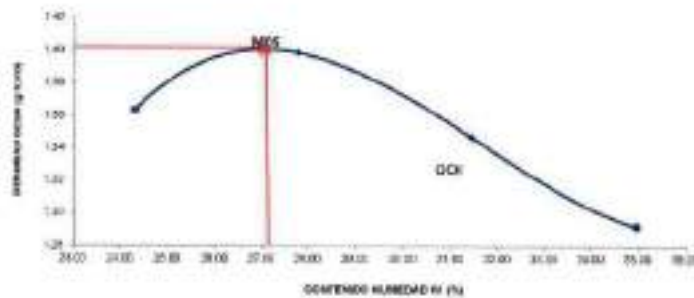
**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)**

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE OCHO Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE  
 Trazabilidad : INV. N°001-2022/IG-COIN-22-O-016  
 Solicitante : EDVÁN MATOS HUERTAS  
 Exploración : SU MANTANTE KM 6+500  
 Estrato/Med : CENIZA DE OCHO (9% MOE)  
 Región : HUANUCO  
 Provincia : AMBO  
 Distrito : COMPAÑAS-COQUEN-YAMOR  
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO						
Designación SUIC:	CL. ARENA LLEVEA Y TIPO GRAVA CON ARENA				MÉTODO A	
Designación AASHTO:	A-7.6 (LS)	Capas:		500	NO PESAJAR (3)	
% Retenido acumulado malla N° 4:	17.69	Material Presente a usar		Pasa N° 4		
% Retenido acumulado malla N° 10:	12.71	Moeda (Pulg)		Código		
% Retenido acumulado malla N° 4:	4.78	Peso Mueble (gr)		4105.00	Val.(con 5): 688.81	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Determinación N°		01	02	03	04	
Peso del molde y contenido	gr	5697	5764.000	5769	5768	
Peso de la muestra compactada	gr	1592.5	1679.1	1665.7	1655.8	
Densidad aparente	gr/cc	1.68	1.79	1.77	1.74	
Densidad seca	g/cc	1.36	1.40	1.35	1.29	

CONTENIDO DE HUEVEDAD						
Tarso N°		145.0	321.0	752.0	155.0	
Peso del tarso + suelo húmedo	gr	758.72	762.580	687.05	748.47	
Peso del tarso + suelo seco	gr	697.91	676.90	637.31	569.05	
Peso del agua	gr	157.95	188.25	142.68	133.73	
Peso del agua	gr	171.41	179.61	130.32	159.42	
Peso del suelo seco	gr	490.96	698.75	404.61	458.17	
Contenido de humedad	%	24.29	27.75	31.43	24.94	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCM	Optimo
	Contenido de
	humedad (%)
	27.75
MOE	Máxima
	Densidad
	Seca (g/cm³)
	1.401

**KENNY ROSAMANI GUARERRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. N° 480023  
 AREA CONCRETO Y CONCRETO



**Propósito:** 1. INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022.  
**Trazabilidad:** 2. INV. N° 201-2022/03-COM-22-O-018  
**Solicitante:** 3. PDMAN MATOS HUERTA  
**Exploración:** 4. SUBRASANTE OM 6-500  
**Actuante/Iniciador:** 5. CENIZA DE COQUE (6% V202)

**Región:** HUANUCO  
**Provincia:** HUANO  
**Districto:** COLPANI-COQUEMAYEDOS  
**Fecha:** NOVIEMBRE 06, 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR									
Moldes N°	51		41		12				
CAPAS N°	5		5		5				
DOLDES POR CAPA	26		26		26				
CÓMO DE LA MUESTRA	HUMEDO		HUMEDO		HUMEDO				
PESO MOLDE + SUELO	gr	11961.00		11267.00		11185			
PESO DEL MOLDE	gr	7992.00		7642.00		7507.00			
PESO SUELO HUM	cm3	3969.00		3700.00		3680.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm3	2107.55		2101.14		2116.22			
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm3	1.85		1.77		1.80			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.45		1.39		1.33			
Contenido de Humedad									
TARRO N°	N°	333	336	272	333	336	251	333	335
TARRO + SUELO HUM	gr	816.10	843.2	720.30	816.1	843.20	690.10	816.1	843.20
TARRO + SUELO SECO	gr	600.10	595.40	561.50	600.10	595.40	568.00	600.1	595.4
PESO DEL TARRO	gr	128.00	120.30	81.00	128.00	121.35	84.15	128.00	120.35
% DE HUMEDAD	%	25.75	127.03	29.30	25.75	127.03	30.45	25.75	127.03
% DE HUMEDAD	%		28.75	29.35		28.75	30.45		31.14
ABSORCIÓN	%		2.41			3.70			4.30

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
1	0.02	127.02	0.02%	0.02	127.02	0.02%	0.03	127.03	0.02%

PENETRACIÓN										
Penetración (mm) (g/g)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (N)	Fuerza Calib. (N)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (N)	Fuerza Calib. (N)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (N)	Fuerza Calib. (N)	Esfuerzo (MPa)
0.200	0.200	0.30	0.03	0.00	0.30	0.03	0.00	0.30	0.03	0.00
0.520	0.325	0.45	0.41	0.21	0.44	0.44	0.29	0.51	0.51	0.26
1.270	0.500	0.84	0.84	0.43	0.81	0.81	0.62	0.85	0.85	0.44
1.800	0.675	1.20	1.20	0.63	1.08	1.08	0.55	1.04	1.04	0.54
2.640	0.100	1.59	1.56	0.82	1.34	1.34	0.59	1.21	1.21	0.62
3.170	0.126	1.92	1.82	0.99	1.56	1.56	0.81	1.57	1.57	0.71
3.670	0.150	2.24	2.24	1.16	1.70	1.70	0.92	1.63	1.63	0.79
4.440	0.175	2.53	2.53	1.31	2.00	2.00	1.02	1.68	1.68	0.82
5.080	0.200	2.79	2.79	1.44	2.10	2.10	1.13	1.82	1.82	0.94
7.820	0.300	3.73	3.73	1.90	2.96	2.96	1.48	2.29	2.29	1.18

  
**KENNY TRUJILLO GABORRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130337  
 AREA ESTRUCTURA Y CONCRETO

	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

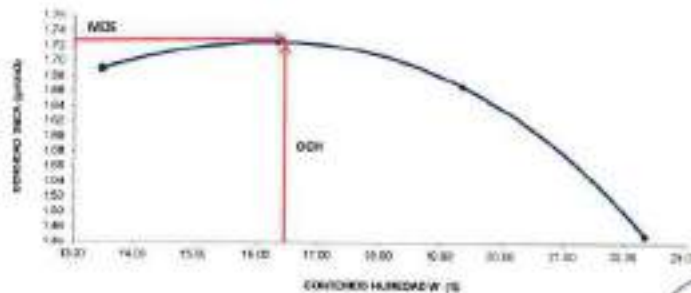
<b>Proyecto</b> : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022. <b>Transacción</b> : INF. N° 003 3392/CG-COR-20-0-006 <b>Solicitante</b> : YOVAN MATOS HUERTA <b>Explicación</b> : SUBRASANTE KM5+250 <b>Detalle/Nivel</b> : NATURAL PROFUNDO	<b>Lugar</b> : HUÁNUCO <b>Provincia</b> : ANCO <b>Dirección</b> : COIPAS-COQUELIS-YAMOR <b>Fecha</b> : NOVIEMBRE DEL 2022
---	--

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS	OC GRASA ARCILLOSA CON ARENA	Método A	
Clasificación AASHTO	A-4 (3)	Capas: 5.00	Golpes/Cap: 58
% Retenido acumulado malla N°4	25.88	Material Proctor a usar	Peso N° 4
% Retenido acumulado malla 20	25.41	Moche (Pulg)	48.88888888
% Retenido acumulado malla 40	15.21	Peso Moche (gr)	4105.00
		Val. Com.:	893.81

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde + muestra	gr	5908.90	5892.00	5976.00	5796.00
Peso de la muestra compactada	gr	1802.90	1887.40	1890.00	1881.00
Densidad húmeda	gr/cc	1.92	2.01	1.99	1.88
Densidad seca	gr/cc	1.69	1.78	1.87	1.67

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		41.0	42.0	49.0	48.0
Peso del tarro + agua/humedad	gr	579.17	777.240	578.50	204.88
Peso del tarro + suelo seco	gr	518.58	678.22	494.49	481.49
Peso del agua	gr	60.59	99.02	84.01	23.39
Peso del suelo seco	gr	457.99	656.52	474.15	521.57
Contenido de humedad	%	13.46	14.93	17.51	22.34

**CURVA DE PRÓCTOR MODIFICADO**



OCH Óptimo contenido de humedad (%) <b>16.50</b> MDS Máxima Densidad Seca (gr/cc) <b>1.728</b>
---

  
**KENNY SUMARIVASCA USCA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. N° 535923  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUSTRANTE, HUÁNUCO 2022.  
**Transbilidad** : INF. N° 025-2022/CD-CDM-22-D-035  
**Solicitante** : YOKAN MATOS HUERTA  
**Supervisor** : SUARRSANTE EM 5-250  
**Empresa/Local** : MATERIAL PROPIO

**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : A.M.S.O.  
**Dirección** : COUFAS-COQUE Y YAMOR  
**Fecha** : 19 DE SEPTIEMBRE DE 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR											
Molde N°	11			12			1				
CAPAX N°	5			5			5				
GOLPES POR CAPA	50			26			12				
COND. DE LA MUESTRA	HÚMEDO			HÚMEDO			HÚMEDO				
PESO MOLDE + S.HUM	g	11781.00		g	11678.00		g	11690.00			
PESO DEL MOLDE	g	7577.60		g	7811.00		g	8178.00			
PESO SUELO HUM	cms	4204.00		cms	4007.00		cms	3608.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	g/cms	2686.34		g/cms	2110.84		g/cms	2114.70			
DENSIDAD HÚMEDA	g/cms <sup>3</sup>	2.01		g/cms <sup>3</sup>	1.93		g/cms <sup>3</sup>	1.80			
DENSIDAD SECA	g/cms <sup>3</sup>	1.730		g/cms <sup>3</sup>	1.650		g/cms <sup>3</sup>	1.540			
Contenido de Humedad											
TARRO N°											
	N°	308	328	207	358	329	250	388	320	310	
TARRO + SUELO HUM	g	844.00	822.40	869.40	844.50	722.40	895.40	844.90	722.40	818.10	
TARRO + SUELO SECO	g	572.00	538.40	572.70	572.80	638.40	590.60	572.90	538.40	580.00	
PESO DEL TARRO	g	140.20	132.12	86.60	140.10	132.12	96.54	140.90	132.12	85.49	
% DE HUMEDAD	%	16.03	16.58	16.65	16.63	16.99	11.21	16.63	16.58	20.11	
% DE HUMEDAD	%	16.61		16.61		16.61		16.61		20.11	
ABSORCIÓN	%	3.24		4.80		5.00					
EXPANSIÓN											
DÍA											
	DIAL	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN			
	mm	%		mm		%		mm		mm	
0	0.03	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%		
4	0.04	127.04	0.00%	0.04	127.04	0.00%	0.04	127.00	0.00%		
PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Carga (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Carga (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Carga (kN)	Esfuerzo (MPa)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.600	0.025		0.14	0.14	0.07	0.13	0.13	0.07	0.11	0.11	
1.200	0.050		0.42	0.42	0.22	0.36	0.36	0.20	0.31	0.31	
1.800	0.075		0.74	0.74	0.38	0.62	0.32	0.32	0.40	0.40	
2.540	0.100	0.9	1.03	1.03	0.65	0.84	0.84	0.43	0.60	0.60	
3.170	0.125		1.27	1.27	0.66	1.02	1.02	0.52	0.71	0.71	
3.810	0.150		1.51	1.51	0.78	1.18	1.15	0.69	0.77	0.77	
4.448	0.175		1.73	1.73	0.80	1.30	1.09	0.69	0.86	0.86	
5.090	0.200	10.35	1.68	1.64	1.00	1.49	1.46	0.78	0.94	0.94	
7.620	0.300		2.70	2.70	1.40	1.95	1.96	1.01	1.17	1.17	

  
**RONALD JOSÉ SARMIENTO CASARRUA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 138830  
 ARSA GEOTECNICA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : INTLUCCIA DE (A ADICIÓN DE CENIZA DE LICHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANITO, HUAMBO 2022  
**Terceridad** : INF. N° 001-2022/IG-COM-22-04026  
**Solicitante** : YURIAN VÁSQUEZ HUERTA  
**Exploración** : SERRAVALANTE KM 5-250  
**Estrato/Nivel** : MATERIAL PROPIO

**Región** : HUAMBO  
**Provincia** : CANO  
**Distrito** : COLLAO-COQUIA-YARICH  
**Fecha** : MONTEALEGRE DEL 2022

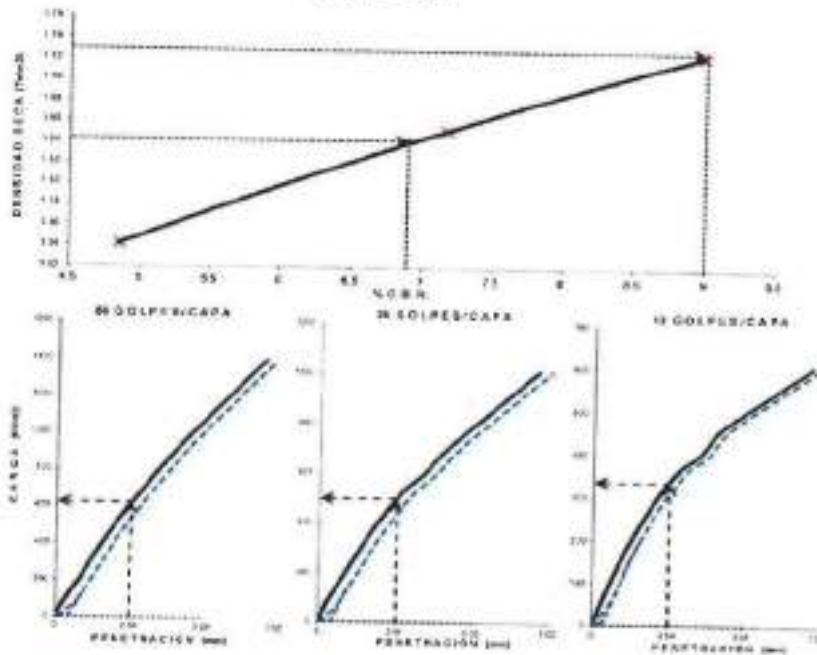
**DATOS DEL ENSAYO**

Clasificación S. CO	SC	GRANVA ARCILLOSA CON ARENA	ADICIÓN:	A-0 (1)					
Máxima Densidad Seca MD <sub>s</sub> (t/m <sup>3</sup> )	1.728	Óptimo Contenido de Humedad OCH %	16.30%						
S. Grave %	55.30	S. Arena %	33.87	S. Fines %	97.35	L.L. %	25.80%	U.P. %	12.55%
Expansión %	4.0%	Esqueleto (D <sub>60</sub> )	4.2	P. %	22.25%				

**RESULTADOS DEL ENSAYO (41" DE PENETRACIÓN)**

CBR AL 100% MDR (S.L.T.) = 6.0	CBR AL 100% MDR (S.L.T.) = 6.3	CBR AL 98% MDR = -
--------------------------------	--------------------------------	--------------------

**GRÁFICO DE CBR**



  
 SECRETARÍA GENERAL PARA  
 INGENIERÍA CIVIL  
 CEN N° 87033  
 ARCA PROFESIONAL COLPROMO



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO MÉTODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)**

Proyecto : INVESTIGACIÓN DE LA ADICIÓN DE CEMENTO DE 0.17 Y 0.33% AL CEMENTO DE ALCANAR EN LAS PROPORCIONES NOMINALES DE LA SUBGRANULAR, BOGOTÁ 2022  
 Ubicación : N° 8700 100204 CON 01 0 000  
 Cliente : VIVAS SUTOS S.A.S.  
 Referencia : SUDGASTEM S-138  
 Fecha: / /  
 Ejecutor : HERNANDEZ  
 Asesor : AARON  
 Observador : DOLYDOR RAMIRO  
 Fecha: / /

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo de suelo : RC SUBGRANULAR (SUELO)  
 Estado de humedad : 6.63%  
 Humedad : 1.31 g/agua  
 20° = 15.28%  
 Si humedad determinada más de 20° : 26.38%  
 Si humedad determinada más de 20° : 26.38%

**DATOS DEL MOLDEO**

PROBETA DE ABRIR (CENEA DE CORE)	6.6%		
	1	2	3
MOLDE 10'			
PROBETA 10' x 10' x 10'	1750.00	1750.00	1750.00
PROBETA 10' x 10' x 10'	409.00	409.00	409.00
PROBETA 10' x 10' x 10'	1134.40	1134.40	1134.40
PROBETA 10' x 10' x 10'	22.00	22.00	22.00
PROBETA 10' x 10' x 10'	2.82	2.82	2.82
<b>RESUMEN</b>			
OPRAC	41	40	41
OPRAC + BULCHUB	86.37	86.78	86.42
OPRAC + BULCHUB	86.79	86.52	86.86
OPRAC, BULCHUB	86.98	86.77	86.75
OPRAC, BULCHUB	86.88	86.87	86.88
OPRAC, BULCHUB	86.88	86.87	86.88

**ENSAYOS DE COMPRESIÓN**

COND	OPR	1	2	3
CANTIDAD PROBETAS	mm	71.25	71.10	71.25
ALTIMA	mm	141.00	140.50	141.10
RELACIONADO		1.00	1.00	1.00
FACTOR DE CORRECCIÓN		1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	MPa	3.80	3.80	3.80
RESISTENCIA PROM	MPa	3.80	3.80	3.80
RESISTENCIA PROM	MPa	3.8	3.8	3.8
RESISTENCIA PROM	MPa	3.8	3.8	3.8

  
 KERRY TECHAMARCA VERA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 138233  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**ANEXO 1.3**  
**ENSAYOS DE**  
**LABORATORIO KM**  
**6+500**

  
INGENIERO EN CIVIL  
C.R. N.º 12043  
AREA DISEÑO Y CONCRETO

---



### LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRAMANTE HUARILCO 2023  
**Responsabilidad:** INF. N° 000-2023/CS-CON-22-0-016  
**Solicitante:** NOVUM MATERIALES  
**Receptor:** SUBRAMANTE EM S-050  
**Asesor/Ingeniero:** MATERIAL PROFESOR  
**Región:** HUARILCO  
**Provincia:** ARAUCO  
**Ciudad:** COLFAS-COOKIN-YAMON  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

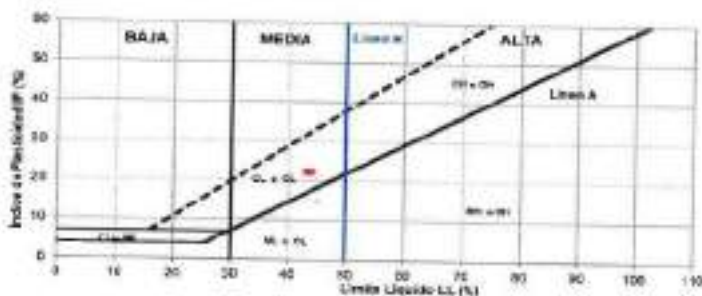
#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

RECIPENTE	N°	145	147
1 PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	g	33.221	33.31
2 PESO SUELO SECO + RECIPENTE	g	31.733	31.987
3 PESO RECIPENTE	g	29.580	29.188
4 PESO AGUA (1-2)	g	1.52	1.32
5 PESO SECO DEL SUELO (2-3)	g	6.18	7.43
6 HUEMEDAD	%	24.47%	28.13%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>%</b>		<b>23.8%</b>

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

RECIPENTE	N°	41	221	222
1 PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	g	58.545	40.666	59.173
2 PESO SUELO SECO + RECIPENTE	g	30.99	30.026	35.198
3 PESO RECIPENTE	g	28.952	25.905	28.228
4 PESO AGUA (1-2)	g	3.60	4.66	4.56
5 PESO SECO DEL SUELO (2-3)	g	8.03	19.43	8.03
6 HUEMEDAD	%	42.34%	49.52%	45.29%
7 NÚMERO DE GOLPES	N°	24	23	17
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>%</b>			<b>43.7%</b>

**ÍNDICE PLÁSTICO (%) (IP=LL-PL) 14.8%**



**KENNY ROSALEMI C. CASARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 157036  
 APSA GEOTECNIA Y GEOMECANICA



**A&V**  
INGENIERÍA  
SOLUCIONES

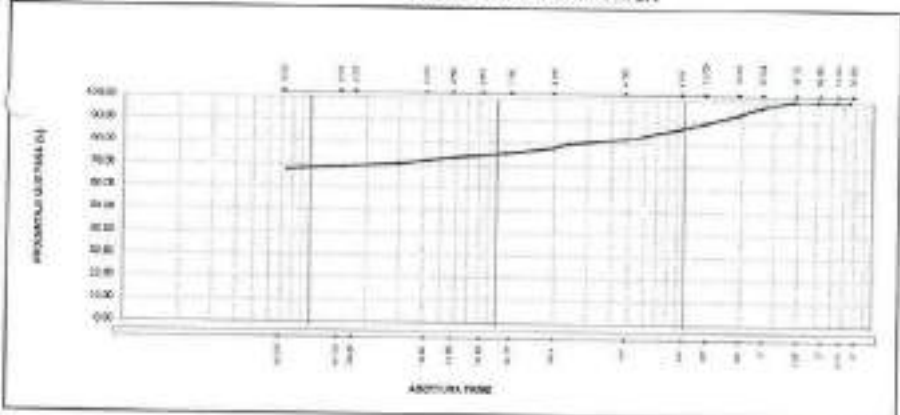
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO  
(NTC E 197)**

Proyecto : 8531 (MCA DE LA ADICIÓN DE CANTA DE CHICHÍ Y ACOTE ARRIVAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBESTACION, SEANECO 2012)  
 Trazado : N° 001/001/00-CO-8 27-0-000  
 Substrato : PAVIS MANTO 46303A  
 Especificación : FERRASATE KM 6+000  
 Materia/Usado : MATERIAL P1093  
 Región : SEANCO  
 Provincia : WACAZ  
 Distrito : CUPAC-COCHIN YAMAS  
 Fecha : NOVIEMBRE 03, 2022

TAMIZ	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRUPO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75 000	6 030	8,02	0,00	100,00	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
2 1/2"	63 500	6 030	8,02	0,00	100,00		Grava más gruesa (gr)
2"	50 800	6 030	8,02	0,00	100,00		Grava más fina (gr)
1 1/2"	37 500	6 030	8,02	0,00	100,00		Grava por lavado (gr)
3/4"	25 000	10 470	12,29	0,00	97,71		Grava (gr)
3/8"	16 000	189 370	21,99	0,00	85,72		Grava gruesa (gr)
1/2"	12 500	138 270	15,99	13,97	86,03		Grava media (gr)
3/4"	8 000	96 170	11,12	25,09	88,88		Grava fina (gr)
1/2"	4 750	114 770	13,22	38,31	91,28		Grava gruesa (gr)
1/4"	4 750	61 770	7,12	45,43	92,88		Grava gruesa (gr)
1/4"	2 500	48 270	5,60	51,03	94,40		Grava gruesa (gr)
3/8"	2 500	48 270	5,60	56,63	93,40		Grava gruesa (gr)
1/2"	1 190	39 370	4,55	61,18	95,45	Grava gruesa (gr)	
3/8"	6 000	75 870	8,76	70,94	91,24	Grava gruesa (gr)	
1/4"	4 750	46 170	5,36	76,30	92,84	Grava gruesa (gr)	
3/8"	3 200	66 670	7,61	83,91	94,39	Grava gruesa (gr)	
1/2"	3 148	64 070	7,36	91,27	95,64	Grava gruesa (gr)	
3/8"	2 075	61 070	6,97	98,24	97,03	Grava gruesa (gr)	
Usted		200 070	67,98	100,00	100,00		
<b>TOTAL</b>		<b>279 638</b>	<b>100,00</b>			<b>Grava</b>	

