



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de  
castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata  
2022”

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

**AUTORES:**

Quispe Cáceres, John. (ORCID:0000-0002-3473-4868)

Tarifa Yucra, Wilson. (ORCID:0000-0002-3516-2785)

**ASESOR:**

Mg. Requis Carbajal, Luis Villar. (ORCID:0000-0002-3816-7047)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mi padre Felipe y madre Benigna, quienes fueron mi principal motivación para seguir hacia adelante y por su incondicional apoyo moral, también a mis hermanos quienes me alentaron en todo momento.

En primer lugar, dedico a mis padres por haberme apoyado en mi meta, por estar en mi lado en los momentos más difíciles, por darme consejos, orientaciones y ser mis mejores amigos para lograr en mi meta ser una gran profesional para trabajar con honestidad, dignidad y con ética antes que todo.

## **AGRADECIMIENTO**

Todo el agradecimiento va para el padre celestial por haberme dado las fuerzas necesarias para poder culminar una de las tantas etapas de mi vida. También agradezco a mis padres y hermanos por su apoyo y motivación infinita. Y finalmente a mi asesor el ingeniero Luis Villar por darme la oportunidad de guiarme para el desarrollo de esta investigación.

A Dios, por dame esa oportunidad de cumplir un objetivo más en mi vida. A nuestras familias en general, por brindarnos motivación continuamente para concluir esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema .....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos .....	4
1.3. Justificación de la investigación.....	4
1.3.1. Justificación social.....	4
1.3.2. Justificación técnica .....	5
1.3.3. Justificación metodológica .....	5
1.3.4. Justificación ambiental .....	5
1.3.5. Justificación económica .....	5
1.4. Objetivos de la investigación .....	6
1.4.1. Objetivo general .....	6
1.4.2. Objetivos específicos .....	6
1.5. Hipótesis de investigación .....	6
1.5.1. Hipótesis general .....	7
1.5.2. Hipótesis específicas.....	7
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes del Problema de Investigación.....	8

2.1.1.	Antecedentes a Nivel Internacional.....	8
2.1.2.	Antecedentes a Nivel Nacional .....	10
2.2.	Bases teóricas de la investigación.....	13
2.2.1.	Suelos .....	13
2.2.2.	Suelos arcillosos .....	13
2.2.3.	Métodos de estabilización de suelos.....	14
2.2.4.	Estabilización de suelos con cal.....	16
2.2.5.	Cenizas de cascara de castaña .....	17
2.2.6.	La subrasante .....	20
2.2.7.	Contenido de humedad .....	21
2.2.8.	Análisis granulométrico .....	21
2.2.9.	Límites de Atterberg.....	23
2.2.10.	Clasificación de suelos.....	26
2.2.11.	Ensayo de Proctor Modificado .....	28
2.2.12.	Ensayo de CBR .....	30
III.	METODOLOGÍA.....	32
3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	32
3.1.1.	Enfoque de Investigación .....	32
3.1.2.	Tipo de Investigación .....	32
3.1.3.	Nivel de Investigación .....	32
3.1.4.	Diseño de Investigación .....	32
3.1.5.	Tiempo de Investigación .....	33
3.2.	Variables y operacionalización .....	33
3.2.1.	Identificación de variables .....	33
3.2.2.	Operacionalización de variables .....	34
3.3.	Población y muestra de investigación .....	34
3.3.1.	Población de estudio.....	34

3.3.2.	Muestra de estudio.....	34
3.3.3.	Muestreo .....	35
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.4.1.	Técnicas para recolección de datos.....	35
3.4.2.	Instrumentos para recolección de datos.....	36
3.4.3.	Diseño de la investigación.....	37
3.5.	Procedimientos.....	37
3.6.	Método de análisis de datos.....	38
3.7.	Aspectos éticos .....	39
3.7.1.	El Respeto.....	39
3.7.2.	La Honestidad .....	39
IV.	RESULTADOS .....	40
4.1.	Ubicación Geográfica .....	40
4.1.1.	Nombre del Tesis: .....	40
4.1.2.	Ubicación de la zona:.....	40
4.2.	Datos técnicos y ubicación de calicatas .....	42
4.3.	Contenido de Humedad del Suelo (ASTM D2216-19, NTP 339.127).....	42
4.3.1.	Resultados del contenido de humedad .....	43
4.4.	Análisis Granulométrico - (ASTM D 6913, NTP 400.012).....	44
	Granulometría por Tamizado.....	44
4.4.1.	Resultados del análisis granulométrico – Suelo natural.....	46
4.4.2.	Resultados del análisis granulométrico – Suelo Adicionado C-1 .....	48
4.4.3.	Resultados del análisis granulométrico – Suelo Adicionado C-2 .....	50
4.4.4.	Resultados del análisis granulométrico – Suelo Adicionado C-3 .....	52
4.5.	Límite de Atterberg – (ASTM D 4318, NTP 339.129) .....	54
4.5.1.	Resultados del Límite de Atterberg – Suelo natural .....	56
4.5.2.	Resultados del Límite de Atterberg – Suelo Adicionado C-1.....	58

4.5.3.	Resultados del Límite de Atterberg – Suelo Adicionado C-2.....	59
4.5.4.	Resultados del Límite de Atterberg – Suelo Adicionado C-3.....	61
4.6.	Clasificación por el método de SUCS Y AASHTO.....	63
4.6.1.	Resultados de la clasificación – Suelo Natural.....	63
4.6.2.	Resultados de la clasificación – Suelo Adicionado .....	64
4.7.	Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D1557-12, NTP 339.142).....	64
4.7.1.	Resultado de Proctor Modificado – Suelo Natural.....	66
4.7.2.	Resultado de Proctor Modificado – Suelo Adicionado C-1 .....	68
4.7.3.	Resultado de Proctor Modificado – Suelo Adicionado C-2.....	69
4.7.4.	Resultado de Proctor Modificado – Suelo Adicionado C-3.....	71
4.8.	Ensayo del CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145) .....	73
4.8.1.	Resultados de CBR – Suelo Natural .....	74
4.8.2.	Resultados de CBR – Suelo adicionado C-1.....	75
4.8.3.	Resultados de CBR – Suelo adicionado C-2.....	77
4.8.4.	Resultados de CBR – Suelo adicionado C-3.....	78
V.	DISCUSIÓN.....	84
VI.	CONCLUSIONES.....	89
VII.	RECOMENDACIONES .....	91
	REFERENCIAS .....	92
	ANEXOS .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de materiales puzolánicos.....	19
Tabla 2.	Composición química de la CCC. ....	20
Tabla 3.	Abertura de tamices según norma de la MTC.....	23
Tabla 4.	Clasificación de suelos por el método SUCS.....	26
Tabla 5.	Clasificación de suelos por el método AASHTO. ....	27
Tabla 6.	Ensayo de Proctor modificado y estándar.....	29
Tabla 7.	Sistema de clasificación CBR. ....	31
Tabla 8.	Definición de variables. ....	33
Tabla 9.	Operacionalización de Variables.....	34
Tabla 10.	Coordenadas UTM de las calicatas, Av. Circunvalación. ....	35
Tabla 11.	Técnicas e Instrumentos de recolección.....	36
Tabla 12.	Datos técnicos y Ubicación de Calicatas. ....	42
Tabla 13.	Resultados del contenido de humedad.....	43
Tabla 14.	Resultado del ensayo Granulométrico C-01, C-02 y C-03.....	46
Tabla 15.	Contenido de arena-finos C-01-C-02-C-03 suelo natural ....	47
Tabla 16.	Resumen de Granulometría C-01 adicionando Cal + CCC ....	48
Tabla 17.	Contenido de arena-finos C-01 adicionando Cal + CCC. ....	49
Tabla 18.	Resumen de Granulometría C-02 adicionando Cal + CCC ....	50
Tabla 19.	Contenido de arena-finos C-02 adicionando Cal + CCC ....	51
Tabla 20.	Resumen de Granulometría C-03 adicionando Cal + CCC ....	52
Tabla 21.	Contenido de arena-finos C-03 adicionando Cal + CCC ....	53
Tabla 22.	Resultados del Límite de Atterberg C-01, C-02 y C-03.....	56
Tabla 23.	Resultados del Límite de Atterberg C-01 con Cal + CCC.....	58
Tabla 24.	Resultados del Límite de Atterberg C-02 con Cal + CCC.....	59
Tabla 25.	Resultados del Límite de Atterberg C-03 con Cal + CCC.....	61
Tabla 26.	Clasificación por SUCS – AASHTO del suelo natural.....	63

Tabla 27.	Clasificación SUCS para suelo natural. ....	63
Tabla 28.	Clasificación AASHTO para suelo natural. ....	63
Tabla 29.	Clasificación por SUCS – AASHTO para suelo con Cal + CCC. ...	64
Tabla 30.	Resultados del OCH y MDS del suelo natural. ....	66
Tabla 31.	Humedad y densidad C-01 con Cal + CCC. ....	68
Tabla 32.	Humedad y densidad C-02 con Cal + CCC. ....	69
Tabla 33.	Humedad y densidad C-03 con Cal + CCC. ....	71
Tabla 34.	Resultados del CBR para suelo natural C1, C2 y C3. ....	74
Tabla 35.	Resultados del CBR de la C-01 adicionando con Cal + CCC. ....	75
Tabla 36.	Resultados del CBR de la C-02 adicionando con Cal + CCC. ....	77
Tabla 37.	Resultados del CBR de la C-03 adicionando con Cal + CCC. ....	78
Tabla 38.	Resultados del ensayo de índice de plasticidad. ....	80
Tabla 39.	Resultado estadístico del ensayo de índice de plasticidad. ....	81
Tabla 40.	Resultados del ensayo de Proctor modificado. ....	82
Tabla 41.	Resultado estadístico del ensayo de Proctor modificado. ....	82
Tabla 42.	Resultados del ensayo de CBR. ....	83
Tabla 43.	Resultado estadístico del ensayo de CBR. ....	83
Tabla 44.	Matriz de Consistencia. ....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista de la avenida Circunvalación, superficie mal estado.....	3
Figura 2. Ubicación de la avenida Circunvalación - Puerto Maldonado - MDD ...	3
Figura 3. Composición del suelo y las tres fases para distinguirlos. ....	13
Figura 4. Selección del tipo de material estabilizador. ....	14
Figura 5. Volumen Exportado de castaña – Perú.....	17
Figura 6. Mapa de concesión castañera de RN TAMB y PNBS.....	18
Figura 7. Serie de tamices según norma ASTM D422. ....	22
Figura 8. Los cuatro estados de consistencia de los granos finos. ....	23
Figura 9. Cambio de volumen asociado con variación de humedad en arcillas.	24
Figura 10. Copa de Casagrande. ....	24
Figura 11. Ensayo del límite plástico en laboratorio. ....	25
Figura 12. Sección de moldes para Proctor. ....	28
Figura 13. Curva de compactación.....	29
Figura 14. Sección de equipos para CBR. ....	30
Figura 15. Diseño de la investigación para la presente investigación. ....	37
Figura 16. Plano de Ubicación y Localización.....	41
Figura 17. Se aprecia el porcentaje de contenido de humedad C1-C2-C3. ....	44
Figura 18. Gráfico granulométrico C-01. ....	46
Figura 19. Gráfico granulométrico C-02. ....	47
Figura 20. Gráfico granulométrico C-03. ....	47
Figura 21. Gráfico estadístico de arena-finos C1-C2-C3.....	47
Figura 22. Gráfico de Granulometría C-01 en 5% cal + 10% CCC. ....	48
Figura 23. Gráfico de Granulometría C-01 en 5% cal + 15% CCC. ....	49
Figura 24. Gráfico de Granulometría C-01 en 5% cal + 20% CCC. ....	49
Figura 25. Gráfico estadístico de arena-finos C-01 adicionado.....	49
Figura 26. Gráfico de Granulometría C-02 en 5% cal + 10% CCC. ....	50

Figura 27. Figura 23. Gráfico de Granulometría C-02 en 5% cal + 15% CCC. .	51
Figura 28. Gráfico de Granulometría C-02 en 5% cal + 20% CCC. ....	51
Figura 29. Gráfico estadístico de arena-finos C-02 adicionado.....	51
Figura 30. Gráfico de Granulometría C-03 en 5% cal + 10% CCC. ....	52
Figura 31. Gráfico de Granulometría C-03 en 5% cal + 15% CCC. ....	53
Figura 32. Gráfico de Granulometría C-03 en 5% cal + 20% CCC. ....	53
Figura 33. Gráfico estadístico de arena-finos C-03 adicionado.....	53
Figura 34. Gráfico de Límite Líquido C-01. ....	56
Figura 35. Gráfico de Límite Líquido C-02. ....	56
Figura 36. Gráfico de Límite Líquido C-03. ....	57
Figura 37. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg por calicata.....	57
Figura 38. Gráfico de la Carta de Plasticidad.....	57
Figura 39. Gráfico de Límite Líquido C-01 en 5% cal + 10% CCC.....	58
Figura 40. Gráfico de Limite Líquido C-01 en 5% cal + 15% CCC.....	58
Figura 41. Gráfico de Limite Líquido C-01 en 5% cal + 20% CCC.....	59
Figura 42. Gráfico estadístico Límites de Atterberg C-01 con Cal + CCC.....	59
Figura 43. Gráfico de Limite Líquido C-02 en 5% cal + 10% CCC.....	60
Figura 44. Gráfico de Límite Líquido C-02 en 5% cal + 15% CCC.....	60
Figura 45. Gráfico de Límite Líquido C-02 en 5% cal + 20% CCC.....	60
Figura 46. Gráfico estadístico Límites de Atterberg C-02 con Cal + CCC.....	61
Figura 47. Gráfico de Límite Líquido C-03 en 5% cal + 10% CCC.....	61
Figura 48. Gráfico de Límite Líquido C-03 en 5% cal + 15% CCC.....	62
Figura 49. Gráfico de Límite Líquido C-03 en 5% cal + 20% CCC.....	62
Figura 50. Gráfico estadístico Límites de Atterberg C-03 con Cal + CCC.....	62
Figura 51. Se aprecia el OCH y MDS para suelo natural. ....	66
Figura 52. Relación de Humedad – Densidad para C-01.....	67
Figura 53. Relación de Humedad – Densidad para C-02.....	67

Figura 54. Relación de Humedad – Densidad para C-03.....	67
Figura 55. Gráfico estadístico humedad y densidad C-01 con Cal + CCC.....	68
Figura 56. Relación Humedad – Densidad para C-01 (5% Cal + 10% CCC). ....	68
Figura 57. Relación Humedad – Densidad para C-01 (5% Cal + 15% CCC). ....	69
Figura 58. Relación Humedad – Densidad para C-01 (5% Cal + 20% CCC). ....	69
Figura 59. Gráfico estadístico humedad y densidad C-02 con Cal + CCC.....	70
Figura 60. Relación Humedad – Densidad para C-02 (5% Cal + 10% CCC). ....	70
Figura 61. Relación Humedad – Densidad para C-02 (5% Cal + 15% CCC). ....	70
Figura 62. Relación Humedad – Densidad para C-02 (5% Cal + 20% CCC). ....	71
Figura 63. Gráfico estadístico humedad y densidad C-03 con Cal + CCC.....	71
Figura 64. Relación Humedad – Densidad para C-03 (5% Cal + 10% CCC). ....	72
Figura 65. Relación Humedad – Densidad para C-03 (5% Cal + 15% CCC). ....	72
Figura 66. Relación Humedad – Densidad para C-03 (5% Cal + 20% CCC). ....	72
Figura 67. Grafica estadístico del CBR al 95% de MDS para suelo natural.....	74
Figura 68. Relación de CBR – DMS para las tres calicatas es estado natural. ..	75
Figura 69. Grafica estadístico del CBR al 95% de MDS para C1.....	76
Figura 70. Relación de CBR – DMS para C1 con cal + CCC.....	76
Figura 71. Grafica estadístico del CBR al 95% de MDS para C2.....	77
Figura 72. Relación de CBR – DMS para C2 con cal + CCC.....	78
Figura 73. Grafica estadístico del CBR al 95% de MDS para C3.....	79
Figura 74. Relación de CBR – DMS para C3 con cal + CCC.....	79
Figura 75. Se aprecia la caldera de la empresa castañera ASCART.....	108
Figura 76. Extracción de ceniza de cascara de castaña. ....	108
Figura 77. Ubicación y excavado de la Calicata C-01.....	109
Figura 78. Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 01).....	109
Figura 79. Ubicación y excavado de la Calicata C-02.....	110
Figura 80. Extracción de muestra, profundidad de 1.60 m. (Calicata – 02).....	110

Figura 81. Ubicación y excavado de la Calicata C-03.....	111
Figura 82. Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 03).....	111
Figura 83. Materiales y equipos para el análisis granulométrico.....	112
Figura 84. Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 03).....	112
Figura 85. Equipos y vertido de la muestra lavada en tamices. ....	113
Figura 86. Tamizado y pesado de la muestra por cada # de malla pasante. ..	113
Figura 87. Muestra tamizado y ensayo de límite plástico.....	114
Figura 88. Ensayo de límite plástico – casa grande.....	114
Figura 89. Muestras de suelo para ensayo de Proctor modificado C-01.....	115
Figura 90. Muestras de suelo para ensayo de Proctor modificado C-02.....	115
Figura 91. Muestras de suelo para ensayo de Proctor modificado C-03.....	115
Figura 92. Mezclado de agua + suelo para el ensayo de Proctor modificado.	116
Figura 93. Compactado y pesado del ensayo de Proctor modificado. ....	116
Figura 94. Muestras de suelo para ensayo de CBR C-03.....	117
Figura 95. Muestras de suelo para ensayo de CBR C-03.....	117
Figura 96. Muestras de suelo para ensayo de CBR C-03.....	117
Figura 97. Mezclado y compactado en molde CBR – suelo natural.....	118
Figura 98. Sumergido respectivo de moldes de CBR.....	118
Figura 99. Equipo para la lectura de penetración de CBR. ....	119
Figura 100. Precisos momentos de la penetración de molde CBR. ....	119
Figura 101. Muestras de suelo con cal y CCC para Proctor modificado. ....	120
Figura 102. Mezclado y pesado de suelo con cal y ceniza. ....	120
Figura 103. Muestra de suelo 5% cal y 10% CCC para ensayo de CBR. ....	121
Figura 104. Muestra de suelo 5% cal y 15% CCC para ensayo de CBR. ....	121
Figura 105. Muestra de suelo 5% cal y 20% CCC para ensayo de CBR. ....	121
Figura 106. Mezclado, compactado y pesado de suelo con cal y CCC.....	122
Figura 107. Moldes de CBR con la adición de Cal y CCC. ....	122

Figura 108. Sumergido de los Moldes de CBR con Cal y CCC.....	123
Figura 109. Penetración de los Moldes de CBR con Cal y CCC.....	123
Figura 110. Muestra para límites de consistencia del suelo con cal y ceniza.	124
Figura 111. Ensayo de límite líquido del suelo con cal y ceniza.....	124
Figura 112. Taras con suelos del límite líquido. ....	125
Figura 113. Taras con suelos del límite plástico.....	125

## RESUMEN

La investigación lleva como título “Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022”. Se realizó con el fin de aumentar las propiedades del suelo en estudio, de esta manera se busca mejorar la subrasante de la Av. Circunvalación, prácticamente se encuentra con superficie con el tipo de suelo arcilloso. Es por esta razón que aplicaremos los siguientes materiales estabilizantes como la cal y la ceniza de cascara de castaña (CCC), se trabajó en los siguientes porcentajes para cal (5%) \_CCC (10%), cal (5%) \_CCC (15%) y finalmente cal (5%) \_CCC (20%).

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación es aplicada, para el nivel de investigación será explicativa, y tendrá un nivel de investigación experimental – cuasi experimental, con un tiempo de investigación del tipo transversal.

La población para esta investigación será la avenida circunvalación del distrito y provincia Tambopata, mientras que para la muestra se ejecutaron tres calicatas, la primera está ubicado en la progresiva (0+020), la segunda calicata está en la progresiva (0+520) y finalmente la tercera calicata en la progresiva (0+970). Para el caso del muestreo es no probabilístico. Todas las muestras obtenidas fueron sometidos a ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, para luego proceder a adiconas los materiales estabilizantes. Con respecto a los instrumentos que se utilizaron para los ensayos fueron las normas nacionales e internacionales, tales como la NTP-ASTM-SUCS-ASHTTO, de modo que los resultados sean contundentes y confiables.

Los resultados para la C-1, C-2 y C-3 se obtuvo un índice de plasticidad de 12.16%, 17.30% y 14.34% respectivamente, adicionando los materiales estabilizantes disminuyo un máximo de  $IP=7.51\%$ ,  $7.41\%$  y  $7.30\%$ . El OCH para el suelo natural fue 9.80%, 10.22% y 9.33%, adicionando los materiales estabilizante incremento un máximo de 11.17%, 11.18% y 11.60%. Y el CBR para suelo natural fue de 6.67%, 6.31% y 7.86%, añadiendo los materiales estabilizantes incremento un máximo de 23.20%, 24% y 25% respectivamente.

Palabras clave: Estabilización, Suelos Arcillosos, Cal, CCC.

## ABSTRACT

The research is entitled "Stabilization of clayey soil with lime and chestnut shell ashes for the subgrade of Circunvalación Avenue, Tambopata 2022". It was carried out in order to increase the properties of the soil under study, thus seeking to improve the subgrade of the Circunvalación Avenue, which practically has a surface with clayey soil type. It is for this reason that we will apply the following stabilizing materials such as lime and chestnut shell ash (CCC), we worked in the following percentages for lime (5%) \_CCC (10%), lime (5%) \_CCC (15%) and finally lime (5%) \_CCC (20%).

This research has a quantitative approach, the type of research is applied, for the level of research it will be explanatory, and it will have an experimental - quasi-experimental level of research, with a cross-sectional type of research time.

The population for this investigation will be the ring road of the Tambopata district and province, while for the sample three pits were made, the first one is located in the progressive (0+020), the second pit is in the progressive (0+520) and finally the third pit in the progressive (0+970). In the case of sampling, it is non-probabilistic. All the samples obtained were subjected to soil mechanics laboratory tests, and then the stabilizing materials were added. The instruments used for the tests were national and international standards, such as NTP-ASTM-SUCS-ASHTTO, so that the results would be conclusive and reliable.

The results for C-1, C-2 and C-3 obtained a plasticity index of 12.16%, 17.30% and 14.34% respectively, adding the stabilizing materials decreased a maximum of IP=7.51%, 7.41% and 7.30%. The OCH for natural soil was 9.80%, 10.22% and 9.33%, adding the stabilizing materials increased a maximum of 11.17%, 11.18% and 11.60%. And the CBR for natural soil was 6.67%, 6.31% and 7.86%, adding the stabilizing materials increased a maximum of 23.20%, 24% and 25% respectively.

Keywords: Stabilization, clayey soil, lime, CCC.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

La construcción de las carreteras en estos últimos años se ha incrementado radicalmente, es por esta razón que es el factor fundamental que nos permite al progreso y/o avance de nuestro país. Pero se tiene inconveniencias para la ejecución de los proyectos de carreteras, donde existen situaciones que se presentan, tales como son la gran variedad geográfica y los distintos tipos de suelos existentes según las diferentes regiones naturales del Perú. (Caranca, 2019).

Teniendo el conocimiento sobre la variedad de los suelos en el Perú, la región de Madre de Dios perteneciente a la región natural selva baja, más precisamente en la ciudad de Puerto Maldonado se tienen problemas en el desarrollo de los proyectos de las obras civiles, que se ven dificultadas por la presencia de los suelos arcillosos (suelo arcilloso rojizo – acrisoles), esta clasificación según (midagri, 2015). Sabemos que este tipo de suelo no cumple los parámetro o requisito requerido conforme a la norma técnica (CE.010, 2010) Pavimentos urbanos.

Actualmente existen vías pavimentadas y no pavimentadas en la ciudad de puerto Maldonado, según a cada clasificación normativa. Pero también existen vías denominados trochas en las zonas urbanas donde existe circulación vehicular alta. Donde la vía tiene la superficie en mal estado y sin mejora de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. En consecuencia, la av. Circunvalación se ve perjudicada por las fuertes lluvias entre el mes de noviembre hasta abril (ver figura 01), ocasionando deterioro e inestabilidad de la subrasante en estudio. Sabemos lo importante que es una infraestructura vial óptima para una buena comunicación entre las zonas urbanas. Esto hace que se tenga un mayor interés para la estabilización o tratamiento de los suelos para la estructura vial. Planteando soluciones para la estabilización de la subrasante, pensando en los aspectos económicos, técnicos y ambientales.

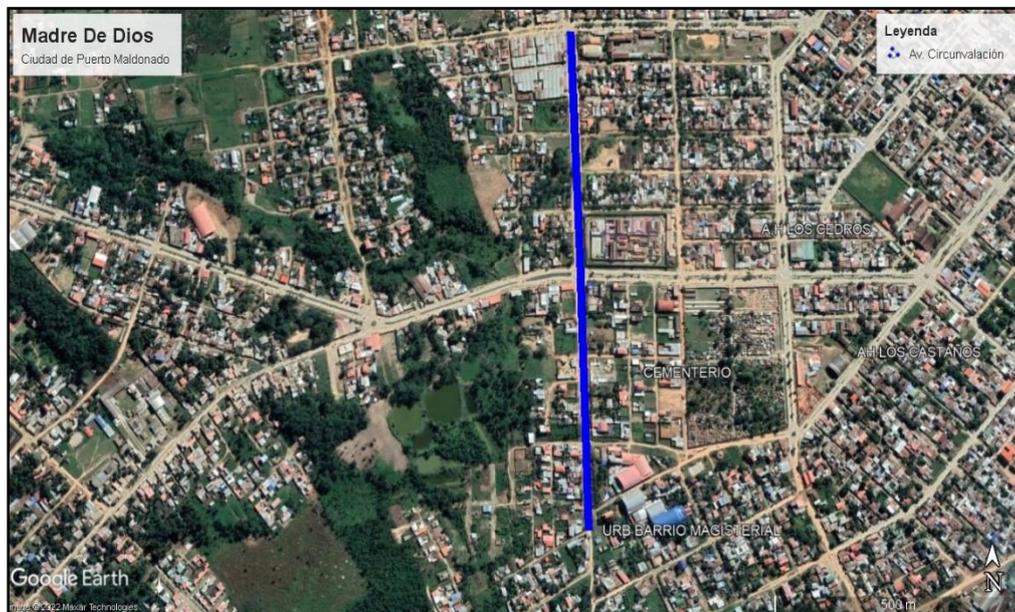
De aquí nace la presente investigación titulada “Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022”, donde presentamos una manera de estabilizar el suelo con el fin de analizar la influencia de la cal y las cenizas del cascara de castaña, sobre las propiedades a las que afectara este material estabilizante en el suelo arcilloso.

Por lo tanto, esta manera de sustituir al suelo arcilloso, quien consiste en la estabilización del suelo con cal y la adición de la ceniza de cascará de castaña, será utilizada cuando por lo general no se disponga de los materiales alternativos. Además, con este tratamiento de la cal y cenizas de cascara de castaña se propone reducir el alto costo y a su vez llegando a la capacidad portante adecuada y conforme a las normas existentes.



*Figura 1.* Vista de la avenida Circunvalación, superficie mal estado

Fuente: Elaboración propia, 2022



*Figura 2.* Ubicación de la avenida Circunvalación - Puerto Maldonado - MDD

Fuente: Elaboración propia, 2022

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿En qué medida incide la aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo incide la cal y cenizas de cascara de castaña, en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022?
- ¿Cuánto incide la cal y cenizas de cascara de castaña, en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022?
- ¿De qué manera incide la cal y cenizas de cascara de castaña, en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022?

## **1.3. Justificación de la investigación**

La transcripción de la justificación de una investigación indica la pertinencia y seguridad del estudio. (Alvarez Risco, 2020). También se sabe que la justificación es una operación racional, es por esta razón que nos basamos en fundamentar nuestras acciones, creencias y conocimientos. (Fernández Bedoya, 2020).

### **1.3.1. Justificación social**

El mejoramiento y la estabilización de los suelos arcillosos para un nivel de subrasante son de mucha importancia en el tramo de estudio de esta investigación. Porque facilitarían la buena circulación y movilidad urbana de los vehículos que transitarían por la zona, así mismo ayudando a la población a reducir los tiempos de traslado, también existirán beneficios en la práctica de nuevas actividades con respecto al comercio.

### **1.3.2. Justificación técnica**

Todas las investigaciones realizadas nos brindaran mayor información acerca de la estabilización de suelos arcillosos mediante aplicación de cal y la ceniza de cascara de castaña, para mejorar futuros daños en la estructura del pavimento en el área de estudio, como finalidad de esta investigación es que pueda considerarse para utilizar en los proyectos futuros, si la repercusión de los materiales estabilizantes (cal – ceniza de cascara de castaña) fueran contundentes como estabilizadores químicos, pueden utilizarse como material piloto para tratar los suelos arcillosos en esta zona.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

Para la presente investigación se realizó muchas alternativas de consulta, tales como son los manuales, normas y libros que tengan alguna relevancia con el tema de investigación, quien nos proporcionó a los investigadores una gran base de datos del cual se pueda ordenar de la mejor manera posible.

Los investigadores para la realización del estudio se apoyaron en los criterios, ensayos de laboratorio de mecánica de suelo y exclusivamente el normas internacionales y nacionales.

### **1.3.4. Justificación ambiental**

Para la conservación del medio ambiente, en la actualidad es importante ya que hay entidades que velan por ello. Es por esta razón que se desarrolló una metodología que corresponda a un grupo tecnológico verde. Apoyando a cuidar la naturaleza y el medio ambiente utilizando los desechos como la cascara de castaña, empleándolo como material estabilizante para las vías no pavimentadas.

### **1.3.5. Justificación económica**

Toda la investigación fue financiada por los autores, se realizaron tres extracciones de muestra (calitas), para luego someterlos a un estudio experimental para la presente tesis, también se realizaron ensayos de laboratorio, para un estudio de la mecánica de suelos, con el fin de obtener resultados y plasmarlos en la presente investigación.

#### **1.4. Objetivos de la investigación**

Un objetivo es un propósito explícito de un investigador de lograr resultados durante el estudio o una meta al finalizar una investigación. (Alirio Bastidas, 2019). También se sabe que los objetivos de una investigación son el estudio en resumen de lo que se quiere lograr y están relacionadas estrechamente con los problemas. (Abreu, 2012).

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Determinar la incidencia de la aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar el grado de incidencia del cal y cenizas de cascara de castaña, en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022
- Evaluar el grado de incidencia del cal y cenizas de cascara de castaña, en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.
- Determinar el grado de incidencia del cal y cenizas de cascara de castaña, en la capacidad de resistencia del suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

#### **1.5. Hipótesis de investigación**

La hipótesis es una prueba que puede ser verdadero, referenciado en la información preliminar, (Espinoza Freire, 2018). También es una inquietud permanente en las investigaciones didácticas de la ciencia – es la justificación de la teoría de los trabajos que se realiza a iniciar a estudiar para llegar a una respuesta comprobada, (García y Rodeja, 2008).

### **1.5.1. Hipótesis general**

- La aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña inciden en la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña, inciden en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.
- La aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña, incide en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.
- La aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña, incide en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del Problema de Investigación

#### 2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional

*La investigación trato sobre la evaluación en los comportamientos físicos y mecánicos acerca de la resistencia de un determinado suelo arcilloso adicionando la cal más las cenizas de cascara de arroz. (Méndez y López, 2020).* (Investigación para adquirir la cualificación profesional de ingeniero civil). Universidad Piloto de Colombia.

Como propósito para esta investigación resuelve los comportamientos físicos – mecánicos de un suelo natural y un suelo alterado con cal y ceniza de cascara de arroz. A fin a ello determino el tamaño de partículas del suelo utilizando el análisis granulométrico. Para luego clasificar los materiales mediante las nomenclaturas SUCS. Así mismo obtener la humedad optima utilizando el ensayo de compactación Proctor Modificado. De la misma forma determinar la resistencia a la compresión del suelo natural y del suelo alterado. Para finalmente analizar y proceder toda la información obtenida en las tablas, formulas y gráficos.

Las conclusiones de esta investigación para el caso del análisis granulométrico, resulto que el 0.70% es grava, 16.20% es arena y 83.10% es fino, lo que nos indica que el suelo es de tipo fino. Para los límites de atterberg resulto ser un suelo arcilloso de alta plasticidad. Mientras que, para el ensayo de Proctor modificado, para el suelo natural la máxima densidad fue 1.79gr/cm<sup>3</sup> con la humedad optima de 16.25%, para el suelo alterado con la cal y ceniza, la densidad máxima fue de 1.76 gr/cm<sup>3</sup> con la humedad optima del 16.25%, esto significa que no hubo ninguna mejoría. Para la compresión inconfiada, para el suelo natural con 56 golpes de compactación la resistencia máxima al corte fue de 0.0126 kg/cm<sup>2</sup> y para el suelo alterado con cal y ceniza de cascara de arroz la resistencia máxima fue de 0.01024 kg/cm<sup>2</sup>.

*La investigación fue realizada para estabilizar y mejorar una subrasante aplicando la cal y el cemento en una obra vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. (Gavilanes Bayas, 2015) .* (Investigación para adquirir la cualificación profesional de ingeniero civil). Universidad Internacional de Ecuador.