CLASIFICACIÓN: A-3 (0)  
 Clasificación SUCO: SL

**ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA**



*(Firma)*  
**INGENIERO CIVIL GABRIELA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**NOVIEMBRE 2022**



	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)</b>
---	---

<b>Proyecto</b> : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KISHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022 <b>Trazabilidad</b> : INF. N° 000-2022/IG-CON-22-0-018 <b>Solicitante</b> : NOVAM MAYOC HUERTA <b>Exploración</b> : SUBRASANTE KM 6+530 <b>Estado/Modal</b> : MATERIAL PROPIO	<b>Región</b> : HUÁNUCO <b>Provincia</b> : AMBO <b>Districto</b> : COLPAS-COCU IN-YAMOR <b>Fecha</b> : NOVIEMBRE DEL 2022
--	--

<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD</b>
------------------------------------

RECIPIENTE	N°	41	55
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	1384.88	1363.14
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	g	1190.18	1127.26
PESO RECIPIENTE	g	110.74	85.82
PESO AGUA EN LA MUESTRA	g	234.85	238.82
RELAJACIÓN DE LA MUESTRA	g	1000.30	1041.69
HUMEDAD	%	20.8%	22.9%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>22.8%</b>	

  
 \_\_\_\_\_  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 120333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (MTC E 206, E 113)</b>
---	--

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DE LA ADICION DE CENIZA DE OJUNO Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBSISTANTE, HUÁNUCO 2022	<b>Región</b>	: HUÁNUCO
<b>Trazabilidad</b>	: IM. N°003-1002/IG-CDN-22-O-028	<b>Provincia</b>	: HUÁNUCO
<b>Ordenante</b>	: YOVAN MATOS HUERTA	<b>Dirección</b>	: COCHAS COCHIN YANCHA
<b>Exploración</b>	: SUBSISTANTE KM 619000	<b>Fecha</b>	: NOVIEMBRE DEL 2022
<b>Estrata/Nivel</b>	: MATERIAL PROFUNDO		

<b>MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4 (MTC E 206)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO 01	ENSAYO 02	PROMEDIO
Peso seco (g) de la muestra seca	2243.07	2240.87	
Peso seco (g) de la muestra 003	2072.29	2072.24	
Peso corregido en agua de la de la muestra 003	1038.02	1409.21	
Gravedad Específica	2.587	2.567	2.577
Gravedad Específica 003	2.032	2.030	2.031
Gravedad Específica Aparato	2.021	2.021	2.021
% de Absorción	1.345%	1.340%	1.342%

<b>MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 4 (MTC E 113)</b>			
IDENTIFICACIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Rótulo	500	500	
Peso de la muestra seca	49.88	46.12	
Peso de Rótulo con la muestra y agua	747.89	703.69	
Peso de Rótulo a fundido libre de agua	692.00	691.27	
Temperatura del agua en el ensayo	22	24	
Corrección por temperatura (C)	0.0085	0.0061	
Gravedad específica de la muestra	2.69	2.69	2.69

Porcentaje retenido en la Malla N° 4 (%)	17.25
Porcentaje que pasa la Malla N° 4 (%)	82.75
Gravedad específica de los sólidos	2.685

  
 \_\_\_\_\_  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 N° 123456789





**A&V**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

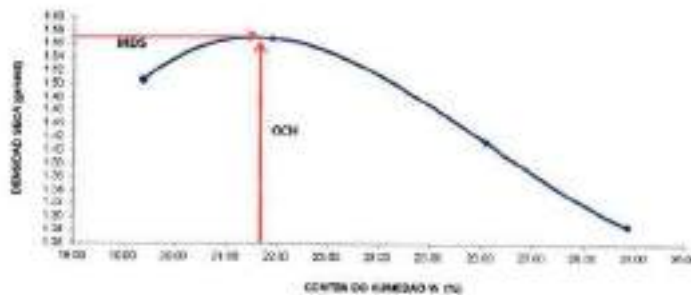
**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO  
UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E  
115)**

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CUNDA Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANITE, ICAJÁLUCO 2022  
Trabaja/bil : INF. Nº 060-1002/CB-CON-22-0-038  
Solista/nie : YOVANN MATOS HUERTA  
Exploració/n : SU BRASANTE KM 6+1500  
Estruc/tura/nal : MATERIAL PROFUNDO

Región : EL ZARAGOZA  
Provincia : AMBATO  
Distrito : CARRERA CONJUNTA YAMOR  
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación UNO	CL ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAYA CON ARENA		MÉTODO A		
Clasificación AASHTO	A-7.6 (U-2)	Capas: 5.00	Golpes/Capa: 25		
% Retenido acumulado malla N° 40	17.60	Material Pasante a usar	Peso N° 4		
% Retenido acumulado malla N° 60	33.71	Molde (Hulg)	Incrementos		
% Retenido acumulado malla N° 100	4.73	Peso Molde (gr)	4105.00		
			Vol. (m <sup>3</sup> )		
			993.20		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5794.00	5962.00	5785.00	5864.00
Peso de la muestra compactada	gr	3083.30	3797.70	3676.10	3559.20
Densidad húmeda	g/cc	1.80	1.91	1.78	1.66
Densidad seca	g/cc	1.51	1.57	1.41	1.29
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarso N°		49.0	66.0	22.0	17.0
Peso del tarso + suelo húmedo	gr	642.37	861.060	618.52	787.34
Peso del tarso + suelo seco	gr	552.44	721.60	503.40	627.94
Peso del tarso	gr	75.74	75.83	78.03	74.23
Peso del agua	gr	89.93	140.46	115.12	159.70
Peso del suelo seco	gr	476.73	642.07	445.29	553.71
Contenido de humedad	%	19.37	21.88	26.07	28.86

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCH	19.37
Óptimo contenido de humedad (%)	19.37
MDS	1.57
Máxima Densidad Seca (g/cm³)	1.57

*(Signature)*  
KENNY HUSAIN CABARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130323  
ARCA GEOTECNICA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE HIERRO Y ACEITE RECICLADO DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUÁNUCO 2022  
**Tendimiento:** INF. N° 001-0016700-COM-22-C-026  
**Solicitante:** ROYAN MATEO HUERTA  
**Exploración:** SUBRASANTE KM 0+300  
**Estrato/Nivel:** CRIEZA DE C/P U (8% MDS)

**Región:** IRIQUÍA  
**Provincia:** IAMBÓ  
**Distrito:** COLPAS-COQUIN-YAMOR  
**Fecha:** 19 NOVIEMBRE DEL 2022

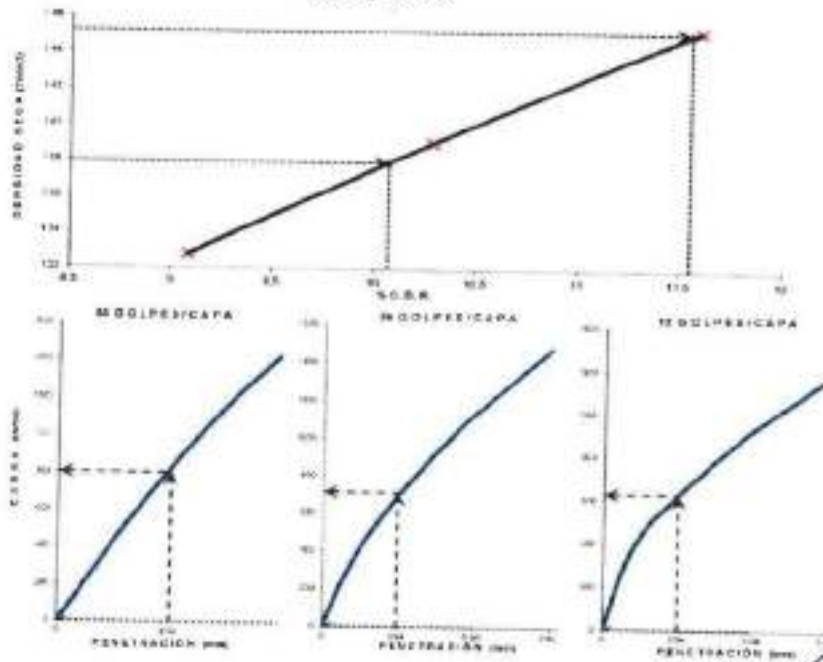
**DATOS DEL ENSAYO**

Descripción SUC:	C.	ARELLA (GRVA Y TRFO GRANA CON ARENA)	ASPHTO:	A 7.8 (17)					
Máxima Densidad Seca (MDS) (t/m <sup>3</sup> ):	1.483		Óptimo Cuantitativo de la mezcla (C/C) (%):	27.30%					
% Grava =	17.89	% Arena =	34.33	% Fines =	67.26	U. S. =	40.00%	LPN =	19.03%
Preparación N° =	1.0254	Embalaje (litros) =	6.0	U. S. =	25.87%				

**RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACION)**

CBR AL 100% MDS (0.1"):	33.4	CBR AL 95% MDS (0.1"):	10.1	CBR AL 90% MDS =	-
-------------------------	------	------------------------	------	------------------	---

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KENY JARAMERO GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 120330  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

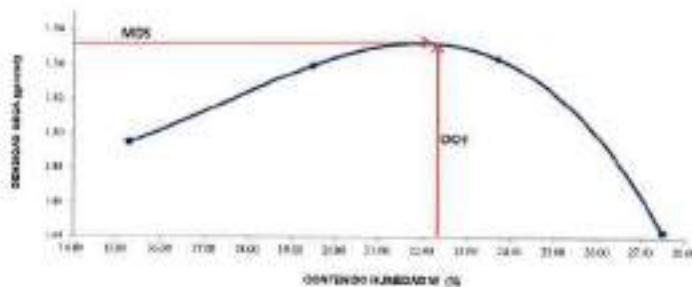
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

<b>Proyecto</b> : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE <b>Iniciabilidad</b> : INV. N° 001-2002/CG-CON-12-D-009 <b>Solicitante</b> : EDVANI MATOS HUERTA <b>Explotación</b> : PU BRASANTE KM 6+500 <b>Entrada/Nivel</b> : ACEITE RECIKLADO DE MOTOR (2% MOG)	<b>Región</b> : HUÁNUCO <b>Provincia</b> : AMBO <b>Distrito</b> : COLPAS COQUIRI-YAMOR <b>Fecha</b> : NOVIEMBRE DEL 2007
---	---

DATOS DEL ENSAYO						
Descripción SUELO	CL. ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA			MÉTODO A		
Coeficiente AARHTO	4.7-6 (12)	Carga	5.00	Golpes/Capa 75		
% Retenido acumulado más 4.75	17.85	Material Pasante a usar	Pasa N° 4			
% Retenido entre 4.75 y 7.5	11.73	Módulo (Pág)	<del>1000000000</del>			
% Retenido entre 7.5 y 15	6.78	Peso Muestra (gr)	4105.00	Vel (cm/seg)	200.00	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Determinación N°		01	02	03	04	
Peso del molde y muestra	gr	5725	5884	5900	2625	
Peso de la muestra compactada	gr	1459.7	1728.7	1704.8	1779.5	
Densidad húmeda	g/cc	1.77	1.84	1.91	1.94	
Densidad seca	g/cc	1.49	1.56	1.64	1.64	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tarro N°		49.0	34.0	36.0	36.0	
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	747.62	751.430	672.55	751.52	
Peso del tarro + suelo seco	gr	505.45	551.59	570.88	609.74	
Peso del tarro	gr	125.35	136.23	140.55	130.70	
Peso del agua	gr	88.17	101.24	107.87	130.76	
Peso del suelo seco	gr	581.31	554.95	486.10	475.96	
Contenido de humedad	%	15.28	18.47	28.76	27.48	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OMC Óptimo contenido de humedad (%)	22.23
MDD Máxima Densidad Seca (g/cm³)	1.554

  
 EDVANI MATOS HUERTA  
 INGENIERO  
 CIVIL  
 C.O.I.N. N° 1070



**CRR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUSTRAMEN DE HUAMUO 2022  
**Título** : INF. N° 001-DE-2022/CM CON 22-0-018  
**Solicitante** : YOKKA MATOS HUERTA  
**Supervisor** : SUBSAGANTE KM 6+500  
**Ubicación** : ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (2% MDR)

**Región** : HUAMUO  
**Provincia** : IAMBÓ  
**Distrito** : COLPAS-COCCURE-YAMCOR  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR									
Moldo N°	50			50			5		
CAPAS N°	5			5			5		
COLPAS POR CAPA	50			50			20		
FORMO DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE + S.HUM	gr	11562.00		11584.30		11748.00			
PESO DEL MOLDE	gr	7540.00		7604.00		7842.00			
PESO SUELO HUM	gr	3740.00		3600.00		3403.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	g/cm <sup>3</sup>	2070.14		2060.70		2093.67			
DENSIDAD HUMEDAD	g/cm <sup>3</sup>	1.80		1.73		1.63			
DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>	1.47		1.41		1.33			
Contenido de Humedad									
TARRO N°									
N°	337	302	314	154	302	347	154	302	347
TARRO +SUELO HUM	gr	706.2	880.0	720.3	700.2	880.0	871.1	706.2	850.0
TARRO+SUELO SECO	gr	596.3	702.7	580.4	599.3	702.7	528.3	599.3	702.7
PESO DEL TARRO	gr	136.5	135.35	85.95	130.5	133.35	66.77	130.5	138.95
% DE HUMEDAD	%	22.74	20.49	27.20	22.14	25.49	28.29	22.74	27.49
% DE HUMEDAD	%	22.62		27.25		22.74		28.29	
ABSORCIÓN	%	4.94		8.58		6.30		8.30	

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.30	0.02%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.04	127.04	0.02%	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.04%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (p/s)	Carga Estándar (MPa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calcs. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calcs. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calcs. (kN)	Esfuerzo (MPa)	
0.000	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.833	0.025	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	
1.778	0.052	0.09	0.09	0.05	0.21	0.21	0.11	0.25	0.25	0.13	
1.803	0.075	0.27	0.27	0.14	0.64	0.46	0.23	0.83	0.40	0.20	
2.542	0.100	0.55	0.55	0.28	0.69	0.69	0.38	1.55	0.55	0.28	
3.170	0.125	0.84	0.84	0.43	0.91	0.91	0.47	0.63	0.63	0.43	
5.810	0.160	1.11	1.11	0.57	1.12	1.12	0.58	1.70	0.70	0.36	
4.448	0.175	1.38	1.38	0.71	1.38	1.38	0.69	0.77	0.77	0.40	
5.080	0.200	1.84	1.84	0.80	1.52	1.52	0.79	0.82	0.82	0.43	
7.620	0.250	2.50	2.50	1.26	2.18	2.18	1.12	1.00	1.00	0.51	

  
**KENNY JARAMA GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR N° 110013  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUSTRANTE, HUÁNUCO 2022  
**Tipo de obra** : INF. Nº 005 2021/08-COM-22-0-018  
**Solicitante** : YOKAN MATOS HUERTA  
**Explicación** : OLOROMENTO CM 4+500  
**Material/Nivel** : ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (2% MSO)

**Región** : HUANUCO  
**Provincia** : AYABO  
**Distrito** : COPIAS-COPIAS-TAMBO  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

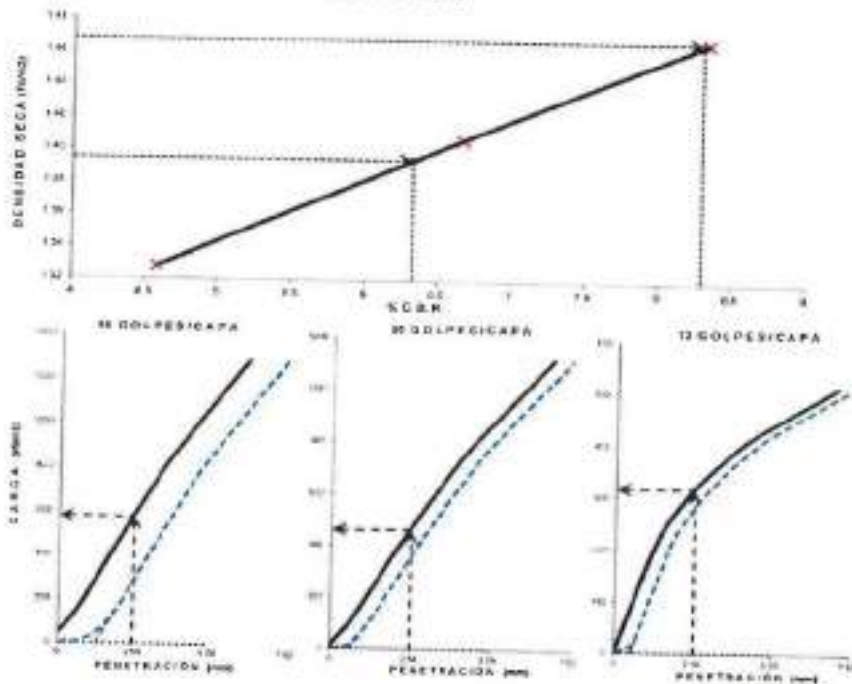
### DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUIC	<input type="checkbox"/> AYO (LA INERTE Y TPO) GRASA COMARCADA	ASBESTO	A-3-S (12)
Módulo (Módulo Seco MS) (kg/cm <sup>2</sup> )	1.554	Óptimo Contenido de Humedad (OC) %	23.20%
W <sub>opt</sub>	17.60%	% Agua =	34.22%
Expansión %	2.07%	Embotado (E <sub>max</sub> )	4.1
		P.L.	23.03%

### RESULTADOS DEL ENSAYO (31" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% MSO (E.L.) = 8.8      CBR AL 95% MSO (E.L.) = 6.3      CBR AL 90% MSO = ~

GRÁFICO DE CBR



  
 GENYVA J. PÉREZ DE AGUIRRA  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. Nº 40424  
 ARCA CONSULTORIA Y CONCRETO





**A&V**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN  
S.A.S.

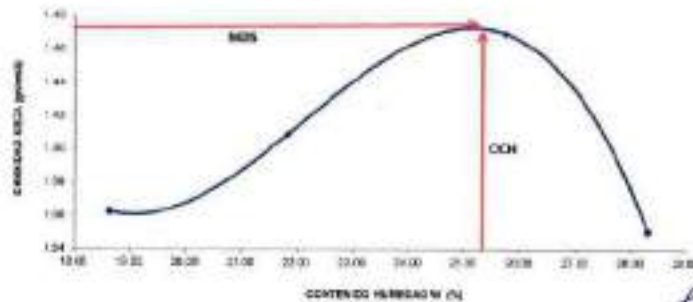
**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO  
UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E  
115)**

**Proyecto:** 1 INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE IGMI Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022  
**Ubicación:** 1 IVE, N° 001-2022/IG-CON-22-O-016  
**Solicitante:** 1 ROYANMATOS HUERTA  
**Exploración:** 1 SUBRASANTE MTC-500  
**Strata/Nivel:** 1 ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (RS MOS)  
**Región:** 1 HUÁNUCO  
**Provincia:** 1 AMBO  
**Distrito:** 1 COLPAS-COOLIN-SANOR  
**Fecha:** 1 NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS:	CL. ARELLA (L) (M) Y TIPO GRAYA CON ARENA		MÉTCO A		
Clasificación AASHTO:	A-7-3 (17)		Capas: 5-000 Módulo/Capa: 25		
% Retenido acumulado malla N° 4:	17.89	Materiales Pasante a usar:	Faja N° 4		
% Retenido acumulado malla N° 20:	32.72	Módulo (Húg):	Admisivos		
% Retenido acumulado malla N° 40:	5.72	Peso Muestra (gr):	1105.00		
		Val.(m3):	895.61		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°	01	02	03	04	
Peso del molde y muestra	gr	5575	5719	5842	5735
Peso de la muestra compactada	gr	1510.7	1613.7	1706.4	1629.5
Densidad número	g/cc	1.47	1.39	1.48	1.37
Densidad seca	g/cc	1.38	1.41	1.47	1.35

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarso N°		25.0	14.0	328.0	106.0
Peso del tarso + agua (humedo)	gr	747.62	750.46	671.36	737.52
Peso del tarso + suelo seco	gr	633.42	645.19	587.89	626.74
Peso del agua	gr	114.20	105.27	83.47	110.78
Peso del agua seco	gr	118.11	104.96	87.10	114.96
Contenido de humedad	%	18.03	21.83	26.32	18.39

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCH
Óptimo
contenido de
humedad (%)
18.03
MOS
Máxima
Densidad
Seca (g/cm³)
1.474

*[Handwritten signature and stamp]*



**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y SUELO RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SERRANANTE, HUÁNUCO 2023  
**Transitable** : INF. N° 801-2022/OG-CON-220-035  
**Substrato** : YUNAS MATOS HUESTA  
**Explotación** : SUBSTRATO DE G-500  
**Estado/Nivel** : ACOTIS RESIDUAL DE MOTOR (46 M2G)  
**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AMBO  
**Distrito** : COLPAC-COQUELA-YANCHO  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACIÓN DEL CBR																			
Molde N°	42			33			33												
CAPAS N°	5			5			5												
GOLPES POR CAPA	56			26			12												
COND. DE LA MUESTRA	HÚMEDO			HÚMEDO			HÚMEDO												
PESO MOLDE + SUELO	gr	113.35		113.18		11254.00													
PESO DEL MOLDE	gr	7366.60		7094.00		7628.00													
PESO SUELO HUM	gr	3760.30		3634.00		3416.00													
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm <sup>3</sup>	2638.55		2116.40		2115.97													
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	1.75		1.72		1.41													
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	1.45		1.39		1.31													
Contenido de Humedad																			
TARRO N°	N°	339		341		351		330		341		315		339		341		367	
TARRO + SUELO HUM	gr	632.5		608.2		632.5		532.5		608.0		75.13		532.5		669.0		670.5	
TARRO + SUELO SECO	gr	447.6		501.2		535.2		447.0		500.4		58.10		447.0		500.4		540.8	
PESO DEL TARRO	gr	134.05		134.18		144.15		134.06		134.19		67.2		134.05		134.19		101.01	
% DE HUMEDAD	%	23.24		124.17		27.49		23.24		124.17		28.34		23.24		124.17		26.54	
% DE HUMEDAD	%	23.24		27.49		23.24		23.24		28.34		23.24		23.24		23.24		26.54	
ABSORCIÓN	%	4.33						5.10				6.33							

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.02	127.00	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (plg)	Carga Estándar (N/ps)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	
0.300	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.330	0.325	0.18	0.15	0.10	0.30	0.32	0.16	0.43	0.43	0.22	
1.270	0.850	0.34	0.54	0.26	0.67	0.67	0.34	0.66	0.64	0.43	
1.900	0.875	1.07	1.07	0.62	1.05	1.05	0.54	1.18	1.10	0.60	
2.540	0.103	1.51	1.51	0.75	1.42	1.42	0.73	1.47	1.47	0.76	
3.170	0.125	1.98	1.98	1.03	1.77	1.77	0.91	1.73	1.73	0.80	
3.810	0.150	2.44	2.44	1.25	2.13	2.13	1.10	1.68	1.66	1.02	
4.450	0.175	2.85	2.86	1.47	2.44	2.44	1.25	2.21	2.21	1.14	
5.090	0.200	3.22	3.22	1.67	2.71	2.71	1.45	2.41	2.41	1.24	
7.620	0.300	4.55	4.55	2.35	3.67	3.67	1.90	3.09	3.09	1.60	

  
**HENRY ROBERTO GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR N° 121933  
 AREA DE DISEÑO Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTG E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE VIDRIO Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LE SERRASANTE, HUAMUCCO 2022.  
**Trazabilidad:** IMF. N° 001-2022/CG-CON-92 0-016  
**Solicitante:** YOVANN MATEO HUERTA  
**Exploración:** SUBSTRATO 9% MDS 0-500  
**Estado/Nota:** ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (4% MDS)

**Región:** URUGUAY  
**Provincia:** SAN JOSE  
**Ciudad:** COLONIA-COLOMIA-YANCOR  
**Fecha:** 18/NOVIEMBRE DEL 2022

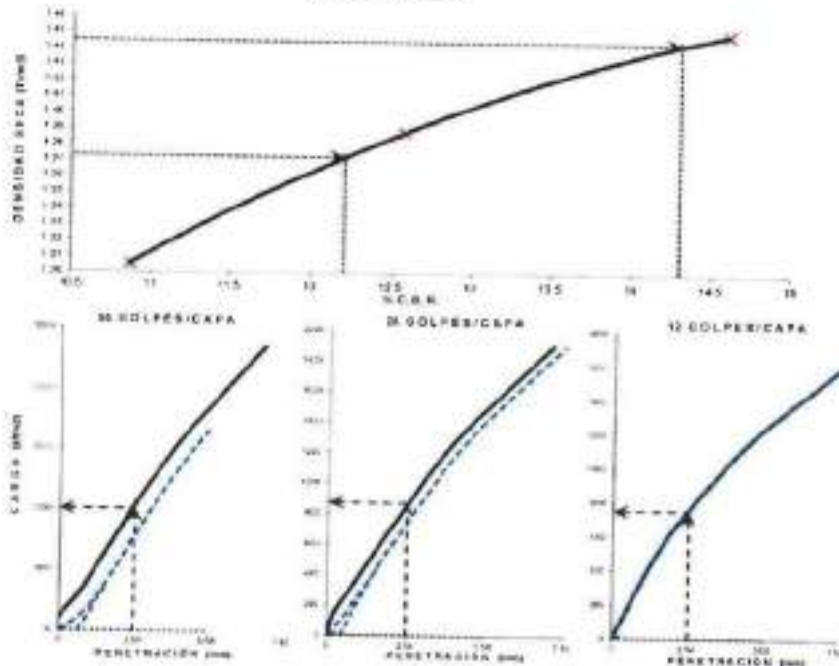
**DATOS DEL ENSAYO**


Clasificación SUAC:	3)	ARCILLA LIGERA Y TIPO ARENA CON ARENA	AASHTO:	A-7-6 (2)					
Módulo de Elasticidad (MDS) (kg/cm <sup>2</sup> ):	1.474	Óxido de Calcio de Huelva (OCH %):	25.82%						
N° Grasa =	17.84	% Arena =	14.22	% Finos =	67.95	L. N° =	43.88%	L.P. N° =	29.83%
Espejado N° =	0.01%	Embebido (g/kg) =	4.0	IP N° =	23.63%				

**RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)**

CBR AL 30% MDS (0.1") =	14.8	CBR AL 50% MDS (0.1") =	22.2	CBR AL 90% MDS (0.1") =	~
-------------------------	------	-------------------------	------	-------------------------	---

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KEINY HUMARÁN GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 130333  
 ÁREA CONSTRUCCIÓN Y CONCRETO



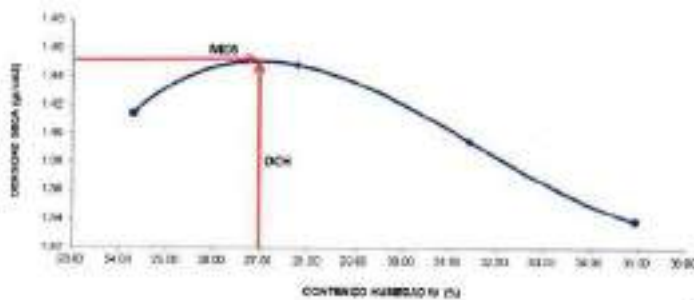
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
---	--

Proyecto :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE	Región :	HUÁNUCO
Terceridad :	IN. N° 001-2022/CG-COR-20-0-016	Provincia :	AMBO
Solicitante :	TONAN MATOS HUERTA	Distrito :	COUPAS COQUE/INYAMOR
Exploración :	SABRALANTE EM 6+500	Fecha :	NOVIEMBRE DEL 2022
Estado/Nivel :	ADITIVO RECICLADO DE MOTOR (EN MOS)		

DATOS DEL ENSAYO						
Designación SUCS:	CL ARCILLA (USERA) Y TIPO GRAVA CON ARENA			MÉTODO A		
Clasificación AASHTO:	A-7.5 (U)			Excmo:	9.00	Golpes/Capa: 25
% Retenido acumulado malla N° 4:	17.00	Material Pasante a pasar		Pasa N° 4		
% Retenido acumulado malla N° 20:	12.71	Moide (Hug)	estandarizado	Código		M4
% Retenido acumulado malla N° 40:	9.71	Peso Moide (gr)	4105.00	Vw (cm <sup>3</sup> ):	203.00	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Designación N°		O1	O2	O3	O4	O5
Peso del molde + muestra	gr	6767	5866.000	5819	5834	
Peso de la muestra compactada	gr	1652.5	1749.1	1723.7	1696.8	
Densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1.79	1.85	1.83	1.81	
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.43	1.45	1.46	1.34	

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		343.0	321.0	152.0	116.0
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	758.72	762.590	687.83	748.47
Peso del tarro + suelo seco	gr	637.35	636.98	607.31	669.05
Peso del agua	gr	121.37	125.61	80.52	79.42
Peso del agua seco	gr	121.42	125.61	130.52	125.42
Peso del suelo seco	gr	499.96	499.17	414.63	456.32
Contenido de humedad	%	24.28	27.77	31.48	24.94

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OMC	27.80
Optimo contenido de humedad (%)	27.80
MDS	1.85
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85

  
**KENRY ROMAN LAMULA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 126521  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



### CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CINIZA DE PÓLVORA Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUMAUCAO 2021  
**Terceridad:** INE. N° 001-0002/DC-COM-22-0-014  
**Solicitante:** YOVAN MATEO HUERTA  
**Supervisor:** SU MANSANDE ALONSO  
**Estrato/Nivel:** ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (95% MDS)

**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** LAMBAYEQUE  
**Distrito:** TROPICANAS-COQUELLO YANOSH  
**Fecha:** 19 DE NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACIÓN DEL CBR						
Módulo N°	51		41		31	
CAPAS N°	5		5		5	
SOLTES POR CAPA	50		50		50	
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO		HUMEDO		HUMEDO	
PESO MOLDE + SUELO	11431.00		11212		11018	
PESO DEL MOLDE	7882.00		7842.00		7607.00	
PESO SUELO HUM	3749.00		3570.00		3411.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	2107.53		2164.54		2118.22	
DENSIDAD HUMEDAD	1.78		1.70		1.62	
DENSIDAD SECA	1.49		1.33		1.27	
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial		Humedad: Inicial		Humedad: Inicial	
TARRO N°	N°	333	330	272	303	306
TARRO + SUELO HUM	gr	813.10	843.26	730.30	810.10	843.20
TARRO + SUELO SECO	gr	585.10	525.40	531.70	505.10	501.40
PESO DEL TARRO	gr	131.46	88.30	138.36	131.46	88.50
% DE HUMEDAD	%	27.20	27.69	29.85	27.20	27.88
% DE HUMEDAD	%	27.43	29.85	27.43	31.65	27.43
ABSORCIÓN	%	3.32		3.62		4.19

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.82	0.00%
4	0.02	127.00	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.83	0.02%

PENETRACIÓN										
Penetración (mm) (g/g)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calc. (kN)	Esfuerzo (MPa)
0.300	0.030	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.035	0.52	0.52	0.40	0.88	0.69	0.48	1.01	1.01	0.92
1.270	0.060	1.69	1.69	0.97	1.92	1.62	0.94	1.70	1.70	0.98
1.600	0.075	2.43	2.43	1.20	2.17	2.17	1.12	2.09	2.09	1.08
2.040	0.100	3.19	3.19	1.63	2.68	2.65	1.36	2.43	2.43	1.20
2.170	0.125	3.84	3.84	1.89	3.13	3.13	1.62	2.75	2.75	1.42
3.610	0.150	4.47	4.47	2.21	3.68	3.58	1.85	3.00	3.00	1.68
4.445	0.175	6.25	6.09	2.91	4.00	4.00	2.07	3.30	3.30	1.74
5.580	0.200	8.57	8.57	3.88	4.57	4.37	2.26	3.64	3.64	1.88
7.820	0.300	7.47	7.47	3.86	5.72	5.72	2.90	4.57	4.57	2.30

  
**KENNY ROBERTO CAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 COT. N° 133033  
 ARZA CONSULTORIA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUSTRANTE HUÁNUCO 2023  
**Terceridad:** (INI. N° 003 0K23/CO CON-23-0-039)  
**Solicitante:** VORARI MATOS HUERTA  
**Especificación:** SUSTRANTE MTC 01500  
**Entrada/Área:** ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (RESM/DN)  
**Lugar:** HUÁNUCO  
**Proyecto:** IASMO  
**Dirección:** COLPAS-COQUEL-FAVOR  
**Fecha:** 19/11/2023

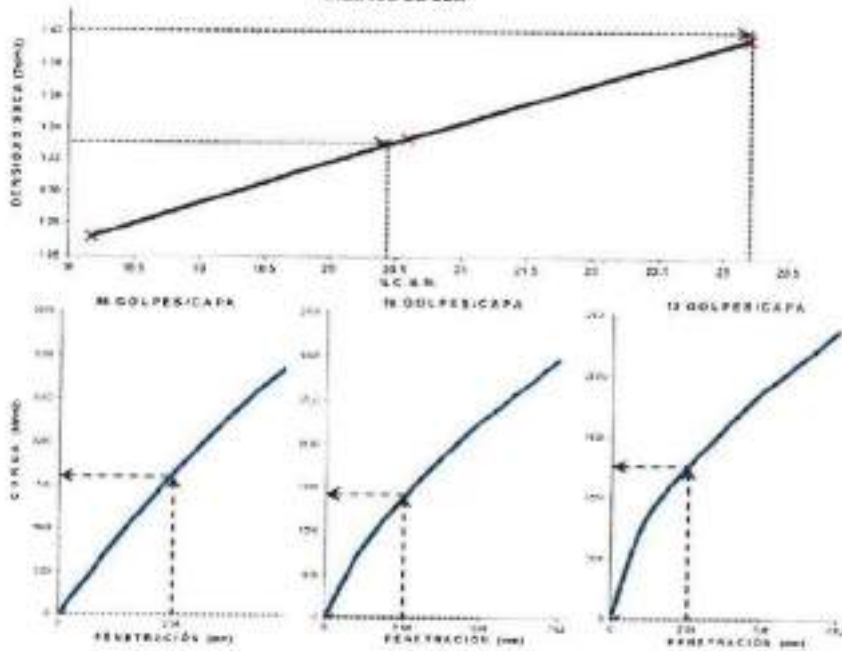
**DATOS DEL ENSAYO**

Clasificación SUCS:	CL	ARCILLA LLUERA Y TRFO GRASA CON ARENA	AAD-TO:	2-T-8 (17)					
Muestra Densidad Seca (kg/m <sup>3</sup> ):	1.492	Óptimo Constante de Humedad (Cc) %:	27.05%						
% Grasa =	17.29	% Arena =	14.37	% Fines =	67.99	U <sub>2</sub> % =	43.00%	U <sub>60</sub> % =	15.03%
Plasticidad (P <sub>L</sub> ) =	0.04%	Plasticidad (P <sub>U</sub> ) =	4.2	P <sub>L</sub> % =	28.98%				

**RESULTADOS DEL ENSAYO (D1" DE PENETRACION)**

CBR AL 100% MDS (D1") =	20.2	CBR AL 95% MDS (D1") =	30.4	CBR AL 80% MDS =	-
-------------------------	------	------------------------	------	------------------	---

**GRÁFICO DE CBR**



KENNY HUARI CAMARÁ  
 S.C.



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO MÉTODO B (MTC E 1103, MTC E 1104)**

Proyecto : N° 001001 DE LA ACCIÓN DE OBRAS DE OBRAS Y ACERQUE AEREO EN LA ZONA DE PROYECTO EN LA ZONA DE LA GUERRA, PARAJE 002  
 Ubicación : N° 001001-001-001-001-001  
 Substrato : FERRAS BASTAS BLANCA  
 Espesor : 0.10 METROS  
 Estado/Suelo : NATURAL SUELO  
 Región : PLURIBIO  
 Provincia : AZUAY  
 Cantón : COGACHI  
 Fecha : 08/05/2023

DATOS DE LA MUESTRA					
Caracterización	TIPO DE MUESTRA: MTC E 1103, MTC E 1104				
Diámetro	47.6 (mm)	W <sub>u</sub>	1.33 (g/g)	W <sub>u</sub>	PLANE
W <sub>u</sub>	17.80	S. Porcentaje de humedad			

DATOS DEL MOLDEO					
FUNCIÓN DE REFERENCIA DE (CM)	0.0%				
	1	2	3		
PELLE M					
PLANO MOLDE + SUELO	gr	808.06	1814.00	1870.00	
PELLE DEL MOLDE	gr	801.30	800.00	801.30	
PELLE DEL MOLDE	gr	1004.91	1871.00	1870.00	
VALOR DEL MOLDE	gr/cm <sup>3</sup>	981.30	940.70	981.00	
DEBIDO HUMEDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.98	1.98	1.91	
<b>USADOS</b>					
MOLDE	m <sup>3</sup>	31	70	98	
MOLDE + SUELO PLANE	m <sup>3</sup>	981.17	180.00	800.00	
MOLDE + SUELO MOLDE	m <sup>3</sup>	1004.91	1870.00	1870.00	
PELLE DEL MOLDE	m <sup>3</sup>	1004.91	1870.00	1870.00	
VALOR HUMEDAD	m <sup>3</sup>	21.08	21.70	21.97	
DEBIDO HUMEDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.00	1.00	1.00	

DATOS DE COMPRESIÓN					
DIAMETRO	mm	47.6	47.6	47.6	
DIAMETRO PROMEDIO	mm	47.60	47.60	47.60	
ALTEZA	mm	100.00	100.00	100.00	
RELACIÓN H/D		2.10	2.10	2.10	
FACTOR DE CORRECCIÓN		1.00	1.00	1.00	
FACTORES DE CORRECCIÓN		0.95	1.00	1.00	
RESISTENCIA PC	kg/cm <sup>2</sup>	2.40	2.90	3.00	
RESISTENCIA PROM	kg/cm <sup>2</sup>	2.8			
RESISTENCIA PROM	Mpa	0.2			

  
**KENNY ROMÁN BELTRÁN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130333  
 ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

**A&V** **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRÓBETAS DE SUELO MÉTODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)**

**Objetivo:** 1. MEDICIÓN DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PRÓBETAS DE SUELO REALIZADAS EN EL BRANQUEO DE SUELO

**Ubicación:** 1. MTC 1031-025/0400N-03-03  
**Solicitante:** 2. FORMASAFES S.A.S.  
**Proyecto:** 3. URBANISMO DEL VECINO  
**Fecha:** 14/06/2021  
**Elaborado por:** 4. MATEO RIVERO  
**Revisado por:** JMSD  
**Fecha:** 02/06/2021  
**Fecha:** 14/06/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Clasificación SUELO: 15. Materia orgánica: 1.00% (MTC E 1101)  
 Densidad aparente: 1.31 g/cm<sup>3</sup> (MTC E 1101)  
 Límite líquido: 37.00 (MTC E 1101)  
 Límite plástico: 1.00 (MTC E 1101)

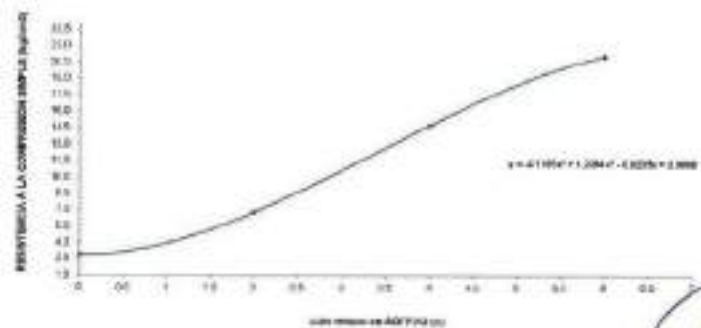
**DATOS DEL MOLDEO**

MATERIALES DE ADITIVO: CENIZA DE COQUE	0.0%			4.0%			8.0%		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	1010.00	1080.00	1070.00	1170.00	1220.00	1270.00	1320.00	1440.00	1540.00
ALSO DEL MOLDE (g)	651.80	650.50	651.90	650.00	652.80	651.50	650.80	651.80	650.50
RESIDUAL DE MOTOR (g)	3011.80	3018.11	3001.80	3017.80	3010.71	3010.22	3008.80	3007.11	3004.44
MANEJO DEL MOLDE (g/cm <sup>3</sup> )	80.25	80.41	80.41	80.17	80.87	81.28	80.18	80.12	80.30
RESIDUAL HUMEDAD (%)	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>UNIDADES</b>									
TAPO	g	14	201	400	47	157	115	441	59
TAPO + SUELO (M)	g	160.40	166.71	161.41	169.71	168.20	170.41	171.40	160.40
TAPO + SUELO (MTC)	g	574.34	581.31	582.22	585.80	586.30	582.30	581.70	580.81
RESIDUAL (MTC)	g	158.08	159.34	158.41	158.80	158.11	157.80	158.13	157.28
RESIDUAL (MTC)	g	40.17	41.01	39.81	40.20	40.07	40.00	40.01	40.01
RESIDUAL (MTC)	g/cm <sup>3</sup>	1.24	1.25	1.27	1.30	1.30	1.31	1.28	1.29

**ENSAYOS DE COMPRESIÓN**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DUREZA (MTC)	11.33	21.58	21.30	20.18	22.00	22.00	22.00	21.80	21.18
RESISTENCIA (MTC)	140.70	142.70	141.31	140.00	142.30	142.70	142.70	142.70	142.30
RELACION (MTC)	1.20	1.00	1.30	1.37	1.80	1.50	1.30	1.37	1.30
FACTORES DE CORRECCIÓN	1.00	1.00	1.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENGAÑO	0.70	2.80	2.81	3.11	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
RESISTENCIA (MTC)	8.32	8.81	8.89	10.08	10.20	10.20	10.18	10.08	10.08
RESISTENCIA (MTC)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
RESISTENCIA (MTC)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



**KEINNY ROSARIO CAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 OIP N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





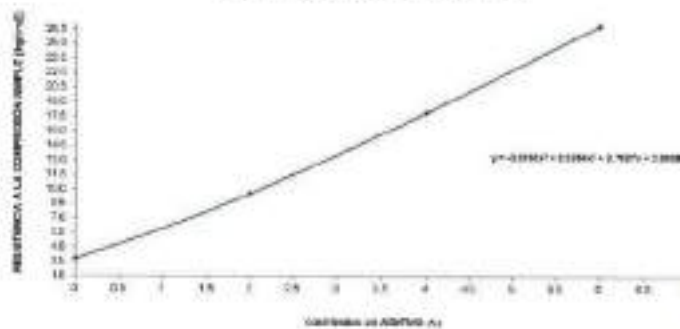
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO MÉTOSO B (MTC E 1103, MTC E 1101)**

**Proyecto:** 1. INGENIERIA DE LA RECONSTRUCCION DE LA RED DE SERVICIOS BASICOS DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LA SUBURBANA JOYABATO 2022  
**Ubicación:** 2. JOYABATO - CANTON DE SAN CARLOS - GUAYAS  
**Cliente:** 3. MUNICIPIO DE JOYABATO  
**Elaborado:** 4. GONZALEZ J.M. 10/10/2022  
**Revisado:** 5. MONTAÑO, R.C. 10/10/2022  
**Legajo:** 1618000  
**Proyecto:** 1618000  
**Fecha:** 10/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA				
Características:	2. ARELLA (SUELO MÉTOSO)			
Clasificación AASHTO:	A-7-6 (S)	USPS:	1.503 g/cm <sup>3</sup>	W <sub>L</sub> : 31,20%
W <sub>L</sub> (Bromatometría) w <sub>L</sub> (%)	31,20	W <sub>p</sub> (Bromatometría) w <sub>p</sub> (%)	4,11	

DATOS DEL MOLDEO										
FORMAS DE MUESTRA (MTC)		3.0%			4.0%			5.0%		
RESIDUAL DE BISTOR		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PROBETA 100x100	g	1813,00	1821,00	1824,00	1808,00	1800,00	1840,00	1807,00	1799,00	1817,00
PROBETA 100x100	g	881,30	882,00	881,00	880,00	887,40	887,30	880,00	881,40	882,30
PROBETA 100x100	g	1811,80	1818,70	1801,00	1807,00	1800,20	1840,20	1808,00	1807,10	1814,40
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00
DENSIDAD PROMEDIO	g/cm <sup>3</sup>	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
<b>UNIDADES</b>										
MOLDE	cm	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MOLDE + SUELO (MTC)	g	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00
MOLDE + SUELO (MTC)	g	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
RESIDUAL MOLDE	g	158,00	158,00	158,00	158,00	158,00	158,00	158,00	158,00	158,00
N. DE MUESTROS	n	10	10	10	10	10	10	10	10	10
DENSIDAD RECAL	g/cm <sup>3</sup>	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
<b>ENSAYOS DE COMPRESION</b>										
DIAM	cm	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71,30	71,30	71,30	71,40	71,60	71,60	71,60	71,60	71,60
ALFARA	mm	140,70	140,70	141,00	140,70	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
RELACIONES		1,86	2,00	2,00	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97
FACTORES DE CORRECCION		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
RECTURA DE CURVA	mm	3,70	3,80	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
RESISTENCIA PC	kg/cm <sup>2</sup>	8,57	8,57	8,57	8,74	8,74	8,74	8,74	8,74	8,74
RESISTENCIA PROM	kg/cm <sup>2</sup>	8,8			8,8			8,8		
RESISTENCIA PROM	Mpa	0,8			0,8			0,8		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



  
**KENIA HUALDE SALAZAR BARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 128325  
 AREA DE TECNOLOGIA Y CONCRETO



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**ANEXO 1.4**  
**ENSAYOS DE**  
**LABORATORIO KM**  
**7+750**



KETHY ROMANI GAJARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.O. 12073  
ARSA CONSULTORIA Y CONCRETO

---



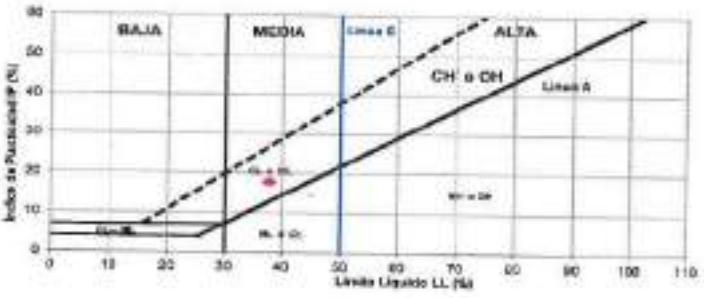
**LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS  
(PASANTE LA MALLA N° 40)**