Como objetivo de esta investigación fue determinar las características físicas y mecánicas del suelo alterado para la subrasante en los diferentes porcentajes de adición del cemento y la cal y así obtener la estabilización del suelo para la subrasante de la vía. Así mismo se estudiará las procedencias de la capacidad de resistencia del suelo con el aumento del porcentaje del cemento y la cal, por consiguiente, se analizará la capacidad de sustento con el ensayo del CBR.

Como conclusión se decidió que el tipo de suelo obtenido fue limo arcilloso de color café claro determinando según norma la estabilización con cemento. Para el índice de plasticidad se afirmó que es bajo a diferencia del suelo natural con la adición del porcentaje del cemento. Al utilizar el material estabilizante como es el cemento se notó las ventajas tales como el espesor de la superficie de rodadura, el cual fue menor en los diferentes tipos de pavimentos a diferencia con el suelo natural. La capacidad de resistencia incremento con la aplicación del cemento en porcentajes mayores a lo que indica la norma sobre el valor del CBR.

*En este artículo presenta una manera de estabilizar un suelo expansivo en la localidad de san José de Cúcuta - Colombia utilizando las cenizas volantes. (Florez-Gongora et al. 2016).* Esta investigación tiene como objetivo estabilizar los suelos expansivos, que a su vez ocasionaron daños en las construcciones, esto por la expansión y retracción del suelo generado por la fuerte humedad de la localidad de san José de Cúcuta, y es por esta razón que se propuso estabilizar químicamente el suelo expansivo con las cenizas volantes, donde se analizara sus ventajas y desventajas al adicionar en porcentajes de 20%, 25% y 30%. También se realizarán ensayos de laboratorio como los límites de consistencia, la humedad, relaciones de contracción, la granulometría y finalmente el ensayo de Proctor estándar. Como conclusión de los estudios se obtuvo que el mejor resultado fue el 30% de adición de las cenizas volantes.

Con la adición de las cenizas se redujo el límite líquido en un 16.50% y el índice de plasticidad en 30.74%, de tal manera que se mejoró la estabilidad del suelo expansivo. Y finalmente la clasificación del suelo fue de CH, un suelo de alta plasticidad con una mediana o baja expansividad.

*La investigación trato sobre la evaluación en los comportamientos físico mecánicos con la combinación de cenizas de cascara de arroz con diferentes variables blandos en un suelo arenoso – arcillosos. (Barragán y Cuervo, 2019).* (Investigación para adquirir la cualificación profesional de ingeniero civil). Universidad Piloto de Colombia Sección Alto Magdalena.

En este trabajo de investigación experimental tiene como objetivo de analizar los factores físicos, mecánicos para conocer el soporte de un suelo arena – arcilloso al combinar en 1% con el material estabilizante de ceniza de cascara de arroz, con el propósito de buscar un solución positivo para estabilizar bajas resistencias de los suelos y luego emplear como soporte en la estructura vial de diferentes tipos de pavimentos. Con el fin de resolver, ya que es un desecho agrícola en gran cantidad así dañando medio ambiente y contribuyendo la mitigación generados por estos. Y luego analizar comparativo de la resistencia del suelo arena arcillosos natural con la combinación de ceniza de cascara de arroz.

En conclusión, se lograron los objetivos deseados como evidencia la resistencia del suelo arena – arcilloso con la incorporación de ceniza de cascara de arroz en 1% cumpliendo en aumentar la resistencia de soporte en un 19% a condición inicial del mismo. Por otro lado, no sea podido cumplir lo esperado en el cambio de volumen del suelo que puesto aumenta su expansión en un porcentaje de 0.09% respecto a la muestra natural al ser alterado al combinar con el material estabilizante con ceniza de cascara de arroz.

### **2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional**

*La investigación trato sobre aplicación de la cal más el cemento para estabilizar la subrasante de un suelo arcilloso en el tramo de san José-Chichizu, Junín. (Auccalla y Valenzuela, 2019).* (Investigación para adquirir la cualificación profesional de ingeniero civil). Universidad cesar vallejo lima–Perú.

Este trabajo de estudio tuvo el propósito de determinar la estabilización de una subrasante que será aplicado con cal y cemento, para ello se determinaría el índice de plasticidad, la resistencia y el contenido de humedad óptimo.

Como conclusión de este estudio realizado se obtuvo que la aplicación de la cal más el cemento incrementan el contenido de humedad optima del suelo arcilloso, con una dosificación de 4.9% de cal y 3% de cemento se obtuvo 16.43. Con 4.9%

de cal y 3.9% de cemento fue de 17.23 y finalmente con 4.9% de cal y 4.8% de cemento, resulto ser de 17.53.

Para el caso del CBR cuando se adiciona la cal más cemento se disminuye las proporciones, para cemento en porcentajes de 3% - 3.9% y para la cal 4.8% - 4.9%, el valor del CBR se incrementa en 15.4%, 21.6% y 25.1%, cuando se adiciona la cal con el cemento, el cual nos dice que influye en la capacidad de soporte.

*En esta investigación se estudió la adición de la cal para estabilizar y mejorar la subrasante en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla. (Machco Caranca, 2019).* (Investigación para adquirir la cualificación profesional de ingeniero civil). Universidad cesar vallejo lima – Perú.

El propósito de esta investigación fue estabilizar la subrasante mediante la aplicación de la cal, el cual es determinar el contenido de humedad óptima y capacidad portante del suelo (CBR).

Como conclusión se obtuvo, que adicionando en porcentajes de la cal en 12%, 14% y 16% al suelo natural no modificado, el ensayo de Proctor modificado el contenido de humedad optima mejoro para 12% (9.72%), 14% (11.70%) y 16% (13.51%). Mientras que para la capacidad portante mejoro adicionando la cal en 12% (9.60% - 10.90%), 14% (9.60%-15.20%) y finalmente para 16% (9.60%-16.10%).

*La investigación se trata para estabilizar la superficie de rodadura con cal y cenizas de cascara de arroz en la vía santa clemencia – Chachapoyas. (Esquivel y Gamez, 2019).* (Investigación para adquirir la cualificación profesional de ingeniero civil). Universidad Nacional de la Santa Nueva Chimbote – Perú.

En esta investigación se muestra en forma experimental a utilizar como material estabilizador para mejorar la capacidad de soporte del suelo mediante cal y ceniza de cáscara de arroz, luego se busca mejorar la capacidad portante adecuada, de tal manera sea una capacidad requerida así proponer en los distintos tipos de pavimento y las cargas que se transmitas adecuadamente sin ningún problema en las estructuras del pavimento vial.

Luego el objetivo es clasificar el suelo extraída de la vía Santa Clemente – Chachapoyas de acuerdo de SUCS Y AASHTO. Tanto se propone hacer varios

ensayos de CBR con las siguientes proporciones de 2%, 4% y 6% en cal y 5%, 10% y 20% de ceniza de cascara de arroz con el propósito el óptimo.

Al final de este estudio, se presentarán los beneficios de la cal y la ceniza de cascarilla de arroz en la estabilización de suelos. Esta es la razón por la que se utilizan residuos agrícolas. Se estabilizo con las combinaciones propuestas de 2%, 4% y 6% en cal y 5%, 10% y 20% produciendo un nuevo tipo de combinación distinta y obteniendo buenos resultados.

*En este estudio se estudió la aplicación a suelos arcillosos que contienen ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la subrasante del municipio de Moyobamba (Departamento de San Martín). (López Barbarán, 2021). (Investigación para adquirir la cualificación profesional de ingeniero civilg). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima – Perú.*

El propósito de este estudio es estabilizar el suelo arcilloso con ceniza de cáscara de arroz para lograr la capacidad de carga requerida y luego usar SUCS y AASHTO para determinar la clasificación del suelo.

Los siguientes porcentajes de muestras de 5%, 10% y 15% se usan para determinar el índice de suelo arcilloso usando una combinación de ceniza de cáscara de arroz y la prueba de Atterberg. La densidad seca y el contenido de humedad óptimos del suelo arcilloso ya están optimizados mediante la combinación de ceniza de cáscara de arroz y la prueba Proctor modificada en las siguientes proporciones de 5 %, 10 % y 15 %, y se mejora la resistencia del suelo. Se pueden combinar para medir la capacidad de soportes ya en 5%, 10% y 15% de suelos arcillosos.

Según de la clasificación de suelo que se realizado obtuvimos de acuerdo el SUCS – CH y por el AASHTO – A-7-6 (20). En los ensayos como CBR la resistencia obtuvimos al 95% en su máxima densidad seca del suelo natural es de 3.96%, añadiendo el material estabilizante en 5% de cenizas de casca de arroz la resistencia es de 6.90%, con la combinación en 10% cenizas de casca de arroz la resistencia llega a 9.60% y luego por el porcentaje 15% de cenizas de casca de arroz la resistencia es de 10.5%, con estos resultados llegamos a una conclusión de que la ceniza de cascarilla de arroz da buenos resultados como estabilizador de suelos arcillosos.

## 2.2. Bases teóricas de la investigación

### 2.2.1. Suelos

El suelo para la ingeniería civil es considerado como un material cualquiera que no está consolidado y tampoco solidificado. El suelo es básicamente un conjunto de partículas no consolidadas con gas y líquido incluido, quien a su vez tiene 03 fases para poder distinguirlos. (Marco et al, 2018, p. 06).

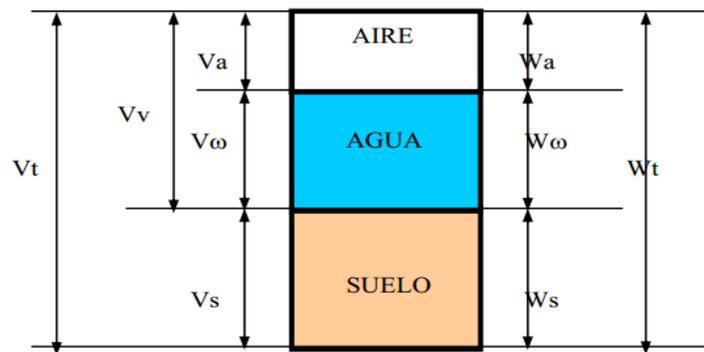


Figura 3. Composición del suelo y las tres fases para distinguirlos.  
Fuente (Mecánica de Suelos - Geología - publicaciones, 2015)

### 2.2.2. Suelos arcillosos

Los suelos arcillosos o suelos expansivos son una gran preocupación para la ingeniería, ya que este tipo de suelos pueden cambiar de volumen con una simple variación de humedad. Este tipo de suelos se caracterizan por tener baja capacidad de resistencia a la compresión y a la compresibilidad excesiva, es decir que la baja capacidad portante del suelo es una falla por compresión. Los suelos arcillosos están compuestos por partículas llamadas microcristalinas que pertenecen a un grupo de minerales. Por lo general este tipo de suelos están compuesto por granos finos, y su plasticidad es perfecta cuando se combina con la humedad adecuada y cuando se secan se vuelven a endurecer. (Ali Akbar et al., 2016). Los suelos arcillosos suelen ser expansivos, es decir que no solamente aumenta su volumen cuando se agregue agua, sino también que el volumen puede disminuir o puede contraerse si el suelo pierde humedad. La expansión de un suelo depende mucho de varios factores, como es el caso de la diferencia de la humedad in situ y la humedad ya equilibrada que alcanzara como la estructura ya terminada. Y otro factor importante es la carga al cual estará sujeta el suelo determinado, es decir si la carga es mayor, la expansión del suelo arcilloso será también mayor. (Galleguillos, 2003, p. 01).

### 2.2.3. Métodos de estabilización de suelos

Sabemos que la estabilización de suelo es el proceso de mejoramiento de las propiedades de resistencia, tanto físicas como mecánicas. Para lograr la estabilización de un suelo de baja capacidad se adiciona los aditivos o los materiales estabilizantes, a su vez también se debe de clasificar el suelo, determinar la cantidad y el tipo del material estabilizante, para finalmente determinar el tipo de procedimiento. (Bada, 2016, p. 16). Debemos tener bien definido el objetivo de la estabilización para después seleccionar el correcto material estabilizante. Durante el procedimiento pueden afectar diferentes variables, así como el clima, la ruta o el mismo tipo de suelo. (Castillo, 2017, p. 04). Los métodos para la estabilización, cada una tiene su definición particular, así como los distintos ensayos de laboratorio para poder efectuar y medir capacidad portante, los límites de consistencia, etc. (Álvares, 2015, p. 16). Estos métodos de estabilización aparecieron básicamente como una opción en la ejecución de las vías, de tal manera que se pueda sustituir el material convencional y mejorar la capa de la subrasante en la estructura del pavimento. (Alarcón et al, 2020).

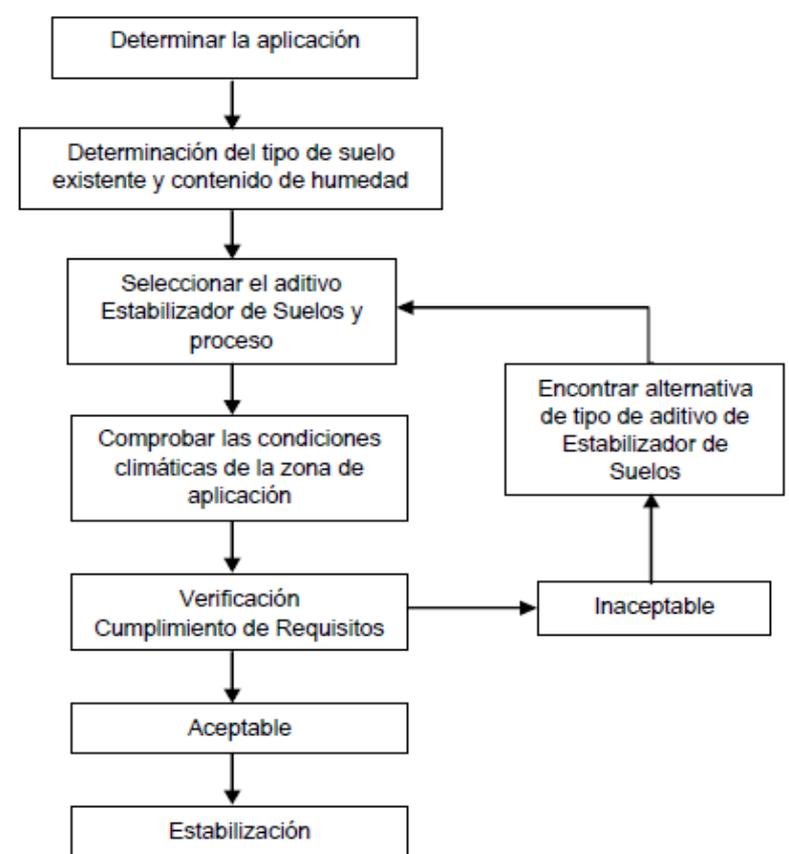


Figura 4. Selección del tipo de material estabilizador.  
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014

### **2.2.3.1. Método de estabilización física**

Este método de estabilización se suele ejecutar de manera física, para aumentar todas las características del suelo, generando variaciones en forma física. Para ello existen métodos de estabilización física tales como la consolidación previa, los geotextiles, composición de diferentes suelos y la vibro flotación. También existe la estabilización mixta entre física y mecánica, es decir se mejora al suelo con otro suelo, pero previamente seleccionado. (Quezada, 2017, p. 11).

### **2.2.3.2. Método de estabilización mecánica**

Para una estabilización mecánica es necesario la mezcla de por lo menos dos o más tipos de suelo natural para poder variar la gradación y aumentar las propiedades del suelo en estudio. El principal objetivo es disminuir el volumen de vacíos ocupando el espacio entre las propiedades granulares más enormes del suelo con los fragmentos de suelo más fino, con la combinación de los diferentes suelos con los distintos tamaños de fragmento granular, para luego proceder con la compactación completa.

Para la etapa de compactación se deberá consolidar que la relación de vacíos disminuya, habiendo mejorado los datos de la resistencia del suelo, tales como la variable de la cohesión y el ángulo de fricción. (Archibong et al. 2020).

### **2.2.3.3. Método de estabilización química**

Esta presente estabilización usa varios elementos químicos que ejercen en el suelo en donde se crean respuestas que mejoran sus propiedades moleculares, a fin de modificar la composición del suelo en estudio. Dentro de la estabilización química se encuentran los siguientes componentes que pueden usarse como material estabilizante: polímeros, cloruro sodio y calcio, escoria de fundición, productos de petróleo, cal, cemento etc. (Ramos y Lozano, 2019, p. 21)

Estabilizar al suelo químicamente tiene beneficios como el tiempo de fraguado y curado que pueden ser controlados. La desventaja es que puede llegar a ser muy costosa y no ser amigable con el medio ambiente. (OLAYA, 2018, p. 59).

## **2.2.4. Estabilización de suelos con cal**

### **2.2.4.1. La cal**

La cal es el material más antiguo que se haya conocido y la más utilizada por la humanidad, la obtención de este material fue a través de las rocas carbonatadas, sobre todo de las calizas y dolomitas.

En el área de construcción, como es el caso de la aplicación en los suelos de baja capacidad, así para estabilizar utilizando como secado el suelo húmedo y optimizar las propiedades de los suelos arcillosos con el fin de mejorar soporte. (Vidal y Tormo, 2015, p. 27).

También nos indica la existencia del “cal hidratada” es un aditivo con mucho uso en el ámbito mejorar al combinarse con los suelos limosos y arcillosos para mejorar la capacidad portante adecuada según la necesidad. Es reconocido por la optimización de la humedad con la finalidad de prever las fallas que pueden ocurrir en el trayecto del tiempo (Kikut Cruz, Baldi y Elizondo Salas, 2020).

### **2.2.4.2. Estabilización con cal**

Los procedimientos aplicados ha sido éxito, porque sea logrado aumentar la vida útil de las rutas no pavimentadas, logrando la reducción en mantenimiento permanente en un mediano y largo plazo y el resultado da solución económica, presenta la solución de mejorar superficies de rodadura y el desempeño es mejor en la época de lluvia y humedad extrema.

No solamente se utiliza para mejorar superficialmente, también es de suma importante la mejorar en subrasante dentro de una estructura de pavimento de media y alto tránsito, esta solución optimiza la capacidad estructural. (Arrieta, Carro y Obando, 2010)

El material cal nos proporciona una manera menos costosa de estabilizar los suelos. Cuando se modifica al suelo con la cal se puede notar mejoras en la resistencia provocado por la capacidad de intercambio de cationes en lugar del efecto cementante que es provocada por la reacción de la puzolana. La estabilización con este material puede referirse a la reacción de la puzolana con la cal, a causa de la presencia de agua para luego producir un compuesto cementoso. En una reacción química entre la cal y la tierra se tienen dos etapas. En la primera etapa al cual conocemos como tratamiento inmediato o también llamado corto

plazo, el proceso ocurre a pocas horas o días luego de incluir la cal, en esta atapa se producen intercambios catiónicos, floculación o aglomeración y finalmente la carbonatación. Mientras que la segunda etapa se lleva a cabo durante varios meses o hasta años, quien también es considerado como tratamiento a largo plazo. La reacción principal para esta etapa es la reacción puzolana. (Nnochiri, 2018, p. 75).

## 2.2.5. Cenizas de cascara de castaña

### 2.2.5.1. La castaña

La planta de castaña es un fruto que se obtiene del mismo árbol con el mismo nombre, este fruto se encuentra en los bosques altos, por lo general en zonas inundables en la amazonia del Perú, Bolivia, Colombia, Brasil y Guyana. El nombre científico de la castaña es *Bertholletia excelsa*. Pero en el mercado mundial se le conoce con diferentes nombres como la nuez, la almendra y el Perú como la castaña. *Bertholletia excelsa* básicamente es una especie auto incompatible, quiere decir que es incapaz de producir semillas por autopolinización. Su diversidad genéticas es bastante alta según (Guariguata y Rockwell, 2015).

### 2.2.5.2. La castaña en el Perú

La castaña es uno de los recursos principales en el Perú, el cual esto ha dado al crecimiento de la producción y la exportación de la castaña sin cascara, a más de 20 países con fines de industrias alimenticias o cosméticos, cabe recalcar que también se exporta la castaña con cascara, pero en menor cantidad.

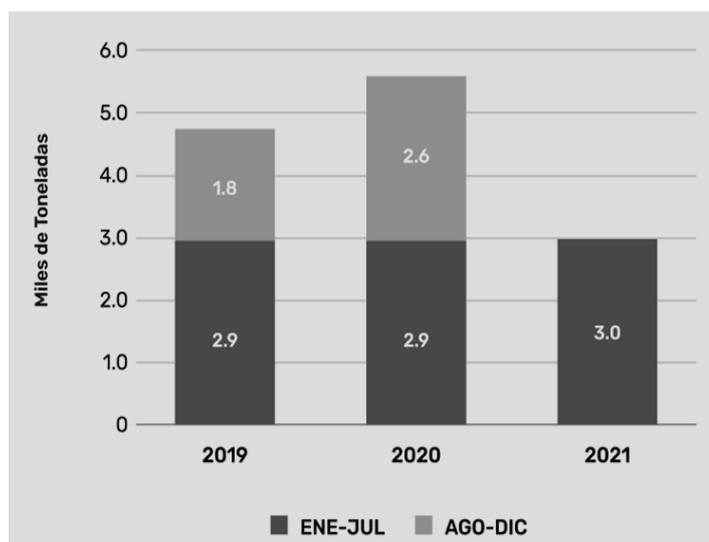


Figura 5. Volumen Exportado de castaña – Perú.  
Fuente: (SUNAT, 2021)

Perú ha estado exportando cantidades significativas en los años 2019, 2020 y 2021 (ver figura 2). Los países cuyo destino de exportación son más frecuentes con mayores volúmenes de castaña son principalmente a Corea, Estados Unidos y Rusia. Aunque se incrementó la exportación en los últimos años fue a los países bajos. (Ministerio de desarrollo agrario y riego, 2021).

### 2.2.5.3. La castaña en la región de Madre de Dios

En el Perú la región de Madre de Dios es la única donde se puede encontrar los árboles de castaña en cantidades suficientes, donde su aprovechamiento sea rentable económicamente. La producción de la castaña es una de las actividades con mayor impacto en la economía de la región de madre de dios. Ya que la cantidad de bosque castañero es aproximadamente con un área extendida de 2.5 millones de hectáreas, es decir que él 30% de la superficie de la región de madre de dios es concesión castañera. (Gomringer, 2014, p. 4)

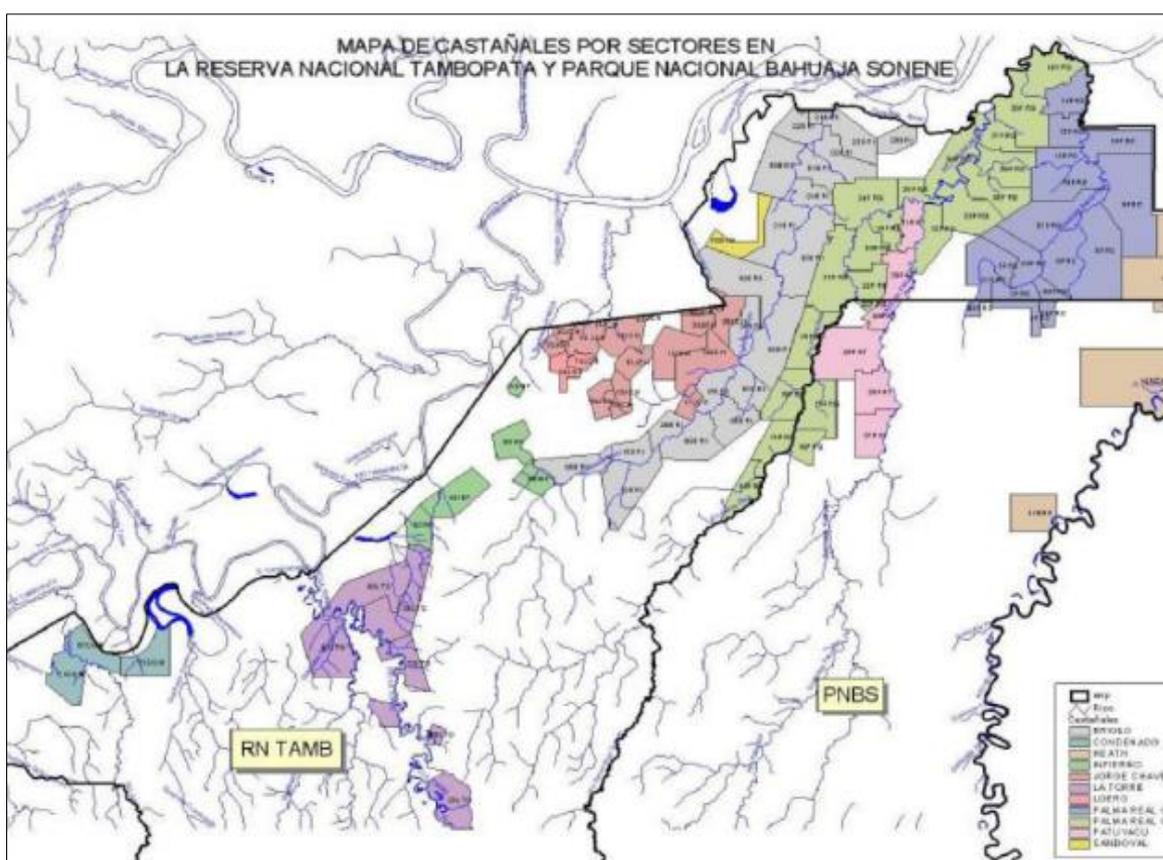


Figura 6. Mapa de concesión castañera de RN TAMB y PNBS.

Fuente: Proyecto de encadenamientos Productivos sostenible en áreas naturales protegidas (Isola, 2008, p. 14).

Según SENASA del ministerio de agricultura y riego en el año 2020 se alcanzó a constatar 633 toneladas de castaña, SENASA informo de que la región madre de dios es unos de los exportadores y productores en el país. Durante el estado de emergencia SENASA logro asistir 30 solicitudes para la exportación de la castaña. En la región de madre de dios se tiene las dos concesiones castañeras más grandes tales como son la Reserva Nacional de Tambopata y el Parque Nacional de Bahuaja Sonene. (SENASA, 2020).

Entre las empresas exportadoras de castaña se encuentran las siguientes: Bosque EIRL, Manutata SAC, Nuez SRL, Candela Perú SAC y ASCART (Asociación de castañeros de la reserva de Tambopata). (Tejada, 2018, p. 4).

#### 2.2.5.4. Cenizas de cascara de castaña (CCC)

La cascara de la castaña la forma más óptima de reciclar es la de incineración controlada, de tal manera que se produzca la ceniza de cascara de castaña (CCC). La cascara de castaña se transforma en un material nuevo con alto contenido de sílice y algunas propiedades puzolánicas.

Los materiales puzolánicos en su mayoría el componente fundamentales la sílice y el aluminio, estos componentes tienen propiedades adherentes al material con la presencia de agua.

Tabla 1. Tipos de materiales puzolánicos.

CLASIFICACIÓN DE PUZOLANAS	
Naturales	Cenizas volcánicas _ Diatomita _ materias sedimentarias de origen animal o vegetal.
Artificiales	Arcillas calcinadas _ Cenizas pulverizadas de carbón de piedra _ cenizas de residuos agrícolas quemadas _ cenizas volantes y humo de sílice.

Fuente: Chicaiza y Oña, 2018, p. 59.

Como propiedades químicas de la ceniza de cascara de castaña se ha encontrado un alto contenido de sílice (SiO<sub>2</sub>), que corresponde al 38.51%, esta información nos indica que es un material óptimo para la aplicación en la construcción.

Tabla 2. Composición química de la CCC.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	PORCENTAJE (%)
contenido de sílice (SiO <sub>2</sub> )	38.51
contenido de calcio (CaO)	6.02
contenido de magnesio (MgO)	6.80
contenido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.66
contenido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	22.30
contenido de potasio (K <sub>2</sub> O)	12.10

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 2.2.6. La subrasante

Una subrasante es la superficie ya finalizada de una carretera hasta el nivel de movimiento de tierras, es decir el corte y el relleno, es sobre ella donde se colocarán las estructuras del pavimento o el afirmado. También es la estructura principal de la estructura de la carretera y pertenece a la parte principal de la carretera que armoniza con el suelo plano de la naturaleza. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 23).

Los suelos que forman parte de la subrasante suelen ser granulares, cohesivos o la combinación de ambos, el primer suceso no cuenta como una adecuada estructura que nos permita extender una buena resistencia y obviamente una deformación baja, ya que están compuestas por particular finas y con pocas partículas gruesas, porque no llegan a tener un contacto entre sí. Cuando añadimos agua a este tipo de suelos dentro de su estructura y lo sometemos bajo cierta carga, obtendremos un comportamiento inapropiado, es decir con baja capacidad portante y cambios bruscos de volumen.

Las subrasantes que tiene poca resistencia son un problema típico en las carreteras, ya que presentan fallas que causan daños demasiado rápido en la estructura del pavimento o cuando el comportamiento es inapropiado por las condiciones de deformabilidad y alta plasticidad. Entonces al tener este tipo de materiales necesitamos mejorarlos o estabilizarlos con los diferentes métodos de estabilización de suelos que existen actualmente. (Gómez, Guillin y Gallardo, 2016).

### **2.2.7. Contenido de humedad**

Básicamente el contenido de humedad se refiere a la relación del peso del agua que se encuentra dentro de la muestra, adquirida a los momentos que se ha obtenido la extracción de la calicata en el estado natural y con la misma se procede al secado en el horno a una temperatura constante de 105 y 110 grados centígrados.

La proporción de agua en la muestra es importante para determinar el comportamiento y resistencia del suelo. Esto afecta los cambios de volumen y resistencia mecánica, por lo que el contenido de humedad se determina como un porcentaje a partir de 0% cuando el suelo es 0%. Estado seco con un valor establecido en 100%. (Manabi, 2017, p. 37).

El contenido de humedad es de las pruebas más empleadas en los laboratorios, ya que se puede analizar cualitativamente algunas propiedades mecánicas y enlazar los datos de diferentes pruebas de suelo. Para un suelo natural el contenido de humedad nos facilita una información importante para analizar al suelo en su estado actual, esto quiere decir la relación del peso del agua en la muestra entre su peso seco.

Es de suma importante determinar el contenido de humedad para la estabilización del suelo, así para proceder a la hidratación continúa, un suelo adecuadamente hidratado alcanza un resultado eficiente. El contenido de humedad insuficiente hará que los aglomerantes no se adhieran para obtener estas cantidades de humedad. En cuanto de los suelos como (arcilla y suelos orgánicos) la hidratación puede retrasarse debido a un contenido de humedad insuficiente, finalmente lo afectara la resistencia final. (Afrin, 2017, p. 23).

### **2.2.8. Análisis granulométrico**

Este apartado se refiere básicamente a la separación y la clasificación del suelo con el apoyo de los tamices según la abertura. Quien a su vez nos permite saber las dimensiones de las partículas de un determinado suelo. También nos mostrara la información con respecto al suelo estudiado tales como la verificación del suelo si está mal o bien gradado, estimaremos la impermeabilidad, nos mostrara la estructuración de las partículas en el gráfico de la curva granulométrica y finalmente obtendremos los diámetros efectivos del suelo estudiado.

### 2.2.8.1. Granulometría por Tamizado

Este tipo de análisis se ejecuta con una fracción de muestra pasando por medio de los diferentes tamices. Este es un método mecánico una de las formas de saber la granulometría. Para nuestro tipo de investigación, se utilizará desde el tamiz de abertura de 4 pulgadas (10,16) hasta el tamiz N° 200 (0.075).

La granulometría se desarrollará utilizando la norma internacional y nacional como es la norma ASTM D422 (Standard Test Method for Particle –Size Analysis of Soils) y la Norma Técnica del Perú NTP 339.128:1998 (Método de ensayos para el análisis granulométrico).



Figura 7. Serie de tamices según norma ASTM D422.

Fuente: (López, 2021)

La granulometría por tamizado radica en generar la curva granulométrica de una determinada muestra, este será representado por la distribución por los tamaños de la partícula.

Entonces para una muestra alterada o inalterada se hará pasar por las mallas o tamices por vía seca por las diferentes aberturas, este análisis se ejecutará desde la abertura de 125mm hasta el tamiz n° 200 (0.075mm). En el siguiente cuadro (Tabla 1), se aprecias las aberturas de los tamices, según el manual de los suelos y pavimentos, MTC.

Tabla 3. Abertura de tamices según norma de la MTC.

No TAMIZ	ABERTURA (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2 "	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8 "	9.500
No 4	4.760
No 10	2.000
No 20	0.840
No 40	0.425
No 60	0.260
No 140	0.106
No 200	0.075

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.  
Manual de Suelos y Pavimentos.

### 2.2.9. Límites de Atterberg

Son el grupo de pruebas para realizar en laboratorio que consiste en límite de contracción, límite plástico y el límite líquido. Todas estas pruebas se realizan con el objetivo de medir las condiciones del agua en el suelo, de tal manera que la compactación y la capacidad de carga del suelo se logren eficientemente. (Banu y Jasmine, 2019). También se puede definir como todos los límites de contenido de humedad que se caracteriza por estar conformado por los cuatro estados de consistencia del suelo grano finos (ver figura 5).

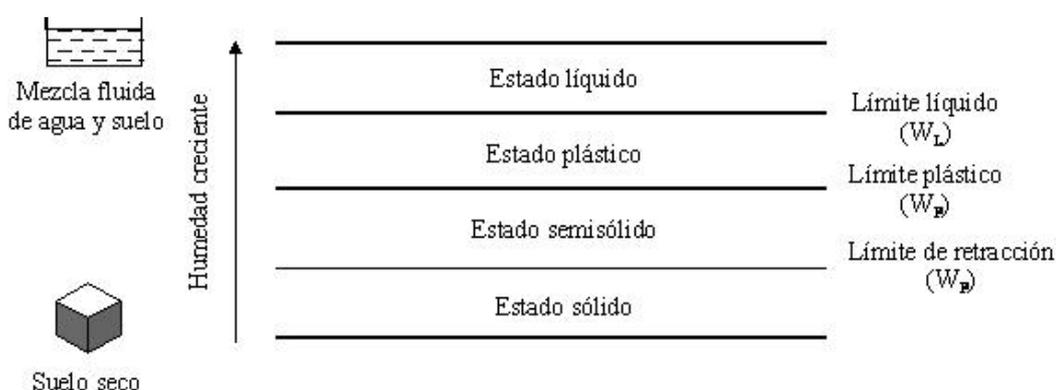


Figura 8. Los cuatro estados de consistencia de los granos finos.

Fuente: Estudios Geotécnicos, 2013.

El límite de contracción se le denomina entre el estado sólido y el estado semisólido, el límite plástico entre los estados semisólido y estado plástico y finalmente el límite

líquido entre el estado plástico y el estado viscoso. Entonces es de esta manera que un suelo de grano fino en función del contenido de humedad puede pasar a los diferentes estados de consistencia. (Estudios Geotécnicos, 2013).

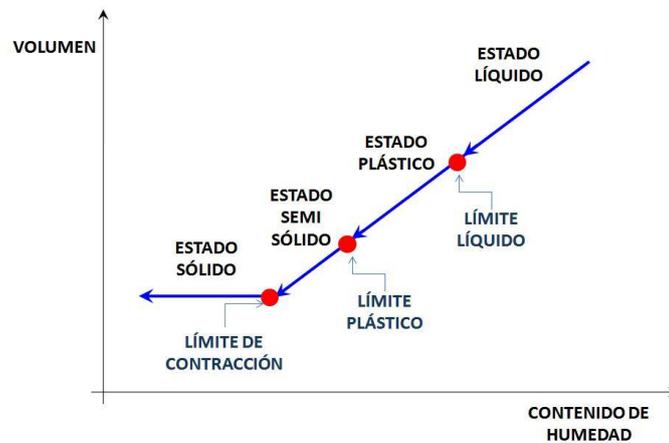


Figura 9. Cambio de volumen asociado con variación de humedad en arcillas.  
Fuente: Estudios Geotécnicos, 2013

### 2.2.9.1. Límite líquido

Para determinar el Límite Líquido, tiene que realizarse por el Método de Atterberg, donde nos indica el límite líquido es la humedad descrita en porcentaje, dado que un determinado suelo cambia del estado líquido a uno plástico, y que este tiene una baja resistencia al corte. (Delgado y Guerra, 2020, p. 24).

Este ensayo se determina mediante la cuchara de Casagrande. Para ello el contenido de humedad del suelo deberá estar por debajo del cual el suelo se comporte como plástico.



Figura 10. Copa de Casagrande.  
Fuente: Estudios Geotécnicos, 2013

### 2.2.9.2. Límite plástico

El límite plástico es básicamente el contenido de humedad determinada en porcentajes de tal manera que se defina como límite entre los estados de consistencia (plástico – semisólido). Y si deseamos aumentar la humedad esta sería lo contrario (semisólido – plástico). El límite plástico es la frontera inferior del estado plástico, una pequeña modificación en la humedad sobre el límite plástico deshace la cohesión del suelo.

Este límite se puede realizar y determinar en laboratorio utilizando muestras de suelo alteradas o inalteradas. (Leoni, 2020, p. 38)

Para determinar el límite plástico según la norma (MTC E 111), para determinar la humedad más baja, se tiene que amasar en forma cilíndrica o barras de 3.2 mm de diámetros y luego hacer rodar encima de un material liso, sin haber de desmorone. El límite plástico es el contenido de humedad donde un determinado suelo varia al reducir su humedad de la consistencia plástica a una semisólida. (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p. 72).



Figura 11. Ensayo del límite plástico en laboratorio.  
Fuente: Estudios Geotécnicos, 2013

### 2.2.9.3. Índice de plasticidad (IP)

**Plasticidad:** Se conoce como plasticidad a la propiedad del suelo que sufre una deformación rápidamente sin ruptura y sin la necesidad de cambiar de volumen. (Otçu, Uzundurukan y Kaplan, 2017, p. 166).

**Suelo plástico:** Se conoce un suelo plástico a aquella que tiene la clase de contenido de humedad el cual nos muestra plasticidad y no cambiara su forma cuando este seco. (Norma Tecnica Peruana 339.129, 2014)

El IP se define como la diferencia entre los límites (líquido – plástico) de un suelo dado,  $IP = LL - LP$ , donde IP (Índice de Plasticidad), LL (Límite Líquido) y LP (Límite Plástico). Si por alguna razón el límite líquido y/o plástico no se pueda determinar, entonces el índice de plasticidad nos dará como resultado un NP (No Plástico).

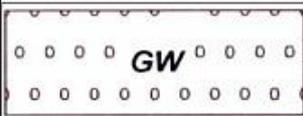
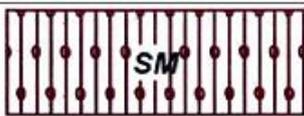
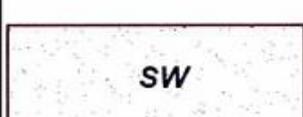
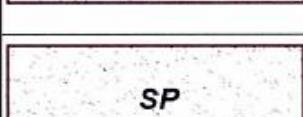
Si el límite plástico es mayor o igual que el límite líquido, entonces el índice de plasticidad será también un NP (No Plástico). (Manual de Ensayo de Materiales. 2016, p. 73).

### 2.2.10. Clasificación de suelos

Según Campos y Guardia (2005), la clasificación de los suelos nos entrega la información apropiada y exclusiva, de tal manera que podamos comprender de que tipo de material o suelo se trata, y así obtener las propiedades, características y el uso que se le pueda dar. Los métodos comúnmente utilizados para la clasificación de suelos son el SUCS y AASHTO.

#### 2.2.10.1. Clasificación SUCS

Tabla 4. Clasificación de suelos por el método SUCS.

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

Fuente: MTC, Sección de suelos y Pavimentos. 2014).

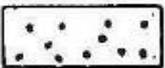
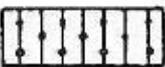
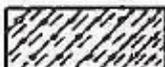
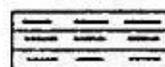
Este sistema de clasificación de suelo es de mucha importancia y es muy usada comúnmente, este sistema tiene la ventaja de demostrar, mejorar las propiedades de suelo y su descripción. Este sistema SUCS clasifica según la textura y la plasticidad, luego se separan en categorías, tales como los granos finos y granos gruesos, considerando en cuenta los límites de atterberg y por último la granulometría del suelo. (FRANCO, 2017, p. 67).

### 2.2.10.2. Clasificación AASHTO

Este sistema nos explica que este método de clasificación AASHTO fue de los primeros en ser utilizado como sistema de clasificación de suelo, el cual fue desarrollado por Terzaghi y Hogentogler en el año 1928. Este método ha pasado por muchas revisiones y por el momento es utilizada con fines de ingeniería, dedicado más al campo de la construcción de carreteras, terraplenes, subrasante, sub base, y bases de la estructura vial. (SALINAS, 2018, p. 40).

Para la clasificación con el método AASHTO se requieren de algunos requisitos previos tales como son: análisis mecánico, límite líquido y el índice de plasticidad.

Tabla 5. Clasificación de suelos por el método AASHTO.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: MTC, Sección de suelos y Pavimentos. 2014).

### 2.2.11. Ensayo de Proctor Modificado

En el año 1933 el ingeniero de campo R.R. Proctor presento algunos métodos para analizar el grado de compactación de un suelo, quien fue creada con los métodos normativos modernos. Para una compactación eficiente es necesario tener partículas de diferentes tamaños y formas, es decir de granos pequeños y grandes, de tal manera que haya una posibilidad de mejorar la densidad, cabe recalcar que también depende de la humedad con la que se está compactando en ese instante. Los trabajadores de carreteras posterior a la Segunda Guerra Mundial en los Estados Unidos, aumentaron su velocidad en el movimiento y la capacidad de carga. De tal manera que tuvieron que modificar el equipo de Proctor, considerando algunas variaciones, a quien finalmente lo llamaron Proctor modificado, este nuevo método modificado tiene la densidad más alta el cual tiene una gran diferencia con la densidad del Proctor tradicional. (Lvovska, Lytvynenko y Kariuk, 2018).

Por lo tanto, la prueba de Proctor modificada es una de las pruebas de compresión del suelo más utilizadas para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, y es importante conocer las propiedades de compresión y la implementación del sitio de construcción del suelo.

El ensayo del Proctor modificado y cabe mencionar junto al ensayo de Proctor normal, son las más utilizadas para el análisis del compacto de los suelos utilizados para la realización de los terraplenes, carreteras y otras obras de tierra. Este ensayo está regido por la norma (Proctor modificado - ASTM D-1557).

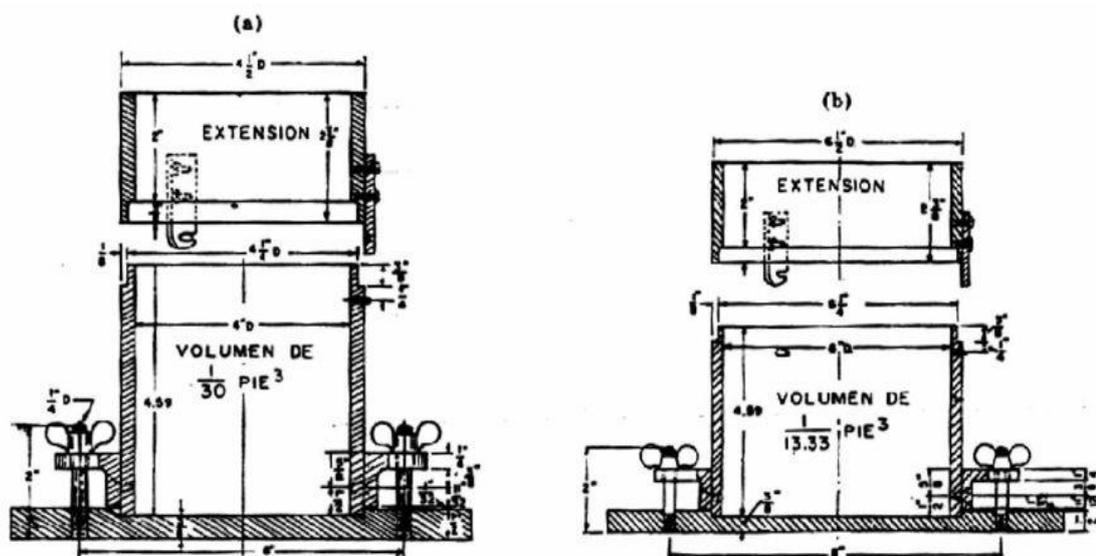


Figura 12. Sección de moldes para Proctor.

Fuente: Valle rodas R. 1982

Tabla 6. Ensayo de Proctor modificado y estándar.

TIPO DE PRUEBA	PROCTOR-ESTANDAR		PROCTOR-MODIFICADO
Peso martillo	5.5 lbf (2.49 kg)		10lbf (4.54 kg)
Altura de caída	12 pulgadas		18 pulgadas
cantidad de capas	3 capas		5 capas
Métodos de prueba	Met-A	Met-B	Met-C
Material empleado	< #4	< 3/8"	< 3/4"
Diámetro del molde	4 pulgadas	4 pulgadas	6 pulgadas
cantidad de golpes	25 golpes	25 golpes	56 golpes

Fuente: MTC, manual de ensayos de mecánica de suelos.

Para el ensayo se deberá proporcionar la humedad óptima y también la densidad máxima seca y además la importancia de la curva humedad – densidad seca con todos los datos realizados en los diferentes ensayos.

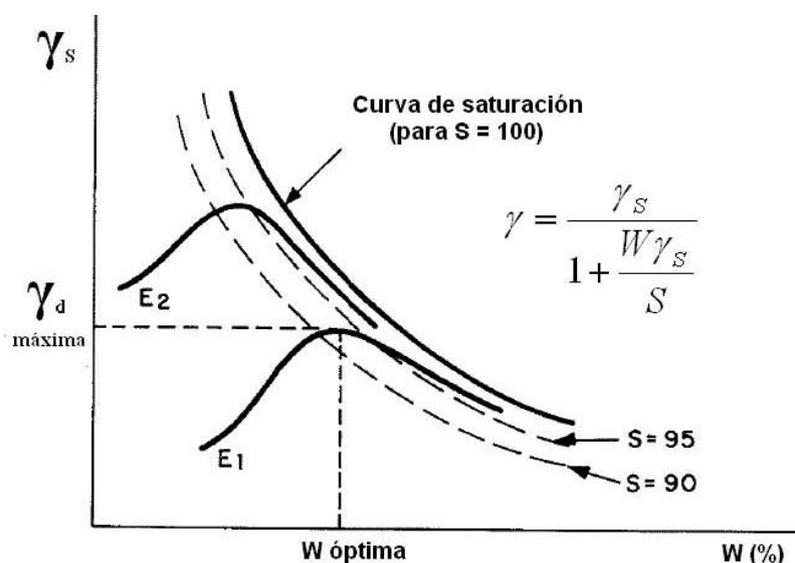


Figura 13. Curva de compactación.

Fuente: Geotecnia fácil, 2016

Esta correlación entre la humedad con la densidad de la compactación el cual está representada por la curva mostrada en la imagen, llamada curva Proctor en honor a su descubridor, como coordenadas en el eje X (humedad óptima) y en el eje Y (densidad seca máxima), esta curva es diferente para las distintas clases de suelo y depende principalmente de las partículas y tamaños de su forma y distribución. Explicando la curva Proctor que en el comienzo de su rama seca se puede apreciar que, con un esfuerzo de compactación constante, y al incrementar la humedad crece respectivamente la densidad seca, esto se debe porque el agua desaloja el aire de todos los poros y estas rodean a las partículas los cuales son más finos que una película de agua extraída que simplifica el movimiento hacia los diferentes

vacíos que dan para las partículas. Cuando se llega a la humedad en un punto específico es decir la humedad óptima, es cuando el agua ocupa casi la mayoría del volumen en los vacíos, alcanzando un porcentaje del 90% y 95%, es cuando se llega la densidad máxima seca en la compactación aplicada para el esfuerzo tal como se muestra en la imagen.

### 2.2.12. Ensayo de CBR

El ensayo del CBR (California Bearing Ratio) que en español significa la relación de Soporte California, es utilizado principalmente para analizar la calidad del suelo como material en su resistencia, el cual será medida mediante un ensayo de placa a escala. El ensayo se desarrolló en el año 1929 por el grupo de carreteras en California, quien consistía en ordenar la capacidad del suelo para luego ser utilizada como material de construcción en las carreteras. Esto sucedió mientras la segunda guerra mundial, adoptado por unos ingenieros para la construcción de aeropuerto.

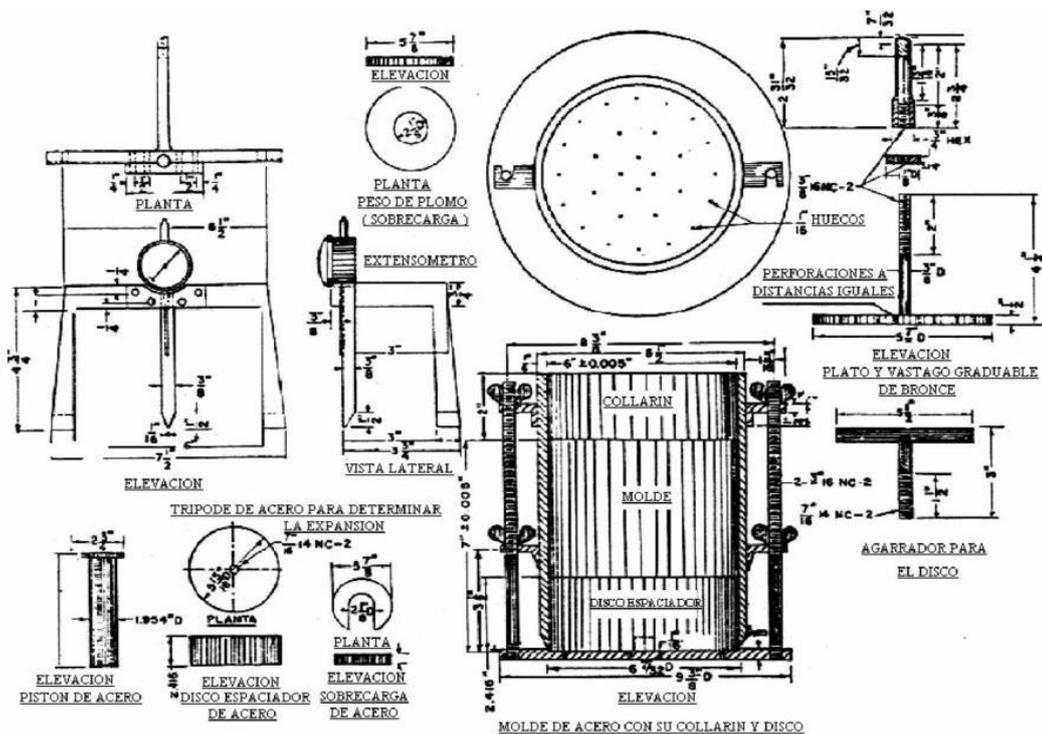


Figura 14. Sección de equipos para CBR.

Fuente: Valle Rodas R., 1982.

El ensayo del CBR es básicamente el más divulgado y bastante fácil que nos permite entender la capacidad portante del suelo en estudio, por lo general es utilizados en su mayoría para el diseño de pavimentos para analizar la capacidad potencial de una determinada base, sub base y sub rasante.

Según ASTM se le denota al ensayo como el ensayo de relación de soporte, quien nos mide la resistencia al corte en condiciones de humedad y también la densidad de un determinado suelo en las condiciones antes mencionadas, el cual nos permite extraer un determinado número de relación de soporte, pero lo de antes mencionado este número no será igual para un determinado suelo, ya que este ensayo solo se aplica para el suelo en su estado del cual se encuentre a lo largo de la prueba.

Vale la pena señalar que las pruebas de CBR se pueden realizar en el suelo o en suelo compactado. El valor de CBR se emplea para generar una coherencia con el comportamiento de los suelos principales con el fin de utilizar como base o subrasante para pavimentos, (Joseph E. Bowles, 1981, p. 191), en la siguiente tabla se muestra las calificaciones típicas:

Tabla 7. Sistema de clasificación CBR.

NO. CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	UNIFICADO	AASHTO
(0-3)	-Muy pobre	-Subrasante	OH-CH-MH-OL	A5-A6-A7
(3-7)	-Regular pobre	-Subrasante	OH-CH-MH-OL	A4-A5-A6-A7
(7-20)	-Regular	-Subbase	OL-CL-ML-SC-SM-SP	A2-A4-A6-A7
(20-50)	-Bueno	-Base, subbase	GM-GC-SW-SM-SP-GP	A1b-(A2-5)-A3-(A2-6)
(>50)	-Excelente	-Base	GW-GM	A1d-(A2-4)-A3

Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil - Joseph E. Bowles, 1981.

El número del CBR, lo obtenemos como una relación de la carga unitaria que estará expresada en libras por pulgada cuadrada, Con el contenido de humedad y la densidad especificados en relación a la unidad de carga, es necesario lograr una profundidad de penetración constante del pistón penetrador con un área de 19,4 cm<sup>2</sup> en la muestra ya comprimida en el suelo. Este es el estándar requerido para lograr la misma profundidad de penetración con muestras estándar de material molido.

### **III. METODOLOGÍA**

Según la definición de la metodología indica como el conjunto de métodos que se emplean para construir conocimientos, (Egoscozábal, 2008). También nos indica que la metodología nos debe brindar las reglas, técnicas y procedimientos que nos aproxime al objetivo del investigación, (Abreu, 2015).

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

##### **3.1.1. Enfoque de Investigación**

Para esta investigación se determinó, una investigación de enfoque cuantitativo, porque los datos obtenidos del laboratorio serán del tipo numérico y medible. La investigación cuantitativa consiste en confrontar una hipótesis particular desde un punto de vista probabilístico, y una vez aceptada y comprobada bajo diversas circunstancias, desarrolla una teoría general. (Guerrero & Guerrero ,2014).

##### **3.1.2. Tipo de Investigación**

Para la presente tesis se considera del tipo investigación aplicada, porque consiste en la aplicación de las normas técnicas peruanas, hoja técnica y metodología para el análisis del suelo en laboratorio.

##### **3.1.3. Nivel de Investigación**

Para la siguiente tesis se consideró el nivel de investigación explicativa, ya que se evidenciará, demostrara y comprobara los diferentes tipos de procedimientos de las pruebas que se realizarán en el laboratorio y de la misma manera de como incide la mezcla de la cal y la ceniza de cascara de castaña en el mejoramiento de las características físicas y mecánicas de la subrasante.

##### **3.1.4. Diseño de Investigación**

Para la elaboración de la siguiente tesis se asignó el diseño de investigación Experimental - cuasi experimental, porque se realizarán varias pruebas de mezcla del suelo arcilloso – cal y cenizas de cascara de castaña durante el desarrollo de los ensayos de la investigación, con el propósito de disponer varios resultados y hacer en conocimiento de un diagnóstico a detalle de

cómo influye el cal y ceniza de cascara de castaña y así obtener resultados finales en el suelo arcilloso.

### 3.1.5. Tiempo de Investigación

Para la siguiente tesis se consideró el tiempo de investigación transversal, ya que se recolectarán datos de los ensayos en el laboratorio del suelo arcilloso, el cual se realizarán en un determinado tiempo o momento puntual.

## 3.2. Variables y operacionalización

### 3.2.1. Identificación de variables

#### 3.2.1.1. Variable dependiente

Estabilización de suelos arcillosos en la av. Circunvalación, Tambopata 2022.

Parte Medible: Estabilización de suelos arcillosos

Parte Constante: en la av. Circunvalación, Tambopata 2022.

#### 3.2.1.2. Variable independiente

Aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña en la estabilización de suelos arcillosos.

Parte Medible: Aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña.

Parte Constante: en la estabilización de suelos arcillosos.

Tabla 8. Definición de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL
Estabilización de suelos arcillosos en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022"	Es el proceso físico o químico, el cual se mejora las propiedades físico – mecánicas de un determinado suelo natural en corte o pueden ser materiales de préstamo para relleno, con el fin de mejorar la capacidad del suelo.
Aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña en la estabilización de suelos arcillosos	Los materiales estabilizadores son conglomerantes diseñados para aglutinar los suelos y mejorar las características mecánicas, según sea necesario a los que será expuesto.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 9. Operacionalización de Variables.

VARIABLE	TIPO	INDICADORES
Estabilización de suelos arcillosos en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022".	Dependiente	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cumplimiento de la norma CE. 010 pavimentos urbanos.</li><li>- Cumplimiento de las Normas Internacionales y Nacionales: ASTM D2216_19 - NTP 339.127 ASTM D6913 - NTP 400.012 ASTM D4318 - NTP 339.129 ASTM D2487, ASTM D3282 ASTM D1557_12 - NTP 339.142 ASTM D1883_16 - NTP 339.145</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>- Certificado de calibración de equipos</li></ul>
Aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña en la estabilización de suelos arcillosos	Independiente	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dosificación</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>- Composición química.</li></ul>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.3. Población y muestra de investigación

#### 3.3.1. Población de estudio

La población: es un fenómeno de estudio que comprende el conjunto de unidades de entidades o análisis de población que formaran dichos fenómenos y que se debe cuantificar y/o calcular para un estudio específico. (Rangel y Giler, 2010, p. 176).

La población para esta investigación son todos los suelos arcillosos presentes a nivel de la subrasante, el cual están situadas en el departamento de madre de dios. Para el análisis de los estudios o ensayos de la subrasante será la Av. Circunvalación de la localidad de puerto Maldonado en el distrito y provincia Tambopata - departamento de Madre de Dios.

#### 3.3.2. Muestra de estudio

La muestra: es básicamente un subconjunto de población que se consigue para poder indagar las características o propiedades de toda la población. (Tamayo, 2012, p. 176).

La muestra de estudio para esta investigación, será la subrasante de la Av. Circunvalación, cuya avenida cuenta básicamente con el nivel de la subrasante con una alta proporción de arcilla, por lo que se deduce que la capacidad soporte es baja. La longitud de esta avenida es de 1 + 000 kilómetros con un ancho de 30 metros.

Según la norma CE-010 Pavimentos Urbanos nos indica, que para una vía colectora se ejecutara 1 calicata cada 1500 metros cuadrados. Por esta razón se buscó los 3 puntos más críticos de la vía, con el propósito es descubrir tipos de suelo que cumplan con las características de propiedades físicas ideales y realizar las investigaciones apropiadas.

Los puntos de la calicata para extraer, ver en siguiente tabla:

Tabla 10. Coordenadas UTM de las calicatas, Av. Circunvalación.

NUMERO DE CALICATAS	COORDENADAS UTM	
	ESTE	NORTE
C-01	478162.85	8606666.85
C-02	478149.74	8607165.34
C-03	478132.34	8607616.63

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.3.3. Muestreo

El muestreo: es no probabilístico o intencional, es decir por conveniencia, para estos tipos de muestreo nos dice que la elección dependerá del investigador por razones de criterio o comodidad. Valderrama (2016, p.193). Por esta razón el muestreo para esta investigación no fue designada al azar. Por ende, se eligió todas las muestras buscando los tramos más críticos de la Av. Circunvalación.

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.4.1. Técnicas para recolección de datos

Para nuestro estudio se utilizó la observación directa como la técnica de recolección de datos, quien nos permite observar cada ensayo y anotar todos los resultados de manera ordenada con los formatos y fichas ya

estandarizadas para cada determinado ensayo, sometida por las normas ASTM, MTC y NTP, todas las muestras requeridas se enviaron al laboratorio de mecánica de suelos.

### 3.4.2. Instrumentos para recolección de datos

Con la referencia al tema de las herramientas de recopilación de datos, Recopilados mediante ficha de registro de datos. Vía formato de apoyo estandarizado por las normas peruanas y extranjeras, quien nos permitió acumular todos los resultados de los ensayos del laboratorio de manera confiable y directa. Por esta razón se ejecutaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- ✓ Para el Análisis granulométrico será la Norma “ASTM D6913 - NTP 400.012”.
- ✓ Para el Contenido de Humedad será la Norma “ASTM D2216 - NTP 339.127”.
- ✓ Para los Límites de Atterberg será la norma “ASTM D4318 - NTP 339.142”.
- ✓ Para la Clasificación de Suelos por el método SUCS (ASTM D2487).
- ✓ Para la Clasificación de Suelos por el método AASHTO (ASTM D3282).
- ✓ Para el Proctor Modificado será la norma “ASTM D1557\_12 - NTP 339.142”.
- ✓ Para California Bearing Ratio CBR será la norma “ASTM D1883\_16 - NTP 339.145”.

En el siguiente cuadro se muestra los trabajos realizados y las técnicas e instrumentos que han sido necesarios para el progreso de la tesis:

Tabla 11. Técnicas e Instrumentos de recolección.

FUENTES	TECNICAS	INSTRUMENTOS
<b>Trabajo de campo.</b>	Excavación calicatas.	Herramientas manuales.
<b>Ensayo de laboratorio.</b>	Ensayo mecánico del suelo.	Laboratorio de mecánica de suelos.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.4.3. Diseño de la investigación

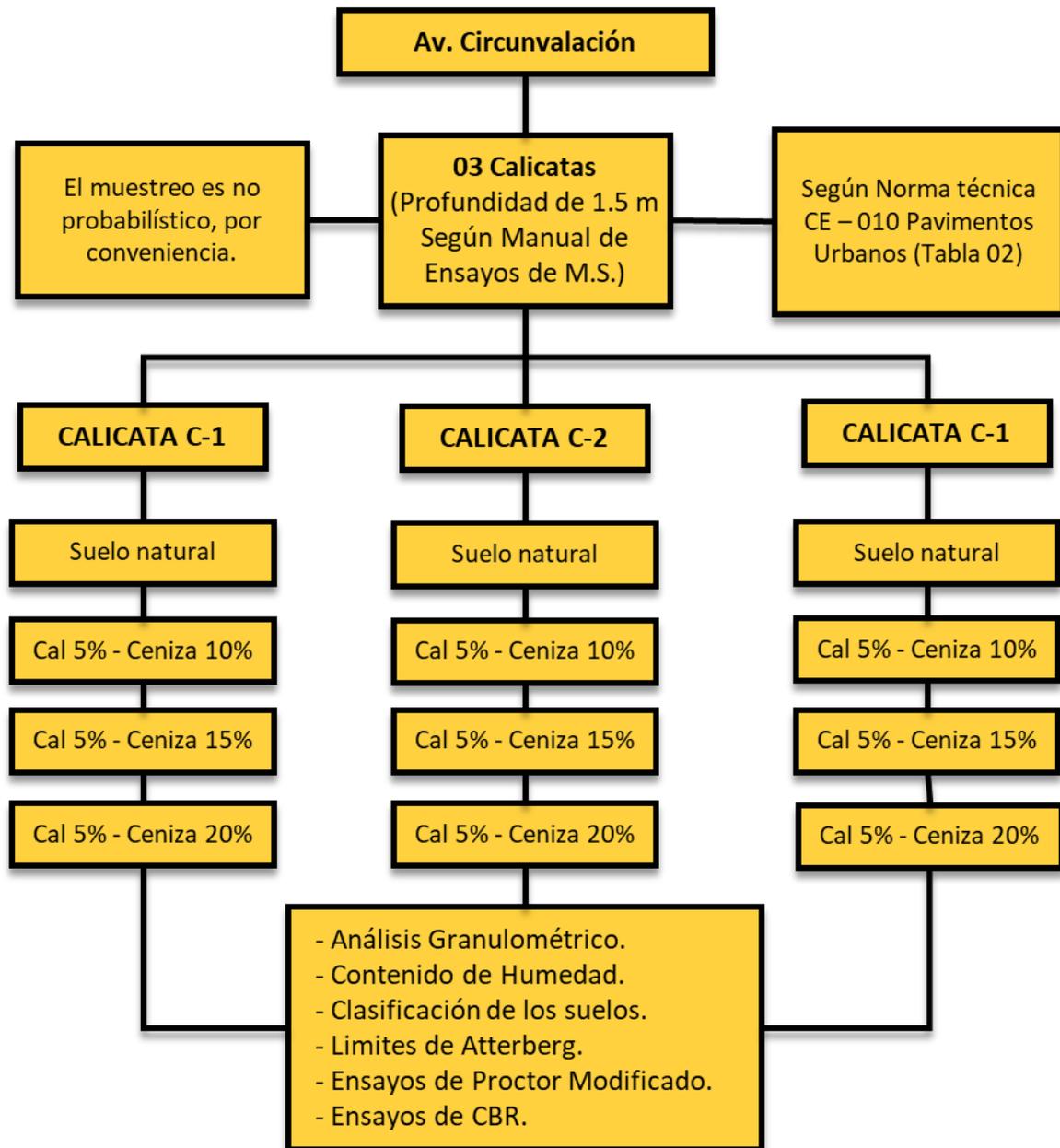


Figura 15. Diseño de la investigación para la presente investigación.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.5. Procedimientos

La indicación para un diseño tipo experimenta sucede cuando el interesado asigna al azar el sujeto o unidad en el grupo experimental. Para el fenómeno que se ha estudiado, se realizan variables de probetas distintas en dos grupos semejantes (A y B) que tendrán el mismo trato para realizar el procedimiento y para su acabado final. Por lo tanto, en el grupo A determina la aplicación de aditivo de cal y mientras

en el grupo B se aplicará quicos como cenizas. Cabe indicar que, todos los cambios que sucede en los resultados deben estar determinado por el investigador.

Mientras se observas las desventajas de un experimental de laboratorio, por lo tanto, el resultado final no puede abstraerse de la situación natural, ya que el grado de control de las variables involucradas en el fenómeno se reduce o elimina en los entornos de laboratorio. **(Según Kerlinger y Lee, 2002).**

Para este proyecto de investigación, el procedimiento es la siguiente:

- Crear un programa de trabajo de laboratorio.
- Salida al campo para observas las zonas más crítico de la investigación y luego proceder para sacer muestras del suelo.
- Toma de muestras y reconocimiento de las calicatas de la zona extraída en el área del estudio de campo.
- Organizar los equipos y herramientas para proceder las pruebas físicas necesarios de la extracción del suelo natural.
- Organizar los equipos y herramientas para llevar a cabo pruebas de Proctor modificado.
- Organizar los equipos y herramientas para llevar a cabo pruebas de CBR.
- Para hacer los ensayos de CBR ya usando cal y cenizas de cascara de castaña en los siguientes porcentajes cal en 5% - cenizas de cascara de castaña en 10%, cal en 5% - cenizas de cascara de castaña en 15% y cal en 5% - cenizas de cascara de castaña en 20%.