**Objeto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHUFACOS RESIDUAL, DE MOTOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE, HUÁNUCO 2022.  
**Viabilidad:** IMP. N° 001-2020/IG-COM-22-0-005  
**Substrato:** SUELOS MÓLTILES HÚMIDOS  
**Ubicación:** SURPASANTE EM 7+P22  
**Estado/Nivel:** MATERIAL PROYECTO  
**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** HUÁNUCO  
**Distrito:** COLPAS-COCCHE-VALLE DE  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)					
	RECIPENTE	N°	128	178	
1	PESO SUJETO HÚMEDO + RECIPENTE	gr	38.669	36.74	
2	PESO SUJETO SECO + RECIPENTE	gr	34.895	30.907	
3	PESO RECIPENTE	gr	26.048	26.940	
4	PESO AGUA (1H2O)	gr	1.52	1.68	
5	PESO SECO DEL SUELO (2H2O)	gr	7.80	8.37	
6	HUMEDAD	%	24.01%	21.80%	
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>			<b>%</b>		
			<b>22.9%</b>		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)					
	RECIPENTE	N°	40	78	128
1	PESO JUGO HÚMEDO + RECIPENTE	gr	42.544	51.667	52.851
2	PESO JUGO SECO + RECIPENTE	gr	39.42	37.463	37.177
3	PESO RECIPENTE	gr	28.753	28.546	28.642
4	PESO AGUA (1H2O)	gr	4.22	4.17	4.18
5	PESO SECO DEL SUELO (2H2O)	gr	11.67	10.95	10.91
6	HUMEDAD	%	36.50%	46.11%	39.22%
7	NÚMERO DE GOLPES	N°	35	26	12
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			<b>%</b>		
			<b>37.8%</b>		

**INDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= 18.3%**



  
**KENNY ROSAMANI CAMARPA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP. N° 12033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





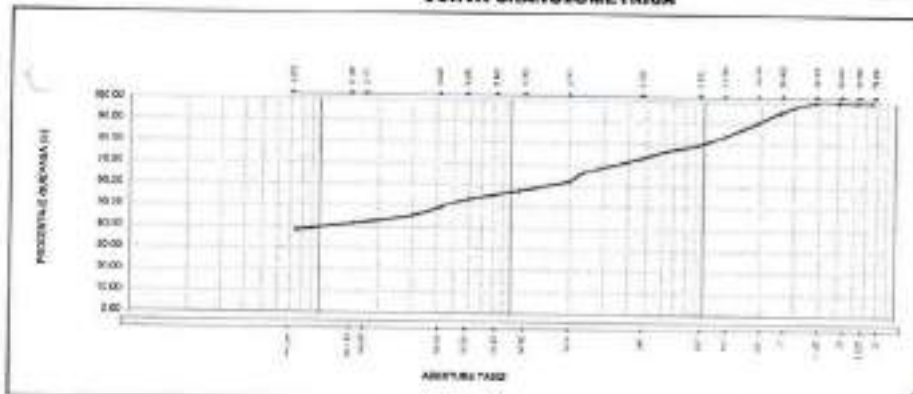
**A&V**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)**

Presente : INFORME DE LA ADICIÓN DE CENizas DE ORO Y ALUMINIO AL CEMENTO EN UN PROPÓSITO MECÁNICO DE LA SUBGRANTE, SUÁZUIZO  
 Ubicación : N° 1001 3000/00 CON 21-0-012  
 Substrato : TONER MATOS BLANCA  
 Expediente : 310914011 CON 14790  
 Distrito/Municipio : PASTAZA, PASTAZA  
 Región : SUÁZUIZO  
 Provincia : JARRA  
 Distrito : COPIJA-COCCUBI-VANICE  
 Fecha : 02/09/2011-2012

TAMIZ ABRIL	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
75	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>
210	80.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Retenido entre (2)
2	80.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Retenido menor (2)
140	20.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Retenido por tamizo (2)
1	25.000	260.00	0.80	0.80	99.20	Armadura (2)
30	15.000	268.70	0.86	0.86	99.14	Grava
10	12.500	268.80	0.86	0.86	99.14	Grava gruesa
30	0.500	170.00	0.53	0.53	99.47	Grava fina
30	0.500	124.40	0.38	0.38	99.62	Grava gruesa
Nº4	4.750	128.30	0.39	0.39	99.61	Grava gruesa
Nº8	2.000	305.64	0.95	0.95	99.05	Grava gruesa
Nº16	0.850	302.90	0.94	0.94	99.06	Grava gruesa
Nº18	1.180	147.00	0.44	0.44	99.56	Grava gruesa
Nº20	0.850	187.00	0.57	0.57	99.43	Grava gruesa
Nº40	0.425	194.00	0.59	0.59	99.41	Grava gruesa
Nº60	0.250	170.00	0.52	0.52	99.48	Grava gruesa
Nº100	0.150	140.00	0.43	0.43	99.57	Grava gruesa
Nº200	0.075	120.00	0.37	0.37	99.63	Grava gruesa
TOTAL		3100.00	100.00	100.00		

**ARENA ARCILLOSA CON GRAVA  
CURVA GRANULOMÉTRICA**



  
**KENNY HERNANDEZ CAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 436603  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN  
S.A.S.

**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 106)**

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE HORN Y AGUITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022  
Tractabilidad : IMP. N° 001-2022/009-DON-12-D-018  
Solicitante : YOVANI MARTÍN HUERTA  
Ejecución : SUBRASANTE RM 74-750  
Ubicación/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región : HUANUCO  
Provincia : AYOBA  
Distrito : COLPES-COCCAN-PAMOR  
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2022

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD**

RECIPIENTE	N°	GE	GT
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	2F	1290.89	1294.04
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE DE LA MUESTRA	2F	1120.09	1092.78
PESO RECIPIENTE	2F	132.74	81.80
PESO AGUA EN LA MUESTRA	2F	188.80	112.08
PESO SECO DE LA MUESTRA	2F	898.35	1010.98
HUMEDAD	%	16.5%	17.1%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>17.0%</b>	

  
KENDY ORDOÑEZ GANARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 128333  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SUELOS (MTC E 206, E 113)</b>
---	--

<b>Proyecto</b> : IMPULSION DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASHU Y AGENTE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBIRAJANTE, HUAMANGA 2022 <b>Trazabilidad</b> : INF. N° 003-2022/CG-COM-20-D-016 <b>Solicitante</b> : YOSAN MARCO HUERTA <b>Exploración</b> : SUBIRAJANTE KM 74750 <b>Dirección/Vial</b> : MATERIAL PROPIO	<b>Región</b> : AYACUCHO/QUIBIA <b>Provincia</b> : HUAMANGA <b>Distrito</b> : COPIQUE <b>Fecha</b> : JUNIO DEL 2022
--	--

<b>MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4 (MTC E 206)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO 01	ENSAYO 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	g	2174.81	2174.81
Peso en el aire de la muestra 202	g	2204.07	2204.07
Peso sumergido en agua de la de la muestra 202	g	1301.74	1301.73
Gravedad Específica		2.222	2.295
Gravedad Específica 202		2.186	2.208
Gravedad Específica Promedio		2.447	2.447
% de Absorción	%	1.346%	1.346%

<b>MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 4 (MTC E 113)</b>			
IDENTIFICACIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Cantidad de Finos	kg	500	500
Peso de la muestra seca	g	86.26	86.16
Peso de Floculación con la muestra y agua	g	725.44	730.98
Peso de Floculación saturado con agua	g	665.21	671.23
Temperatura del agua en el ensayo	°C	22	24
Condición del termómetro (K)		0.0009	0.001
Gravedad específica de la muestra		2.64	2.64

Porcentaje Retenido en la Malla N° 4 (10)	25.73
Porcentaje que pasa la Malla N° 4 (10)	73.27
Gravedad específica de los sólidos	2.638

  
**KENY HUERTA GARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 138133  
 APPA-COMERCIO DE CONCRETO



**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO  
UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E  
115)**

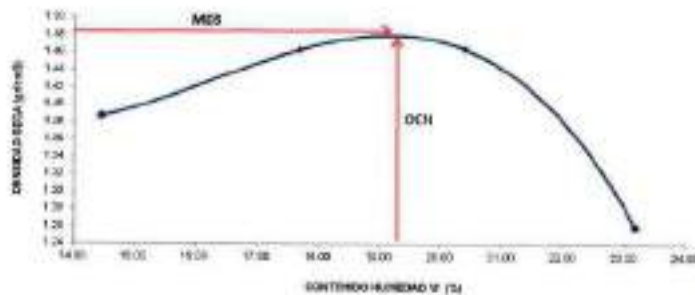
**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE MOTOR Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2021.  
**Tercialidad:** INF. N° 001 (102) C/C-CON-22-0-016  
**Solicitante:** YOSARI SANTIAGO HUERTA  
**Exploración:** SUBRASANTE KM 7+130  
**Dirección/Ubic:** INTERVAL PROPIO  
**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** AYBEO  
**Distrito:** COCHAS-COCHAS-YAMORÉ  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS	SC ARENA AREOLOSA CON GRAVA		MÉTODO A
Clasificación AACITD	A-5 (2)	Capas: 5(00)	Golpes/Capa: 55
% Retenido acumulado más la N° 4	25.75	Materia Pasante a Luz	Pase N° 4
% Retenido acumulado más la N° 20	20.58	Molde (Pulg)	estándar
% Retenido acumulado más la N° 40	9.95	Peso Molde (gr)	4109.00
			Vol. (cm <sup>3</sup> ): 999.87

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		05	03	04	04
Peso del molde + muestra	gr	3597.20	3773.00	3767.00	3564.00
Peso de la muestra compactada	gr	1491.60	1667.70	1456.80	1499.20
Densidad húmeda	gr/cc	1.51	1.72	1.75	1.55
Densidad seca	gr/cc	1.39	1.46	1.46	1.26

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Temperatura		25.0	26.0	25.0	25.0
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	346.79	337.820	347.35	373.87
Peso del tarro + suelo seco	gr	488.75	626.79	465.04	509.80
Peso del tarro	gr	66.85	85.08	61.71	67.80
Peso del agua	gr	61.04	110.08	82.31	114.06
Peso del suelo seco	gr	412.42	272.70	409.80	492.22
Contenido de humedad	%	14.85	17.67	20.33	23.18

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCH
Óptimo
contenido de
humedad (%)
17.67
MDS
Máxima
Densidad
Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
1.467

  
**KENNY HUMANA GARRARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTG E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAYACO 2021  
**Trazabilidad** : INT. N° 000-2022/AG-CON-22-O-035  
**Solicitante** : YONAN VANTOS HUERTA  
**Exploración** : SUBRASANTE EM 7+750  
**Patron/Nivel** : MOTOR AL PASADIZO  
**Región** : HUAYACO  
**Provincia** : AREQUIPA  
**Distrito** : COLLAS-COCHA-YAMORAY  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR											
Molde N°	25			30			31				
CAPAS N°	5			5			5				
COLRES POR CAPA	30			25			12				
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO				
PESO MOLDE + SUELO	11376.00			11173.00			10506.00				
PESO DEL MOLDE	7977.60			7884.00			7575.00				
PESO SUELO HUM.	3701.60			3489.00			3231.00				
VOLUMEN DEL MOLDE	2108.77			2116.40			2108.59				
DENSIDAD HUMEDAD	1.75			1.65			1.60				
DENSIDAD SECA	1.48			1.38			1.34				
Contenido de Humedad											
TARRO N°	N°	353	320	372	333	330	251	335	330	350	
TARRO + SUELO HUM.	gr	616.10	843.20	720.89	616.10	943.20	600.10	816.10	843.20	768.00	
TARRO + SUELO SECO	gr	505.10	536.40	531.20	505.10	501.40	497.00	505.10	536.40	490.60	
PESO DEL TARRO	gr	131.16	23.22	65.04	131.16	123.22	136.60	131.66	23.22	61.20	
% DE HUMEDAD	%	19.10	18.46	21.24	19.10	18.80	22.46	19.10	18.56	24.22	
% DE HUMEDAD	%	19.04		21.24		19.04		19.04		24.22	
ABSORCIÓN	%	2.20		1.42		2.46		0.18		0.18	

EXPANSIÓN											
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%			mm	%			mm	%
0	0.00	127.00	0.00%		0.00	127.00	0.00%		0.00	127.00	0.00%
4	0.02	127.03	0.02%		0.00	127.03	0.02%		0.00	127.03	0.02%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerzo (MPa)	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.030	0.025	0.13	0.13	0.07	0.15	0.06	0.10	0.08	0.10	0.08	0.10
1.270	0.050	0.30	0.36	0.18	0.38	0.20	0.49	0.45	0.45	0.25	0.30
1.900	0.075	0.63	0.65	0.33	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
2.540	0.100	0.94	0.94	0.40	0.91	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
3.170	0.125	1.20	1.22	0.64	0.99	0.99	0.91	0.96	0.96	0.96	0.96
3.810	0.150	1.50	1.50	0.78	1.14	1.14	0.99	1.04	1.04	1.04	1.04
4.440	0.175	1.75	1.75	0.91	1.30	1.30	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
5.080	0.200	1.99	1.99	1.00	1.44	1.44	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
7.620	0.300	2.77	2.77	1.43	1.90	1.90	1.65	1.55	1.55	1.55	1.55

**KENNY HUANCA GARCIA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 130153  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

**Proyecto** : INTELIGENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMUO 2022  
**Tractabilidad** : INFA. N° 900-2022/AG-COR-22-0-030  
**Solicitante** : YOVAN MATEO HUERTA  
**Exploración** : SUBRASANTE KM 7+350  
**Estado/Nivel** : MATERIAL BASE (I)

**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AMBO  
**Distrito** : COLPAS-COOLIN-YAMOR  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

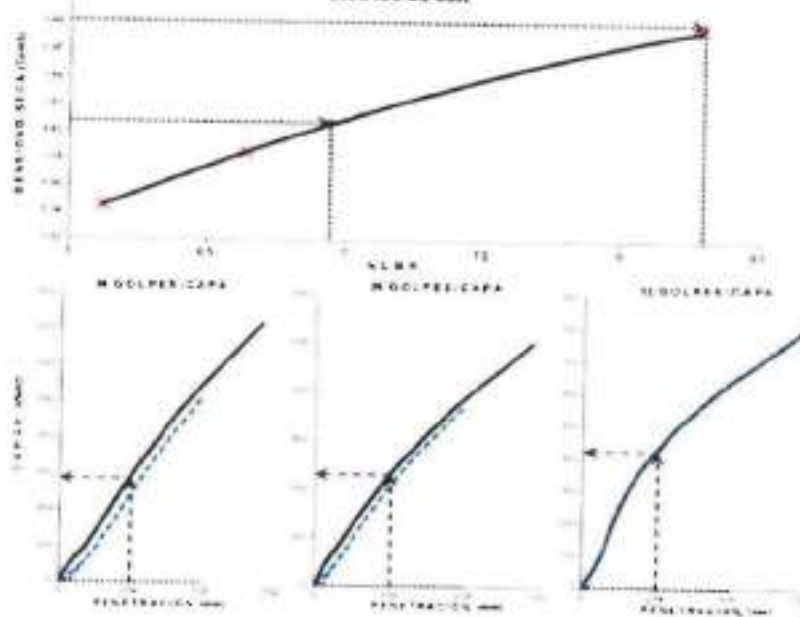
### DATOS DEL ENSAYO

Clasificación ática	SC	ARENA AREOLADA CON GRAVA	ASTM D:	A-5 (2)					
Máxima Densidad Seca MDS (ton/m <sup>3</sup> )	1.902		Óptimo Contenido de Humedad OCH %	19.30%					
% Grava	26.75	% Arena	34.75	% Fines	48.52	L <sub>50</sub> %	97.77%	L <sub>10</sub> %	15.17%
Espección %	1.02%	Embolado (átic)	4.2	IP %	22.40%				

### RESULTADOS DEL ENSAYO (31° DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% MDS (31°) = 8.3	CBR AL 65% MDS (31°) = 7.0	CBR AL 90% MDS (31°) = 10.0
-----------------------------	----------------------------	-----------------------------

### GRÁFICO DE CBR



  
**KENY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 10875  
 ANSA COPIA DEL YACUI TITIQ





### CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022  
**Terceridad** : INI. N° 005-2022/08-026-2020-036  
**Solicitante** : YOVAN VARGAS HUERTA  
**Expediente** : SUBRASANTE KM 14-120  
**Estrato/ Nivel** : CENIZA DE COQUE (EN MESA)  
**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AMBO  
**Distrito** : COPAS-COOLIN-YAMBO  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR							
Molde N°	25	10	18				
CAPAS N°	5	5	5				
GOLPES POR CAPA	55	25	12				
VOLUMEN DE LA MUESTRA	HUMEDO		HUMEDO		HUMEDO		
PESO MOLDE + SUELO	1000.00	1134.00	1302.00				
PESO DEL MOLDE	537.00	785.50	771.00				
PESO SUELO HUM	463.00	348.50	531.00				
VOLUMEN DEL MOLDE	2068.00	2068.00	2068.00				
DENSIDAD HUMEDAD	1.78	1.56	1.52				
DENSIDAD SECA	1.43	1.38	1.24				
Contenido de Humedad							
TARRO N°	N°	Humedad: Inicial	Final	Humedad: Inicial	Final	Humedad: Inicial	Final
TARRO + SUELO HUM	gr	32.2	30.0	28.1	27.2	30.4	32.5
TARRO + SUELO SECO	gr	602.3	755.7	637.6	442.9	488.6	511.4
PESO DEL TARRO	gr	130.5	133.35	65.36	136.5	133.35	81.77
% DE HUMEDAD	%	22.27	22.60	25.16	22.27	22.60	25.16
% DE HUMEDAD	%	22.44	25.18	22.44	25.48	22.27	27.38
ABSORCIÓN	%	2.78		3.06		5.11	

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.26	127.00	0.00%	0.26	127.00	0.00%	0.26	127.00	0.00%
4	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN											
Penetración (mm) (kg)	Carga Esfuerzo (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Carga (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Carga (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Carga (kN)	Esfuerzo (MPa)	
0.020	0.020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630	0.025	0.00	0.02	0.05	0.33	0.13	3.07	0.15	0.15	0.08	
1.270	0.050	0.29	0.23	0.19	0.35	0.45	0.23	0.34	0.34	0.28	
1.900	0.075	0.61	0.61	0.21	0.80	0.80	0.41	0.65	0.65	0.45	
2.540	0.100	0.4	1.03	1.03	1.21	1.21	0.83	1.03	1.03	0.56	
3.170	0.125	1.48	1.48	0.77	1.86	1.90	0.81	1.26	1.26	0.65	
3.810	0.150	1.91	1.91	0.89	1.86	1.89	0.96	1.40	1.40	0.73	
4.445	0.175	2.25	2.26	1.14	2.17	2.17	1.12	1.62	1.62	0.79	
5.080	0.200	2.94	2.64	1.36	2.42	2.43	1.25	1.62	1.62	0.84	
5.720	0.200	3.78	3.75	1.95	3.25	3.25	1.80	1.95	1.95	1.31	

  
 KENY YOTUN MARQUEZ MARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 128353  
 AREA GEODINAMIA Y CONCRETO

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)**

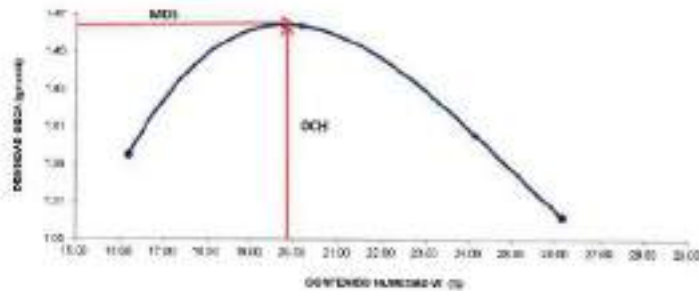
**Proyecto:** 1 IMPULSIÓN DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHUJ F ACETE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE  
**Terceridad:** 1 INF. N°000-2022/CG CON 22-D-016 **Región:** HUANUCO  
**Solicitante:** 1 YOVAN MATOS HUERTA **Provincia:** AMBO  
**Explotación:** 1 SUBRIAN/W 0017-1780 **Distrito:** COCHAS-COCHU-YAMOR  
**Ubicaci/No. ed:** 1 CENIZA DE CHUJ (1% MS) **Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS:	SC ARENA ARELLOSA CON GRAVA	MÉTODO A	
Clasificación AASHTO:	A-5 (2)	Capas:	300
% Retenido sobre tambo N° 4:	26.72	Material Pasante a 200:	Pasa N° 4
% Retenido sobre tambo N° 10:	20.58	Molde (ulg):	800000000
% Retenido sobre tambo N° 40:	8.45	Peso Molde (gr):	400.00
		Val.(MS):	309.63

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	2740	3047	3010	3642
Peso de la muestra compactada	gr	1523.5	1854.0	1840.5	1655.6
Densidad fresca	gr/cc	1.61	1.75	1.75	1.72
Densidad seca	gr/cc	1.40	1.48	1.48	1.38

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		15.0	30.0	36.0	36.0
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	147.62	251.410	272.56	241.52
Peso del tarro + suelo seco	gr	88.45	148.13	172.89	161.95
Peso del tarro	gr	136.55	136.23	138.20	124.95
Peso del agua	gr	65.17	101.28	135.87	126.97
Peso del suelo seco	gr	126.89	131.86	135.45	116.60
Contenido de humedad	%	48.28	26.17	24.14	34.55

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCH  
 Óptimo  
 contenido de  
 humedad (%)  
**26.17**  
 MDD  
 Máxima  
 Densidad  
 Deseada (gr/cc)  
**1.48**

**KENY HUAMANI GARCERRA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 62993**  
**AREA GEOTECNIA Y CONCRETO**





## CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y AGUIC RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SERRANITE HUARUNCO 2021  
**Transmisión** : IME. N° 601-2022/CO-CDM-22-D-035  
**Solicitante** : YOVAN MATOS HUERTA  
**Exploración** : SUBRASANTE SM 7-350  
**Estrato/Nivel** : CENIZA DE COQUE (2% MS)