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

En este estudio se determina la evaluación de la información de la práctica y se registra en una tabla representativa creada por la herramienta Excel. Luego se generará la base de datos en el mapa. Las tablas y cuadros, serán de gran ayuda el fenómeno de estudio. De tal manera se llegará a una conclusión de los datos adquiridos gracias a la muestra ensayadas en un laboratorio.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para mantener la ética y la moral, se decidió que este estudio aceptaría información de estudios anteriores, así como información de manuales, libros, revistas, etc. Por estas razones, se mencionan estos dos importantes valores.

#### **3.7.1. El Respeto**

Con la finalidad de reservar los valores muy importantes para esta investigación, los proyectos realizados y es estudiado principalmente para representar la autoridad de acuerdo a las referencias consultas de la normativa ISO-690 Y 690-2. La norma da la proporción referencias adquiridas los valores éticos y los derechos de autores optados a partir de los artículos científicos, tesis, libros, revistas y normas nacionales como internacionales. Del mismo modo, el informe de investigación respeta la población local, los resultados precisos y la confiabilidad de los datos utilizados.

#### **3.7.2. La Honestidad**

Los recursos utilizados son evidentes para proceder con esta investigación y se debe conservar el orden y el nombre del autor. Del mismo modo, los investigadores confían en la precisión y validez de los resultados obtenidos a través de la recopilación de información para la investigación propuesta. Los resultados obtenidos no se modifican ni manipulan, y las pruebas realizadas se muestran estrictamente.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Ubicación Geográfica**

#### **4.1.1. Nombre del Tesis:**

La presente tesis tiene por título “Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante, Av. Circunvalación - Tambopata 2022”.

#### **4.1.2. Ubicación de la zona:**

El presente tesis se ha realizado en el distrito de Tambopata, Ubicado exactamente en la Av. Circunvalación, sus coordenadas geográficas: inicio (477920.46: 8609263.75), fin (477920.46: 8609263.75) con una altura promedio 190.00 msnm. Está ubicado específicamente entre las calles de la Av. Los Procedes hasta la Calle Las Amautas.

El distrito de Tambopata posee una extensión superficial de 22,219 km<sup>2</sup> con una densidad de población 0.84 hab. /km<sup>2</sup>, la población está en pleno crecimiento con respecto a años anteriores. En cuanto los climas de la zona se caracterizan por ser el tipo cálido con precipitaciones pluviales de hasta 150mm de promedio anual, la temperatura media es de 25° durante el año, siendo en el invierno entre 15°c a 18°c y en el verano entre 25°c a 40°c.

El distrito de Tambopata limita con los siguientes: por el Sur con el distrito Inambari y con el departamento Puno, por el Norte con el distrito Tahuamanu y con el departamento San Martín, por el Este con el distrito Tahuamanu y con el país Brasil, por el Oeste con la provincia Manu.

El propósito de la presente tesis es determinar que influye al adicionar la cal y cenizas de cascara de castaña en los siguientes porcentajes como: cal en 5% y CCC en 10%, cal en 5% y CCC en 15% y cal en 5% y CCC en 20%, para la estabilización de la subrasante de la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.



Figura 16. Plano de Ubicación y Localización.

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

#### 4.2. Datos técnicos y ubicación de calicatas

Con el propósito de comprobar o demostrar la hipótesis general, la aplicación del material estabilizantes de cal y cenizas de cascara de castaña aumenta la estabilidad de la subrasante de Av. Circunvalación, Tambopata 2022. Se ha comenzado a trabajar antes de definir la respuesta predeterminada o inicial. Esto nos permite probar nuestra hipótesis.

Para iniciar la investigación, haremos trabajo de campo. Todo esto se muestra en las fotos y planos.

Se ha extraído 3 de calicata en los puntos más críticos con profundidad mínima de 1.50 metros, luego se tomó 40 kilogramos de cada calicata, con el objetivo de obtener el CBR baja y después se determinó como la calicata más crítica con CBR baja la C-02, luego se volvió a extraer nuestra de 120 kilogramos con la finalidad realizar buscar resultados al combinar con materiales estabilizante con cal y CCC.

Tabla 12. Datos técnicos y Ubicación de Calicatas.

DATOS TÉCNICOS - UBICACIÓN DE CALICATAS				
SÍMBOLO	COORDENADAS UTM		PROGRESIVAS	PROFUNDIDAD
	(WGS - 84)			
	ESTE (X)	NORTE (Y)		
 C-01	478162.85	8606666.85	0+020	1.50m
 C-02	478149.74	8607165.34	0+520	1.50m
 C-03	478132.34	8607616.63	0+970	1.50m

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.3. Contenido de Humedad del Suelo (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

Se ejecutaron pozos de prueba C-01, C-02 y C-03 para determinar la línea base del suelo a medida que se analizaba su contenido de agua.

##### Equipos

Necesitaremos una Balanza de 0.1gr.de sensibilidad y Horno con temperatura permanente 100-110°C.

##### Materiales

Dentro de los materiales necesitamos una espátula, Taras, Recipiente, Guantes de alta temperatura y Brocha.

## Muestra

Las muestras que se realizan serán preservadas y movilizadas de acuerdo a las normas y la muestra se pondrá en un material no corrosivo con el objetivo de mantener la humedad natural. Para determinar el contenido humedad inmediatamente más antes posible de la muestra.

## Procedimiento

1. Seleccionar la muestra adecuada de referencia y masa conocida de la calicata.
2. Se pesa recipiente vacío.
3. Luego de seleccionado la muestra se procede a poner a un recipiente para pesar (recipiente + muestra).
4. Luego se procede a colocar la muestra en un recipiente con su respectiva descripción.
5. Se anotó los pesos de los recipientes con la muestra, para ello se utilizó la balanza.
6. Después se procede el secado en horno, con una temperatura constante de 100 - 110°C. luego se dejará 24 horas.
7. Una vez ya secado el material se saca del horno, después ya frío se procede a pesar la muestra ya seca.
8. Se toma las notas del peso realizado más el recipiente, para determinar se utilizó la balanza. Al final se obtiene la conclusión, que al secar disminuye el peso, ese peso se considera como el peso del agua.

### 4.3.1. Resultados del contenido de humedad

La siguiente tabla muestra los siguientes resultados de contenido de agua para los siguientes pozos de prueba C-01, C-02 y C-03.

Tabla 13. Resultados del contenido de humedad.

CALICATAS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	C.H.
C-1	12.20 %	12.33 %	<b>12.27 %</b>
C-2	10.21 %	9.90 %	<b>10.06 %</b>
C-3	13.20 %	13.90 %	<b>13.55 %</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los resultados obtenidos en el ensayo de Contenido de Humedad del suelo natural para las calicatas tenemos los siguiente, para la calicata uno CH=12.27%, calicata dos CH=10.06% y calicata tres CH=13.55%, ver la figura 17.

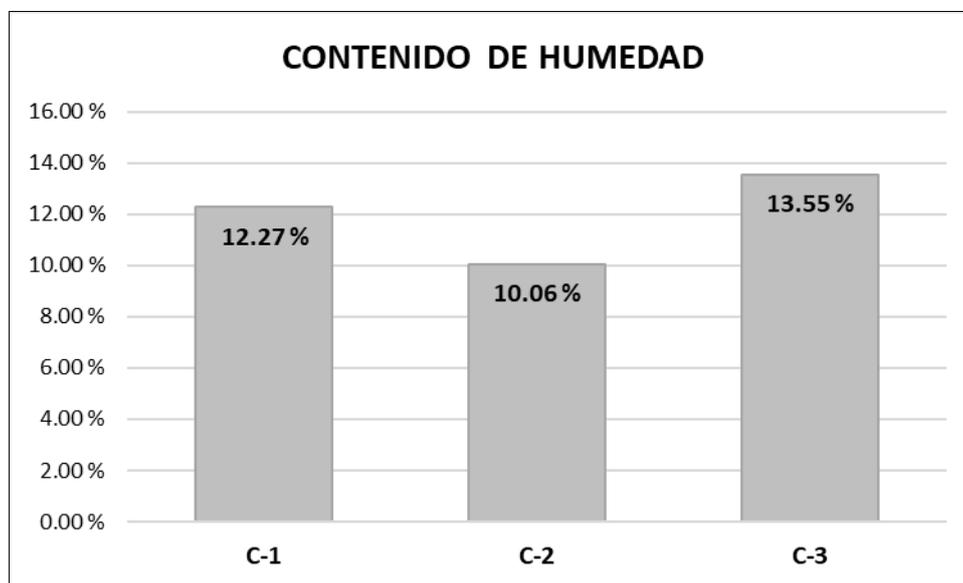


Figura 17. Se aprecia el porcentaje de contenido de humedad C1-C2-C3.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.4. Análisis Granulométrico - (ASTM D 6913, NTP 400.012)**

##### **Granulometría por Tamizado**

Los pozos C-01, C-02 y C-03 se tamizaron para la prueba de medición del tamaño de partículas para determinar el peso de la muestra dividida en tamices de malla cuadrada. Para determinar esto, se procedió de la siguiente manera:

##### **Equipos**

Se ha utilizado la Balanza de 0.1gr.de sensibilidad y Horno con temperatura permanente 100-110°C.

##### **Materiales**

Se utilizó los siguientes materiales Diferentes de abertura de tamices 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200, Cepillos, Brocha, Tapa de Fondo, Recipiente, Cuarteador.

##### **Muestra**

Luego se procede a preparar el suelo para determinar el análisis mecánico de acuerdo a la MTC E 107, durante la preparación se separa en dos proporcione. La

primera se toma retenido del tamiz 4,760mm (N° 4), por otro se toma el pasante de tamiz 4.760 (N° 4), la separación de la muestra dependerá el tamaño máximo de partícula.

Para el suelo que pasa el tamiz 4.760 (N° 4) se tomara aproximadamente 115 gramos en suelo arenoso y luego 65 gramos en suelos limosos o arcillosos.

### **Procedimiento**

- a) Realiza el Método de tamizado en 4,760mm (N° 4) y tomara el pasante el dicho tamiz indicado.
1. El secado de muestras naturales se lleva a cabo en un horno a una temperatura específica de 105-110 ° C durante 12-24 horas.
  2. Después se deja que se enfría en el ambiente abierto, después se pesa la cantidad requerido para hacer el ensayo.
    - La muestra de la arcilla aproximadamente es de 150grs.
  3. Desintegrar los grumos (terrones), de los materiales con pisotón para que sea fácil de pesas en la balanza gr.
  4. Las muestras se colocan en un recipiente, se llena de agua y dejarle hasta que se desintegren los grumos en su totalidad de la muestra.
  5. Después se procede a vaciar retenido del tamiz N° 200, todo esto se realiza con la ayuda de agua, luego se procede a lavas con mucha precaución hasta que los finos por tamiz. Los materiales que pasan por el tamiz N° 200, se harán otros métodos necesarios de acuerdo nuestra investigación.
  6. Los materiales retenidos en el tamiz N° 200 y lavado cuidadosamente, se coloca en un recipiente limpia.
  7. Luego, ya en recipiente colocado se introduce al horno a una temperatura constante de 100 a 110°C durante 24 horas.
  8. Después con material seco que se realizó en el paso anterior. Se ensambla el conjunto de tamices en orden progresiva, # 4, # 10, # 40 y # 200.
  9. Luego, ya introducido el material en los tamices se agitará en forma horizontal como también en vertical con unos movimientos de rotación. La duración de agitación puede variar según la cantidad de la muestra. Nos indica que debe ser no menor a 15 minutos.

10. Inmediatamente se procede hacer peso de cada tamiz que fue retenido la muestra y luego anotando en el registro correspondiente.

#### 4.4.1. Resultados del análisis granulométrico – Suelo natural

En la siguiente tabla se detallan las siguientes medidas de distribución granulométrica por tamizado de los pozos de prueba C-01, C-02 y C-03.

Tabla 14. Resultado del ensayo Granulométrico C-01, C-02 y C-03

GRANULOMETRI POR TAMIZADO (ASTM D 6913, NTP 400.012)				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	C-01	C-02	C-03
2 1/2"	63.5			
2"	50.6			
1 1/2"	38.1			
1"	25.4			
3/4"	19.05			
1/2"	12.7			
3/8"	9.53			
1/4"	6.35			
4	4.76	100	100	100
8	2.36	99.5	99.5	99.87
10	2	99.33	99.28	99.68
16	1.18	98.95	98.8	99.12
20	0.85	98.74	98.21	98.05
30	0.6	98.54	97.16	96.85
40	0.42	98.02	95.59	94.86
50	0.3	96.78	93.57	92.7
100	0.15	95.16	91.09	90.37
200	0.07	93.08	88.34	84.32
< 200				

Fuente: Elaboración propia, 2022.

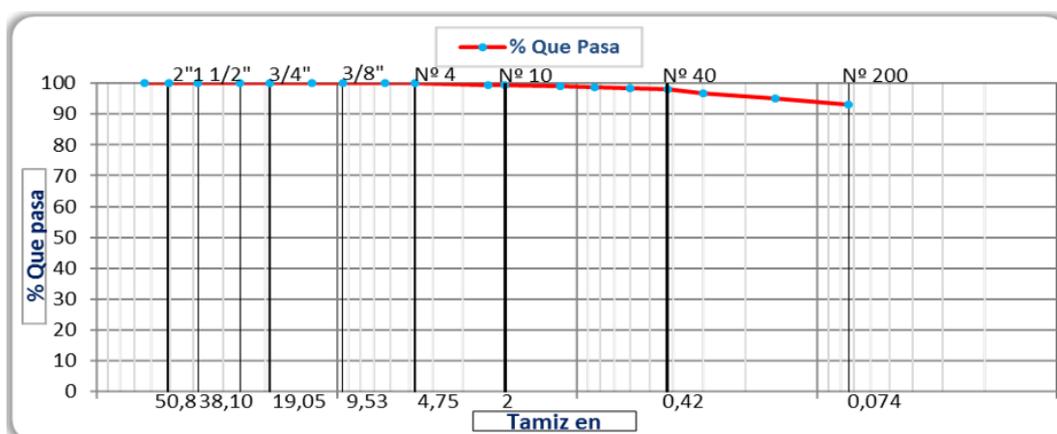


Figura 18. Gráfico granulométrico C-01.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

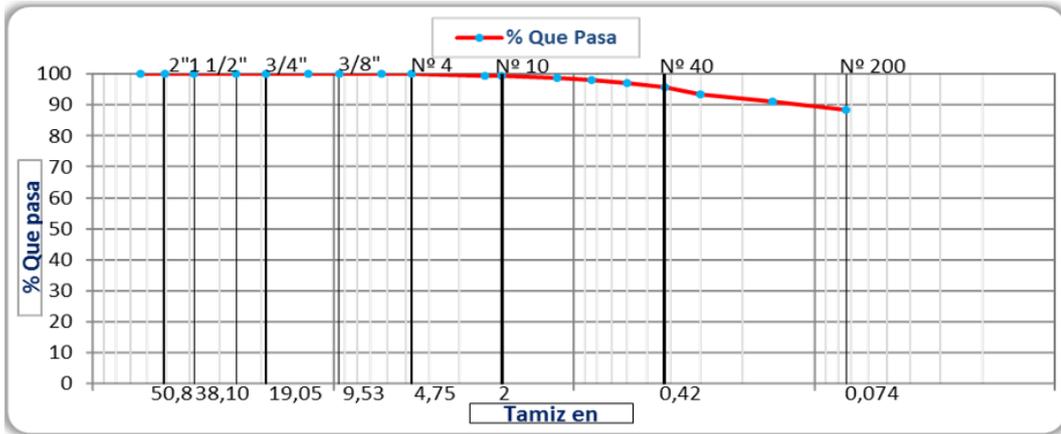


Figura 19. Gráfico granulométrico C-02.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

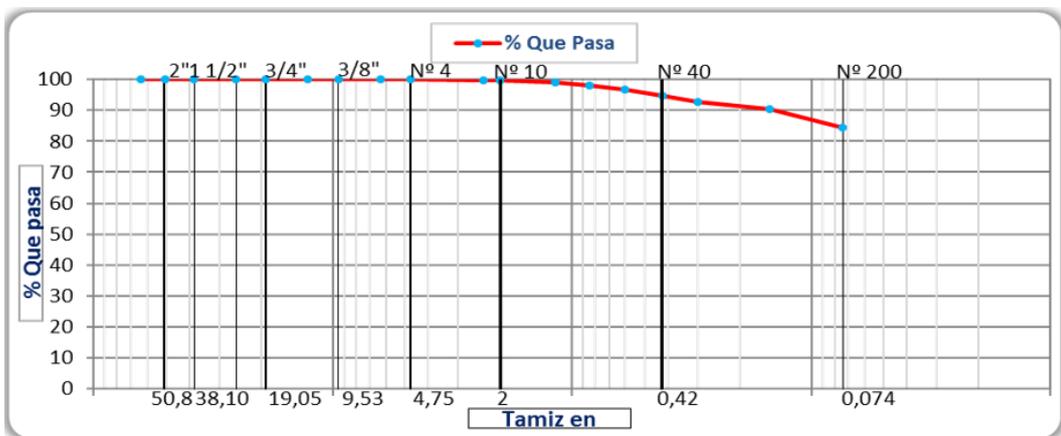


Figura 20. Gráfico granulométrico C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 15. Contenido de arena-finos C-01-C-02-C-03 suelo natural

DESCRIPCIÓN	C-01	C-02	C-02
Arena (%)	6.92	11.66	15.68
Finos (%)	93.08	88.34	84.32

Fuente: Elaboración propia, 2022.

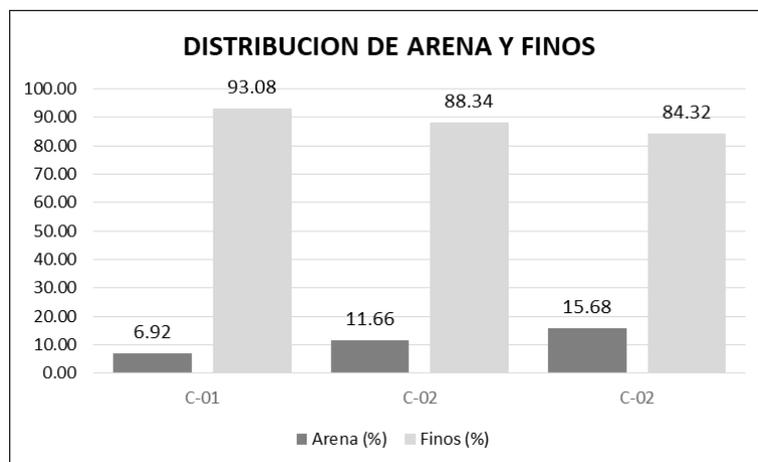


Figura 21. Gráfico estadístico de arena-finos C1-C2-C3.  
Fuente: Elaboración propia, 2022

#### 4.4.2. Resultados del análisis granulométrico – Suelo Adicionado C-1

En la siguiente tabla se detalla los siguientes resultados de Granulometría por Tamizado ya alterada de la Calicata C-01.

Tabla 16. Resumen de Granulometría C-01 adicionando Cal + CCC

GRANOLOMETRI POR TAMIZADO (ASTM D 6913, NTP 400.012)				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
2 1/2"	63.5			
2"	50.6			
1 1/2"	38.1			
1"	25.4			
3/4"	19.05			
1/2"	12.7			
3/8"	9.53			
1/4"	6.35			
4	4.76	100	100	100
8	2.36	99.88	99.82	99.80
10	2	99.70	99.60	99.59
16	1.18	98.92	98.65	98.89
20	0.85	96.88	96.78	96.89
30	0.6	93.65	93.73	94.22
40	0.42	89.17	89.04	89.65
50	0.3	84.09	83.63	85.80
100	0.15	77.85	77.42	79.76
200	0.07	73.15	71.92	72.57
< 200				

Fuente: Elaboración propia, 2022.

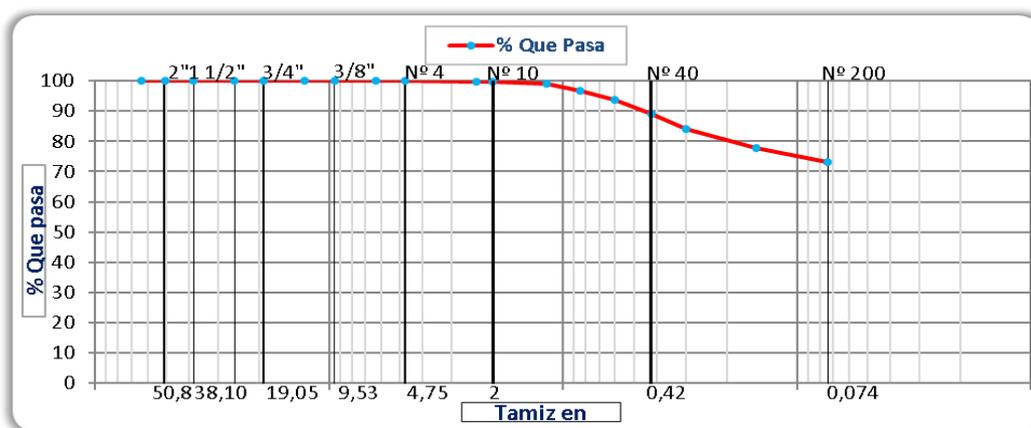


Figura 22. Gráfico de Granulometría C-01 en 5% cal + 10% CCC.

Fuente: Elaboración propia, 2022

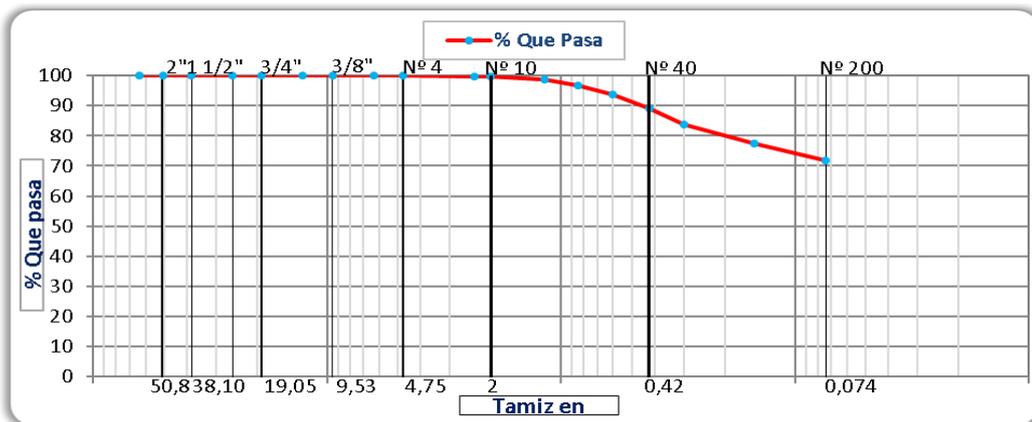


Figura 23. Gráfico de Granulometría C-01 en 5% cal + 15% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

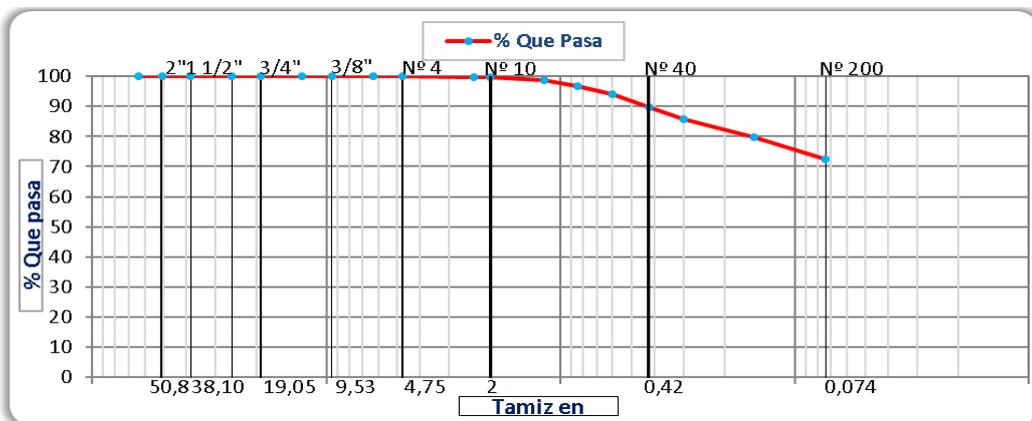


Figura 24. Gráfico de Granulometría C-01 en 5% cal + 20% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 17. Contenido de arena-finos C-01 adicionando Cal + CCC.

DESCRIPCIÓN	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
Arena (%)	26.85	28.08	27.43
Finos (%)	73.15	71.92	72.57

Fuente: Elaboración propia, 2022.

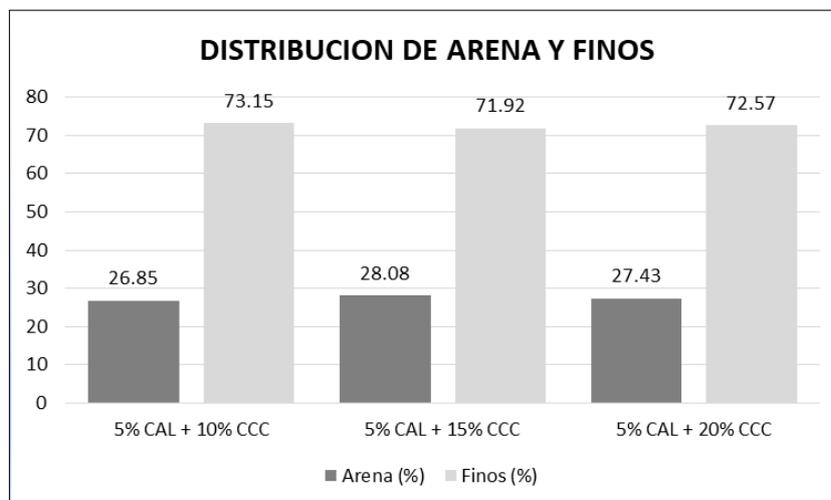


Figura 25. Gráfico estadístico de arena-finos C-01 adicionado.

Fuente: Elaboración propia, 2022

#### 4.4.3. Resultados del análisis granulométrico – Suelo Adicionado C-2

En la siguiente tabla se detalla los siguientes resultados de Granulometría por Tamizado ya alterada de la Calicata C-02.

Tabla 18. Resumen de Granulometría C-02 adicionando Cal + CCC

GRANOLOMETRI POR TAMIZADO (ASTM D 6913, NTP 400.012)				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
2 1/2"	63.5			
2"	50.6			
1 1/2"	38.1			
1"	25.4			
3/4"	19.05			
1/2"	12.7			
3/8"	9.53			
1/4"	6.35			
4	4.76	100	100	100
8	2.36	99.84	99.77	99.72
10	2	99.63	99.49	99.37
16	1.18	98.74	98.56	98.34
20	0.85	96.46	96.30	96.12
30	0.6	93.00	93.36	93.37
40	0.42	88.38	88.77	88.21
50	0.3	83.60	83.59	83.73
100	0.15	77.59	77.15	77.47
200	0.07	72.48	71.90	70.56
< 200				

Fuente: Elaboración propia, 2022.

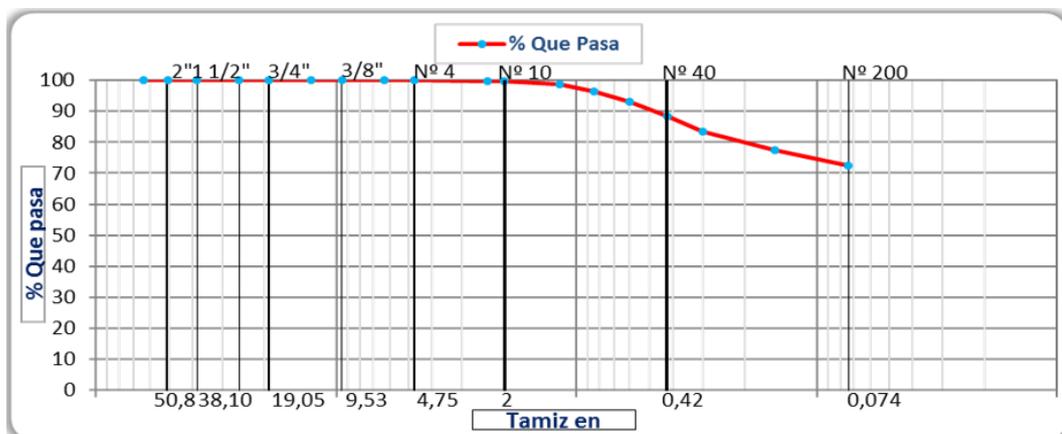


Figura 26. Gráfico de Granulometría C-02 en 5% cal + 10% CCC.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

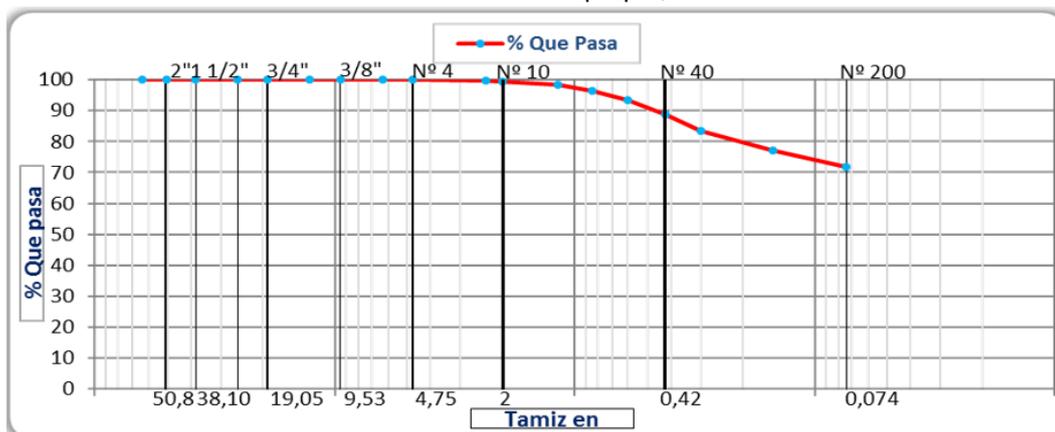


Figura 27. Figura 23. Gráfico de Granulometría C-02 en 5% cal + 15% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

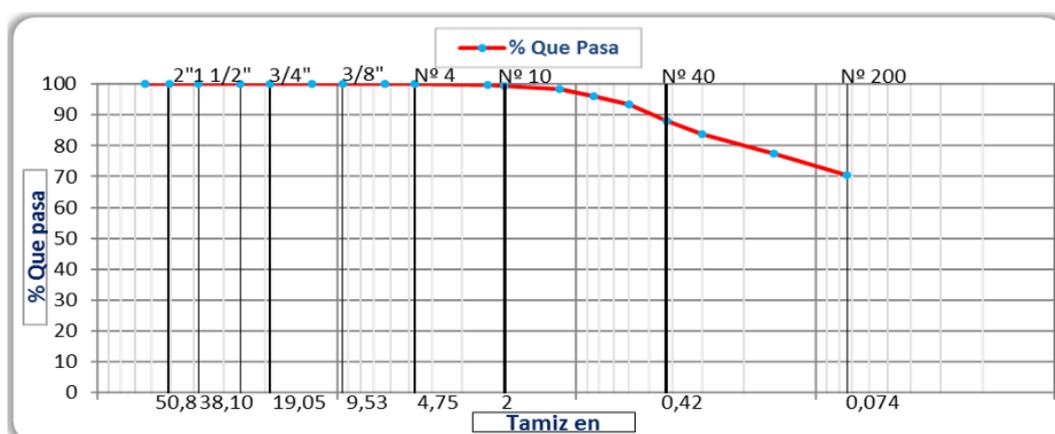


Figura 28. Gráfico de Granulometría C-02 en 5% cal + 20% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 19. Contenido de arena-finos C-02 adicionando Cal + CCC

DESCRIPCIÓN	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
Arena (%)	27.52	28.10	29.44
Finos (%)	72.48	71.90	70.56

Fuente: Elaboración propia, 2022.

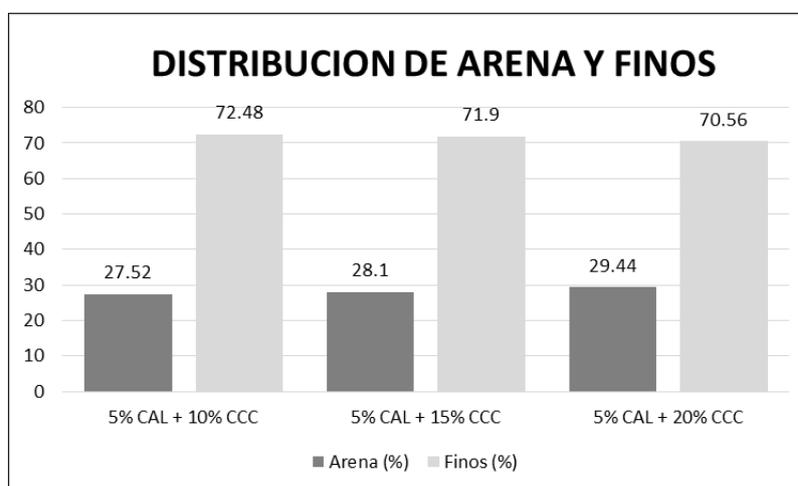


Figura 29. Gráfico estadístico de arena-finos C-02 adicionado.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.4.4. Resultados del análisis granulométrico – Suelo Adicionado C-3

En la siguiente tabla se detalla los siguientes resultados de Granulometría por Tamizado ya alterada de la Calicata C-03.

Tabla 20. Resumen de Granulometría C-03 adicionando Cal + CCC

GRANOLOMETRI POR TAMIZADO (ASTM D 6913, NTP 400.012)				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
2 1/2"	63.5			
2"	50.6			
1 1/2"	38.1			
1"	25.4			
3/4"	19.05			
1/2"	12.7			
3/8"	9.53			
1/4"	6.35			
4	4.76	100	100	100
8	2.36	99.87	99.87	99.85
10	2	99.76	99.59	99.69
16	1.18	99.13	98.88	99.02
20	0.85	97.60	97.12	97.29
30	0.6	94.84	94.87	95.18
40	0.42	90.36	89.95	91.22
50	0.3	85.35	84.33	88.36
100	0.15	79.15	78.13	82.83
200	0.07	74.22	71.79	76.08
< 200				

Fuente: Elaboración propia, 2022.

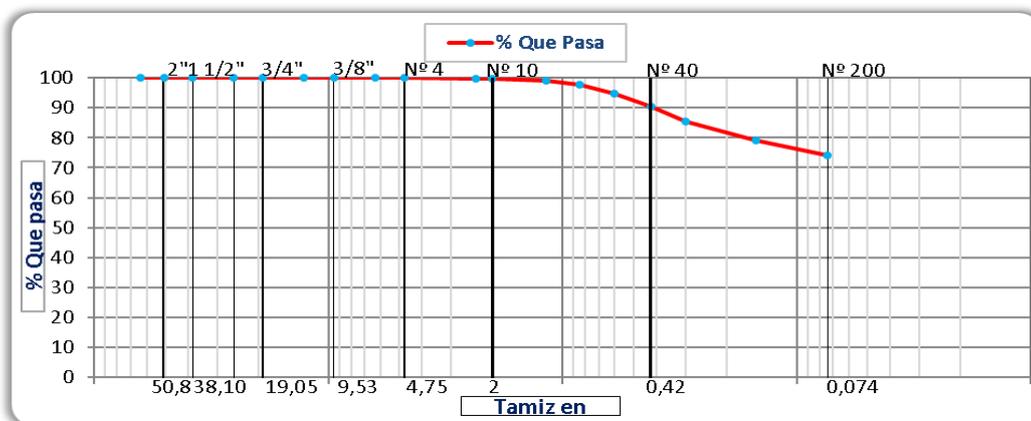


Figura 30. Gráfico de Granulometría C-03 en 5% cal + 10% CCC.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

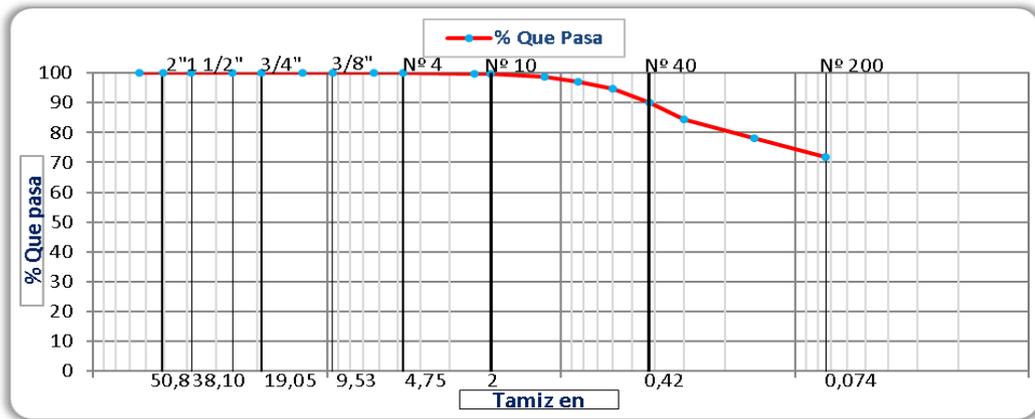


Figura 31. Gráfico de Granulometría C-03 en 5% cal + 15% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

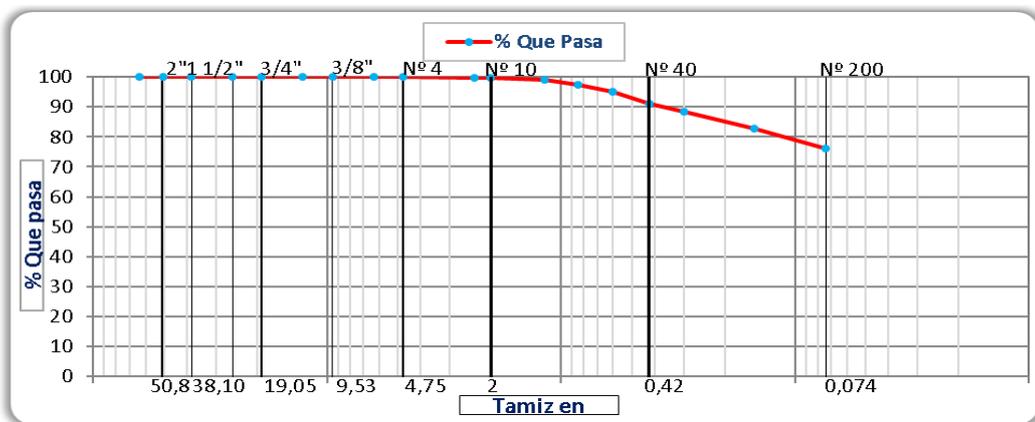


Figura 32. Gráfico de Granulometría C-03 en 5% cal + 20% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 21. Contenido de arena-finos C-03 adicionando Cal + CCC

DESCRIPCIÓN	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
Arena (%)	25.78	28.21	23.92
Finos (%)	74.22	71.79	76.08

Fuente: Elaboración propia, 2022.

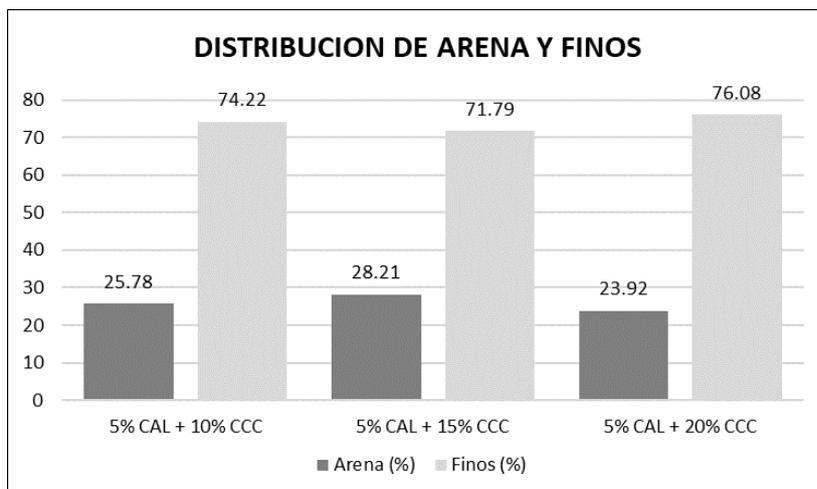


Figura 33. Gráfico estadístico de arena-finos C-03 adicionado.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.5. Límite de Atterberg – (ASTM D 4318, NTP 339.129)**

A los siguientes pozos de prueba C-01, C-02 y C-03 se les ha realizado el ensayo de Límites de Atterberg para tener los resultados de Límites Líquidos, Límites Plásticos e Índice de Plasticidad, este propósito de trabajo de la siguiente manera:

##### **Límite Líquido (LL)**

##### **Equipo y materiales**

Se ha utilizado la Balanza de 0.1gr.de sensibilidad, Horno con temperatura permanente 100-110°C y Aparato del límite líquido (Casagrande). Se utilizó el siguiente recipiente para mezclar, Tarar, Espátula y Acanalador.

##### **Muestra**

En los materiales se procede a tamizas en 426 (N° 4) y el pasante se toma para proceder con aproximadamente 150 gramos a 200 gramos.

Después continúa con la combinación de agua para luego amasar hasta que sea homogéneo.

##### **Procedimiento**

1. Se prepara el material de desintegrándolo y luego someter a un tamiz N° 40 y luego tomas el pasante para utilizar en el ensayo a una cantidad de 250 gramos aproximadamente.
2. Luego agregar el agua hasta que esté bien humedecido y dejar un momento para que remoje. Retomando de ello con el apoyo de espátula se mezcla uno y otro hasta que esté bien uniforme, la pasta debe ser homogéneo y pegajoso.
3. Se procede a colocar pasta preparada del suelo en copa de Casagrande hasta que este nivelado.
4. Luego, se procedió hacer la ranura o acanalado en el centro. Durante proceso de ranura se hará en una pasada. Después de realiza la ranura, debe observarse claramente en divididos en dos.
5. Poner en marcha con apoyo de manivela a la Casagrande y tener registrado los números de golpe. En los siguientes con los siguientes golpes 25 a 35 hasta que cierre, 20 a 30 y 15 a 25 golpes.
6. Durante el proceso de golpes, debe tener mucho cuidado las dos franjas deben deslizar uniforme sin ninguna burbuja, si se aprecia la burbuja se

volverá a repetir el procedimiento desde la colocación de pasta en la Casagrande.

7. Si vuelve pasar se hace 11.1 a 11.3 a contenido de humedad más elevado si sigue teniendo problema se aumenta para cesar la reanudación hasta que sea menor a 25 golpes.
8. Hasta que se identifique el contenido de humedad W.

### **Límite plástico (LP)**

#### **Equipos y materiales**

Los equipos que se utilizaron son la Balanza de 0.1gr.de sensibilidad y Horno con temperatura permanente 100-110°C. Los materiales utilizados son la Espátula, hoja flexible, Recipiente para almacenar, Tamiz (N° 40) y Hoja de vidrio.

#### **Muestra**

Lo primero se tamiza 426 (N° 4) y luego se toma el pasante de dicho tamiz, se tomará la muestra preparada aproximadamente 20gramos.

Después se agrega el agua hasta cierta que sea húmeda y luego se mezcla hasta que sea homogéneo.

#### **Procedimiento**

1. Se amasa la muestra designada en una superficie lisa y adecuada, con los dedos de la mano con una presión requerida en forma de elipse, continuando debe estar forado en forma cilíndrica.
2. Después que se realizó el primer paso, antes de llegar en forma cilíndrica con un determinado diámetro 3.2mm (1/8”), que no fue demostrado, se repetirá en cuantas veces sea necesaria hasta que se desmorone con un diámetro aproximado que se indicó. Como recomendación en los suelos muy plásticos, se harán en trozos de 6mm de Longitud. En suelo plástico, los fragmentos son pequeños.
3. Se procede a colocar en superficie de vidrio en formas cilíndricas, hasta reunir 6 gramos de suelos, se determinará la humedad con la norma MTC E 108.
4. Después de todo, se repetirá con las demás masas sobrantes, los pasos 1, 2 y 3.

#### 4.5.1. Resultados del Límite de Atterberg – Suelo natural

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Límite Plástico, Límite Líquido e índice de plasticidad de las Calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tabla 22. Resultados del Límite de Atterberg C-01, C-02 y C-03

DESCRIPCIÓN	C-01	C-02	C-03
Límite Líquido (%)	32.20	37.30	35.10
Límite Plástico (%)	20.00	20.10	20.80
Índice Plasticidad (%)	12.20	17.30	14.30

Fuente: Elaboración propia, 2022.

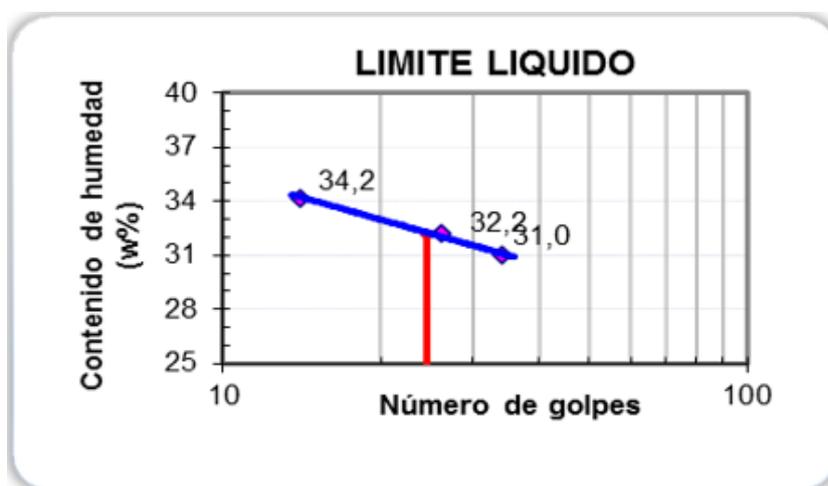


Figura 34. Gráfico de Límite Líquido C-01.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

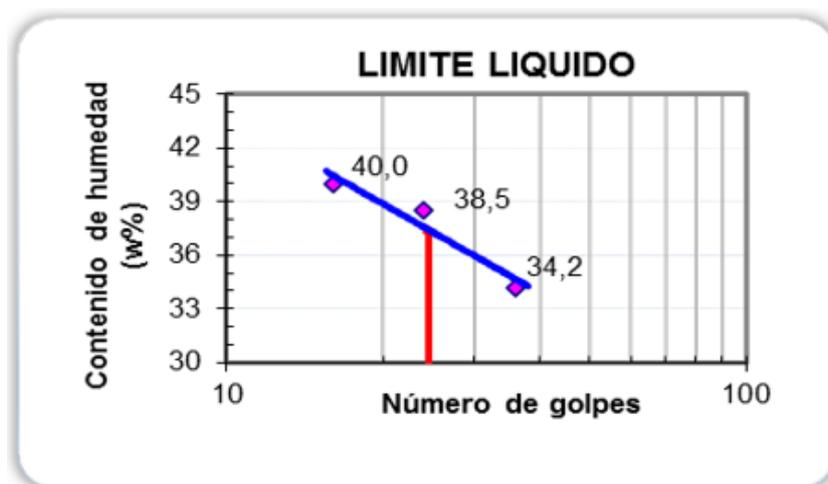


Figura 35. Gráfico de Límite Líquido C-02.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

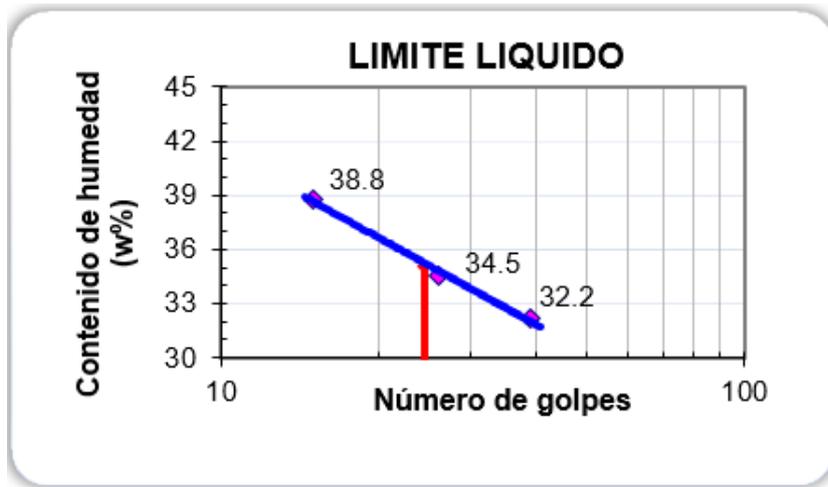


Figura 36. Gráfico de Límite Líquido C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

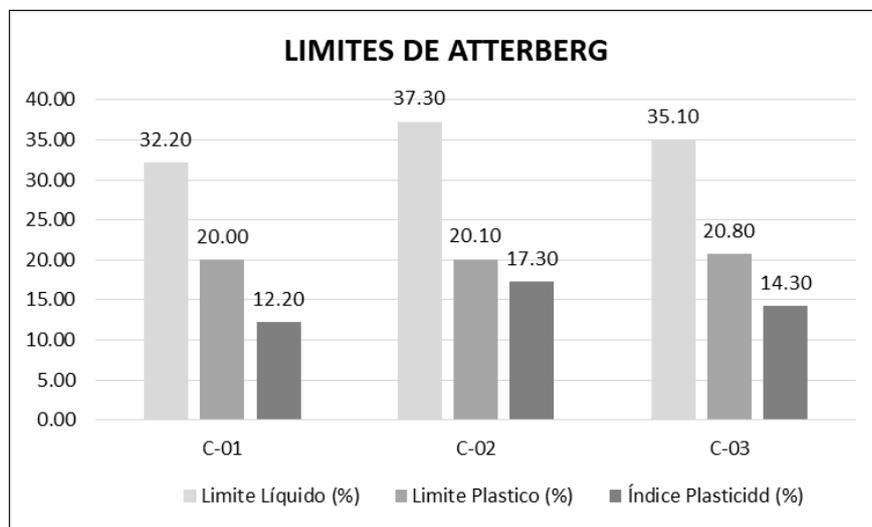


Figura 37. Gráfico estadístico de los Límites Atterberg por calicata.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

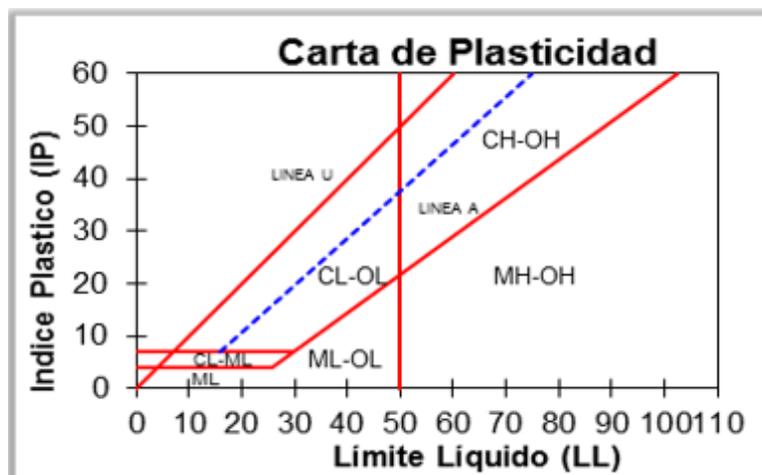


Figura 38. Gráfico de la Carta de Plasticidad.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.5.2. Resultados del Límite de Atterberg – Suelo Adicionado C-1

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Limite Plástico, Limite Líquido e índice de plasticidad del pozo de prueba C-01.

Tabla 23. Resultados del Límite de Atterberg C-01 con Cal + CCC

DESCRIPCIÓN	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
Limite Líquido (%)	28.46	28.05	29.42
Limite Plástico (%)	20.90	19.55	21.92
Índice Plasticidad (%)	7.56	8.50	7.51

Fuente: Elaboración propia, 2022

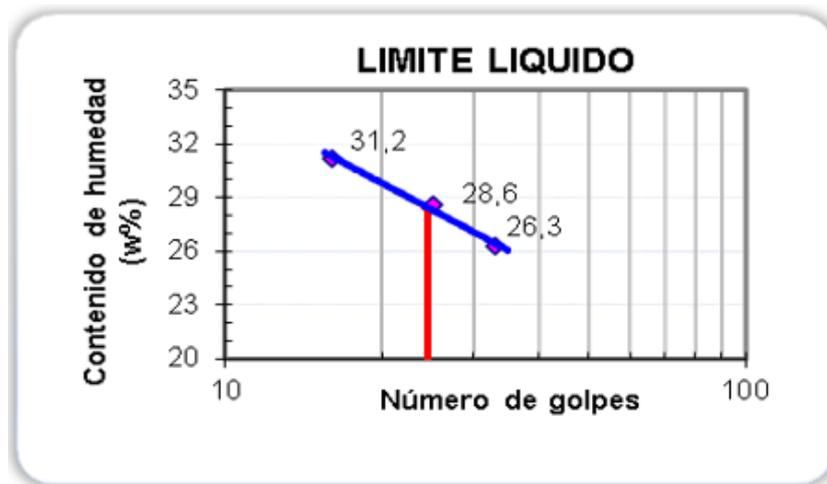


Figura 39. Gráfico de Límite Líquido C-01 en 5% cal + 10% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

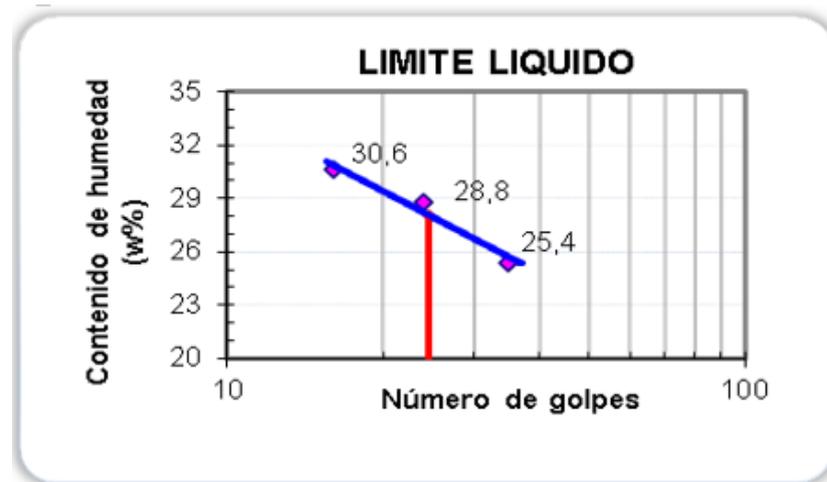


Figura 40. Gráfico de Límite Líquido C-01 en 5% cal + 15% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

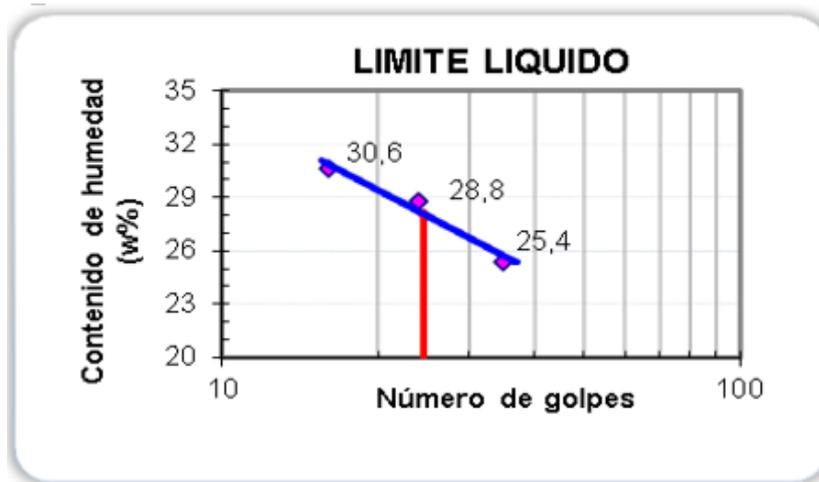


Figura 41. Gráfico de Límite Líquido C-01 en 5% cal + 20% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

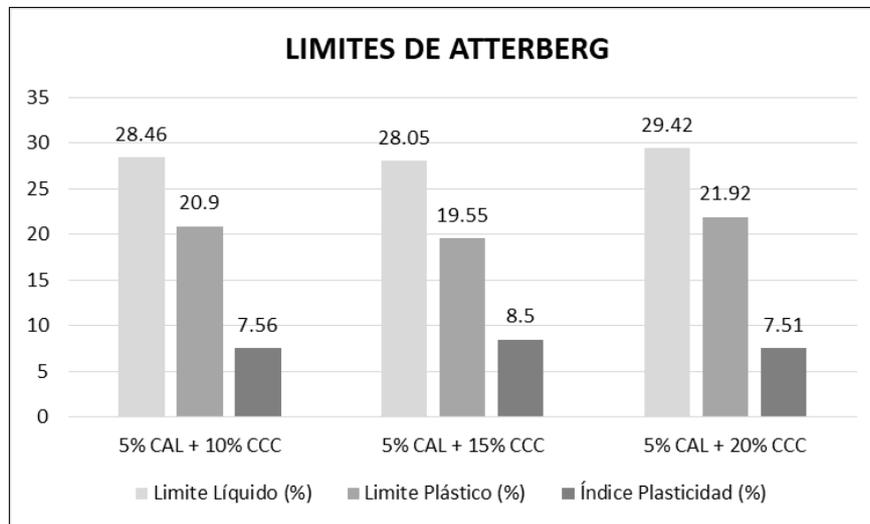


Figura 42. Gráfico estadístico Límites de Atterberg C-01 con Cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.5.3. Resultados del Límite de Atterberg – Suelo Adicionado C-2

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Límite Plástico, Límite Líquido e índice de plasticidad del pozo de prueba C-02.

Tabla 24. Resultados del Límite de Atterberg C-02 con Cal + CCC

DESCRIPCIÓN	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
Límite Líquido (%)	28.00	28.90	29.30
Límite Plástico (%)	19.70	20.80	21.90
Índice Plasticidad (%)	8.30	8.20	7.40

Fuente: Elaboración propia, 2022.

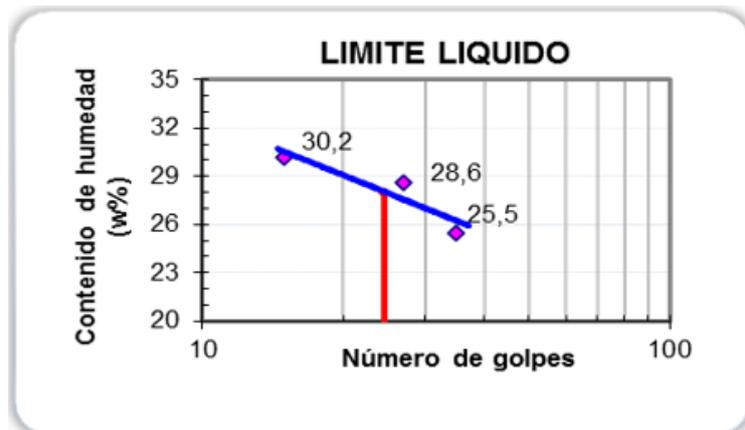


Figura 43. Gráfico de Límite Líquido C-02 en 5% cal + 10% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

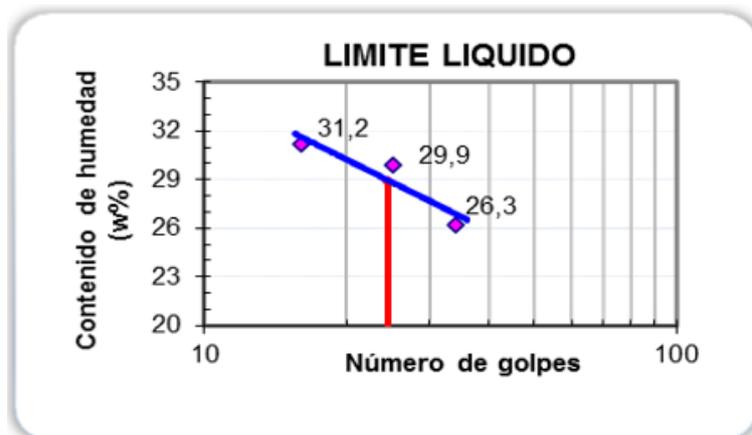


Figura 44. Gráfico de Límite Líquido C-02 en 5% cal + 15% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

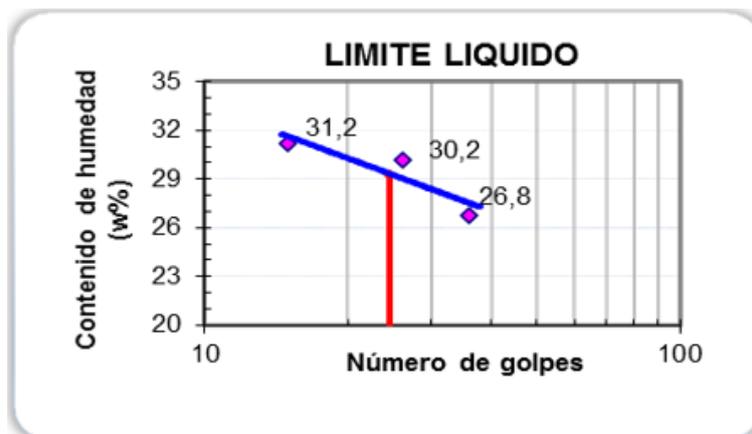


Figura 45. Gráfico de Límite Líquido C-02 en 5% cal + 20% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

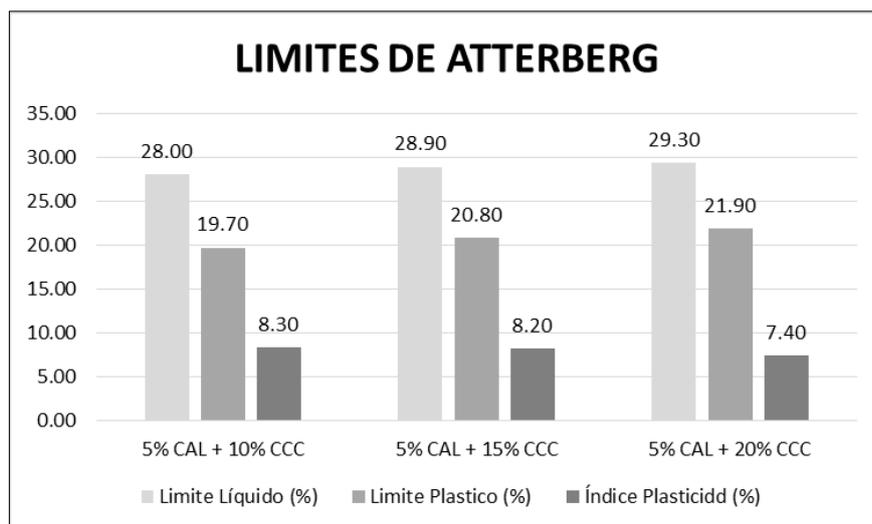


Figura 46. Gráfico estadístico Límites de Atterberg C-02 con Cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.5.4. Resultados del Límite de Atterberg – Suelo Adicionado C-3

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Limite Plástico, Limite Líquido e índice de plasticidad del pozo de prueba C-03.

Tabla 25. Resultados del Límite de Atterberg C-03 con Cal + CCC.

DESCRIPCIÓN	5% CAL + 10% CCC	5% CAL + 15% CCC	5% CAL + 20% CCC
Limite Líquido (%)	27.53	28.03	27.51
Limite Plástico (%)	18.80	20.75	19.90
Índice Plasticidad (%)	8.73	7.28	7.61

Fuente: Elaboración propia, 2022.