**Región** : HUARUNCO  
**Provincia** : ABAJO  
**Distrito** : COLPAS-COQUIN-YAMOR  
**Fecha** : NOVIEMBRE DEL 2022

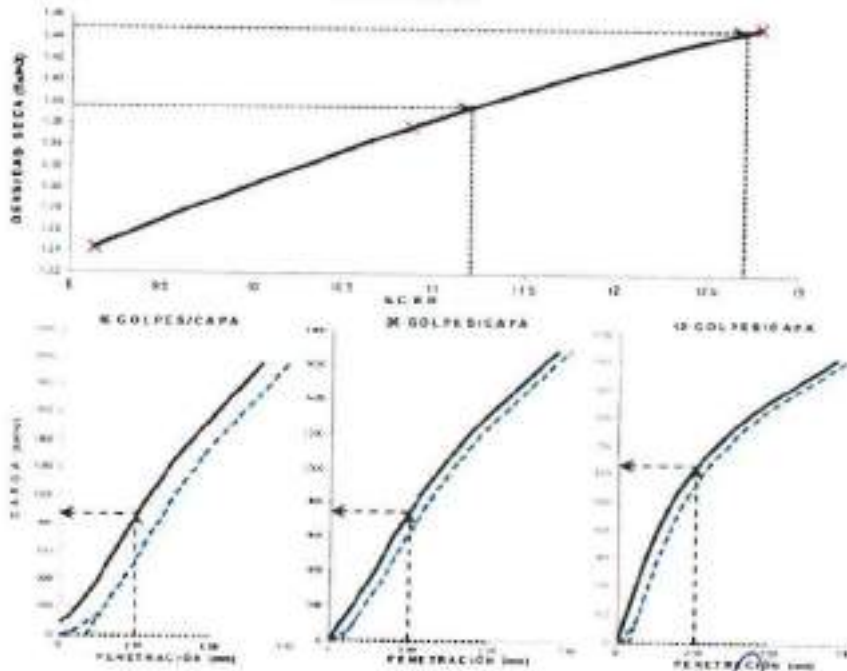
### DATOS DEL ENSAYO

Clasificación ALC	CL	ARELLA/GRASA Y TIPO GRAVA CON ARELLA	ASHTO	A-3-G(1)					
Módulo de Elasticidad Seca (MPa)	1450		Código Control de Humedad DCH N°	19.65%					
% Grava =	27.28%	% Arena =	14.22%	% Fines =	57.50%	LL N°	45.00%	LP N°	19.42%
Expansión S =	0.02%	Embelecido (GAS) =	4.0	P N°	20.00%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (41" DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 25% MS (0.2")	13.7	CBR AL 90% MS (0.2")	11.1	CBR AL 90% MS (0.2")	11.1

GRÁFICO DE CBR



  
 YOVANI ZAMORA GUEBARA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 10043  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO  
UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E  
115)**

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ICHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANTE, HUÁNUCO 2002  
 Inicialidad : INF. N° 005.1003/CG-CON-22-0-036  
 Solicitante : YOVAN MANTO HUERTA  
 Ejecutora : SUBRAJANTE SM 7-730  
 Sitio/ Nivel : CENIZA DE ICHU (PK 104)

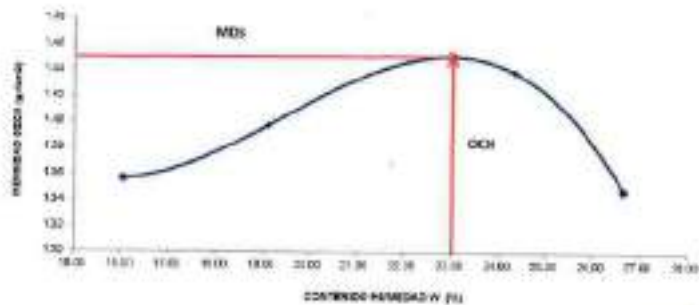
Región : HUÁNUCO  
 Provincia : AYBEO  
 Distrito : COIPAS-COQUIRI-YANOR  
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2002

DATOS DEL ENSAYO			
Designación SUCS:	SC ARENA ARCILLOSA (CON GRASA)	Método A	
Clasificación AASHTO:	A-4 (2)	Capas: 3,00	Golpes/Capa: 30
% Retenido en tamalado malla N° 4:	24.73	Material Pasante a usar:	Pasa N° 4
% Retenido en tamalado malla N° 20:	20.56	Molde (Fulg):	demostre
% Retenido en tamalado malla N° 40:	9.95	Peso Molde (gr):	4106.00
		Val (cm <sup>3</sup> ):	892.81

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Designación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5585	6079	5787	5710
Peso de la muestra compactada	gr	1470.7	1564.0	1481.6	1484.6
Densidad húmeda	gr/cc	1.87	1.69	1.79	1.71
Densidad seca	gr/cc	1.84	1.40	1.44	1.35

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tamper N°		25.0	34.0	126.0	166.0
Peso del tamper + suelo húmedo	gr	710	700.53	710.56	737.52
Peso del tamper + suelo seco	gr	621.53	610.03	608.06	610.06
Peso del agua	gr	135.56	136.29	140.00	131.00
Peso del suelo	gr	79.56	69.90	115.56	121.52
Peso del suelo seco	gr	455.16	471.77	475.00	478.00
Contenido de Humedad	%	16.94	26.58	24.33	24.68

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCM	24.33
Óptimo contenido de humedad (W)	24.33
MDS	1.44
Máxima Densidad Seca (g/cc)	1.44

*[Handwritten Signature]*  
**KENNY RODRIGUEZ CAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 120003  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPORCIONES MECANICAS DE LA SUSTRANTE, HUÁNUCO 2022  
**Trazabilidad:** INT. N° 005-2022/09-COM-22-0-018  
**Solicitante:** YORAN MATOS HUERTA  
**Exploración:** SUSTRANTE KM 11-750  
**Ubicaci. Nivel:** CENIZA DE COQUE (46.1000)

**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** AHOA  
**Distrito:** COLPASA-COQUE Y MOTOR  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
Molde N°	40	30	25						
CAPAS N°	5	5	5						
BOLPRES POR CAPA	56	28	12						
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE + S.HUM	g	11730.00		11083.00		10970.00			
PESO DEL MOLDE	g	8073.60		7977.00		7795.00			
PESO SUELO HUM	g	3657.60		3410.00		3175.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	gr/cm <sup>3</sup>	2110.46		2130.77		2114.53			
DENSIDAD HUMEDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.72		1.62		1.60			
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	1.48		1.32		1.22			
Contenido de Humedad									
		Humedad: Inicial	Real	Humedad: Inicial	Real	Humedad: Inicial	Real		
TARRO N°	N°	115	355	325	115	358	337	115	358
TARRO + SUELO HUM	g	587.5	792.5	669.9	587.5	1792.8	666.1	667.5	792.8
TARRO + SUELO SECO	g	472.3	880.1	857.8	472.3	860.6	587.2	472.3	880.6
PESO DEL TARRO	g	134.08	134.19	84.10	134.06	134.19	27.2	134.06	134.19
% DE HUMEDAD	%	23.42	23.26	23.46	23.42	23.26	27.2	23.42	23.26
% DE HUMEDAD	%	23.34		23.46	23.34		27.2	23.34	
ABSORCION	%	1.10			1.86			4.28	

EXPANSION									
DIA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.04	127.03	0.03%	0.04	127.03	0.03%	0.04	127.04	0.02%

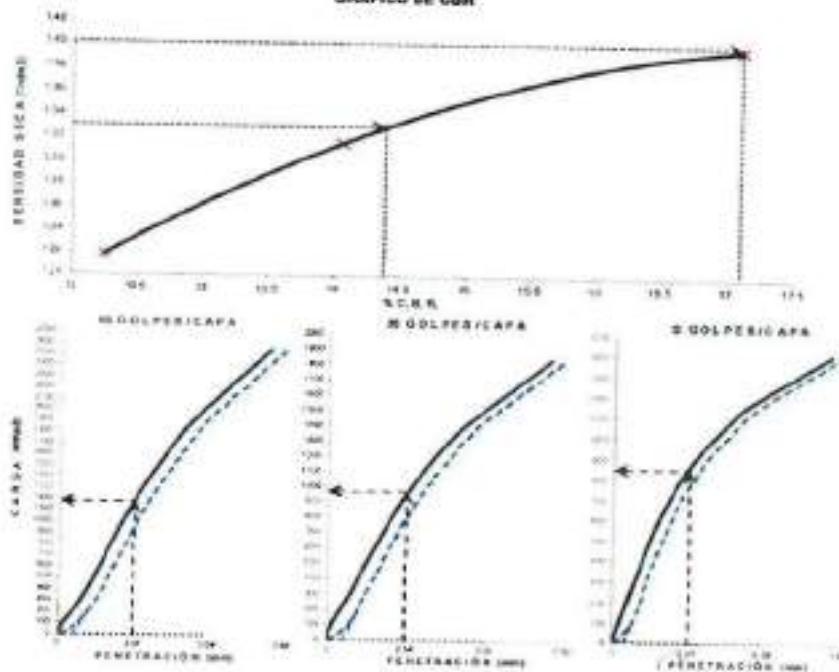
PENETRACION											
Penetración (mm) (p/g)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calif. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calif. (kN)	Esfuerzo (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calif. (kN)	Esfuerzo (MPa)
0.00	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.500	0.025		0.18	0.18	0.08	0.17	17.00	0.00	0.19	0.19	0.10
1.200	0.050		0.60	0.60	0.31	0.60	0.60	0.31	0.71	0.71	0.37
1.900	0.075		1.18	1.18	0.60	1.06	1.06	0.60	1.10	1.10	0.60
2.540	0.100	0.0	1.84	1.84	0.95	1.60	1.60	0.79	1.49	1.49	0.77
3.170	0.125		2.40	2.40	1.24	1.81	1.81	0.96	1.78	1.78	0.91
3.810	0.150		2.86	2.85	1.50	2.25	2.25	1.19	1.96	1.96	1.01
4.440	0.175		3.34	3.34	1.75	2.55	2.55	1.30	2.15	2.15	1.11
5.090	0.200	10.35	3.72	3.72	1.92	2.75	2.75	1.44	2.29	2.29	1.18
7.620	0.300		4.91	4.91	2.54	3.54	3.54	1.80	2.73	2.73	1.41

  
 YORAN MATOS HUERTA  
 INGENIERO CIVIL  
 CBR N° 139123  
 AREA COLPASA Y MOTOR

<b>Proyecto</b> : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBSOLANTE, MARZO DEL 2022 <b>Trazabilidad</b> : RP. N° 005-2022/AG-COM-22-D-016 <b>Subproyecto</b> : PICHAN UNICOM PUNETA <b>Región</b> : HUÁNUCO <b>Provincia</b> : AMBO <b>Distrito</b> : COLPAC-COOLPA-SAMOR <b>Formato/Nivel</b> : ORDEN DE ICBU (6% N60) <span style="float: right;"><b>Fecha</b> : NOVIEMBRE DEL 2022</span>
---

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCI	CL	ARCILLA LIGERA Y TFO GRAVA CON ARENA	AGREGO: A-7-A (12)
Módulo Gravitel Seco MGS (DA/9.8)	1.46	Optimo Control de Humedad OCH %	22.06%
% Grasa =	17.00%	% Arena =	14.22%
Expansión % =	3.02%	Embalado (mm) =	4.0
		% Fines =	67.81%
		U <sub>2</sub> % =	61.88%
		L <sub>20</sub> % =	29.83%
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO (31" DE PENETRACIÓN)</b>			
CBR AL 300% MGS (2.1")	17.1	CBR AL 95% N60 (0.1")	34.4
CBR AL 90% MGS =	-		-

GRÁFICO DE CBR



  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 410.33  
 ANA GARCÍA Y VILLALBA



**A&V**  
CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AMBIENTAL

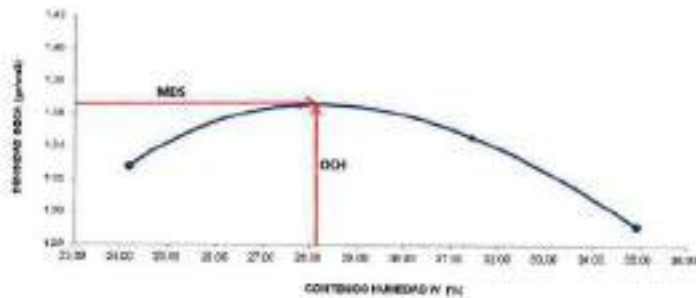
**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO  
UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E  
115)**

**Objeto:** REEVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHU Y FACILITE RESIDUAL DE MORTER EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE  
**Trazabilidad:** INF. N° 001-2022/CC-COR-22-0-036 **Región:** HUANUCO  
**Solicitante:** YOSHA MATOS HUERTA **Proyecto:** AMBO  
**Aplicación:** SOMBRIANTE KM 7+750 **Dirección:** COLPISA-COLPISA YAMOR  
**Ubicación/Área:** CENIZA DE CHU (9% MS) **Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO						
Clasificación AASHTO:	SC ARENA MEDIANA CON GRAVA			MÉTODO A		
Clasificación AASHTO:	A-4 (2)			Cajas: 100		
% Retenido acumulado malla N° 4:	25.75	Materia/Fuente a Usar:	Fase N° 4			
% Retenido acumulado malla N° 20:	20.58	Molde (Pulg)	estándar	Código		
% Retenido acumulado malla N° 40:	8.85	Peso Molde (g)	4035.00	Vol (cm <sup>3</sup> )	209.81	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Definición N°		C8	O2	O4	O6	
Peso del molde y muestra	g	5497	5744.000	5749	5744	
Peso de la muestra compactada	g	1550.0	2640.0	2653.7	2638.9	
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.85	1.79	1.77	1.74	
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.33	1.37	1.35	1.29	

CONTENIDO DE HUREDAD						
Tarso g		345.0	321.0	282.0	154.0	
Peso del tarso + agua/humedad	g	736.72	782.590	687.63	748.47	
Peso del tarso + agua seco	g	437.53	626.98	567.31	589.06	
Peso del tarso	g	335.00	338.25	343.64	337.75	
Peso del agua	g	321.45	335.61	330.22	339.42	
Peso del agua seco	g	302.21	498.72	494.65	496.32	
Contenido de humedad	%	24.47	27.79	31.43	34.84	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OMC  
 Óptimo  
 contenido de  
 humedad (%)  
**24.10**  
 MDS  
 Máxima  
 Densidad  
 Seca (g/cm<sup>3</sup>)  
**1.361**

YOSHA MATOS HUERTA  
 INGENIERO CIVIL  
 CP. N° 526032  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y AGUTE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SERRASANTE, HUÁNUCO 2022  
**Terceridad:** INF. N° 001-2022/DT-CEN-22-C-030  
**Solicitante:** YOVANI MATOS HURTADO  
**Exploración:** SUSTRASANTE KM 7-750  
**Estado/Área:** CARRETA DE TORO (EN MCD)

**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** AMBO  
**Distrito:** COLTAS-COQUEN-YAMON  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

COMPACTACIÓN DEL CBR										
Molde N°	13			29			12			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPE POR CAPA	50			50			50			
COND. DE LA MUESTRA	HÚMEDO			HÚMEDO			HÚMEDO			
PESO MOLDE + SUELO	gr	11395.00		10493.00		11048.00				
PESO DEL MOLDE	gr	7803.80		6971.00		7611.90				
PESO SUELO HUM	cm3	3732.60		3582.00		3201.00				
VOLUMEN DEL MOLDE	galones	2114.95		2036.30		2115.84				
DENSIDAD HÚMEDA	g/cm3	1.77		1.71		1.53				
DENSIDAD SECA	g/cm3	1.38		1.33		1.20				
Contenido de Humedad										
TARRO N°	N°	303	330	272	333	330	251	333	330	250
TARRO + SUELO HUM	gr	616.10	649.2	720.30	616.1	643.20	690.10	616.1	643.20	758.00
TARRO + SUELO SECO	gr	502.10	529.40	581.30	502.10	529.40	530.00	502.1	529.4	619.6
PESO DEL TARRO	gr	128.00	133.38	81.00	128.00	133.38	84.75	128.00	133.35	96.54
% DE HUMEDAD	%	38.41	27.77	30.23	38.41	27.77	30.35	38.41	27.77	31.58
% DE HUMEDAD	%	26.89	30.33	38.09	30.35	28.60	31.59			
ABSORCIÓN	%	2.14		2.28		3.90				

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.50	0.00%	0.00	127.50	0.00%
4	0.02	127.00	0.02%	0.00	127.50	0.02%	0.00	127.50	0.02%

PENETRACIÓN										
Penetración (mm) [plg]	Carga Estándar (MPa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Salvado (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Salvado (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Salvado (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.250	0.020	0.25	0.26	0.14	0.40	0.40	0.21	0.62	0.50	0.27
1.270	0.100	0.79	0.79	0.41	1.22	1.22	0.60	1.57	1.57	0.61
1.900	0.1375	1.40	1.40	0.73	1.71	1.71	0.88	1.88	1.88	0.67
2.540	0.175	2.03	2.03	1.05	2.20	2.20	1.14	2.15	2.15	1.12
3.175	0.195	2.73	2.72	1.41	2.63	2.63	1.30	2.38	2.36	1.33
3.815	0.190	3.64	3.44	1.78	3.10	3.10	1.60	2.55	2.50	1.32
4.445	0.175	3.62	3.62	1.87	3.48	3.48	1.75	2.73	2.73	1.41
5.080	0.200	3.82	3.82	1.87	3.48	3.48	1.75	2.67	2.67	1.48
7.620	0.300	3.82	3.82	1.87	3.67	3.67	1.80	3.31	3.31	1.71

  
**KENNY HUACARI GIMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 826131  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBGRANITE, HUÁNUCO 2022  
**Terceridad** : N° 005-2021/005 CON-22-0-016  
**Delimitación** : VORUN MATOS HUERTA  
**Exploración** : SUBGRANITE EM 7+150  
**Estrata/Nivel** : CENIZA DE COQUE (8% MED)

**Región** : HUÁNUCO  
**Provincia** : AMARO  
**Dirección** : COLPAS COCHUN-YAMOR  
**Fecha** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2022

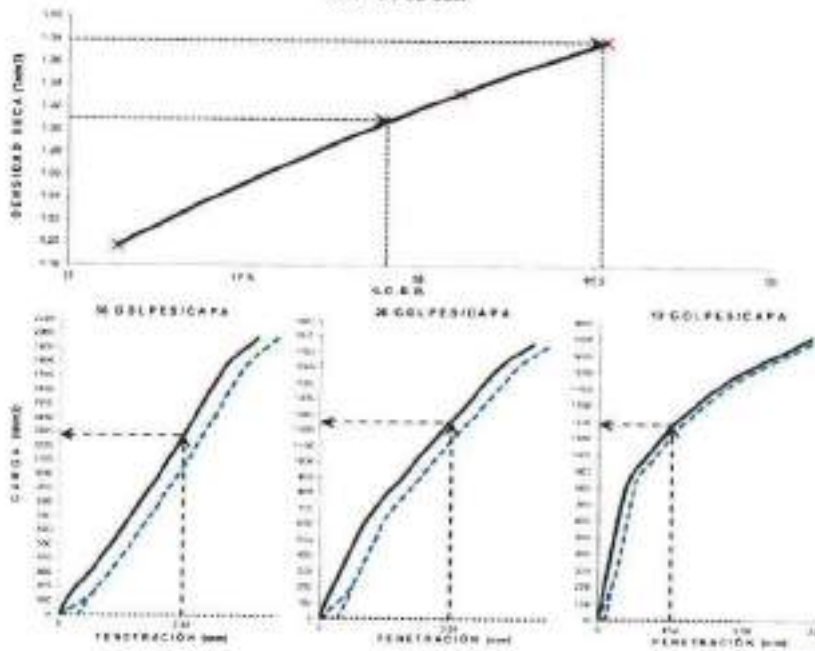
**DATOS DEL ENSAYO**

Composición SUCI:	CL	ARELLA LIGERA Y TFC GRAVA CON ARELA	AASHTO:	A-7.5 (12)
Máxima Densidad Seca (kg/m <sup>3</sup> ):	1.864		Óptimo Contenido de Humedad (OCH %):	28.30%
% Grava =	17.33	% Arena = 34.22	% Fines = 47.35	LL % = 43.66%
Plasticidad % = 8.08%	Plasticidad (IP) = 4.0	PI % = 22.67%		


**RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)**

CBR AL 20% MED (0.1") = 18.3	CBR AL 98% MED (0.1") = 17.8	CBR AL 98% MED = -
------------------------------	------------------------------	--------------------

**GRÁFICO DE CBR**



  
**KENNY HUARCAYA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 138173  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>A&amp;V</b> <small>ANÁLISIS Y DISEÑO</small>	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>
--	--

<b>Proyecto</b> : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CHUJ Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE <b>Trazabilidad</b> : INF. N°005-1022/05-DON-20-016 <b>Solicitante</b> : YIFRAN MARCO HUERTA <b>Esploración</b> : SUBPUNTA KM 7+750 <b>Estrato/Vial</b> : ACEITE RECICLADO DE MOTOR (2% M95)	<b>Región</b> : HUÁSUCO <b>Provincia</b> : AYACUCHO <b>Dirección</b> : COLPAG-COOLUN YANASH <b>Fecha</b> : NOVIEMBRE 08, 2002
--	--

DATOS DEL ENSAYO						
Clasificación SUCI:	SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA			MÉTODO A		
Clasificación AASHTO:	A-4 (2)			Casos: 0,00 golpes/Capa 55		
N° Retenido acumulado malla N° 4:	26,75	Materia Pasante a Usar	Fase N° 4			
N° Retenido acumulado malla N° 6:	30,50	Módulo (Pug)	<b>ESPRANHARE</b>			
N° Retenido acumulado malla N° 10:	3,85	Peso Muestra (gr)	4105,00	Vol. (m <sup>3</sup> )	893,67	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Determinación N°		55	60	65	70	
Peso del molde + muestra	gr	5921	5705	5346	4702	
Peso de la muestra compactada	gr	1551,8	1640,0	1655,8	1597,4	
Densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1,45	1,77	1,75	1,70	
Densidad seca	gr/cc	1,39	1,60	1,48	1,38	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Curva N°		35,0	35,0	38,0	124,0	
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	740,14	741,910	670,79	732,34	
Peso del tarro + suelo seco	gr	648,19	654,32	566,40	588,89	
Peso del tarro	gr	129,99	134,87	139,19	124,48	
Peso del agua	gr	90,81	90,79	104,36	181,35	
Peso del suelo seco	gr	504,34	499,25	427,23	487,51	
Contenido de humedad	%	18,01	18,39	24,44	27,53	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



  
 YIFRAN MARCO HUERTA  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 111 880 17  
 COLPAG-COOLUN YANASH





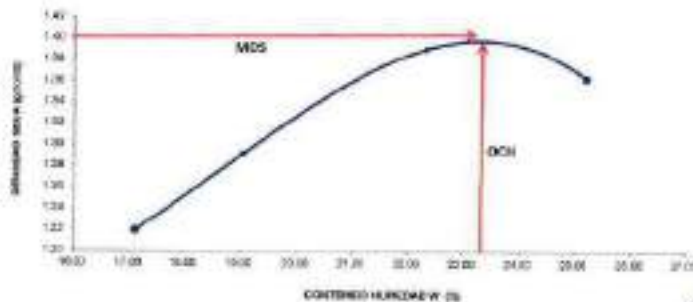
**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO  
UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E  
115)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN Y AGENTE REDUCIDOR DE MOTORES EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBESTACIÓN HUÁNUCO 2022  
**Transmisión:** INF. N° 001-1202/08-CORV-20-10-016  
**Solicitante:** YONAN MATOS HUERTA  
**Exploración:** C. SARRAJANTE KM 74150  
**Estrato/Nivel:** ADEPTO REOCLADO DE MOTOR (M.A.MOR)  
**Región:** HUÁNUCO  
**Provincia:** AYBEO  
**Distrito:** COLPAS-CDCU SI-YAMOR  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO					
Definición S.A.S:	5C ARENA AREOLOSA CON GRAVA	MÉTODO A			
Clasificación AASHTO:	A-4 (2)	Capas:	5.00		
% Retenido acumulado menor a 75 µ:	24.73	Materia Faltante a Usar:	Faja N° 4		
% Retenido acumulado mayor a 75 µ:	20.58	Módulo (N/yg):	estandarizado		
% Retenido acumulado mayor a 75 µ:	9.85	Peso Módulo (g/l):	4036.00		
		Vol. (cm³):	893.20		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5447	5530	5704	5709
Peso de la muestra compactada	gr	1542.8	1445.3	1298.3	1404.5
Densidad húmeda	g/cm³	1.43	1.54	1.25	1.71
Densidad seca	g/cm³	1.22	1.29	1.49	1.86