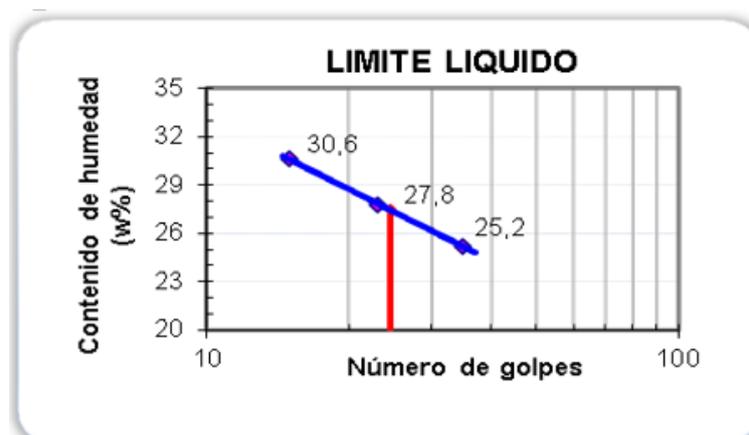


Figura 47. Gráfico de Límite Líquido C-03 en 5% cal + 10% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

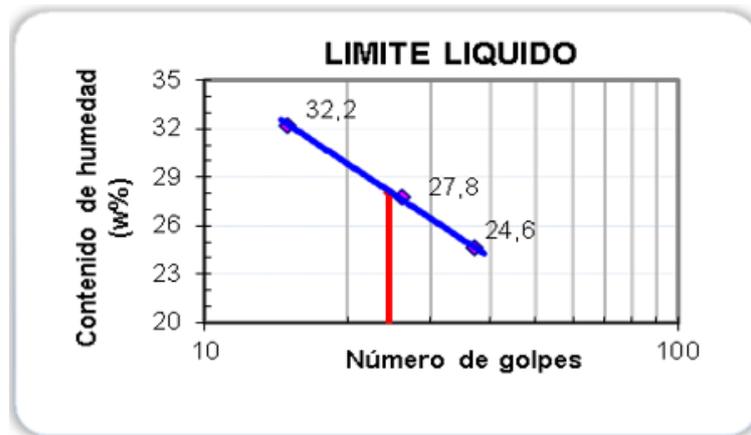


Figura 48. Gráfico de Límite Líquido C-03 en 5% cal + 15% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

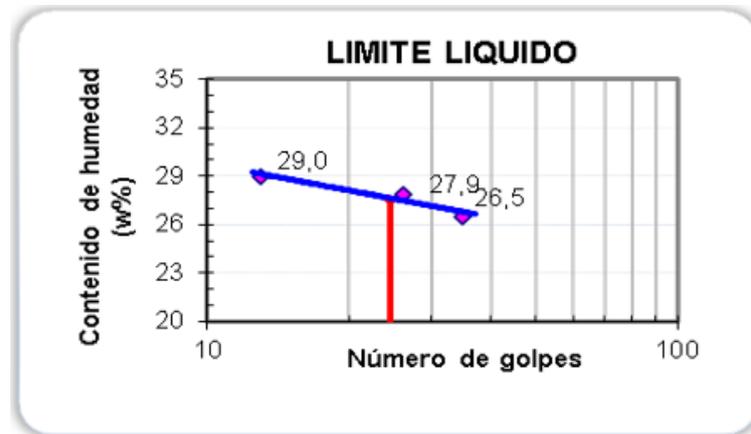


Figura 49. Gráfico de Límite Líquido C-03 en 5% cal + 20% CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

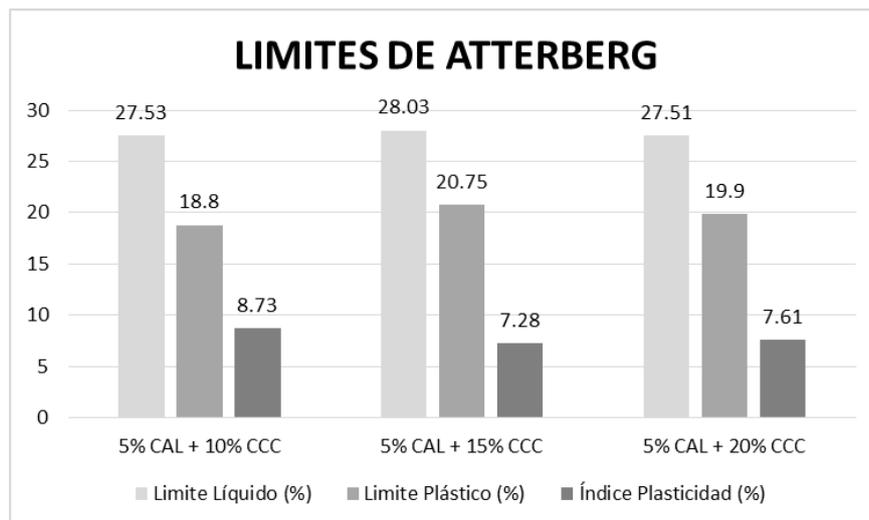


Figura 50. Gráfico estadístico Límites de Atterberg C-03 con Cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 4.6. Clasificación por el método de SUCS Y AASHTO

### 4.6.1. Resultados de la clasificación – Suelo Natural

Para realizar las clasificaciones de los suelos naturales se ha respetado los alineamientos en base de las normativas indicados, para ello se muestra la siguiente tabla en donde nos indica la clasificación de cada calicata:

Tabla 26. Clasificación por SUCS – AASHTO del suelo natural.

CALICATAS	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
C-1	CL	A-6 (16)
C-2	CL	A-6 (16)
C-3	CL	A-6 (16)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 27. Clasificación SUCS para suelo natural.

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

Fuente: MTC, Sección de suelos y Pavimentos. 2014)

Tabla 28. Clasificación AASHTO para suelo natural.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: MTC, Sección de suelos y Pavimentos. 2014)

#### 4.6.2. Resultados de la clasificación – Suelo Adicionado

Tabla 29. Clasificación por SUCS – AASHTO para suelo con Cal + CCC.

CAL	CLASIFICACION					
	SUCS			AASHTO		
	5% CAL + 10% CCC					
C-1	CL	CL	CL	A-6 (14)	A-6 (14)	A-6 (14)
C-2	CL	CL	CL	A-6 (14)	A-6 (14)	A-6 (14)
C-3	CL	CL	CL	A-6 (14)	A-6 (14)	A-6 (14)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.7. Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

A las calicatas C-01, C-02 y C-03 se les ha realizado el ensayo de Proctor Modificada y así para determinar la relación del contenido de agua y su peso unitario de los suelos secos, así para apreciar la curva de compactación, para ello utilizaremos el método “A”:

##### Método “A”

Utilizaremos un molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulgadas), el material: se tomará el pasante del tamiz 4,75 mm (N° 4), los numero de capas de compactación serán 5, los números de golpes por capas será de 25 y finalmente el uso: es cuando 20% o menos de los pesos del material es atrapado en el tamiz 4,75 mm (N° 4).

##### Equipos

Necesitamos un molde en forma cilíndrica metálico de 4 pulgada (10.16cm) en diámetro y altura 4.59” de altura, una extensión de molde de diámetro requerida con una altura de 2”, una base metálica con tornillos de mariposa para fijar el molde, un martillo o pisón metálico 4.54 kg (10 libras) de peso que se dejara caer de una altura de 18”, una balanza de 0.1gr.de sensibilidad, una balanza de 30 gramos de sensibilidad y finalmente un horno con temperatura permanente 100-110°C.

##### Materiales

Necesitaremos una muestra de suelo seco al aire libre con una cantidad de promedio de 3 a 5 kg, pasante el tamiz  $\frac{3}{4}$ ”, unos papeles para el fondo del molde y finalmente agua.

## **Instrumento**

Necesitará un tamiz # 4, una regla de acero para nivelar, un cilindro graduado de 1000 ml, un badilejo, una paleta para mezclar, un recipiente de metal y una brocha.

## **Método de Preparación en Seco**

- Si la muestra esta con mucho contenido de humedad, se procede a secar al aire limpia hasta que sea óptimo para proceder para empezar el ensayo, después hay que dividir las los grumos del suelo.
- Los especímenes lo mínimo de estar preparado de 4 a 5 con contenido de agua de diferentes.
- Ya espécimen preparado debe utilizar aproximadamente 2.3 kilogramos (5 libras), de los suelos tamizados que procederá a compactar de acuerdo a anual.

## **Procedimiento**

1. Luego se procede a pesar el molde vacío ya limpiado, para continuar con los siguientes pasos.
2. El molde se fija en el base, luego se coloca el papel en la base así la muestra no se pega al momento que se retira la muestra y así facilitar el procedimiento. Después se colocará el collarín y ajustar los tornillos hasta que estén fijos.
3. La muestra ya preparada se coloca en la bandeja y se añade agua 2% variando en muestra en muestra, luego se procede a mezclar bien y se separa en 5 porciones iguales para realizar el ensayo.
4. la muestra se procede a colocar 5 capas uniformemente en el molde, luego cada capa de la muestra se aplica a la compactación con la ayuda del martillo (25 golpes en cada capa).
5. Cuando se completa la compactación, se quita el collar del molde y se aplanan cuidadosamente el suelo compactado en el molde, rellenando algunos desniveles con suelo pasantes malla de N° 4.
6. Limpiar los suelos sueltos con un cepillo o brocha del exterior del molde, después se pesa con suelo compactado.

7. Después de haber pesado se tomará un poco del molde se coloca en un recipiente para luego pesarlo, se somete a horno después de un tiempo se saca y se procede a pesar para obtener el contenido de agua.
8. Observaciones: con los procedimientos indicados se harán varias pruebas para formar una curva.

#### 4.7.1. Resultado de Proctor Modificado – Suelo Natural

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Proctor modificado para las calicatas C1 - C2 - C3.

Tabla 30. Resultados del OCH y MDS del suelo natural.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATAS	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH)	MAXIMA DENSIDAD SECA (MDS)
C-1	9.800 %	1.706 gr/cm <sup>3</sup>
C-2	10.220 %	1.786 gr/cm <sup>3</sup>
C-3	9.330 %	1.797 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

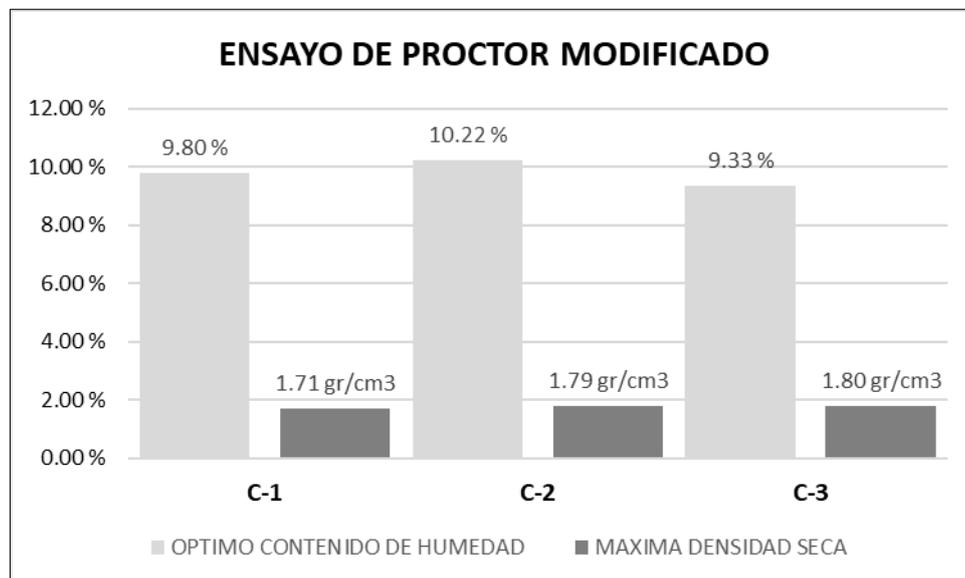


Figura 51. Se aprecia el OCH y MDS para suelo natural.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A continuación, se adjunta la gráfica de la relación humedad – densidad el cual forma las curvas de compactación de las tres calicatas.

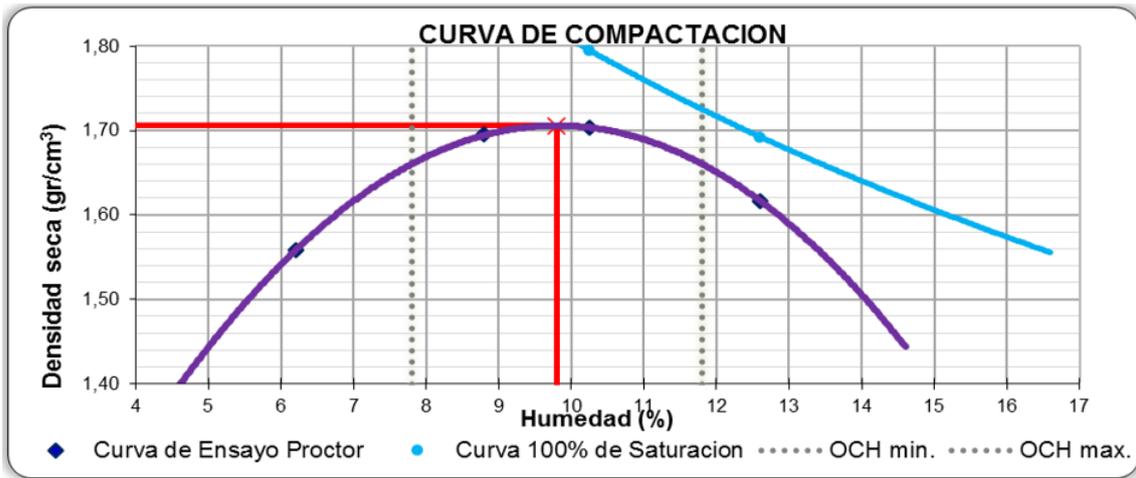


Figura 52. Relación de Humedad – Densidad para C-01.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

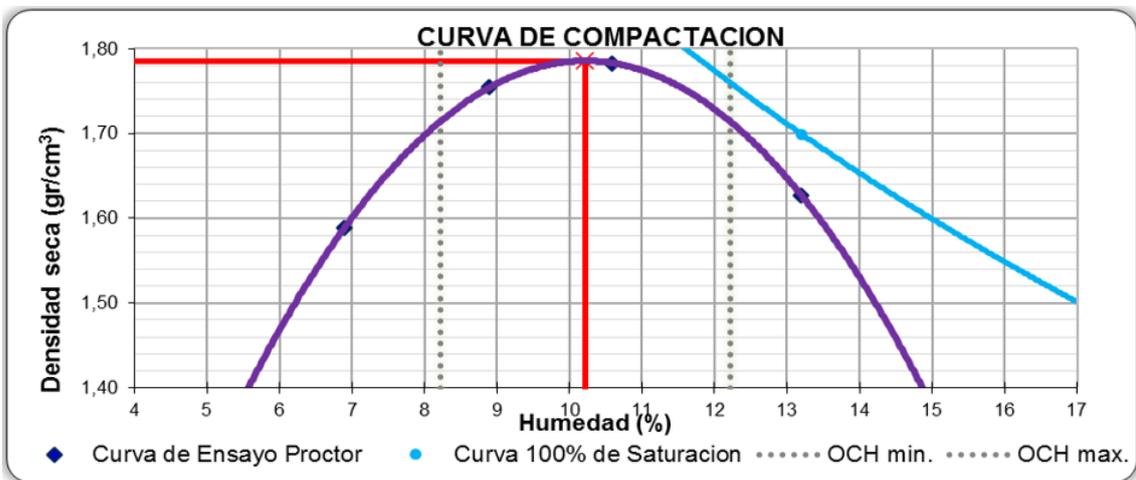


Figura 53. Relación de Humedad – Densidad para C-02.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

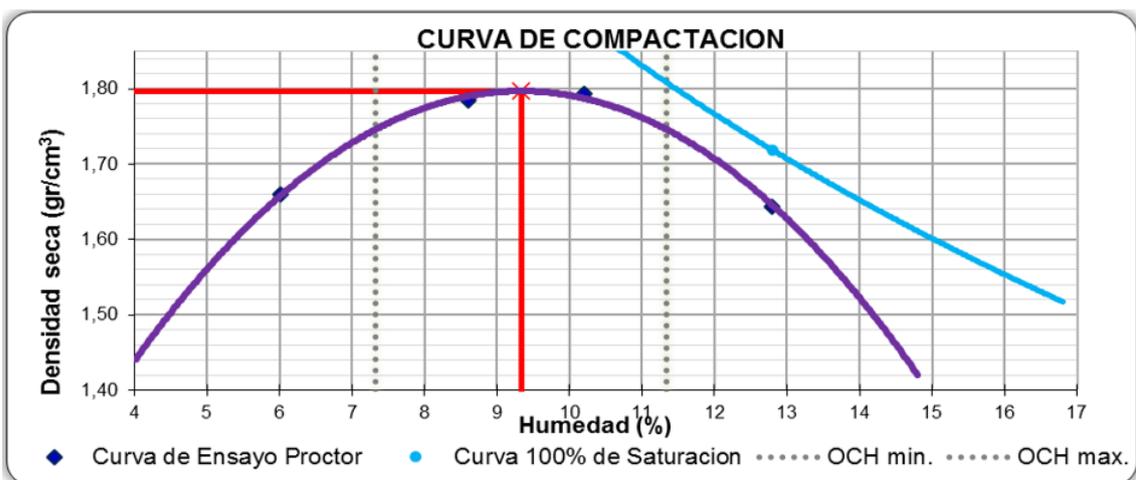


Figura 54. Relación de Humedad – Densidad para C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.7.2. Resultado de Proctor Modificado – Suelo Adicionado C-1

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Proctor modificado del pozo de prueba C-01 con la adición de cal y ceniza de cascara de castaña (CCC).

Tabla 31. Humedad y densidad C-01 con Cal + CCC.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATAS	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	MAXIMA DENSIDAD SECA
5% DE CAL + 10% CCC	10.592 %	2.039 gr/cm <sup>3</sup>
5% DE CAL + 15% CCC	10.700 %	1.940 gr/cm <sup>3</sup>
5% DE CAL + 20% CCC	11.166 %	1.995 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

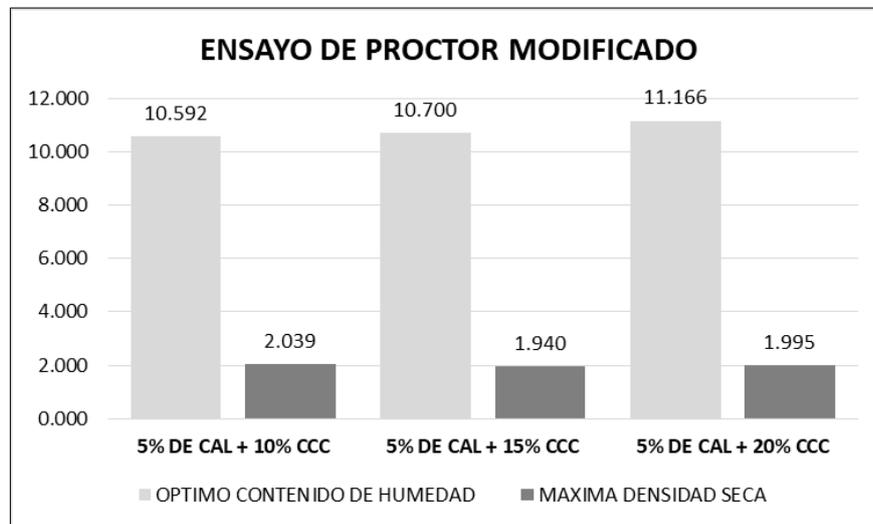


Figura 55. Gráfico estadístico humedad y densidad C-01 con Cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

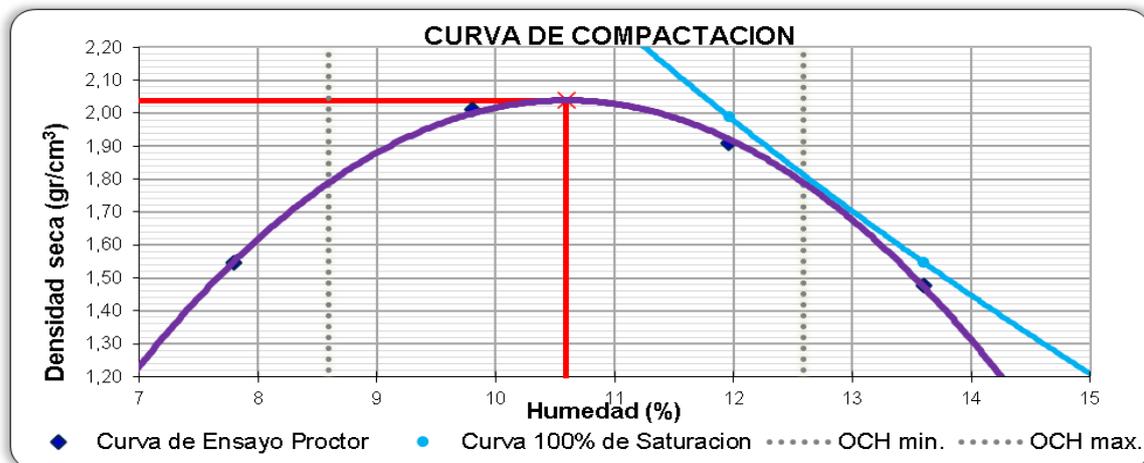


Figura 56. Relación Humedad – Densidad para C-01 (5% Cal + 10% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

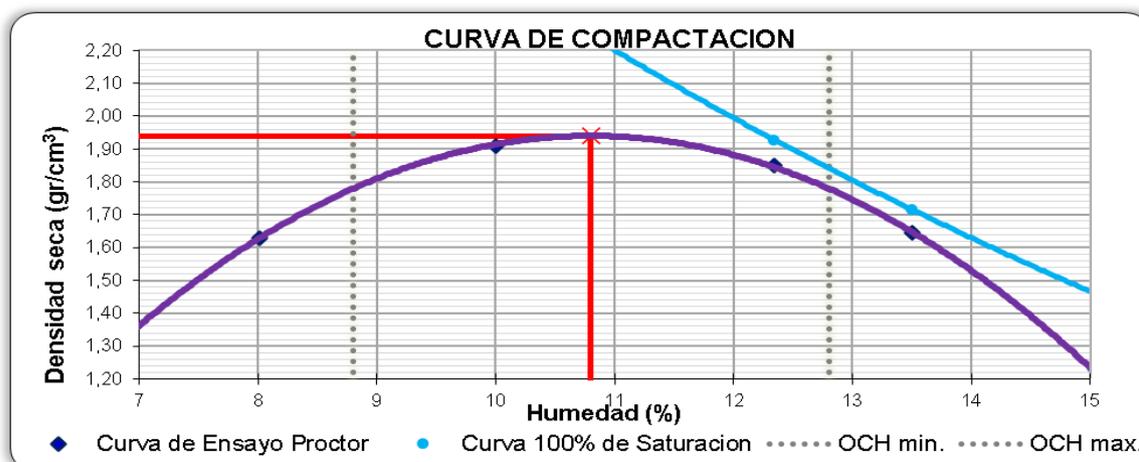


Figura 57. Relación Humedad – Densidad para C-01 (5% Cal + 15% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

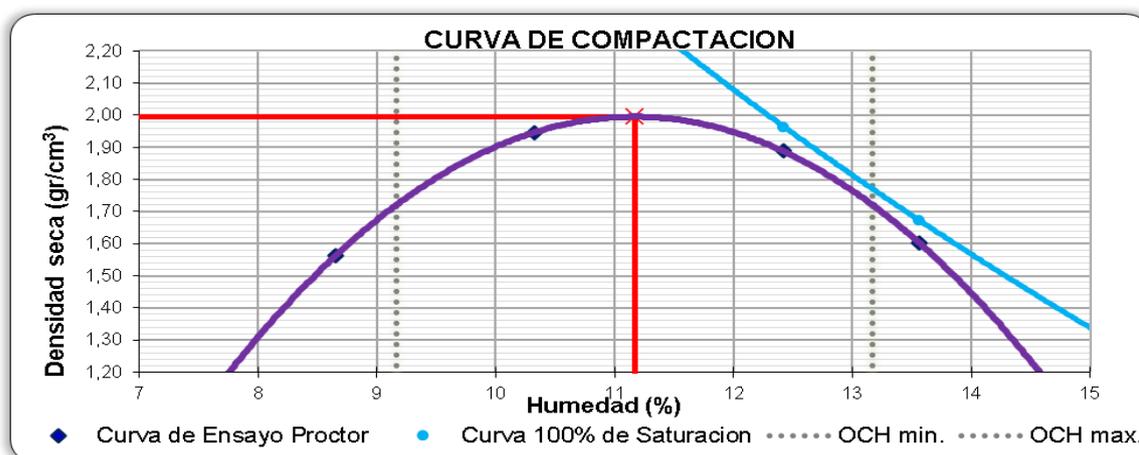


Figura 58. Relación Humedad – Densidad para C-01 (5% Cal + 20% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.7.3. Resultado de Proctor Modificado – Suelo Adicionado C-2

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Proctor modificado de la Calicata C-02 con la adición de cal y ceniza de cascara de castaña (CCC).

Tabla 32. Humedad y densidad C-02 con Cal + CCC.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATAS	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	MAXIMA DENSIDAD SECA
5% DE CAL + 10% CCC	11.176 %	2.017 gr/cm <sup>3</sup>
5% DE CAL + 15% CCC	10.67 %	1.950 gr/cm <sup>3</sup>
5% DE CAL + 20% CCC	10.440 %	1.990 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

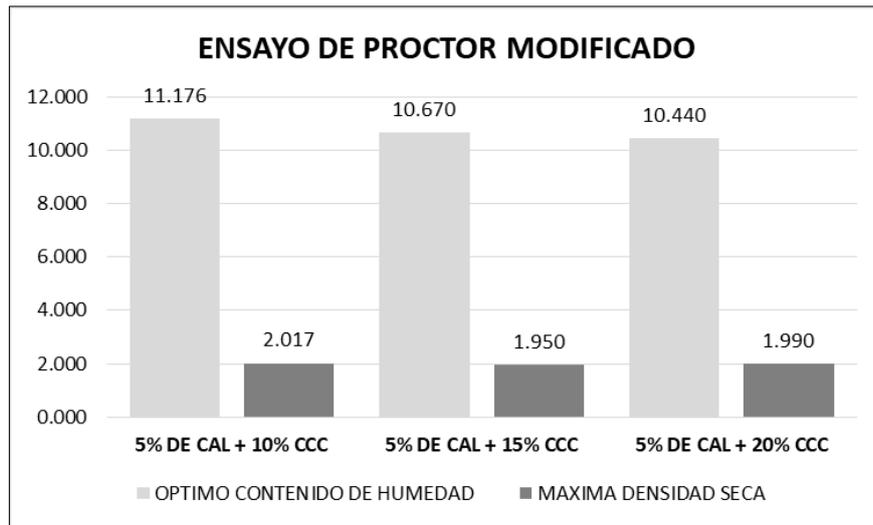


Figura 59. Gráfico estadístico humedad y densidad C-02 con Cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

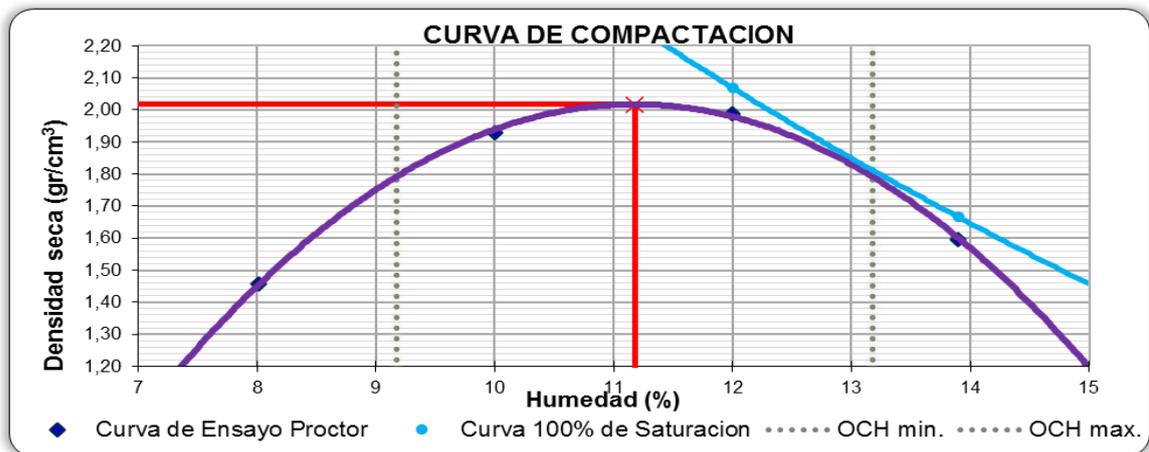


Figura 60. Relación Humedad – Densidad para C-02 (5% Cal + 10% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

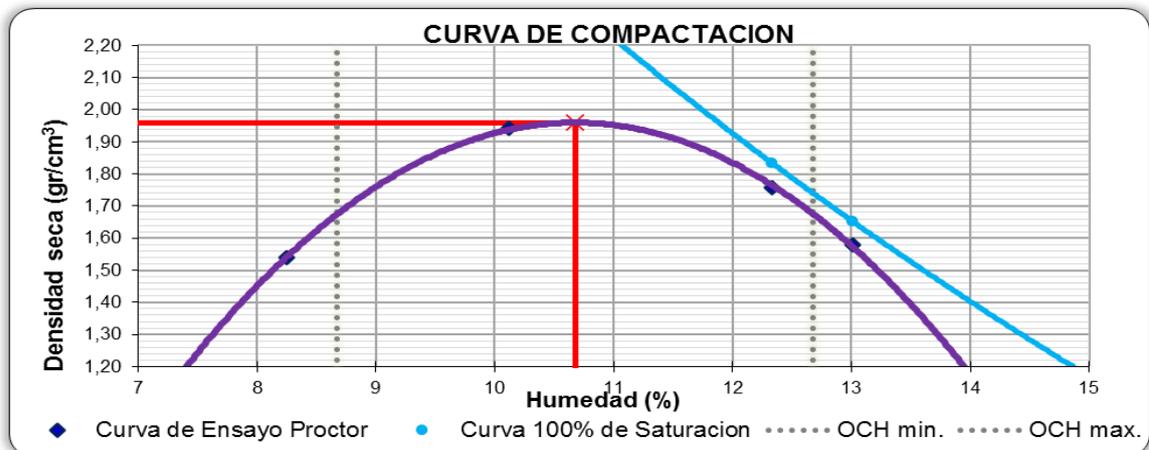


Figura 61. Relación Humedad – Densidad para C-02 (5% Cal + 15% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

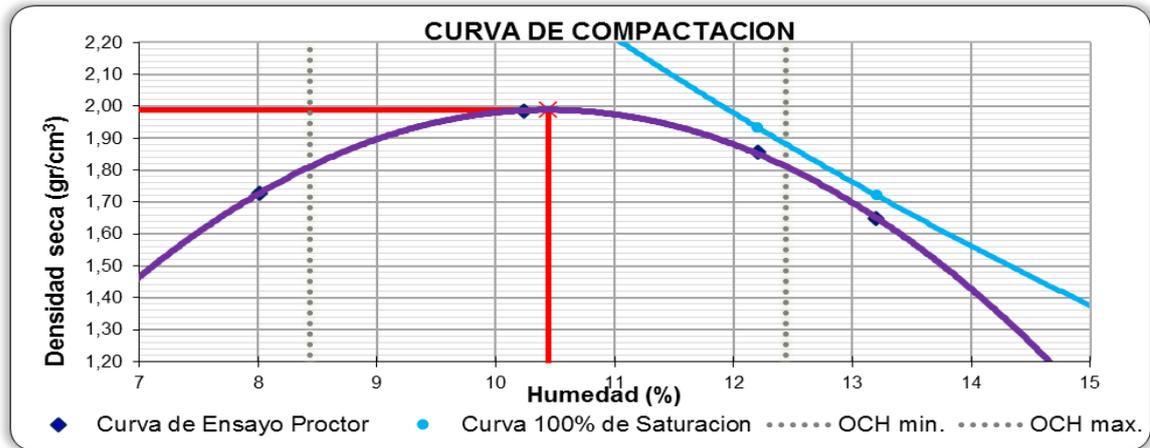


Figura 62. Relación Humedad – Densidad para C-02 (5% Cal + 20% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.7.4. Resultado de Proctor Modificado – Suelo Adicionado C-3

En la siguiente tabla se detallan los resultados del Proctor modificado de la Calicata C-03 con la adición de cal y ceniza de cascara de castaña (CCC).

Tabla 33. Humedad y densidad C-03 con Cal + CCC.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
CALICATAS	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	MAXIMA DENSIDAD SECA
5% DE CAL + 10% CCC	11.030 %	2.024 gr/cm <sup>3</sup>
5% DE CAL + 15% CCC	11.061 %	2.001 gr/cm <sup>3</sup>
5% DE CAL + 20% CCC	11.604 %	2.010 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

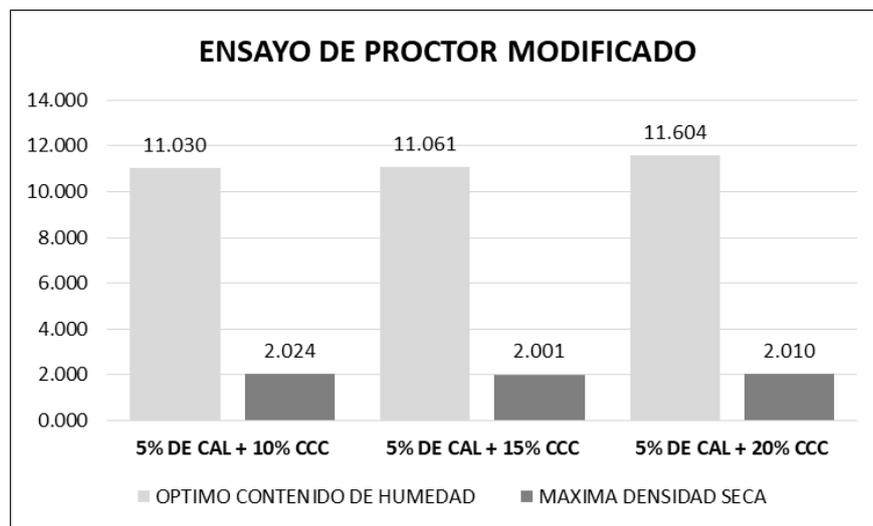


Figura 63. Gráfico estadístico humedad y densidad C-03 con Cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

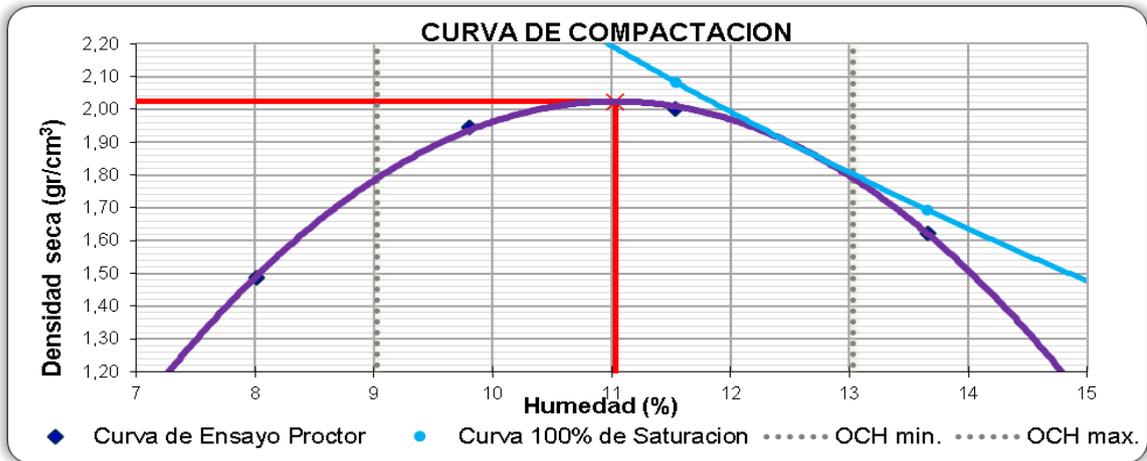


Figura 64. Relación Humedad – Densidad para C-03 (5% Cal + 10% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

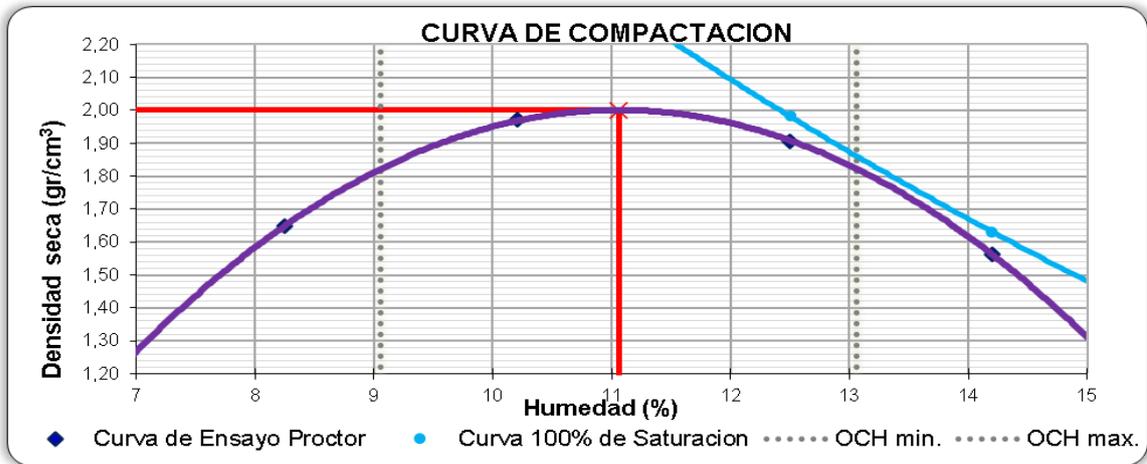


Figura 65. Relación Humedad – Densidad para C-03 (5% Cal + 15% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

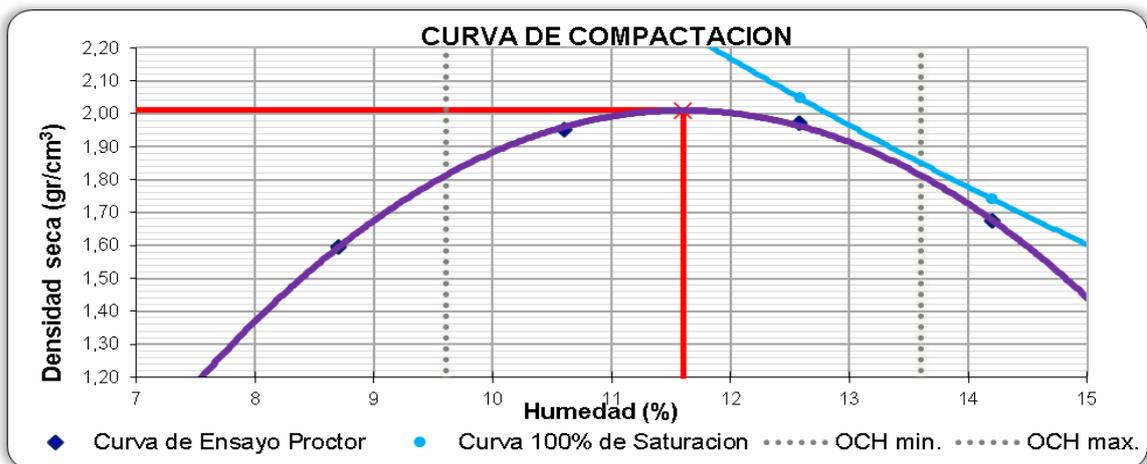


Figura 66. Relación Humedad – Densidad para C-03 (5% Cal + 20% CCC).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.8. Ensayo del CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)**

##### **Equipos y Materiales**

Se utiliza en pruebas de compresión, se utiliza para empujar el émbolo en la muestra. El pistón se coloca en el cabezal. El molde metálico, en forma cilíndrica, de 6-7 de diámetros interior y la altura de la placa de la base perforada (3/8") de espesor. También se aprecia el disco de metal, de forma circular (5 15/16) diámetro exterior con espesor (2.416 +- 0.005") para insertar como falso fondo en molde cilíndrica mientras la compactación. Un pisón de compactación como discreto en el molde de ensayo Proctor Modificado (equipo modificado). Un aparato de medidor expansión como: placa metálica perforada y trípode cuyos soportes se pueden apoyar en el borde del molde. Unas pesas uno o dos anulares de metal.

Un pistón de penetración metálico de sección transversal circular. Dos diales con recorrido mínimo. Un tanque con agua con una capacidad que tape al molde. Una estufa, Tamices N° 4 y 3/4" y Balanza de 30 gr. de sensibilidad.

##### **Muestra**

La muestra de los especímenes deberá prepararse de acuerdo NTP 339.141 o NTP 339.142 para una buena compactación en un molde de 152,4 mm (6")

##### **Procedimiento**

1. Después de definir la humedad optima y la densidad máxima del suelo del ensayo de Proctor Modificado.
2. Agregar agua en el espécimen del suelo para lograr la humedad optima.
3. Para compactar la muestra ya preparada, se procede el armado de molde de CBR, colocando disco de planta luego en encima un papel para que no se pegue la muestra con la planta de disco.
4. Luego se hacer 3 CBR primera en las 5 capas con 12 capas, la segunda en las 5 capas con 25 capas y la tercera en las 5 capas con 56 capas.
5. Después de realizar la compactación se procede el enrasado a nivel de molde ya después de retirarlo el collarín.
6. Se procede a sumergir los moldes en un envase repleto de agua (algunos moldes no se sumergen al agua).
7. Después se procede a colocar placa perforada y el vástago, así como los pesos requeridos para deducir la sobrecarga.

8. Luego se coloca el trípode de medida en el borde del molde, tiene que coincidir el vástago del micro comparador.
9. Someter carga mediante el pistón de penetración con el apoyo de prensa CBR y los datos de la lectura de curvas presión penetración.

Después es muy importante mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.

#### 4.8.1. Resultados de CBR – Suelo Natural

En la siguiente tabla se detallan los resultados de la capacidad de soporte de las tres calicatas C1 - C2 - C3 aplicados al suelo natural.

Tabla 34. Resultados del CBR para suelo natural C1, C2 y C3.

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS
C-1	6.67 %
C-2	6.31 %
C-3	7.86 %

Fuente: Elaboración propia, 2022.

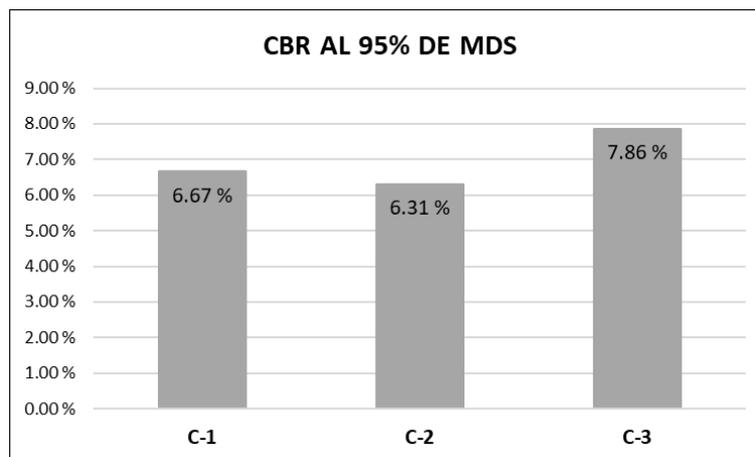


Figura 67. Gráfica estadístico del CBR al 95% de MDS para suelo natural.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Podemos observar en la figura 67, que el CBR de las tres calicatas al 95% de la máxima densidad seca es de pobre regular a regular con lo que respecta al sistema de clasificación de Joseph E. Bowles en libro de manual de laboratorio de suelos en la ingeniería civil. A continuación, adjuntamos las gráficas de la relación entre CBR y la máxima densidad seca para las tres calicatas (C1-C2-C3) en su estado natural.

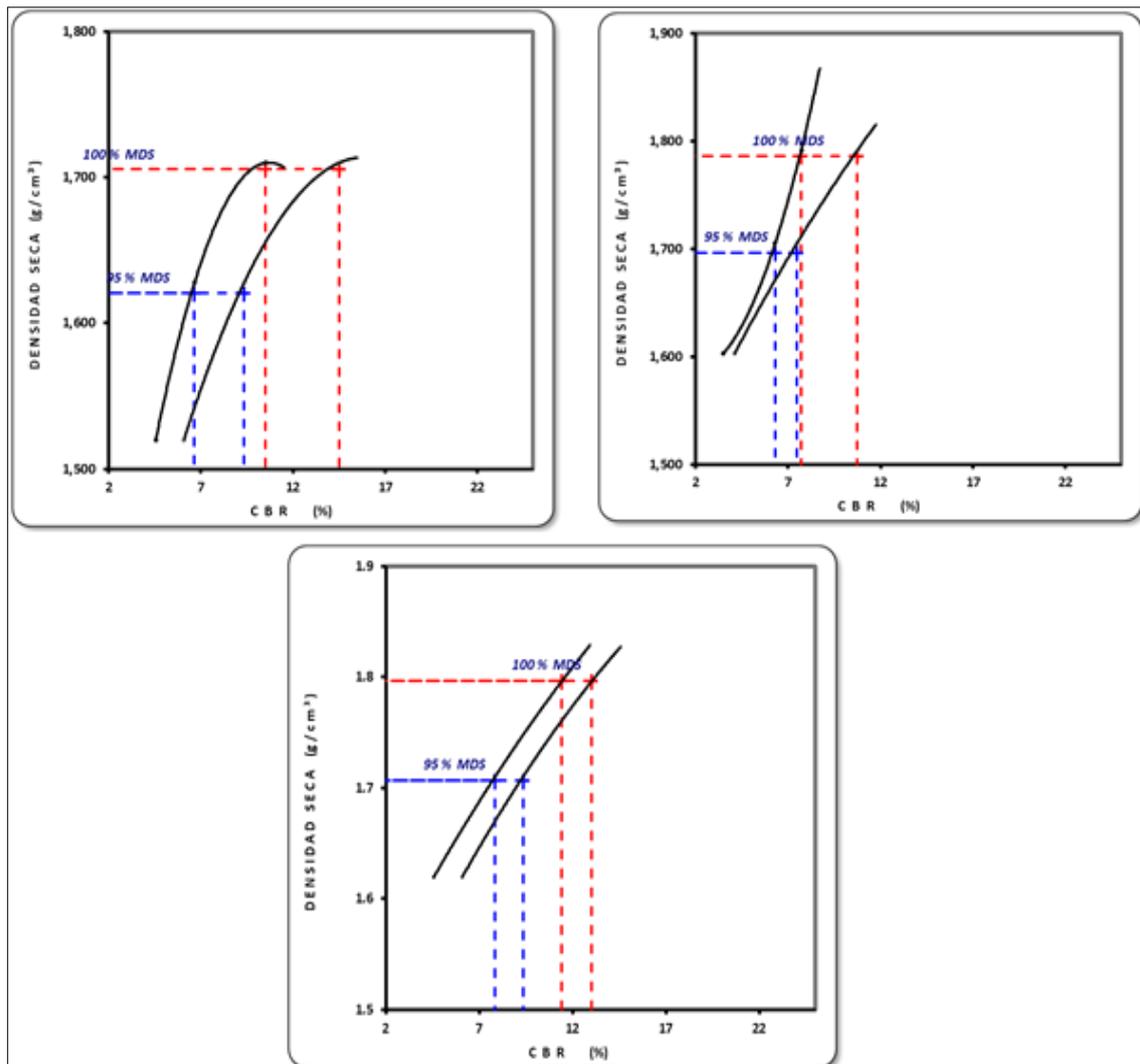


Figura 68. Relación de CBR – DMS para las tres calicatas es estado natural.  
 Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.8.2. Resultados de CBR – Suelo adicionado C-1

En la siguiente tabla se detallan los resultados de la capacidad de soporte de la calicata C1 aplicando cal y ceniza de cascara de castaña.

Tabla 35. Resultados del CBR de la C-01 adicionando con Cal + CCC.

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS
5% DE CAL + 10% CCC	19.65 %
5% DE CAL + 15% CCC	22.10 %
5% DE CAL + 20% CCC	23.20 %

Fuente: Elaboración propia, 2022.

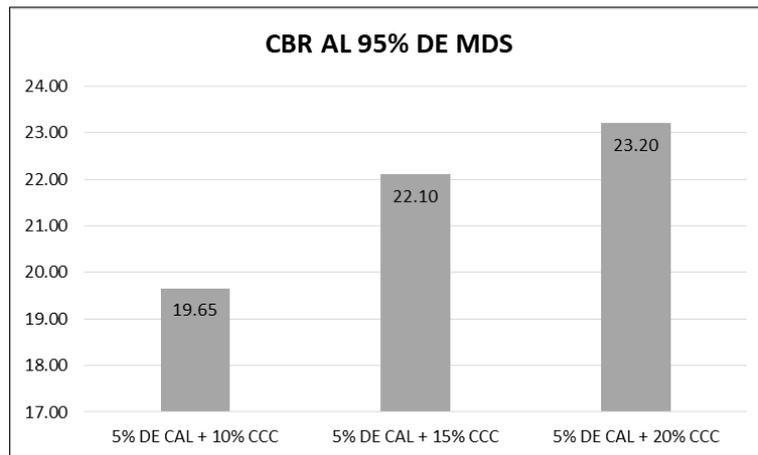


Figura 69. Grafica estadístico del CBR al 95% de MDS para C1.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Podemos observar en la figura 69, que el CBR de la calicata 01 al 95% de la máxima densidad seca es bueno con lo que respecta al sistema de clasificación de Joseph E. Bowles en libro de manual de laboratorio de suelos en la ingeniería civil. A continuación, adjuntamos las gráficas de la relación entre CBR y la máxima densidad seca para la calicata 01 adicionando cal y ceniza de cascara de castaña.

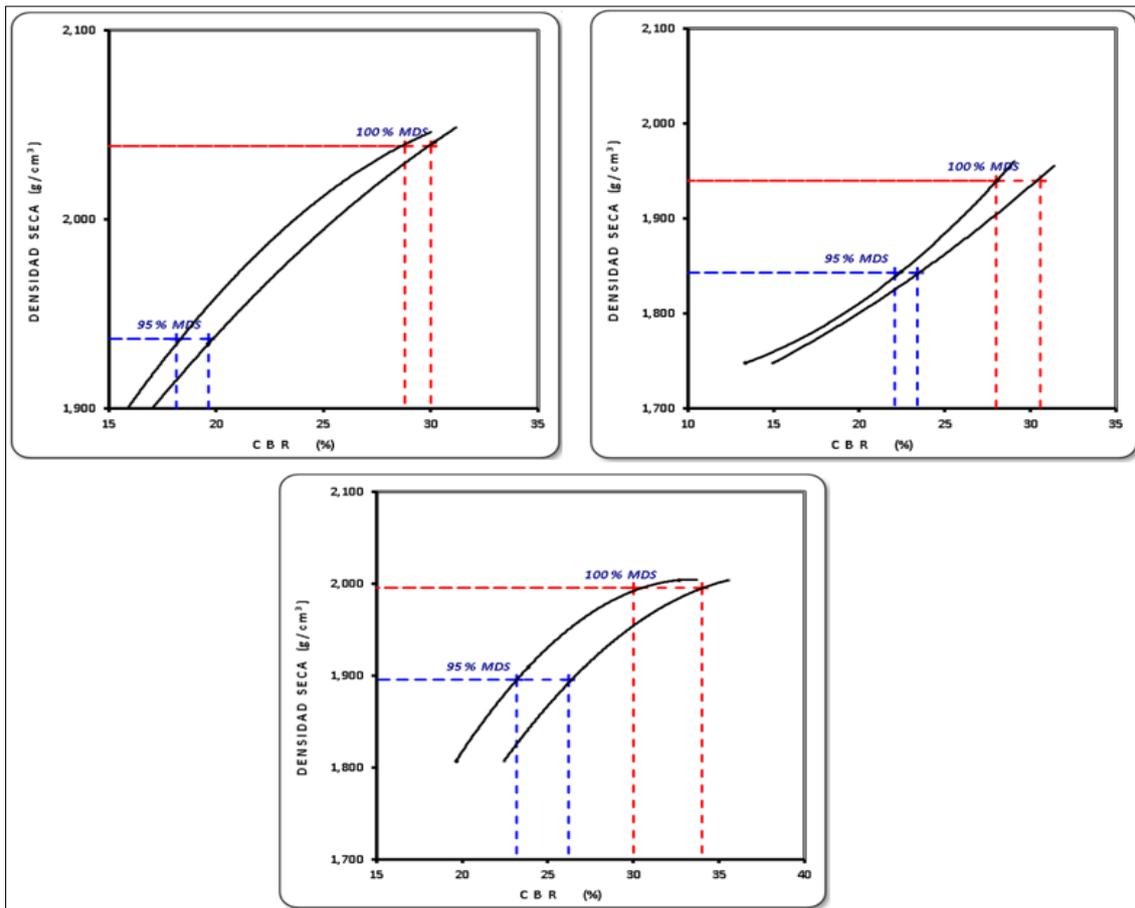


Figura 70. Relación de CBR – DMS para C1 con cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 4.8.3. Resultados de CBR – Suelo adicionado C-2

En la siguiente tabla se detallan los resultados de la capacidad de soporte de la calicata C2 aplicando cal y ceniza de cascara de castaña.

Tabla 36. Resultados del CBR de la C-02 adicionando con Cal + CCC.

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS
5% DE CAL + 10% CCC	20.35 %
5% DE CAL + 15% CCC	21.40 %
5% DE CAL + 20% CCC	24.00 %

Fuente: Elaboración propia, 2022.

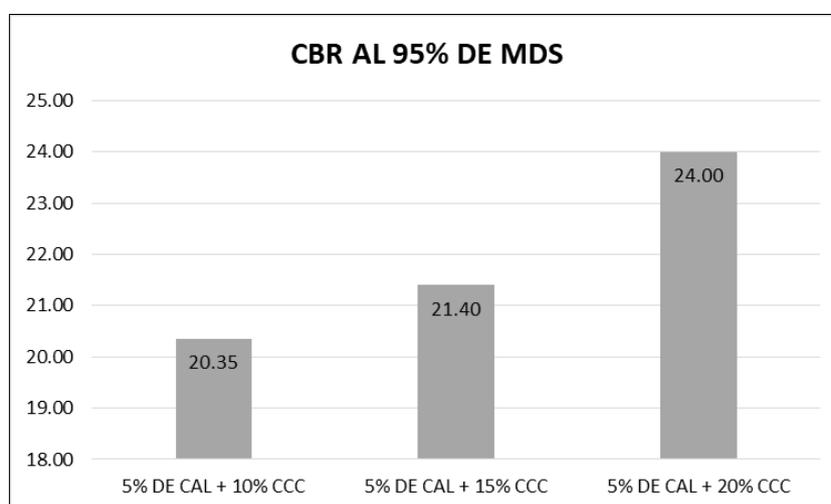


Figura 71. Gráfica estadístico del CBR al 95% de MDS para C2.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Podemos observar en la figura 71, que el CBR de la calicata 01 al 95% de la máxima densidad seca es bueno con lo que respecta al sistema de clasificación de Joseph E. Bowles en libro de manual de laboratorio de suelos en la ingeniería civil. A continuación, adjuntamos las gráficas de la relación entre CBR y la máxima densidad seca para la calicata 02.

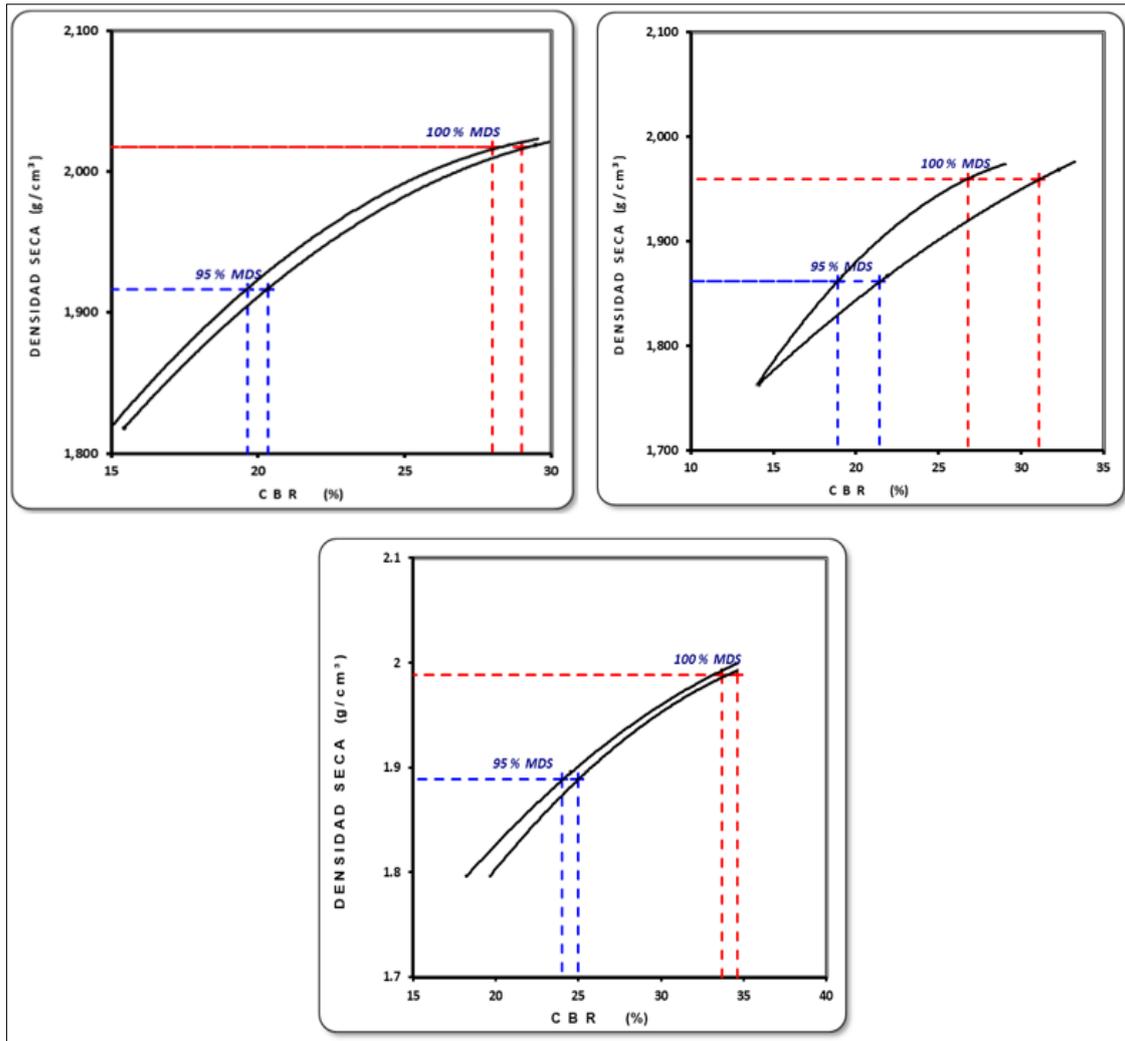


Figura 72. Relación de CBR – DMS para C2 con cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.8.4. Resultados de CBR – Suelo adicionado C-3

En la siguiente tabla se detallan los resultados de la capacidad de soporte de la calicata C3 aplicando cal y ceniza de cascara de castaña.

Tabla 37. Resultados del CBR de la C-03 adicionando con Cal + CCC.

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	
CALICATAS	CBR AL 95% DE MDS
5% DE CAL + 10% CCC	20.40 %
5% DE CAL + 15% CCC	22.90 %
5% DE CAL + 20% CCC	25.00 %

Fuente: Elaboración propia, 2022.

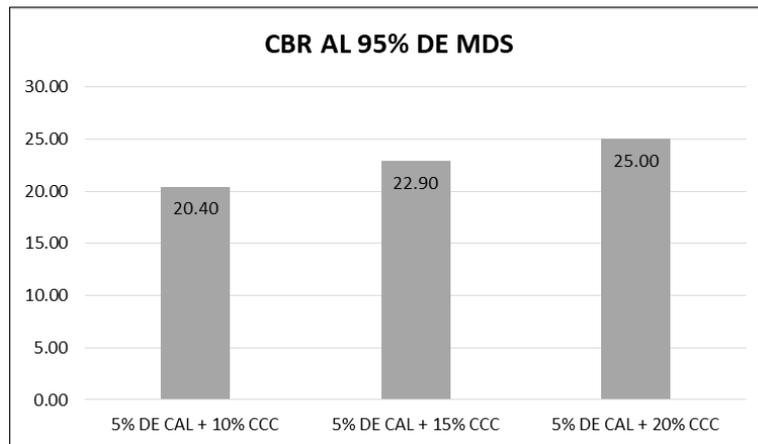


Figura 73. Grafica estadístico del CBR al 95% de MDS para C3.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Podemos observar en la figura 73, que el CBR de la calicata 01 al 95% de la máxima densidad seca es bueno con lo que respecta al sistema de clasificación de Joseph E. Bowles en libro de manual de laboratorio de suelos en la ingeniería civil. A continuación, adjuntamos las gráficas de la relación entre CBR y la máxima densidad seca para la calicata 01 adicionando cal y ceniza de cascara de castaña.

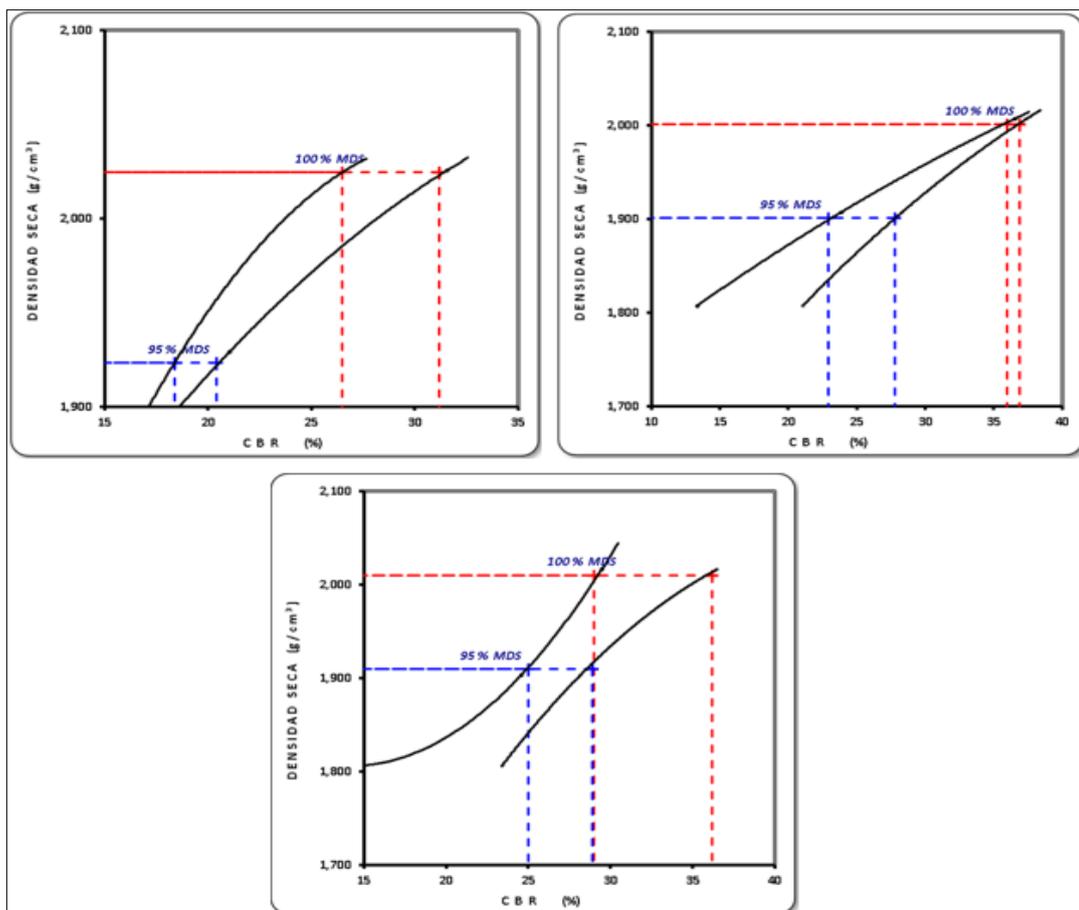


Figura 74. Relación de CBR – DMS para C3 con cal + CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

## PRUEBA DE HIPOTESIS

### Límites de Atterberg

Para nuestra prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los datos del índice de plasticidad obtenidos a partir de la aplicación del suelo + cal + ceniza de cascara de castaña para los tres porcentajes distintas los cuales son (5% cal + 10% CCC), (5% cal + 15% CCC) y (5% cal + 20% CCC), todos estos porcentajes se les aplicaron a las muestras del suelo extraídos de las tres calicatas (C1-C2-C3). Por lo tanto, se planteó la hipótesis nula (H0) y la hipótesis alternativa (H1) para luego lograr contrastar una determinada hipótesis y tomar decisiones estadísticas. Estas condiciones son:

**H0:** La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, no inciden en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

**H1:** La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, inciden en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

Para la mayor relación de la prueba de hipótesis, se seleccionó el nivel de significación  $p = 0,05$  (5%). Esto corresponde a un porcentaje de intervalo de confianza del 95%. Por tanto, la regla de decisión establecida es que se rechaza la hipótesis nula cuando  $p \leq 0.05$ .

Tabla 38. Resultados del ensayo de índice de plasticidad.

Ítem	Dosificación	IP (%)
C-1	0%	12.16
C-2	0%	17.30
C-3	0%	14.34
C-1	5% + 10%	7.56
C-2	5% + 10%	8.27
C-3	5% + 10%	8.73
C-1	5% + 15%	8.50
C-2	5% + 15%	8.17
C-3	5% + 15%	7.30
C-1	5% + 20%	7.51
C-2	5% + 20%	7.41
C-3	5% + 20%	7.61

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 39. Resultado estadístico del ensayo de índice de plasticidad.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	5% + 10%	6,41333*	1.08610	<b>0.002</b>	2.9353	9.8914
	5% + 15%	6,37667*	1.08610	<b>0.002</b>	2.8986	9.8547
	5% + 20%	7,09000*	1.08610	<b>0.001</b>	3.6119	10.5681

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se observa que estadísticamente que la significancia  $p < 0.05$ , es decir que hay diferencia significativa entre las medias analizadas. Dando por conclusión que la estabilización del suelo con (5% cal + 10% CCC), (5% cal + 15% CCC) y (5% cal + 20% CCC) ha mejorado en el índice de plasticidad, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y validamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

### Óptimo contenido de humedad

Para nuestra prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los datos de la humedad óptima adquiridos a partir de la aplicación del suelo + cal + ceniza de cascara de castaña para los tres porcentajes distintos los cuales son (5% cal + 10% CCC), (5% cal + 15% CCC) y (5% cal + 20% CCC), todos estos porcentajes se les aplicaron a las muestras del suelo extraídos de las tres calicatas (C1-C2-C3). Por lo tanto, se planteó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) para luego lograr contrastar una determinada hipótesis y tomar decisiones estadísticas. Estas condiciones son:

**$H_0$ :** La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, no incide en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

**$H_1$ :** La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, incide en la humedad óptima del suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022. Para la mayor relación de la prueba de hipótesis, se seleccionó el nivel de significación  $p = 0,05$  (5%). Esto corresponde a un porcentaje de intervalo de confianza del 95%. Por tanto, la regla de decisión establecida es que se rechaza la hipótesis nula cuando  $p \leq 0.05$ .

Tabla 40. Resultados del ensayo de Proctor modificado.

Ítem	Dosificación	OCH (%)
C-1	0%	9.80
C-2	0%	10.22
C-3	0%	9.33
C-1	5% + 10%	10.59
C-2	5% + 10%	11.18
C-3	5% + 10%	11.03
C-1	5% + 15%	10.80
C-2	5% + 15%	10.68
C-3	5% + 15%	11.06
C-1	5% + 20%	11.17
C-2	5% + 20%	10.44
C-3	5% + 20%	11.60

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 41. Resultado estadístico del ensayo de Proctor modificado.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	5% + 10%	-1,15000*	0.33133	<b>0.034</b>	-2.2110	-0.0890
	5% + 15%	-1,16667*	0.33133	<b>0.032</b>	-2.2277	-0.1056
	5% + 20%	-1,28667*	0.33133	<b>0.019</b>	-2.3477	-0.2256

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se observa que estadísticamente que la significancia  $p < 0.05$ , es decir que hay diferencia significativa entre las medias analizadas. Dando por conclusión que la estabilización del suelo con (5% cal + 10% CCC), (5% cal + 15% CCC) y (5% cal + 20% CCC) ha mejorado el óptimo contenido de humedad, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y validamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

### CBR (Relación de Soporte de California)

Para nuestra prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los datos del CBR obtenidos a partir de la aplicación del suelo + cal + ceniza de cascara de castaña para los tres porcentajes distintas los cuales son (5% cal + 10% CCC), (5% cal + 15% CCC) y (5% cal + 20% CCC), todos estos porcentajes se les aplicaron a las muestras del suelo extraídos de las tres calicatas (C1-C2-C3). Por lo tanto, se planteó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) para luego lograr contrastar una determinada hipótesis y tomar decisiones estadísticas. Estas condiciones son:

**H0:** La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, no incide en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

**H1:** La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, incide en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

Para la mayor relación de la prueba de hipótesis, se seleccionó el nivel de significación  $p = 0,05$  (5%). Esto corresponde a un porcentaje de intervalo de confianza del 95%. Por tanto, la regla de decisión establecida es que se rechaza la hipótesis nula cuando  $p \leq 0.05$ .