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Jarro N°		25.0	49.0	144.0	73.0
Peso del jarro + suelo húmedo	gr	735.48	729.18	697.5	735.69
Peso del jarro + suelo seco	gr	638.69	608.80	592.57	597.28
Peso del agua	gr	111.31	140.20	116.40	126.92
Peso del agua seco	gr	86.79	95.58	95.13	108.59
Peso del suelo seco	gr	607.49	501.40	425.04	420.25
Contenido de humedad	%	17.11	19.04	29.48	26.31

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCH	22.40
Óptimo contenido de humedad (%)	22.40
MDS	1.49
Máxima Densidad Seca (N/yg)	1.49

*(Signature)*  
**KENY KALLIKATI Q. GARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 129803  
 ARCA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**  
CONSULTORIA EN INGENIERIA CIVIL

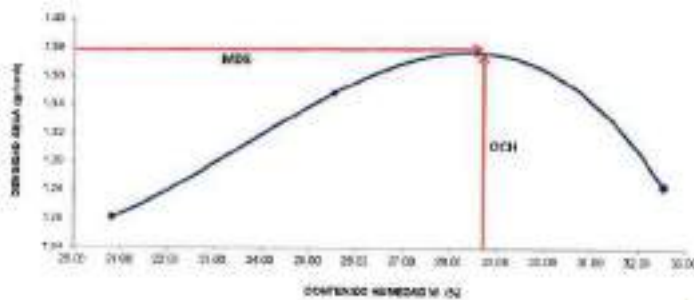
**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)**

**Proyecto:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE COQUE Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE  
**Trazabilidad:** INF. N°001-2022/IG-CON-13-D-016  
**Solicitante:** YIVAN MATOS HUERTAS  
**Región:** HUANUCO  
**Provincia:** AMBO  
**Localidad:** SUBAIAANTE KM 7+750  
**Distrito:** COLFAS-COQUE Y YANOR  
**Título/Nivel:** ACEITE RESIDUAL DE MOTOR (SIS M25)  
**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO						
Clasificación (MTC)	SC ARENA AREOLOSA CON GRAVA			MÉTODO A		
Clasificación AASHTO	A-4 (3)		Capas:	5,00		
% Retenido acumulado malla N° 4:	26.73	Materia Pasante a usar	Pasa N° 4			
% Retenido acumulado malla N° 20:	20.56	Moeda (Paq.)	MTC/1999			
% Retenido acumulado malla N° 40:	9.95	Peso Muestra (gr)	4105.00	W <sub>1</sub> (com3):	890.81	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Ordenación M <sup>o</sup>		01	02	03	04	
Peso del molde y muestra	gr	5586	5596.000	5709	5704	
Peso de la muestra compactada	gr	1432.5	1561.2	1663.6	1588.0	
Densidad húmeda	gr/cc	1.81	1.69	1.77	1.70	
Densidad seca	gr/cc	1.28	1.35	1.39	1.28	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tarro M <sup>o</sup>		55.0	89.0	77.0	131.0	
Peso del tarro + suelo húmedo	gr	693.85	701.500	694.36	690.49	
Peso del tarro + suelo seco	gr	601.35	585.39	620.34	591.08	
Peso del agua	gr	126.71	127.54	131.69	122.40	
Peso del agua	gr	88.79	117.13	111.62	129.61	
Peso del suelo seco	gr	574.45	495.95	591.12	498.60	
Contenido de humedad	%	22.02	25.59	28.54	22.52	

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OMC	28.54
Óptimo contenido de humedad (%)	28.54
MDD	1.39
Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.39

YIVAN MATOS HUERTAS  
 CIP N° 122653  
 ARCA DE INGENIERIA Y CONSTRUCTO.



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO MÉTODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)**

Propósito: INFLUENCIA DE LA REDUCCIÓN DE CUBAS DE CEMENTO Y AGUERO HORIZONTAL DE ACEROS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA CORRIENTE LUJÁN 2022 2023

Normativa: N.E. 47001-2020/0000/0-001

Solicitante: PUNTA MORENO S.A.S.

Subsolicitante: SUPERPUNTA S.A.S.

Entidad/Ubicación: INTERVAL MEDIO

Ingente: J. HERNÁNDEZ

Proyecto: 1000

Ubicación: COLINAS COCHINAMBO

Fecha: NOVIEMBRE 06, 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Identificación: 1000	SE: 40000000000000000000
Características MTC: A-0.25	MTC: 1.400 kg/cm²
El resultado de la prueba es: 10.71	El factor de conversión es: 0.24

**DATOS DEL MOLDEO**

POBLACION DE GUSTOS (FORMA DE MUE)	SER		
PROBLEMA	A	B	C
PROBLEMA 11			
PROBLEMA 20 + 0.25	8128.00	8111.00	7994.00
PROBLEMA 20.00	8148.00	8024.00	8013.00
PESO SUELO PLAS	8128.37	8111.88	8007.90
VALOR DEL MOLDE	874.40	878.02	878.90
EFICIENCIA (MTC)	0.77	1.70	1.71
<b>ENSAYOS</b>			
TARSO	11	10	9
TARSO + SUELO PLAS	379.05	375.00	369.00
TARSO + SUELO BICO	360.44	360.00	347.00
PROBLEMA 20.00	134.72	132.71	132.10
N.º DE HERRAJES	4	4	4
EFICIENCIA (MTC)	1.49	1.40	1.40

**ENSAYOS DE COMPRESIÓN**

EDAD	1	2	3
DIÁMETRO PROMEDIO	72.40	72.00	72.00
ALTEZA	140.00	141.00	140.00
RELACIÓN HD	1.90	1.97	1.97
FACTOR DE CORRECCIÓN	1.08	1.00	1.00
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN	1.20	0.90	0.90
RESISTENCIA FC	0.00	0.00	0.00
RESISTENCIA PROM	0.3		
RESISTENCIA PROM	0.8		

*(Firma manuscrita)*  
**KLEIN Y BERNALDEZ MARSA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 132233  
 AREA GEOLOGIA Y CONCRETO



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRUEBAS DE SUELO MÉTODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)**

**Objetivo:** 1. INFLUENCIA DE LA ACCIÓN DE CARGA DIFERENCIAL Y ACORTAMIENTO DE ANCHOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA CEMENTACIÓN (JUNIO DEL 2012)  
**Tamaño:** 4. M. 4.100. 32204-CON-04-08  
**Solicitante:** 1. NOVUS S.A.S. - GUPIA  
**Beneficiario:** 1. 2. BIOCETTI S.A. 14118  
**Relación:** 1. VITERBA PROYO  
**Lugar:** HUANUCO  
**Proyecto:** MADO  
**Obra:** COLONIZACIÓN RUMAHU  
**Fecha:** 16/09/2014 DEL 2012

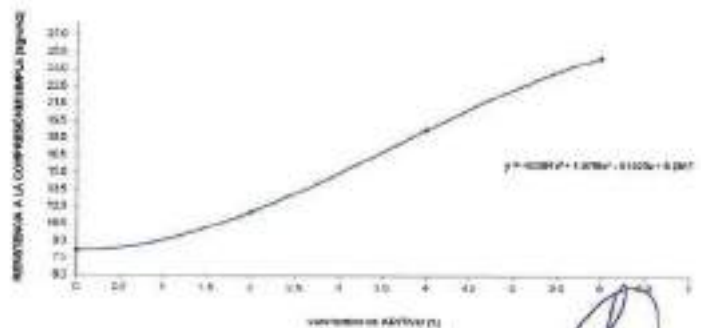
**DATOS DE LA MUESTRA**

Identificación: 0025	02 ANILLO 32204-CON-04-08
Clasificación MTC E:	8.4.22 MTC E 1.402 32204
4. Ubicación geográfica: MTC E 2	5. Tipo de suelo: MTC E 11.01

**DATOS DEL MOLDEO**

POCENTIALE DE SUELO (CANTIDAD EN KG)	3.9%			4.0%			6.0%			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
PESO MOLDE + SUELO	104.08	103.00	100.33	99.00	100.08	104.00	103.00	100.00	100.00	
PESO DEL MOLDE	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	
PESO SUELO HUM.	104.08	103.00	100.33	99.00	100.08	104.00	103.00	100.00	100.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	128.71	128.71	128.71	128.71	128.71	128.71	128.71	128.71	128.71	
DENSIDAD HUMEDAD	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	
<b>SUELO</b>										
TIPO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
TIPO + SUELO HUM.	104.08	103.00	100.33	99.00	100.08	104.00	103.00	100.00	100.00	
TIPO + SUELO SUELO	104.08	103.00	100.33	99.00	100.08	104.00	103.00	100.00	100.00	
PESO DEL TIPO	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	
N.º DE REPETICIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
DEFINICIÓN DE CARGA	1.71	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	
<b>ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>										
ESCALA	mm	1	2	3	4	5	6	7	8	
DIÁMETRO PROMEDIO	mm	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	
ALZURA	mm	142.20	142.20	142.20	142.20	142.20	142.20	142.20	142.20	
RELACIÓN H/D		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
FACTOR DE CORRECCIÓN		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ESCALA DE ENSAYO	kg	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	
RESISTENCIA (R)	kg/cm <sup>2</sup>	12.66	13.54	11.66	11.66	13.83	13.83	24.40	24.28	
RESISTENCIA PROM.	kg/cm <sup>2</sup>	11.8			13.8			24.3		
RESISTENCIA PROM.	MPa	1.1			1.3			2.4		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



**KLING STUBBINS Y CAMARERA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 10113**  
**AREA OFICINA Y CONCRETO**



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO MÉTODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)**

Objetivo: 1. DETERMINAR LA ADICIÓN DE CENIZA DE KASHI PADI E INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Título: 1. MTC E 1103 20210 02V 12 0 001  
 Ubicación: 1. PONDAMAYO-KUSHTA  
 Descripción: 1. OBRAS DE CALZADO  
 Cliente: 1. MATO S.V. MOYO

Fecha: - 15/01/2021  
 Hora: - 09:00  
 Lugar: - PONDAMAYO  
 Proyecto: - 20210 02V 12 0 001  
 Cliente: - MATO S.V. MOYO

**DATOS DE LA MUESTRA**

Clasificación ASTM	C. ARENA MEDIANA-COMERCIAL
Clasificación MTC	A-4-2
Gravidad aparente (g/cm³)	1.40
Gravidad real (g/cm³)	2.65
Gravidad específica (g/cm³)	2.65

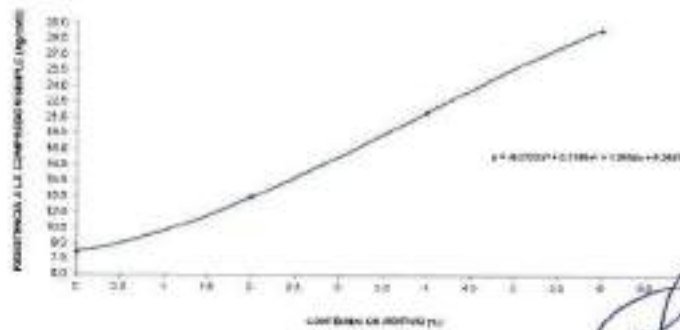
**DATOS DEL MOLDEO**

PROBETAS DE ADITIVO (ACEITE RESIDUAL DE MOTOR)	0.0%			4.0%			8.0%		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MOLEO (M)									
MOLEO + SUELO	1114.00	1101.00	1090.00	1075.00	1060.00	1045.00	1030.00	1015.00	1000.00
MOLEO + SUELO	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
PERO DUELO (M)	1142.00	1143.00	1137.00	1130.00	1123.00	1116.00	1109.00	1102.00	1095.00
COLAR (M)	328.77	309.20	292.31	275.00	257.00	239.00	221.00	203.00	185.00
DEHISCENCIA (M)	2.17	2.93	3.60	4.27	4.94	5.61	6.28	6.95	7.62
UNIDAD									
MOLEO	120	95	71	47	23	0	0	0	0
MOLEO + SUELO (M)	898.00	877.00	856.00	835.00	814.00	793.00	772.00	751.00	730.00
MOLEO + SUELO (M)	814.84	807.31	800.00	792.50	785.00	777.50	770.00	762.50	755.00
PERO DEL MOLDEO	142.44	138.81	135.18	131.55	127.92	124.29	120.66	117.03	113.40
MOLEO (M)	35.15	26.20	17.25	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DEHISCENCIA (M)	1.73	1.92	2.11	2.30	2.49	2.68	2.87	3.06	3.25

**ENSAYOS DE COMPRESIÓN**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTENCIA (MPa)	11.24	11.16	11.08	11.00	10.92	10.84	10.76	10.68	10.60
RESISTENCIA (MPa)	147.38	147.38	147.38	147.38	147.38	147.38	147.38	147.38	147.38
RELACION (M)	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
FACTOR DE CORRECCIÓN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
RESISTENCIA (MPa)	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80
RESISTENCIA (MPa)	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30
RESISTENCIA (MPa)	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
RESISTENCIA (MPa)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



*(Signature)*  
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
 MTC E 1103 20210 02V 12 0 001  
 ARCHIVO DE DATOS Y CONCRETO



# A&V

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

## ANEXO 3

# ENSAYOS DE CAMPO



RICARDO HUMBERTO GALDAMES  
INGENIERO CIVIL  
C.R. N.º 12000  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DE CDNO PDC

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
1.0	:KM 4 + 000	0.0	24.0	0.0	1.0	203.0	8.6
		24.0	52.0	1.0	21.0	34.0	15.2
		52.0	77.0	21.0	42.0	18.9	18.2
		77.0	100.0	42.0	62.0	11.5	18.9

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
2.0	:KM 4 + 250	0.0	8.8	0.0	1.0	87.5	2.0
		8.8	41.1	1.0	36.0	9.3	11.2
		41.1	84.9	36.0	61.0	17.5	11.8
		84.9	100.0	61.0	96.0	3.8	18.6

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
3.0	:KM 4 + 500	0.0	14.4	0.0	6.0	24.0	8.3
		14.4	48.1	6.0	25.0	42.9	16.0
		48.1	77.7	29.0	43.0	24.0	8.3
		77.7	99.9	43.0	60.0	13.1	16.4

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
4.0	:KM 4 + 750	0.0	50.0	0.0	1.0	100.0	0.3
		50.0	50.0	1.0	5.0	25.0	7.2
		60.0	81.0	5.0	8.0	66.7	2.1
		80.0	100.0	8.0	15.0	28.1	5.4

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
5.0	:KM 5 + 000	0.0	14.0	0.0	2.0	89.8	2.5
		14.0	27.9	2.0	20.0	7.8	27.5
		27.9	63.0	20.0	53.0	12.1	17.8
		63.0	99.0	53.0	86.0	5.4	13.7

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
6.0	:KM 5 + 250	0.0	34.5	0.0	1.0	345.0	0.4
		34.5	61.0	1.0	10.0	29.5	6.6
		61.0	86.5	10.0	22.0	10.5	12.8
		80.5	98.9	22.0	30.0	23.0	8.7

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DE CONO PDC

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golpe)	DN (mm/golpe)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
7.0	KM 5 + 500	0.0	12.5	0.0	25.0	5.0	26.0
		12.5	60.0	25.0	55.0	13.8	
		60.0	87.5	55.0	75.0	13.8	
		87.5	100.0	75.0	90.0	8.3	
8.0	KM 5 + 750	0.0	44.2	0.0	6.0	73.7	18.8
		44.2	49.0	6.0	15.0	5.4	
		49.0	78.2	15.0	21.0	57.1	
		78.2	88.6	21.0	36.0	11.4	
9.0	KM 6 + 000	0.0	44.2	0.0	6.0	73.7	18.3
		44.2	49.6	6.0	16.0	5.4	
		49.6	78.3	16.0	21.0	57.1	
		78.3	88.6	21.0	36.0	11.2	
10.0	KM 6 + 250	0.0	15.0	0.0	2.0	95.0	25.8
		15.0	28.5	2.0	21.0	5.0	
		28.5	68.0	21.0	62.0	8.5	
		68.0	99.8	62.0	101.0	9.1	
11.0	KM 6 + 500	0.0	39.3	0.0	8.0	202.5	5.1
		39.3	41.9	1.0	14.0	16.8	
		41.9	67.5	14.0	21.0	16.6	
		67.5	88.0	21.0	35.0	22.2	
12.0	KM 6 + 750	0.0	16.4	0.0	7.0	23.4	22.8
		16.4	40.4	7.0	47.0	6.0	
		40.4	76.8	47.0	87.0	7.8	
		76.8	100.0	87.0	105.8	15.4	



CUADRO RESUMIN DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DE COMO PDC

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)	Número de Golpes (golpe)	DN (mm/golpe)	CBR (%)	CBR (%) Diseño	
13.0	:KM 7 + 000	0.0	10.5	0.0	11.0	23.3	
		26.0	36.0	1.0	27.0	22.1	
		52.0	79.2	21.0	56.0	14.2	
		77.0	95.9	42.0	81.0	7.1	
						20.8	
14.0	:KM 7 + 250	0.0	15.0	0.0	21.0	35.8	
		19.0	19.5	21.0	40.0	5.5	
		29.5	60.0	40.0	99.0	5.2	
		60.0	97.0	99.0	128.0	17.0	
						12.9	
15.0	:KM 7 + 500	0.0	20.8	0.0	21.0	6.8	
		20.8	40.6	21.0	57.0	5.5	
		40.6	61.1	57.0	88.0	6.6	
		61.1	99.0	88.0	121.0	11.1	
						10.4	
16.0	:KM 7 + 750	0.0	21.0	0.0	1.0	210.0	0.7
		21.0	42.0	1.0	4.0	70.0	2.1
		42.0	81.2	4.0	20.0	24.5	8.1
		81.2	99.0	20.0	37.0	14.8	15.2
						6.6	
17.0	:KM 8 + 000	0.0	21.4	0.0	1.0	294.0	0.6
		23.4	48.3	1.0	12.0	64.3	12.9
		41.3	80.3	12.0	54.0	9.3	24.1
		80.3	99.3	54.0	61.0	81.0	2.1
						9.9	



KENNY YAMAMI CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130263  
ARCA GEOTECNIA Y CONCRETO

**ANEXOS 05. CONSTANCIA DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE  
LABORATORIO**



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**ANEXO 3**  
**CERTIFICADOS DE**  
**CALIBRACIÓN DE**  
**EQUIPOS**

KENNY HUAMANÍ CASARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 110221  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**A&V**  
CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN -2022

ENSAYOS REALIZADOS	EQUIPOS EMPLEADOS
1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	BALANZA 8200 g. HORNO 300 lt - 250°C
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA	CAZUELA CASAGRANDE BALANZA 2000 g. HORNO 300 lt - 250°C
3. HUMEDAD NATURAL	BALANZA 4200 g. HORNO 300 lt - 250°C
4. GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO	BALANZA 4200 g. HORNO 300 lt - 250°C
5. PROCTOR MODIFICADO	BALANZA 30 000 g. PIE DE REY 300 mm. HORNO 700 lt - 250°C
6. PROCTOR MODIFICADO	BALANZA 30 000 g. MAQUINA DE COMPRESIÓN 50 000 N HORNO 700 lt - 250°C
7. COMPRESIÓN SIMPLE	BALANZA 4200 g.

  
RENLY HOMERO GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 13833  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CAZUELA CASAGRANDE**

HENRY HUDSON GABARRA  
INGENIERO CIVIL  
OP. N° 120333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



LABORATORIO DE METROLOGIA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 071-2022 GLW

Página 1 de 1

- FECHA DE EMISIÓN : 2022-08-27
1. SOLICITANTE : A&V CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA AVANZADA SAC
- DIRECCIÓN : Jr. Abraham Valdelomar 589 AYACUCHO - HUAMANSA - AYACUCHO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL
- MARCA : NO PRESENTA PROCEDENCIA : NO PRESENTA  
MODELO : NO PRESENTA IDENTIFICACIÓN : (\*) 9100  
ADMSRO DE SERIE : NO PRESENTA TIPO : MANUAL  
ALCANCE DE : 0 a 999 VUELTAS UBICACIÓN : LABORATORIO  
SV. DE ESCALA : 1 VUELTAS  
FECHA DE INSPECCIÓN : 2022-05-19
3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN  
Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.
4. LUGAR DE INSPECCIÓN  
La verificación se realizó en el LAB. DE MASA Y LONGITUD DE G&L LABORATORIO S.A.C.  
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA
5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.2	23.4
Humedad Relativa %HR	69	69

6. TRAZABILIDAD  
Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
7. OBSERVACIONES  
(\*) Se le indicó en una etiqueta adherida al equipo.  
El equipo cumple con la norma INV E 125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630
8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	205.90	g
Espesor de la copa	2.03	mm
Profundidad de la copa	28.80	mm
Altura de la base	50.12	mm
Ancho de la base	124.63	mm
Longitud de la base	150.55	mm

TEC. César Antonio Mariani Pajonara  
Responsable Técnico de Metrología.  
G & L LABORATORIO S.A.C

FRANQUICIAS DE LABORATORIO S.A.C. Registra y mantiene la trazabilidad de calibración en sus instalaciones.

Este certificado de inspección representa fehacientemente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones de inspección.

KENNY ROSAMON GARDUÑO  
MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA



Teléfono: 011 422 - 504  
Calle: 200 - 202 497 / 500 - 202 - 498

Correo: laboratorio@laboratorio@gmail.com  
servicio@gylaboratorio.com

Av. Miraflores MZ. E LT. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
BALANZAS**



KENY HINCAPIÉ GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIR N° 128131  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

<b>Más Certificado</b>	0401-MPER-0-0022	Página 1 de 2
<b>N° de Orden de Trabajo</b>	0107	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre asociada de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95.45, determinado según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".  Los resultados aquí están relacionados con las líneas calibrativas y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. El sistema de compensación digital en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a regulaciones vigentes.  PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los resultados que pueda ocasionar el uso indebido de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarada.
<b>1. SOLICITANTE</b>	<b>A&amp;V CONSTRUCCION E INGENIERIA AVANZADA SAC</b>	
<b>DIRECCIÓN</b>	Jr. Nazcales 1460/mor09 Ayacucho	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	<b>BALANZA</b>	
<b>MARCA</b>	ORBUS	
<b>MODELO</b>	NVEI22H	
<b>NÚMERO DE SERIE</b>	834186545	
<b>ALCANCE DE INDICACIÓN</b>	520 g	
<b>DIVISIÓN DE ESCALA REAL (g)</b>	0.01 g	
<b>DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (g)</b>	0.1 g	
<b>PROCESADORA</b>	ORNA	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	BLZ-018 (1)	
<b>TIPO DE INDICACIÓN</b>	ELECTRÓNICA	
<b>UBICACIÓN</b>	LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b>	2023-05-20	

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como calificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- 3. METODO DE CALIBRACIÓN**  
 Comparación directa entre las indicaciones de la escala de la balanza y las cargas pesadas mediante pesos patróns, según Procedimiento para la Calibración de instrumento de pesa de funcionamiento no automático tipo II y El (P) - 001 del INACAL, Primer Edición - Mayo 2018.
- 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 Av. Central 1260 - Callao

Sello	Fecha de Emisión	Aprobado por
	2023-03-28	 Sergio Jaime Balaguer Gerente Técnico

  
**KENNY HUAMANI GIMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 732133  
 AREA DISEÑO Y CONCRETO



**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0463-IMPES-C-2022**  
Página 2 de 3

**6. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicio	Fin
Temperatura	23.8 °C	23.4 °C
Humedad Relativa	63.6 %	65.5 %

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	País de origen	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL (M)	Perú (Código de nacionalidad)	Z1-Z5	IM - C - 192 - 2020

**7. OBSERVACIONES**

Los pesos máximos permitidos (en g.) para este balance corresponden a los 5 m.g. para balances en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 025 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se calibró una muestra con la indicación de "CALIBRADO".

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

CONDICIONES DE MEDICIÓN			
MODELO DE BALANZA	100g	500g	500g
INDICACION DE LA BALANZA	1mg	10mg	10mg
PLATAFORMA	100g	500g	500g
RESOLUCION	100g		

**CONDICIONES DE MEDICIÓN**

Medición	Carga (g)	Temperatura (°C)			Umidade (%)		
		23.8	23.4	23.2	63.6	65.5	65.5
1	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
2	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
3	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
4	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
5	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
6	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
7	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
8	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
9	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
10	4.000	72	60	8.000	30	100	
	4.000	72	60	8.000	30	100	
Medición de referencia		100			100		
Error máximo permitido		± 0.05 mg			± 0.50 mg		

*[Firma manuscrita]*  
**KENYTHA BARRAL ENARRA**  
1977

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0481-IMPES-C-2023**  
Página 1 de 1



Vista Frontal

**ENSAYO DE EXACTITUD**

Puntos de Calda	Carga Nominal (g)	Temperatura de la				Excentricidad máxima permitida					
		Temperatura (°C)				Temperatura (°C)	M	M	ALPM	EPM	Máxima
		30.1°C	30.1°C	30.1°C	30.1°C						
1	5.00	0.20	11	6	200.01	12	3	1	11		
2		0.11	11	2		200.01	7	0	0	0	
3		0.30	14	0		200.01	16	1	0	0	
4		0.11	10	1		200.01	17	11	11	11	
5		0.11	10	1		200.01	17	11	11	11	

Temperatura de la: 30.1°C

Excentricidad máxima permitida: 0.000000 g

(\*) Ver tabla de la 1

**ENSAYO DE RESULTE**

Carga	Temperatura de la				Excentricidad máxima permitida				Máxima (g)
	M	M	ALPM	EPM	M	M	ALPM	EPM	
5.00	0.10	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.21	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.31	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.41	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.51	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.61	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.71	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.81	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	0.91	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.01	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.11	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.21	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.31	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.41	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.51	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.61	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.71	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.81	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	1.91	11	0	0	0.00	7	0	0	100
5.00	2.01	11	0	0	0.00	7	0	0	100

(\*) Ver tabla de la 1

Leitura exemplar e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$M_{\text{expandida}} = M \pm 0.000006 \times M$$

$$M \pm 2\sqrt{1.920000 \times 10^{-6} \times M^2 + 0.000000020 \times M}$$

M: Verdad de la carga; S: Carga nominal; A: Error nominal; L: Error de lectura; E: Error de pesada

Firma del certificado de calibración

**KENY POMARES GARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 135033  
ARZA ODOTECHNIA Y CONTROL



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M-22933-002 R0**

Página 1 de 4

<b>Equipo</b> Instrument	INSTRUMENTO DE PESAJEO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se solicita en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los cambios que puedan ocurrir durante el uso inadecuado de los instrumentos, y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de referencia documental y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales que representan los estándares de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiadas intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that states on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments under the information provided by the customer.</p> <p>This certificate certifies documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards which reflect the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> Manufacturer	NO PRESENTA	
<b>Modelo</b> Model	ING - 021	
<b>Número de Serie</b> Serial Number	No Presenta	
<b>Identificación Interna</b> Internal Identification	SL2 - 00	
<b>Carga Máxima</b> Maximum Load	200 g	
<b>Solicitante</b> Customer	CONSTRUCCION E INGENIERIA AVANZADA SAC	
<b>Dirección</b> Address	Jr. Abraham Valdelomar 589	
<b>Ciudad</b> City	HUMANAÑA - AYWUCUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> Date of Calibration	2022 - 08 - 23	
<b>Fecha de Emisión</b> Date of Issue	2022 - 08 - 23	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> Number of pages of the certificate and documents attached	04	

Si la información del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S. no es su única referencia al sistema de gestión de calidad, se recomienda al usuario, en los términos de la solicitud que se pide, de cualquier otro sistema de gestión de calidad que se encuentre en uso, para que pueda ser incluido en el sistema de gestión de calidad del laboratorio. It is recommended that the user of this certificate use any other quality management system that is in use, so that it can be included in the laboratory's quality management system.

**Firmas que Autorizan el Certificado**  
Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Gerente Laboratorio de Metrología

**Tec. Francisco Javier Romero**  
Ingeniero Laboratorio de Metrología

**KENNY HUAMANÓ GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA COELECTRICA Y COMERCIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



**DATOS TÉCNICOS**

Método Empleados	Comparación Directa
Número de Serie	No Presente
Identificación Interna	BLZ - 801
Resolución	0.01 g
Intervalo Calibrado	1 g a 2000 g
Estándares de Referencia	Peso estándar
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-22933-002 PINZUAR/GAF-001-20 ITR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SMI 0003 Tipo-DIV 00 2005 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una pesada con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo los pruebas para los niveles de las indicaciones, repetibilidad y exactitud siguientes los lineamientos de la Guía SMI - 2005, Numerales 4.5.8.7, Apéndice A, B, C, D, E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de ensayo de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.

Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Aparente g	Indicación Descartada g	Error Aparente g	Error Descartada g	Incertidumbre Expandida	k <sub>c</sub> g
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,026	2,25
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,026	2,25
5,000	5,00	5,00	0,000	0,000	0,026	2,25
10,000	10,00	10,00	0,000	0,000	0,026	2,25
50,000	49,98	49,98	-0,020	-0,020	0,028	2,25
100,000	99,98	99,97	-0,020	-0,030	0,028	2,25
500,000	500,02	500,01	0,020	0,010	0,031	2,11
1 000,000	1 000,01	1 000,01	0,010	0,010	0,042	2,00
1 500,000	1 500,02	1 500,02	0,020	0,020	0,056	2,02
2 000,000	2 000,18	2 000,15	0,180	0,150	0,071	2,85

**Error vs. Carga**

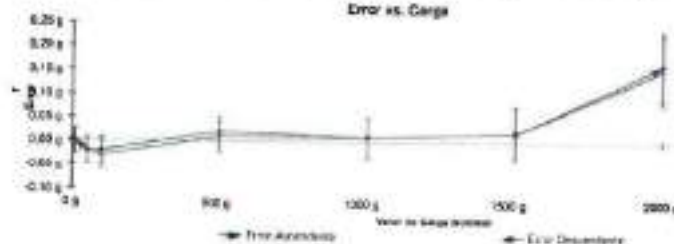


Figura 1. Gráfico para el ensayo de exactitud

Trabajo realizado en  
Laboratorio de

**KENNETH GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
Nº 100 470320  
CONCRETO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuando)**

A continuación, en la Tabla 2 se muestran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del campo de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.  
Resultados prueba de excentricidad y la misma iteración.

Posición	Valor Nominal de la Carga: 100 g	
	Indicación del Instrumento	Diferencia respecto al Centro
	g	g
2	99,97	
3	99,97	0,80
4	99,93	-0,04
5	99,83	-0,04
6	99,83	0,02
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,04</b>



Figura 2. Pruebas de carga para puntos excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesar al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de medida y bajo condiciones de ensayo similares.

Tabla 3.  
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	100 g	2000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
2	100,81	2000,16
3	100,85	2000,10
4	99,88	2000,14
5	100,01	2000,16
6	100,09	2000,17
7	100,00	2000,16
8	100,01	2000,17
9	100,02	2000,16
10	100,01	2000,16
11	100,01	2000,15
<b>Desviación Estándar</b>		<b>0,015 g</b>

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 136513  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura Ambiente:	16,0 °C	Temperatura Ambiente:	17,0 °C
Humedad Ambiente:	50 % HR	Humedad Ambiente:	48 % HR
Presión Barométrica Ambiente:	1003,1 mPa	Presión Barométrica Ambiente:	1003,0 mPa







**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada es establecida como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser expresada al 95% y no inferior a este valor.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje en su método, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R, y también obtener su incertidumbre expandida  $M_p$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se muestran los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejemplares de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso la declarada por el usuario durante la calibración y de información relevante durante la misma.

$$R_{\text{Corregida}} = R - E_{\text{Apesar}} \quad E_{\text{Apesar}} = 2.50 \cdot E \cdot 10^{-4}$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar:

$$u^2(W) = 1.50 \cdot E \cdot 10^{-4} + 1.42 \cdot E \cdot 10^{-4} \quad \mu^2$$

Incertidumbre expandida de su resultado de pesada:

$$M_p = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95% y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la medición. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía TEM MMG 790-01/09 06-2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración de estos patrones (o) unidades) sirve como referencia para la calibración en copión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**OBSERVACIONES**

1. Se usó la fórmula como expandida decimal.
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones establecidas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, variación eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumenta difieren a las, el que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Si se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la etiqueta de calibración No. **M-22933-002**.

SEPTIEMBRE 2022

Pinzuar Calibración

  
**KENY FABIAN GABARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
ARSA GEOTECNIA Y CONCRETO



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nro Certificado	SAC-MTEC-C-2022	Página 1 de 3
N° de Orden de Trabajo	0107	La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de nivel de confianza que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$ . Este factor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95.45% de acuerdo según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".
<b>1. SOLICITANTE</b>	<b>CONSTRUCCION E INGENIERIA AVANZADA S.A.C.</b>	
DIRECCIÓN	J. Alanen Valdomiro Huánuja - Ayacucho	<p>Los resultados solo están relacionados con los items calificados y sus valores en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitar la corrección de un instrumento le aconsejamos la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a recomendaciones vigentes.</p> <p>PESATEC PERU S.A.C. no es responsable de los errores que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí realizada.</p>
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	<b>BALANZA</b>	
MARCA	OHAUS	
MODELO	N114202	
NÚMERO DE SERIE	1820170178	
ALCANCE DE INDICACIÓN	4200g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (e)	0,01g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e')	0,1g	
PROCEDENCIA	CHINA	
ELECTRICIDAD	96,7,208 (7)	
TIPO DE INDICACIÓN	ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	LABORATORIO DABAYCO DE MATERIALES	
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-06-21	

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre los instrumentos de lectura de la balanza y los pesos aplicados mediante pesos patrón, según:  
Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Funcionamiento en Acero Alto Carbono y 2 (PC - 01) del SNI-MECCOP, 4ta edición año 2018.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condesa 1269 - Callao

  
**KENNY HUAMANI GAMARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 138333  
 AREA COSECHA Y CONCRETO

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2022-06-29	 <b>Sandra Jaraque Higuera</b> Ingeniera Técnica

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0462-MPE6-C-2022**  
Página 1 de 1

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicio	Fin
Temperatura	20,8 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	65,3 %	57,2 %

**6. TRAZABILIDAD**

Cada muestra de calibración (ejemplo de trazabilidad a las unidades nacionales, que salen en unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI))

Trazabilidad	Factor de conversión	Identificación	Certificado de calibración
Patrón de referencia de INACAL-OM	Factor (Decreto de emergencia E2)	ZF-25	LM - C - 162 - 2020

**7. OBSERVACIONES**

Los errores máximos permitidos (m.p.p.) para esta báscula corresponden a los m.p.p. para básculas en las de funcionamiento no automático en caso de exactitud E, según la Norma Técnica Peruana NTC - 2009, Instrumentos de Pesar de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO". (\*) Código incluido en una etiqueta adherida al instrumento.

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

MEDICIÓN REAL			
MODELO DE BALANZA	SENA	SENA	NO TIENE
APLICACIONES	SENA	SENA	NO TIENE
PLATAFORMA	SENA	SENA	NO TIENE
RESOLUCIÓN	SENA	SENA	NO TIENE

**ENSAYO DE REPRODUCIBILIDAD**

Medida N°	Mesa		Piso	
	Temp. 20,8 °C	2000,00 g	Temp. 20,8 °C	2000,00 g
1	2.000,00	9	-	2.000,00
2	2.000,00	10	-	2.000,00
3	2.000,00	9	-	2.000,00
4	2.000,00	9	-	2.000,00
5	2.000,00	10	-	2.000,00
6	2.000,00	10	-	2.000,00
7	2.000,00	10	-	2.000,00
8	2.000,00	9	-	2.000,00
9	2.000,00	9	-	2.000,00
10	2.000,00	10	-	2.000,00
Desviación estándar	11		11	
Desviación estándar	38 mg		38 mg	



RENÉ HILARIO GUERRA  
INGENIERO CIVIL  
N° 138020  
AREA GEOTECNIA Y CONTROL





**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0463-MPES-C-2022**  
Página 2 de 2

**ERRORES DE EXCENTRICIDAD**

Posición en la Escala	Carga además (g)	Indicaciones (g)				Resultados del Fren Completo				
		M1	M2	M3	M4	Carga M0	M1	M2	M3	M4
1	0.20	1	1	1	1	149.00	10	10	10	10
2	0.20	11	11	11	11	149.00	2	10	10	10
3	0.20	1	1	1	1	150.20	1	0	0	4
4	0.18	1	1	1	1	150.00	10	10	10	10
5	0.12	1	1	1	1	150.00	7	10	10	10

11/03/2022 11:11

Una máquina pesadora: 0 200mg

**ERRORES DE PESAJE**

Carga	M0	M1			M2			M3	M4	M5	M6
		M1	M2	M3	M4	M5	M6				
0.20	0.20	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
0.50	0.50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100.00	99.99	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
200.00	200.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
300.00	300.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
400.00	400.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500.00	500.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
600.00	600.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
700.00	700.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
800.00	800.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
900.00	900.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1000.00	1000.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

11/03/2022 11:11

Letras cursivas e inventarías especiales del resultado de una pesada

$$R_{\text{cursiva}} = R + 0.000041 \pm R$$

$$U_{95} = 2 \sqrt{0.00011 \text{ g}^2 + 0.000000016 \text{ g}^2}$$

- A. Localidad
- B. Departamento
- C. Dirección
- D. Estrada
- E. Esquina

Formulario de calibración

**KENNY ALVARADO DABARRA**  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 410333  
AREA GEOMETRIA Y CONCRETO

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N.º de Certificado	0465-MPES-C-2023	Página 1 de 2
N.º de Orden de Trabajo	0157	
1. SOLICITANTE	<b>CONSTRUCCION E INGENIERIA AVANZADA SAC</b>	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 %, determinando según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".</p>
DIRECCIÓN	Av. Alcatraz Valiente 1001, Huancayo, Ayacucho	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	<b>BALANZA</b>	<p>Los resultados de este certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto e como certificado del sistema de control de la entidad que lo produce.</p> <p>El método de calibración Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesos patrón. Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase 1 y 2 (IC - 011 del ENA- INDECOP, Edición 066 2017).</p> <p>4. LÍMITES DE CALIBRACIÓN Av. Condoña 1093 - Callao</p>
BRANCA		
MODELO	OHUJE	
NÚMERO DE SERIE	A382014C	
ALCANCE DE INDICACIÓN	0004148769	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (R)	0200g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (V)	0.1 g	
PROCEDENCIA	1.6	
IDENTIFICACIÓN	0188A	
TIPO DE INDICACIÓN	Analógica [1]	
UBICACIÓN	ELECTRÓNICA	
FECHA DE CALIBRACIÓN	LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES 2023-06-21	

Los resultados de este certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto e como certificado del sistema de control de la entidad que lo produce.

El método de calibración  
Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesos patrón.  
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase 1 y 2 (IC - 011 del ENA- INDECOP, Edición 066 2017).

4. LÍMITES DE CALIBRACIÓN  
Av. Condoña 1093 - Callao

  
**KENNY MORKRAN GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N.º 122333  
AFILIADO A INACAL Y CON INPCO

Sello	Fecha de Emisión	Acreditado por
	2023-06-28	 <b>Sergio Jurego</b> Gerente Técnico

**CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº 0483-MPE3-C-3022**  
Página 1 de 1



Mesa Pesada

**ENSAYO DE RECEPCION**

Punto de Carga	Carga nominal (g)	Determinación de $k_1$			Carga (g)	Determinación del error completo			
		Med	Comp	Comp		Med	Comp	Comp	Comp
1	50	2,8	32	-10	3 000,0	2 300,0	30	2	18
2		2,8	30	-8		2 300,0	30	20	18
3		2,8	31	-8		2 300,0	30	20	18
4		2,8	30	-8		2 300,0	30	20	18
5		2,8	34	-10		2 300,0	30	20	18

Controlado por: 1 000 mg

**ENSAYO DE PRESA**

Carga	Medidas				Carga (g)	Determinación de $k_2$				mm <sup>2</sup>
	Med	Comp	Comp	Comp		Med	Comp	Comp	Comp	
1,00	7,8	76	20	-	100,0	80	20	-10	1 000	
2,0	7,8	76	20	0		100,0	20	20	-10	1 000
5,0	7,8	76	20	0	200,0	80	20	-10	1 000	
10,0	7,8	76	20	0		200,0	20	20	-10	1 000
50,0	7,8	76	20	0	500,0	80	20	-10	1 000	
100,0	7,8	76	20	0		500,0	20	20	-10	1 000
500,0	7,8	76	20	0	1 000,0	80	20	-10	1 000	
1 000,0	7,8	76	20	0		1 000,0	20	20	-10	1 000
2 000,0	7,8	76	20	0	2 000,0	80	20	-10	1 000	
4 000,0	7,8	76	20	0		2 000,0	20	20	-10	1 000
6 000,0	7,8	76	20	0	3 000,0	80	20	-10	1 000	
8 000,0	7,8	76	20	0		3 000,0	20	20	-10	1 000
10 000,0	7,8	76	20	0	4 000,0	80	20	-10	1 000	
12 000,0	7,8	76	20	0		4 000,0	20	20	-10	1 000

Letras ennegridas e insertadas en el resultado de una pesada

$$k_{\text{aprox}} = k - 0,00028 \pm R$$

$$U_k = 2\sqrt{0,011 \text{ g}^2 + 0,000000235 \pm R^2}$$

R: Letras ennegridas    S: Características    T: Error estándar    U: Incertidumbre    V: Error absoluto    W: Error completo

Fecha emitido: 02/08/2020

*[Firma]*  
INACAL  
AGROPECUARIO AGROPECUARIO  
AGROPECUARIO CIVIL  
Nº 136233  
ARSA GEOTECNIA Y CONCRETO



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
PIE DE REY**

KERN Y CAJAS DE CALIBRA  
INGENIEROS C.V.

---



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-22933-016 RO**

Page/Pág. 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PR DE REY
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	INGIZE
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	1215-322
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	0621170080
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identifier</i>	VRN-002
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CONSTRUCCION E INGENIERIA AVANZADA S.A.C.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Abraham Valdelomar 589
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Huamanga - Ayacucho
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2022 - 08 - 22
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2022 - 08 - 20

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que le emite no es responsable de los posibles que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la comprobación de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for checking the measuring instruments at appropriate time intervals.


**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos:**  
*Number of pages of the certificate and documents attached:*


03

En la operación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede garantizar el informe, excepto cuando se refiere a la calidad, ya que prescinde la garantía que los partes del certificado lo se están de verdad. Lo único que se garantiza es la calidad de los datos.

When the operation of the Pinzuar Metrology Laboratory, we cannot guarantee the report, except when it is reported on quality, since it prescinds the warranty that the parts of the certificate are really true. The only thing that is guaranteed is the quality of the data.

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized Signatures*

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

  
**Tercy Javier Amuña López**  
Gerente Laboratorio de Metrología

REPÚBLICA PERUANA  
ORGANISMO NACIONAL DE ASESORIA TECNOLÓGICA  
ONAC

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA | CALLE PÉREZ DE ARRIAGA 1111 | HUAMANGA - AYACUCHO | TEL: (054) 203411 | WWW.LABORATORIO.PINZUAR.COM





L-22933-016 RO

Página 2 de 4

**DATOS TÉCNICOS**

Tipo de Medición	Extremos e Interiores
Método Empleada	Comparación Directa
Documento de Referencia	O1 - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
Tipo de Indicación	Análogica Tipo Nonio
Resolución	0.02 mm
Instrumentos de Referencia Certificado No.	Bloques Patrón Longitudinales de Cerros Paralelos UMC201791 de Círcel, 200285 de C.I.E.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realización de la toma de datos respectivo comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k
mm	mm	µm	µm	(P=95,45%)
30	30,000	0	18	2,00
60	60,000	0	18	2,00
90	90,000	0	18	2,00
120	120,000	0	18	2,00
150	150,000	20	18	2,00
180	180,000	20	18	2,00
210	210,000	20	18	2,00
240	240,000	20	18	2,00
270	270,000	20	18	2,00
300	300,000	40	18	2,00



Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k
mm	mm	µm	µm	(P=95,45%)
30	30,000	0	17	2,01
60	60,000	0	17	2,01
90	90,000	0	17	2,01
120	120,000	0	17	2,01
150	150,000	0	17	2,01
180	180,000	0	18	2,00
210	210,000	20	18	2,00
240	240,000	20	18	2,00
270	270,000	20	18	2,00
300	300,000	20	18	2,00



04/10/2017 17:00

**KENNY HERNÁNDEZ GARRA**  
Ingeniero CIVIL  
CIP N° 108835  
AREA PROTECCIÓN Y CONTROL

ACTA TECNOLÓGICA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Teléfono de Atención: (011) 4129412 | Fax: (011) 412-2010 | E-mail: info@pinzuar.com.ar | www.pinzuar.com.ar





### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,7 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,4 °C	Humedad Mínima:	54 %

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k$  y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data: Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-22933-016

IMPRESIÓN No.

Firma del Certificado

WILLY MURRIAM GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CINCO  
CHIMBOTE



**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
HORNOS DE SECADO**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Camacho Gamarra', is written over a horizontal line.

JUAN CAMACHO GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 120033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**  
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

**T-22933-019 RO**

Página 1 de 1

<b>Equipo</b> Instrument	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio, que se encarga de ser responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and assures the traceability to national and international standards, which relate the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> Manufacturer	PINZUAR	
<b>Modelo</b> Model	PG-2005	
<b>Número de Serie</b> Serial Number	102	
<b>Identificación Interna</b> Internal Identification	HRN-001	
<b>Intervalo de Medición</b> Measurement Range	40 °C a 250 °C	
<b>Solicitante</b> Customer	CONSTRUCCION E INGENIERIA AVANZADA S.A.C	
<b>Dirección</b> Address	Jr. Abraham Valdelosar N° 588	
<b>Ciudad</b> City	Huancayo - Ayacucho	
<b>Fecha de Calibración</b> Date of Calibration	2022 - 05 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> Issue Date	2022 - 05 - 23	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> Number of pages of the certificate and documents attached	04	

El Laboratorio de Metrología PINZUAR se encuentra registrado en el Oficio de Registro de Empresas y se encuentra en posesión de la inscripción que garantiza la validez de los datos de calibración emitidos en este certificado de conformidad con la Ley N° 28102.

After the approval of the Metrology Laboratory, PINZUAR has issued registration, which allows PINZUAR to be registered in the company, which provides the security of the data of the calibration issued in this certificate in accordance with the law.

**Firmas Autorizadas**  
Authorized Signatures

  
Ing. Sergio Luis Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tceja Oscar Eduardo Briceño  
Ingeniero Laboratorio de Metrología

  
KENNY HERNÁNDEZ ROSARÍA  
INGENIERO CIVIL  
C.R. N° 136793  
AREA COGITATIVA Y CONTROL

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Recorrido: Huancayo - C/ 18 (P.O.) - T. (51) 053 224 500 - 070350011 - correo: info@pinzuar.com - www.pinzuar.com





**DATOS TÉCNICOS**

Método Especial: Compensación Directa  
Governto de Referencia: OAKPA DDM 5-7 Kalibring von Klimatechnik 1, Neustadtg 2018  
Resolución: 0,01 °C  
Patrón(es) de Referencia: Termómetro Digital  
Certificado de Calibración: T-21304-003 R0 en Pinzuar (T-21300-001 R0 de Pinzuar)  
Volumen del BDL:

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando los ensayos estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	k <sub>exp</sub> x U
50,0	49,9	-1,3	0,0	2,0
100,0	113,0	-1,7	0,0	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfico 1. Ubicación de los sensores

Resultados de la Caracterización para 80 °C

Del Punto °C	Estabilidad del Medio °C	Uniformidad del Medio °C	Efecto de Radiación °C	Efecto de Carga °C
80,00	0,12	1,08	0,05	—

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
80,31	80,10	80,45	80,03	80,23	80,25	80,66	80,20	80,00

Tabla 3. Valores promedio de los sensores

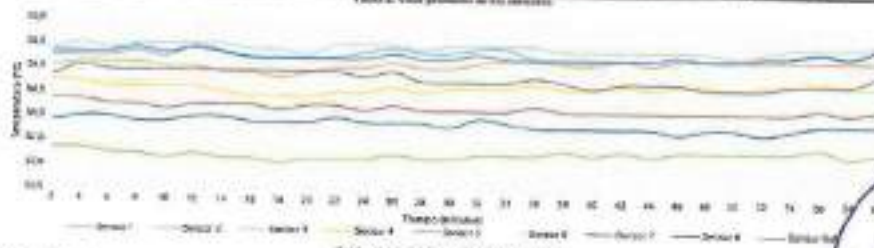


Gráfico 2. Estabilidad y uniformidad del medio

**KENNY HUAMÁN-GUERRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACION (Continuación)**

Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point <sup>1</sup>	Estándar del Metro <sup>2</sup>	Uncertidumbre del Metro <sup>3</sup>	Efecto de Reflexión <sup>4</sup>	Efecto de Carga <sup>5</sup>
°C	°C	°C	°C	°C
110.00	0.84	±0.01	0.35	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor de Referencia
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
109.52	108.88	110.41	108.18	110.88	105.53	108.08	108.47	109.31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores

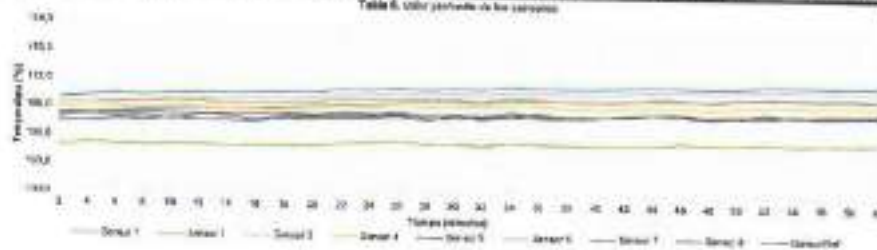


Tabla 6. Estabilidad y precisión del metro

ENCUENTRO (C)

  
**KENNY VILLARREAL GAMBARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 134325  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** (Continuación)

**Definiciones:**

- \* Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- \* Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un período mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen del).
- \* Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen del desde la posición de referencia (centro del volumen del).
- \* Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se difieren a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- \* Máxima fluctuación de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen del del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura Máxima: 19,2 °C  
Temperatura Mínima: 18,1 °C

Humedad Máxima: 50 %/HR  
Humedad Mínima: 49 %/HR

**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada (véase No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basado en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019.

Fil de Documentos

**KENNY HUAMÁN GUZMÁN**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 126333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

IMPRESIÓN





**A&V**

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA  
AVANZADA

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MAQUINA A COMPRESIÓN**

KENNY HUMBERTO GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130233  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---





**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**  
Calibration Certificate - Laboratory of Force

**F-22933-013 R0**

Página / Pág. 1 de 1

<b>Equipo</b> Instrument	MÁQUINA MULTUSOS PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los resultados que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos por falta de información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this Certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory which will not be liable for any damage that may arise from the improper use of the instruments under the information provided by the customer.</p> <p>This Calibration Certificate documents and assures the traceability of the reported results to national and international standards, which relate the units of measurement according to the international system of units (SI).</p> <p>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> Manufacturer	PINZUAR S.A.S.	
<b>Modelo</b> Model	PS 2T	
<b>Número de Serie</b> Serial Number	188	
<b>Identificación Interna</b> Internal Identification	PRC-001	
<b>Capacidad Máxima</b> Maximum Capacity	5000 N	
<b>Solicitante</b> Customer	CONSTRUCCION E INGENIERIA AVANZADA S.A.C	
<b>Dirección</b> Address	Jr. Abraham Valdiviazo 959	
<b>Ciudad</b> City	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> Date of calibration	2022 - 06 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> Date of issue	2022 - 06 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> Number of pages of the certificate and annexes attached	05	

De conformidad con el Reglamento de Metrología y Fuerza se le puede representar el Certificado de este modo en representación de la Empresa, al ser proporcionado en papel o en forma de archivo electrónico.

Without the approval of the Director General, customers should not use the issued certificate in a representation of the company, since it provides the validity that is granted by the Certificate and is subject to the control of the National Calibration Certificate and the SI.

**Firmas que Autorizan el Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Fuerza

Ing. Rafael Andrés Vela Arredondo  
Metrológico Laboratorio de Fuerza

**INGENIERO EN METROLOGÍA Y FUERZA**  
INGENIERO EN METROLOGÍA Y FUERZA  
CIP-130005  
APROBADO POR: [Firma]



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Norma 13011-2017  
11-2017-04  
**F-22933-013 R0**  
Pag. 2 de 2

**DATOS TÉCNICOS**

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	14711
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,0
División de Escala	1 N	Número de Serie	520
Resolución	1 N	Certificado de Calibración	4277 del INM
Intervalo de Medición	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2020 - 03 - 22
Limite inferior de la Escala	200 N		

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo.

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del INM	%	N	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie				Promedio $\bar{B}_{i,1,y}$ N	
			$S_1$ Acertante N	$S_2$ Acertante N	$S_3$ No Aplica ---	$S_4$ Acertante N		
10	5 000		5 013,6	5 013,1	---	5 013,0	---	5 013,6
20	10 000		10 025,5	10 025,6	---	10 025,7	---	10 025,6
30	15 000		15 036,8	15 037,3	---	15 036,7	---	15 036,9
40	20 000		20 047,6	20 047,0	---	20 047,3	---	20 047,3
50	25 000		25 057,2	25 056,5	---	25 056,7	---	25 056,8
60	30 000		30 066,3	30 065,2	---	30 065,8	---	30 066,1
70	35 000		35 075,5	35 074,9	---	35 074,9	---	35 075,1
80	40 000		40 084,2	40 084,0	---	40 084,5	---	40 084,5
90	45 000		45 090,4	45 089,0	---	45 089,4	---	45 089,5
100	50 000		50 104,6	50 104,7	---	50 104,6	---	50 104,7

LMPC-054-013-013

  
HENRY NOLASCO O.A.H. C.A.  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 120133  
ÁREA SUSTENTACIÓN Y CONCRETO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

Correcciones de cero,  $f_0$ , calculadas para cada serie de mediciones a partir de su cero residual

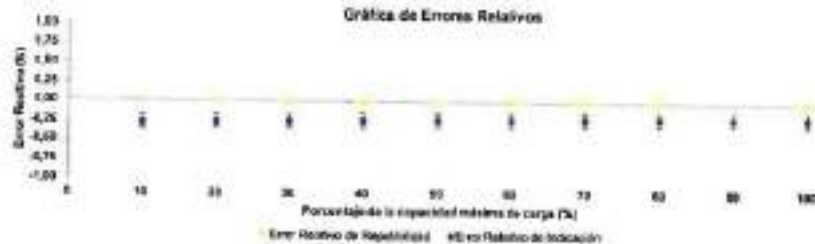
$f_{01}$ %	$f_{02}$ %	$f_{03}$ %	$f_{04}$ %	$f_{05}$ %
0,000	0,000	—	0,000	—

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo

Indicación del IBC	Errores Relativos					Resolución Relativa %	Incertidumbre Expandida			k = 2,00
	Indicación		Repetibilidad	Reversibilidad	%		N	U	%	
	q %	h %	v %	w %						
10	5 000,0	-0,270	0,076	—	0,020	4,5	0,090	2,01		
20	10 000,0	-0,255	0,062	—	0,010	9,0	0,090	2,01		
30	15 000,0	-0,245	0,064	—	0,007	14	0,090	2,01		
40	20 000,0	-0,235	0,033	—	0,005	16	0,090	2,01		
50	25 000,0	-0,227	0,035	—	0,004	23	0,090	2,01		
60	30 000,0	-0,220	0,032	—	0,003	27	0,090	2,01		
70	35 000,0	-0,214	0,002	—	0,003	32	0,090	2,01		
80	40 000,0	-0,211	0,002	—	0,003	36	0,090	2,01		
90	45 000,0	-0,210	0,001	—	0,002	41	0,090	2,01		
100	50 000,0	-0,203	0,000	—	0,002	45	0,090	2,01		

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 20,4 °C  
Humedad Relativa Máxima: 47 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 20,1 °C  
Humedad Relativa Mínima: 47 % HR

IMPRESIÓN

KENRY HUMBERTO CANARRÁ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 19233  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO







**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** Contracción

**Tabla 4.**

Coeficiente para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	...	R <sup>2</sup>
-1,82833 E-01	1,00289 E-02	-3,20427 E-05	3,44646 E-13		1,0000 E-00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación	0	500	1 000	1 500	2 000
5 000	5 013,5	5 514,8	6 016,0	6 517,3	7 018,5
7 500	7 519,8	8 021,0	8 522,2	9 023,4	9 524,6
10 000	10 025,8	10 526,9	11 028,1	11 529,2	12 030,3
12 500	12 531,5	13 032,0	13 533,2	14 034,3	14 535,5
15 000	15 036,9	15 538,0	16 039,0	16 540,1	17 041,1
17 500	17 542,1	18 043,1	18 544,2	19 045,2	19 546,2
20 000	20 047,2	20 548,1	21 049,1	21 550,1	22 051,1
22 500	22 552,0	23 053,0	23 554,0	24 054,9	24 555,9
25 000	25 056,8	25 557,7	26 058,7	26 559,6	27 059,5
27 500	27 561,5	28 062,4	28 563,3	29 064,2	29 565,2
30 000	30 066,1	30 567,0	31 067,9	31 568,8	32 068,8
32 500	32 070,7	33 071,6	33 572,5	34 073,4	34 574,3
35 000	35 075,3	35 576,2	36 077,1	36 578,0	37 079,0
37 500	37 079,9	38 080,8	38 581,6	39 082,7	39 583,7
40 000	40 084,6	40 585,6	41 086,5	41 587,6	42 088,4
42 500	42 089,4	43 090,4	43 591,4	44 092,4	44 593,4
45 000	45 094,4	45 595,4	46 096,4	46 597,4	47 098,4
47 500	47 099,5	48 599,5	48 601,6	48 602,6	49 603,7
50 000	50 104,6				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del BOC	Promedio de 3 y 3	Por Interpolación		Residuales
		N	N	
5 000	5 013,5	5 013,5	0	0
10 000	10 025,8	10 025,8	0	0
15 000	15 036,9	15 036,9	0	0
20 000	20 047,2	20 047,2	0	0
25 000	25 056,8	25 056,8	0	0
30 000	30 066,1	30 066,1	0	0
35 000	35 075,3	35 075,3	0	0
40 000	40 084,6	40 084,6	0	0
45 000	45 094,4	45 094,4	0	0
50 000	50 104,7	50 104,6	0	0

IMPRESIÓN 01/12

  
KENNY HERNANDEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 132333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.2), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2,013$  y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento JCGM 100:2008, GUÍA 1999 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/Los certificado(s) de calibración de estos patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracterizan una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos Verificación de Máquinas de Ensayo Universales Estáticas. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Com	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,25	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,2	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es explícitamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

- Se empleó la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se beneficia ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9, NTC-ISO 7500-1:2007
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-013

Fine del Certificado

IMPORPINZUAR



KENIA HERNÁNDEZ BARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.A.E. 30470035  
AREA GEOTECNIA Y CONTROL



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**  
 Calibration Certificate - Laboratory of Force

**F-22933-011 R0**

Page / Pág. 1 de 1

<b>Equipo</b> Instrument	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al bien que se relaciona en este página. El laboratorio que a través de su representación de los protocolos que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que representan los unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which via our representation that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>The Calibration Certificate documents and assures the traceability of the reported results to national and international standards, when relate the units of measurement according to the international System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> Manufacturer	PINZUAR S.A.S.	
<b>Modelo</b> Type	PC-40D	
<b>Número de Serie</b> Equip Number	294	
<b>Identificación Interna</b> Internal Identification	POC-001	
<b>Capacidad Máxima</b> Maximum Capacity	1000 KN	
<b>Solicitante</b> Customer	CASABLANDE CONSULTORA Y CONSTRUCCION S.A.C	
<b>Dirección</b> Address	Jr. Guisao 570	
<b>Ciudad</b> City	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> Date of Calibration	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Expiración</b> Date of Expiry	2022 - 03 - 29	

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos:** 05

En la versión digital del Laboratorio de Metrología Pinzuar se garantiza la validez y Confianza, siempre cuando se reproduce en condiciones de uso adecuado e impreso en los casos de necesidad de ser usado de forma impresa, se debe validar en la versión digital.

Warranty of the digital version of the Pinzuar Metrology Laboratory is guaranteed when reproduced in appropriate use conditions and printed in the cases of need to be used in printed form, it must be validated in the digital version.

**Firmas que Autorizan el Certificado**  
 Signatures Authorizing the Certificate

  
 Ing. Sergio Vásquez  
 Gerente General de Operaciones

  
 Ing. Miguel Andrés Vela Avila  
 Gerente de Operaciones de Laboratorio

0000000000

ACTA TECNOLÓGICA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



  
 ROBERTO HUANCÁ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 42633  
 AREA GESTIÓN DE CONCRETO



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGIA



ISO/IEC 17025:2011  
01-INC-008  
**F-22933-011 R0**  
Pág. 7 de 8

**DATOS TÉCNICOS**

Máxima de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,01 kN	Número de Serie	HV325-011250
Resolución	0,01 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición	Del 20 % al 100 % de la carga máxima	Próxima Calibración	2020-02-03
Límite inferior de la Escala	2 kN		

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos, Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas, Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando fuerza indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determinó que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo.

Tabla 1.  
Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio $S_{1,2,3}$ kN
	$S_1$ Accidente kN	$S_2$ Asistente kN	$S_3$ No Aplica	$S_4$ Accidente kN	$S_5$ No Aplica	Promedio	
10	100,90	100,81	---	100,71	---	100,84	
20	200,90	201,76	---	201,86	---	201,83	
30	300,90	301,79	---	302,39	---	302,19	
40	400,60	402,31	---	402,31	---	402,36	
50	500,00	503,02	---	503,53	---	503,36	
60	600,60	603,93	---	603,63	---	603,63	
70	700,60	703,92	---	704,02	---	704,02	
80	800,60	804,42	---	804,82	---	804,66	
90	900,60	905,21	---	905,41	---	905,16	
100	1 000,60	1 005,3	---	1 005,4	---	1 005,4	

IMP-037-01-R02

RODOLFO GAMARRAS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130313  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2

Error real de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de mediciones a partir de su otro residual

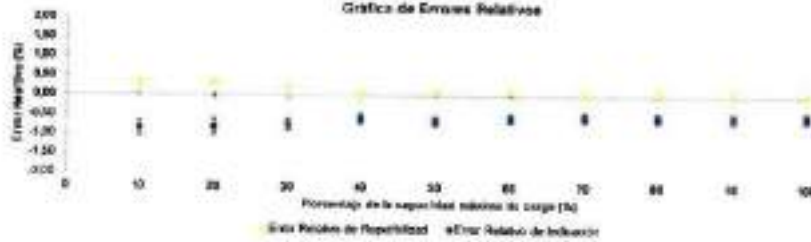
$f_{01}$ %	$f_{02}$ %	$f_{03}$ %	$f_{04}$ %	$f_{05}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo

Indicación del IBC	Errores Relativos					Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida		k <sub>p</sub> (k=2)
	Indicación	Repetibilidad		Reversibilidad	u		kN	U %	
		q %	b %						
10	100,00	-0,64	0,30	---	0,010	0,10	0,10	2,01	
20	200,00	-0,61	0,30	---	0,005	0,30	0,20	2,01	
30	300,00	-0,73	0,20	---	0,000	0,44	0,16	2,04	
40	400,00	-0,59	0,05	---	0,000	0,44	0,11	2,00	
50	500,00	-0,67	0,10	---	0,002	0,50	0,11	2,01	
60	600,00	-0,60	0,10	---	0,002	0,50	0,11	2,01	
70	700,00	-0,57	0,05	---	0,001	0,77	0,11	2,01	
80	800,00	-0,58	0,05	---	0,001	0,80	0,11	2,01	
90	900,00	-0,57	0,06	---	0,001	0,90	0,11	2,01	
100	1 000,0	-0,54	0,00	---	0,001	1,0	0,11	2,01	

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 19,4 °C  
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 19,1 °C  
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

LAPICERAS 1028

MIGUEL NUÑEZ GOMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 12680  
ÁREA GEODINÁMICA Y CONCRETO







RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el ajuste de la fuerza en función de su deformación y su W, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$\sigma$
2,93500 E-01	1,00835 E+0	-1,25222 E-04	4,06138 E-11	1,0000 E+0

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,02	110,90	121,04	131,10	141,16
150,00	151,22	161,26	171,34	181,40	191,46
200,00	201,52	211,57	221,63	231,69	241,75
250,00	251,81	261,86	271,60	281,56	291,02
300,00	302,00	312,15	322,20	332,26	342,31
350,00	352,37	362,42	372,48	382,55	392,59
400,00	402,64	412,70	422,75	432,80	442,86
450,00	452,91	462,96	473,01	483,07	493,12
500,00	503,17	513,22	523,27	533,32	543,38
550,00	553,43	563,48	573,53	583,58	593,63
600,00	603,69	613,73	623,77	633,82	643,67
650,00	653,92	663,97	674,02	684,06	694,11
700,00	704,16	714,21	724,25	734,30	744,35
750,00	754,39	764,44	774,48	784,53	794,58
800,00	804,62	814,67	824,71	834,76	844,80
850,00	854,84	864,89	874,93	884,98	895,02
900,00	905,06	915,10	925,15	935,19	945,23
950,00	955,27	965,32	975,36	985,40	995,44
1 000,00	1 005,5				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,64	100,02	0,07
200,00	201,63	201,52	- 0,11
300,00	302,18	302,09	- 0,10
400,00	402,38	402,64	0,26
500,00	503,38	503,17	- 0,19
600,00	603,63	603,69	0,06
700,00	704,02	704,16	0,14
800,00	804,06	804,62	- 0,08
900,00	905,18	905,06	- 0,12
1 000,00	1 005,4	1 005,5	0,08

*[Firma]*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 13073  
ALBA GONZALEZ Y COMPARETO

INFORMACIÓN





**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La Incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2.013$  y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95.45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/los certificate(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos, Verificación de Máquinas de Ensayo Universales Elásticas, Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza.

Clase de la escala de la máquina	Linealidad	Repetibilidad	Reversibilidad*	Caro	Resolución relativa
0.5	0.5	0.5	0.75	0.25	0.25
1	1	1	1.5	0.1	0.5
2	2	2	3	0.2	1
3	3	3	4.5	0.3	1.5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se recibe un señalo de ubicación que requiere desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9, NTC-ISO 7500-1:2007
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-011

Fin del Certificado

LMPO-05-F01-012

WILLY HUALPA CAMARITA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 120213  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## ANEXOS 06. PANEL FOTOGRÁFICO



*Foto 1 Vista de la trocha carrozable*



*Foto 2 Vista de la fibra natural Stipa Ichu*





*Foto 3 Muestra de ceniza de ichu*



*Foto 4 Muestra de ceniza de ichu*



*Foto 5 Muestra de ceniza de ichu*



*Foto 6 Tamizado de ceniza de ichu*



*Foto 7 Ensayo de consistencia*



*Foto 8 Ensayo de CBR – Calicata 03*



*Foto 9 Ensayo de Proctor modificado a las pruebas de control*



*Foto 10 Ensayo de resistencia a la compresión simple – Calicata 01 – 0% de adición*





*Foto 11 Curado de muestras de probetas de suelo*





**ACTA DE SUSTENTACION PRESENCIAL DE TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 23 días del mes de diciembre de 2022, siendo las 8:30 am, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°1282-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°1325-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 20.DIC.2022 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Titulo III - Aprobación del Trabajos de Investigación, Tesis, Tesis Proyectual..., en Acto Público Presencial o Virtual art. 77) y Resolución Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL (se programe la sustentación de tesis de Pregrado de Manera Presencial), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ICHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022**, para optar el Título de Ingeniero Civil el Bachiller **YOVAN HEGEL MATOS HUERTA** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Finalizado el acto de sustentación Presencial de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

APellidos y Nombres	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
MATOS HUERTA YOVAN HEGEL	Aprobado	15	Bueno

Dándose por finalizado dicho acto a las: **4:46** del mismo día 23/12/2022 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: .....

  
**HELÍ MARIANO SANTIAGO**  
 PRESIDENTE

  
**ELISA RAQUEL QUINTANILLA HERRERA**  
 SECRETARIO

  
**CHARLES JIAMMY ALCEDO DÍAZ**  
 VOCAL

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

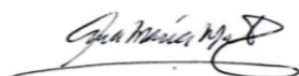
**N° 098 -2022- DI/FICA**

La directora de investigación de la Facultad de ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

**HACE CONSTAR** que:

La Tesis titulada **“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ICHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022”** del (os) Bachiller (s) **YOVAN HEGEL, MATOS HUERTA** en Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del 34 % verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagió Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 26 de diciembre del 2022



.....  
Dra. Ana María Matos Ramírez  
Directora de Investigación FICA



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

**1. Autorización de Publicación:** (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	-------------------------------------	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	
Grado que otorga	

**2. Datos del Autor(es):** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	MATOS HUERTA YOVAN HEGEL						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	Nro. de Celular:	940389075
Nro. de Documento:	76197790			Correo Electrónico:	Yovanmatos.ic@gmail.com		

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:				Correo Electrónico:			

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:				Correo Electrónico:			

**3. Datos del Asesor:** (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
Apellidos y Nombres:	NARRO JARA LUIS FERNANDO					ORCID ID:	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4008-7633">https://orcid.org/0000-0003-4008-7633</a>				
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	Nro. de documento:	52639847				

**4. Datos del Jurado calificador:** (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MARIANO SANTIAGO HELI
Secretario:	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL
Vocal:	ALCEDO DIAZ CHARLES JIAMMY
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	FELIPE MATIAS ELBIO FERNANDO



**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE ICHU Y ACEITE RESIDUAL DE MOTOR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, HUÁNUCO 2022

b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.

d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.

e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.

f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.

g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.

h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación) 2022

Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo		Tesis Formato Patente de Invención	
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional		Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)			

Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)

Estabilización de suelos      Subrasante      Ceniza de ichu

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:	

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):



SI      NO      X

Información de la Agencia Patrocinadora:

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

**7. Autorización de Publicación Digital:**

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 12/05/2023		