Tabla 42. Resultados del ensayo de CBR.

Ítem	Dosificación	CBR (%)
C-1	0%	6.67
C-2	0%	6.31
C-3	0%	7.86
C-1	5% + 10%	19.65
C-2	5% + 10%	20.35
C-3	5% + 10%	20.40
C-1	5% + 15%	22.10
C-2	5% + 15%	21.40
C-3	5% + 15%	22.90
C-1	5% + 20%	23.20
C-2	5% + 20%	24.00
C-3	5% + 20%	25.00

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 43. Resultado estadístico del ensayo de CBR.

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Significancia (p)	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	5% + 10%	-13,18667*	0.60698	<b>0.000</b>	-15.1304	-11.2429
	5% + 15%	-15,18667*	0.60698	<b>0.000</b>	-17.1304	-13.2429
	5% + 20%	-17,12000*	0.60698	<b>0.000</b>	-19.0638	-15.1762

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se observa que estadísticamente que la significancia  $p < 0.05$ , es decir que hay diferencia significativa entre las medias analizadas. Dando por conclusión que la estabilización del suelo con (5% cal + 10% CCC), (5% cal + 15% CCC) y (5% cal + 20% CCC) ha mejorado la capacidad de resistencia (CBR), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (H0) y validamos la hipótesis alterna (H1).

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo General: Determinar la incidencia de la aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.**

En esta investigación se afirma que la aplicación de cal y cenizas de cascara de castaña adicionado en los siguientes como: 5% de cal - 10% de ceniza de cascara de castaña, 5% de cal - 15% de ceniza de cascara de castaña y 5% de cal - 20% de ceniza de cascara de castaña, si mejora en la estabilidad de la Subrasante de los suelos arcillosos en la Avenida Circunvalación, Tambopata 2022. Por lo tanto, la aplicación en la muestra llega a estabilizar positivamente favorable.

*En su investigación trata de la adición de la ceniza de cascara de arroz para analizar los comportamientos físicos mecánicos de las variedades blanco a un suelo arena – arcillosos, 2019. (Barragán y Cuervo, 2019). Se define el impacto la relación de ceniza de cascara de arroz en el proyecto del suelo arenoso - arcilloso, durante el proceso de ensayo de laboratorio que, en los porcentajes óptimo de CCA para llegar a estabilizar adecuada al suelo arenoso – arcillosos de la zona aumentado en un 95% en el CBR de compactación. Lo cual la aplicación de cal a una subrasante natural mejora notablemente los valores del CBR, además con dicha aplicación aumenta la compactación con las propiedades de la misma.*

*En su investigación indica la adición de ceniza de caña de azúcar para estabilizar suelo arcilloso en el tramo de Pinar – Marian, Distrito de Independencia 2018. (Espinoza y Velásquez, 2018). Con la adición del material estabilizante que la ceniza de caña de azúcar llega a estabilizar a un suelo arcilloso, para ello se ha realizado ensayos en laboratorio para obtener la dosificación favorable, la aplicación ceniza de caña de azúcar es de suma importancia y tener la dosificación exacta para determinar que si cumple con expectativas.*

Después de constatar con los precedentes, se aprecia claramente la mejora con la aplicación del material estabilizante, con éstos precedentes se define o se afirma es positivo para la estabilización en el suelo arcilloso.

**Objetivo específico 01: Analizar el grado de incidencia de la cal y cenizas de cáscara de castaña, en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.**

En esta investigación tiene como objetivo de reducir índice de plasticidad en suelo arcilloso así estabilizar la subrasante al aplicarlo cal y ceniza de cascara de castaña en la Avenida Circunvalación, Tambopata 2022. Para obtener se realizó ensayos de laboratorio a nuestra muestra adicionando en tres porcentajes distintas como: 5% de cal + 10% de ceniza de cascara de castaña, 5% de cal + 15% de ceniza de cascara de castaña y 5% de cal + 20% de ceniza de cascara de castaña. De los cuales con el ensayo de laboratorio luego obtuvimos el resultado de nuestro suelo natural tenemos como Índice de plasticidad de 17.30%, ya después de modificada con cal y ceniza de cascara de castaña se obtiene el resultado de índice plástico a 8.27%, 8.17% y 7.47%, obteniendo el resultado favorable.

*En su investigación indica la adición de cal y cemento para estabilizar y mejorar subrasante en una obra en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. (Gavilanes Bayas, 2015).* Se determinó la estabilización adecuada del suelo arcilloso con las siguientes porciones con materiales estabilizantes como cal en los siguientes 3%, 5% y 7%, con cemento 5%, 7% y 9%, estos nos dio la reducción el índice plasticidad, de los suelos naturales obtuvimos su índice plasticidad de 12% y 11%, luego se realizó los ensayos de suelo ya adicionado, obtuvimos el índice plasticidad de 12%, 11.25%, 10.53%, 7.38%, 5.78% 2.13% y 8.4%, notado relativamente la reducción de índice de plasticidad al adicionarlo.

*En su investigación indica la aplicación de cal y cemento para estabilizar a la subrasante de los suelos arcillosos en el tramo de Sn José - Chichizu, Junín 2019. (Auccalla y Valenzuela, 2019).* En su investigación que ha realizado tiene como objetivo de disminuir el índice de plasticidad en el suelo arcilloso así alcanzar la mayor estabilización de la subrasante con la incorporación de cal y cemento, señalado en el tramo de San José – Chichizu, por lo tanto se realizó ensayos físicos y mecánicos, luego al suelo se añadiera en tres proporciones distintas (7% de cal + 10% Cemento, 7% de cal + 13% Cemento y 7% de cal + 16% Cemento), después se realizó ensayos en el laboratorio así obtuvimos el resultado de nuestro suelo natural su índice plasticidad de 28.20% y después ya con porcentaje fijadas tanto con cal y cemento logra reducir su índice plasticidad a 13.80%, 12.00% y 11.10%.

Después de constatar con los precedentes, se ha llegado a definir claramente al aplicarla el cal y ceniza logra reducir el índice de plasticidad favorablemente en el suelo arcilloso.

**Objetivo específico 02: Evaluar el grado de incidencia del cal y cenizas de cascara de castaña, en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.**

En esta investigación tiene como objetivo donde se realizó los ensayos en laboratorio de Proctor modificado con el suelo natural se obtiene la humedad óptima de los tres calicatas es de 9.80%, 10.22% y 9.33% y con la muestra modificada en los siguientes porcentajes (5% cal + 10% ceniza de cascara de castaña, 5% cal + 15% ceniza de cascara de castaña y 5% cal + 20% ceniza de cascara de castaña) así logrando el incremento una humedad óptima de la C-02 en 11.18%, 10.68% y 10.44%, se muestra una mejora.

*En su investigación indica la aplicación de cal y cemento para estabilizar a la subrasante de los suelos arcillosos en el tramo de Sn José - Chichizu, Junín 2019.* (Auccalla y Valenzuela, 2019). Según los resultados adquiridos de los ensayos de Proctor modificado fueron favorables ya que obtuvimos una mejora favorable en el O.C.H. del suelo. Los resultados obtenidos de los ensayos físico de la mezcla de la cal + cemento señalar un óptimo contenido de humedad un término medio de 16.43%, 17.23% y 17.53%, se demuestra un incremento favorable del contenido de humedad óptima, esto incremento ocurre debido que la cal al reaccionar químicamente con el suelo adquiere agua.

*En su investigación indica la adición de ceniza de caña de azúcar para estabilizar un suelo arcilloso en el tramo de Pinar – Marian, Distrito de Independencia 2018.* (Espinoza y Velásquez, 2018). Donde se realizó los ensayos de Proctor modificada con el suelo natural y muestra adicionada de ceniza de caña de azúcar así obteniendo con una humedad óptima de 7.50% a 8.6% sin adicionar la ceniza de caña de azúcar, luego se procedió adicionar de ceniza en los siguientes porcentajes 25%, 35% y 45% de ceniza de caña de azúcar así logrando el incremento una humedad óptima de 7.65% a 9.50% se muestra una mejoría razonable, el incremento se logra con la ceniza de caña de azúcar.

*En su investigación indica la estabilización de subrasante aplicando de cal para mejorar en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla, 2019. (Machco Caranca, 2019). Se realizó ensayos en laboratorio de proctor modificado de la calicata C-01 y de muestra ya adicionando cal en los siguientes porcentajes 12%, 14% y 16%, en la muestra natural se obtiene la humedad optima de 8.02% y con la muestra modificada obtenemos la humedad de optima los siguientes de 9.72%, 11.70% y 13.51%, viendo el resultado si muestra la mejora positiva.*

Después de constatar con los precedentes, se ha llegado a definir claramente a llegado la optimo contenido de humedad así descubriendo un porcentaje exacto.

**Objetivo específico 03: Determinar el grado de incidencia del cal y cenizas de cascara de castaña, en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.**

De acuerdo a la investigación realizada y con los resultados obtenidos mejora la capacidad de resistencia al usar el cal y cenizas de cascara de castaña al suelo arcilloso de la Av. Circunvalación, Tambopata 2022. Para obtener los resultados de capacidad resistencia esperados se realiza CBR, sea determinado los porcentajes en el laboratorio en 5% de cal + 10% de ceniza de cascara de castaña, 5% de cal + 15% de ceniza de cascara de castaña y 5% de cal + 20% de ceniza de cascara de castaña y obteniendo los resultados de la capacidad de resistencia al 95% MDS de 20.30%, 21.40% y 24.00%, siendo el porcentaje más óptimo el 24.00%.

*La investigación se trata La investigación en estabilizar el suelo arcilloso adicionando la ceniza de cascara de arroz para mejorar la subrasante, en la localidad de Moyobamba – Departamento de San Martin. (Lopez Barbaran, 2021). Donde indica el incrementar la capacidad resistencia del suelo al adicionar en las proporciones de 5%, 10% y 15% con ceniza de cascara de arroz, al combinarse obtuvo el mayor de CBR al 95% de la MDS, suelo natural en 3.96% y con suelo modificada 6.90%, 9.60% y 10.50% de CBR, la aplicación de CCA para mejorar la estabilidad en la subrasante.*

*En esta investigación se trata la estabilización de subrasante con la aplicación de cal para mejorar la calle Wiracocha, distrito y provincia de Andahuaylas, 2020. (Hurtado y Ricra, 2020). Indica la eficaz al combinar aumenta la capacidad de*

resistencia combinar con cal en los siguientes porcentajes como: 4%, 6% y 8%, al combinarlo con el suelo arcilloso, al final nos da el resultado de CBR el 95% MDS en los siguientes valores, suelo natural en 0.1% y con suelo modificada 0.7%, 0.6% y 0.8% de CBR, la aplicación de cal demuestra la mejora la estabilidad en la subrasante.

*En su investigación indica la aplicación de cal y cemento para estabilizar a la subrasante de los suelos arcillosos en el tramo de Sn José - Chichizu, Junín 2019.* (Auccalla y Valenzuela, 2019). Llega a un resultado la capacidad de resistencia del suelo arcilloso al aplicarlo cal y cemento, en resultado adquiridos de los ensayos de CBR fueron convenientes ya que presenta una mejora favorable de la resistencia del suelo. Apreciamos el valor de CBR de la calicata más crítica en nuestra investigación es de 2.7% y se la mejora en 15.4%, 21.6% y 25.1% al adicionar cal y cemento, mientras en el suelo natural obtuvo un CBR de 8%.

Después de constatar con los precedentes, de determino claramente el gran incremento de CBR de diseño generando por esta investigación al igual que en el antecedente nombrado.

## VI. CONCLUSIONES

Como bien se propuso en los objetivos de esta investigación, gracias por medio de los análisis de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos fue viable realizar la estabilización de suelos arcillosos con los materiales estabilizantes, donde se pudo observar que el suelo compuesto por la cal hidratada y ceniza de cascara de castaña, fue evidente el incremento de la resistencia de dicho material.

1. Al estudiar las muestras extraídas de las calicatas C1, C2 y C3, mediante el análisis granulométrico por tamizado se obtuvo como resultado que el material está compuesta por 11.42% de arena y 88.58% de fino dando un total de 100% de la muestra analizadas. Y la clasificación para las tres calicatas mediante sistema SUCS es el CL (arcillas de baja o mediana plasticidad), mientras que para la clasificación AASHTO es un A-6 (16), este tipo de materiales son arcillas de baja plasticidad, razón por el cual estos suelos no tienen mucha capacidad de soporte (CBR).
2. Los resultados obtenidos por el ensayo de los límites de consistencia el índice de plasticidad máxima del suelo natural fue de  $IP=17.3\%$ , con la adición de los materiales estabilizantes empezó a disminuir, para el porcentaje de 5% cal - 10% CCC el mínimo 7.56%, para 5% cal - 15% CCC el mínimo 7.30% y finalmente para 5% cal - 20% CCC el mínimo 7.41%, con ello concluimos que la cal y la ceniza disminuyen contundentemente el índice de plasticidad.
3. El ensayo de compactación de Proctor modificado nos afirma que el suelo natural obtuvo el más mínimo de  $OCH=9.33\%$ , pero con la adición de los materiales estabilizantes empezó a incrementar, para el porcentaje de 5% cal - 10% CCC el máximo fue 11.18%, para 5% cal - 15% CCC el máximo fue de 11.06%, y finalmente para 5% cal - 20% CCC el máximo fue de 11.60%, entonces concluimos que los materiales empleados incrementan ligeramente el óptimo contenido de humedad.

4. Para la capacidad de soporte (CBR) el resultado para el suelo natural de las tres calicatas el máximo fue de 6.31%, pero agregándole los materiales estabilizantes para el porcentaje de 5% cal - 10% CCC el máximo 20.40%, para 5% cal - 15% CCC el máximo 20.90% y finalmente para 5% cal - 20% CCC el máximo 25.00%, claramente podemos notar que el incremento fue contundente sobre la capacidad de soporte del suelo natural. Esto nos da entender que los materiales aplicados si resultan positivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Luego de realizar esta investigación y obtener los resultados se originan ideas nuevas y a su vez sugerencias para las futuras investigación los cuales son las siguientes:

1. Realizar investigaciones con referencia a la estabilización de suelos arcillosos, mezclando la ceniza de cascara de castaña con el cemento.
2. Para futuras investigación se recomienda ampliar la estabilización con otros tipos suelos y determinar su comportamiento físico y mecánico en diferentes porcentajes, ya que los resultados obtenidos son únicamente para suelos arcillosos.
3. Es recomendable realizar un presupuesto para determinar económicamente y definir cuanto nos costara un proyecto de estabilización con cal y ceniza de cascara de castaña en suelos arcilloso.
4. Para la ceniza de cascara de castaña se recomienda la calcinación o quemado más controlada, con el fin de obtener las puzolanas más reactivas.

## REFERENCIAS

- ABREU, José Luis, 2012. La relación entre el Marco Teórico, Las Preguntas de Investigación y Objetivos de la Investigación. *International Journal of Good Conscience* [en línea], Mexico: pp. 174-186. [consulta: octubre del 2021]. ISSN 1870-557X. Disponible en: <https://cutt.ly/hSRc1eG>.
- ABREU, José Luis, 2015. Análisis al Método de la Investigación. *International Journal of Good Conscience* [en línea], México: pp. 205-214. [consulta: noviembre del 2021]. ISSN 1870-557X. Disponible en: <https://cutt.ly/USRYifU>.
- AKBAR A., ASGHAR A., MOJTABA B., 2016. Una revisión de los suelos arcillosos. *Asian Journal of Applied Sciences* [en línea], Malaysia: Volumen 04 – Issue 06 [consulta: noviembre del 2021]. ISSN 2321-0893 Disponible en: <https://cutt.ly/6SRYAsd>.
- ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. y BENÍTEZ, R., 2020. Stabilization of soils through the use of oily sludge. *Revista ingeniería de construcción* [en línea], Colombia: vol. 35, no. 1, pp. 5-20. [consulta: noviembre del 2021]. ISSN 0718-5073. Disponible en: <https://cutt.ly/FAZW5Y2>.
- ALIRIO BASTIDAS, Jesús, 2019. Fundamentos para la redacción de objetivos en los trabajos de investigación de pregrado. *Mextesol Journal* [en línea], Colombia: vol. 43, no. 1, pp. 1-8. [consulta: enero del 2022] ISSN 2395-9908. Disponible en: <https://cutt.ly/CSRcWFF>.
- ALVAREZ RISCO, Aldo, 2020. Justificación de la Investigación. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales [en línea], Perú: pp. 1-3. [consulta: noviembre del 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/FSRmYit>.
- ARANCIBIA GALLEGUILLOS, Carolina Alejandra, 2003. Arcillas Expansivas: Comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chile: Universidad Católica de Chile. [consulta: enero del 2022] pp. 1-22. Disponible en: <https://cutt.ly/hDhcmXb>.
- ARCHIBONG et al., 2020. A Review of the Principles and Methods of Soil. *International Journal of Advanced Academic Research* [en línea] Nigeria: Vol. 6 pp. 89-115. [consulta: octubre del 2021]. ISSN 2488-9849. Disponible en: <https://cutt.ly/eS7luzF>.

- AUCCALLA, M.X. y VALENZUELA, J.J., 2019. Estabilización de la Sub rasante de suelos arcillosos, aplicando la cal con cemento en el tramo de san José-Chichizu, Junín 2019 [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo [consulta: octubre del 2021] pp. 237. Disponible en: <https://cutt.ly/yDakkMY>.
- BADA ALAYO, Delva Flor, 2016. Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na. [en línea], Tesis (Grado de maestro en transportes y conservación vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego [consulta: diciembre del 2021] pp. 1-113. Disponible en: <https://cutt.ly/aAZPh6V>.
- BARRAGÁN, C. y CUERVO, H., 2019. Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno- arcilloso [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cundinamarca: Universidad piloto de Colombia sección alto magdalena [consulta: diciembre del 2021] pp. 78. Disponible en: <https://cutt.ly/2AZAjqR>.
- BOWLES, Joseph, 1981. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil [en línea]. Colombia: McGRAW-HILL [consulta: enero del 2022] ISBN 9788578110796. Disponible en: <https://cutt.ly/VAZPAr5>.
- CAMPOS, J. y GUARDIA, G.M., 2005. Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón [consulta: diciembre del 2021] pp. 1-127. Disponible en: <https://cutt.ly/fDaxQMP>.
- CASTRO CUADRA, Axel Franco, 2017. Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería [consulta: diciembre del 2021] pp. 1-211. Disponible en: <https://cutt.ly/HAZOEI9>.
- CRUZ, K., BALDI, A. y ELIZONDO, A.L., 2020. Beneficios del uso de cal hidratada en mezclas asfálticas: Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR [en línea] Costa Rica: vol. 22, no. 39, pp. 12-19. [consulta: noviembre del 2021] ISSN 1409-4045. Disponible en: <https://cutt.ly/ODhNqq7>.
- DELGADO, I.D. y GUERRA B.K., 2020. Análisis comparativo de aceite sulfonato y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San

Francisco, Tarapoto-2020 [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo [consulta: diciembre del 2021] pp. 1-180. Disponible en: <https://cutt.ly/wAZ0C7V>.

- ELIZONDO, F., NAVAS, A. y SIBAJA, D., 2010. Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes. Revista de la Universidad de Costa Rica. [en línea], Costa Rica: Vol. 20, Nº. 1-2, pp. 93-108. [consulta: diciembre del 2021] ISSN 1409-2441 Disponible en: <https://cutt.ly/RAZIE7a>.
- ESPINOZA FREIRE, Eudaldo Enrique, 2018. La hipótesis en la investigación. Revista Mendive [en línea]. Machala: vol.16, n.1, pp.122-139. [consulta: enero del 2022]. ISSN 1815-7696. Disponible en: <https://cutt.ly/SSRW3FN>.
- ESQUIVEL, G.E. y GAMEZ, M.L., 2019. Cal Y Cenizas De Cáscara De Arroz Para Estabilizar La Superficie De Rodadura En La Via Santa Clemencia-Chachapoyas [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Nacional de Santa [consulta: diciembre del 2021]. pp. 1-299. Disponible en: <https://cutt.ly/uDaEBC2>.
- FERNÁNDEZ BEDOYA, Víctor Hugo, 2020. Tipos de justificación en la investigación científica. Revisa Espíritu Emprendedor TES [en línea], Perú: vol. 4, no. 3, pp. 65-76. [consulta: enero del 2022]. ISSN 2602-8093. Disponible en: <https://cutt.ly/wSRno0n>.
- FLOREZ GONGORA, C.H., et al, 2016. Estabilización química de suelos expansivos de san José de Cúcuta (Colombia) usando cenizas volantes. Revista Dialnet Plus [en línea], Colombia: vol. 13, no. 2, pp. 19-31. [consulta: enero del 2022] ISSN 0122-820X. Disponible en: <https://cutt.ly/tAZ9ceZ>.
- FRANKIE, 2013. Descriptores geotécnicos: plasticidad, límites de Atterberg y consistencia. GEOSUPPORT [en línea]. Disponible en: <https://cutt.ly/gDhOR87> [consulta: diciembre del 2021].
- GARCÍA, M.P. y RODEJA, G.I., 2008. Hipótesis, citas, resultados: reflexiones sobre la comunicación científica en didáctica de ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas [en línea]. Santiago: vol. 15. [consulta: diciembre del 2021] ISSN 0212-4521. Disponible en: <https://cutt.ly/NSREdl2>.
- GAVILANES BAYAS, Erick Giovanni, 2015. Estabilización y mejoramiento de subrasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito:

Universidad Internacional del Ecuador [consulta: octubre del 2021] pp. 1-136. Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>.

- GLVOVSKA, T., LYTVYNENKO, T. y KARIUK, A., 2018. Soil compaction methods development. International Journal of Engineering and Technology(UAE) [en línea], Ucrania: vol. 7, no. 3, pp. 636-641 [consulta: enero del 2022]. ISSN 2227524X. Disponible en: <https://cutt.ly/zAVILRJ>.
- GÓMEZ PÉREZ, L.E., GUILLIN ACOSTA, W.F. y GALLARDO AMAYA, R.J., 2016. Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante. Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento Tecnura Journal [en línea], José de Caldas: Universidad Distrital Francisco José de Caldes. pp. 1-13. [consulta: diciembre del 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/YDjICd3>.
- GOMRINGER, Ronald Corvera, 2014. Servicio para la integración de la información del estado actual de la diversidad biológica y genética de la castaña. Informe. Ministerio del Ambiente Disponible en: <https://cutt.ly/TDhSKqc>.
- GUARIGUATA, M.R. y ROCKWELL, C.A., 2015. La producción de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el contexto de la extracción de madera en Madre de Dios, Perú. Centro para la Investigación Forestal Internacional, CIFOR [en línea], Perú: vol. 127, no. 127, pp. 1-8. [consulta: diciembre del 2021] DOI 10.17528/cifor/005747. Disponible en: <https://cutt.ly/LDhH9RT>.
- HABIBA, Afrin, 2017. A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques. International Journal of Transportation Engineering and Technology [en línea], Bangladesh: vol. 3, No. 2, pp. 19-24. [consulta: noviembre del 2021]. ISSN 2575-1743. Disponible en: <https://cutt.ly/8AZWoev>.
- ISOLA ELÍAS, Sandra, 2008. Evaluación de impacto ambiental: Castaña en la Reserva Nacional de Tambopata. [consulta: diciembre del 2021] Madre de Dios: pp. 1-171. Disponible en: <https://cutt.ly/jDhLUDG>.
- JASMINE, S.B. y J., 2019. Effects of Rice Husk Ash and Lime on Clay Soil Stabilization. Research Article: Modern Approaches on Material Science [en línea] India: vol. 1, no. 5, pp. 134-139. [consulta: diciembre del 2021]. ISSN: 2641-6921 Disponible en: <https://cutt.ly/PDhCSsz>.
- LAFUENTE, C. y EGOSCOZÁBAL, A., 2008. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales. Journal of Thermal Analysis. Revista EAN [en línea],

México: vol. 43, no. 1, pp. 5-8. [consulta: enero del 2022] ISSN 0368-4466. Disponible en: <https://cutt.ly/qSRTnI1>.

- LEONI, Augusto José, 2020. Propiedades físicas de los suelos [en línea]. [consulta: enero del 2022] pp. 1-90. Disponible en: <https://cutt.ly/jAZ4MQU>.
- LÓPEZ BARBARÁN, Junior, 2021. Estabilización De Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza De Cáscara De Arroz Para El Mejoramiento De Subrasante, En La Localidad De Moyobamba – Departamento De San Martín [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas [consulta: enero del 2022] pp. 1-100. Disponible en: <https://cutt.ly/MAZ7xvz>.
- MACHCO CARANCA, Eddvien Yerson, 2019. Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla, 2019 [en línea], Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo [consulta: enero del 2022] pp. 1-125. Disponible en: <https://cutt.ly/wSESy5I>.
- MAMANI, L.E. y YATACO, A.J., 2017. Estabilización De Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza De Madera De Fondo, Producto De Ladrilleras Artesanales En El Departamento De Ayacucho. [en línea], Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad de San Martín de Porres. [consulta: enero del 2022] pp. 1-196. Disponible en: <https://cutt.ly/gAZ4Q3N>.
- MANUEL SANTIAGO, Álvarez Zuluaga, 2015. Estabilización química de suelos en proyectos de infraestructura vial en Antioquia [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Administrador). Lima: Escuela de Ingeniería de Antioquia [consulta: enero del 2022] pp. 1-52. Disponible en: <https://cutt.ly/WDj8bpX>.
- MASABANDA, M., MORALES, B. y BONIFAZ, H., 2018. Geotécnia para ingeniería civil [en línea]. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE [consulta: enero del 2022] ISBN 9789942765291. Disponible en: <https://cutt.ly/tDj8B4T>.
- Mecánica de Suelos - Geología - publicaciones. [en línea], 2015. [Consulta: 22 enero 2022]. Disponible en: <https://post.geoxnet.com/mecanica-de-suelos/>.
- MÉNDEZ, J.D. y LÓPEZ, C.F., 2020. Evaluación del comportamiento físico-mecánico de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de cal y cenizas de cascarilla de arroz. [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Administrador).

Colombia: Universidad Piloto de Colombia [consulta: diciembre del 2021] pp. 103-111. Disponible en: <https://cutt.ly/5Dj4IRv>.

- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, [consulta: diciembre del 2021]. MIDAGRI.GOB. [en línea]. Disponible en: <https://cutt.ly/8Dj4Ril>.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, [consulta: diciembre del 2021]. Reporte Estadístico de Castaña. [en línea]. Disponible en: <https://cutt.ly/PDj7tTb>.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú: MTC. Geología, Geotecnia Y Pavimentos [en línea], Perú: Manual de carreteras, pp. 1-1440. Disponible en: <https://cutt.ly/eAVWyoZ>.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú: MTC. Manual de ensayo de materiales. 2016., pp. 1-1272.
- Norma Técnica peruana. 339.129, 2014, Peru: Metodo de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. [en línea], pp. 27.
- Norma Técnica peruana. Pavimento Urbanos, CE.010, 2010. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia. [en línea], pp. 1-68.
- OLAYA BULLA, Andrés Paul, 2018. Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías. [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Bucaramanga: Universidad nacional abierta y a distancia – UNAD [consulta: octubre del 2021] pp. 1-74. Disponible en: <https://cutt.ly/JDaubUS>.
- OTÇU, N.Ü., UZUNDURUKAN, S. y KAPLAN, G., 2017. Determination of the Plasticity Index of Soils with Fine-Grained Soils Using Methylene Blue Test. Journal [en línea], Turkey: pp. 1-17, [consulta: noviembre del 2021].10.4236/gep.2017.53012. Disponible en: <https://cutt.ly/hDjSR8w>.
- QUEZADA OSORIA, Santiago Enesto, 2017. Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero) Piura: Universidad de Piura [consulta: enero de 2022] pp. 1-122. Disponible en: <https://cutt.ly/ISEDTOE>.
- RAMOS VÁSQUEZ, J.D. y LOZANO GOMEZ, J.P., 2019. Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero) Bogotá: Universidad Católica de Colombia [consulta: noviembre de 2021] pp. 79. Disponible en: <https://cutt.ly/9DhNpjM>.

- SALINAS FLORES, Yuber Omar, 2018. Bases teóricas para la descripción del suelo de la parcela el Puquio, Otuzco [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero) Trujillo: Universidad Privada de Trujillo [consulta: enero de 2022] pp. 54. Disponible en: <https://cutt.ly/RDhZ9Lv>.
- SEGUN NNOCHIRI, Emeka, 2018. Effects of corn cob ash on lime stabilized lateritic soil. Selected Scientific Papers - Journal of Civil Engineering, [en línea], Nigeria: vol. 13, pp. 73-85. [consulta: diciembre del 2021] ISSN 1338-7278. Disponible en: <https://cutt.ly/RDj7VvP>.
- SENASA, 2020. Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. gob.pe [en línea]. Disponible en: <https://cutt.ly/hAVMR67>.
- TEJADA PAZ, Renato Fernando, 2018. Estudio De Pre-Factibilidad Para La Industrialización Y Exportación De Castañas Al Mercado De Estados Unidos [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero) Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín [consulta: Noviembre de 2021] pp. 258. Disponible en: <https://cutt.ly/ZSRY75c>.
- ULATE CASTILLO, Alonso, 2017. Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. Boletín técnico Pitra-Lanamme. Programa Infraestructura del Transporte (PITRA) [en línea], Costa Rica: vol. 8, no. 2, pp. 1-13. [consulta: enero del 2022] ISSN 0717-6910. Disponible en: <https://cutt.ly/nDacQhD>.
- USEDÓ VALLES, Rafael Manuel, 2015. Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico [en línea]. Tesis (Título de Maestro) Valencia: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Arquitectura [consulta: diciembre de 2021] pp. 151. Disponible en: <https://cutt.ly/dAZ2PdY>.

# **ANEXOS**

## **ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Tabla 44. Matriz de Consistencia.

**Título:** Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p><b>1. Problema general</b> ¿En qué medida incide la aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022?</p> <p><b>2. Problemas específicos</b> - ¿Cómo incide la cal y cenizas de cáscara castaña, en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022? - ¿Cuánto incide la cal y cenizas de cáscara castaña, en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022? - ¿De qué manera incide la cal y cenizas de cáscara castaña, en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022?</p>	<p><b>1. Objetivo general</b> Determinar la incidencia de la aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.</p> <p><b>2. Objetivos específicos</b> - Analizar el grado de incidencia del cal y cenizas de cáscara castaña, en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022. - Evaluar el grado de incidencia del cal y cenizas de cáscara castaña, en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022. - Determinar el grado de incidencia del cal y cenizas de cáscara castaña, en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.</p>	<p><b>1. Hipótesis general</b> La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña inciden en la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.</p> <p><b>2. Hipótesis específicas</b> - La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, inciden en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022. - La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, incide en la humedad óptima de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022". - La aplicación del cal y cenizas de cáscara castaña, incide en la capacidad de resistencia de suelos arcillosos, para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.</p>	<p><b>Variable dependiente</b> Estabilización de suelos arcillosos en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022.</p> <p><b>Variable independiente</b> Aplicación del cal y cenizas de cascara de castaña en la estabilización de suelos arcillosos.</p>	<p><b>Dependiente</b> Cumplimiento de la norma CE. 010 pavimentos urbanos. -Cumplimiento de las Normas nacionales e internacionales: ASTM D2216_19 - NTP 339.127 ASTM D6913 - NTP 400.012 ASTM D4318 - NTP 339.129 ASTM D2487, ASTM D3282 ASTM D1557_12 - NTP 339.142 ASTM D1883_16 - NTP 339.145</p> <p><b>Independiente</b> Composición Química Dosificación</p>	<p><b>1. Enfoque de Investigación</b> Enfoque cuantitativo</p> <p><b>2. Tipo de Investigación</b> Tipo aplicada</p> <p><b>3. Nivel de Investigación</b> Nivel explicativa</p> <p><b>4. Diseño de Investigación</b> Experimental - cuasi experimental.</p> <p><b>5. Tiempo de Investigación</b> Tiempo transversal</p> <p><b>6. Población de estudio</b> La población para esta investigación viene a ser todos los suelos arcillosos que se tiene a nivel de la subrasante de la Av. Circunvalación, el cual están ubicados en el departamento de madre de dios.</p> <p><b>7. Muestra de estudio</b> La muestra de estudio para esta investigación, será la subrasante de la Av. Circunvalación, cuya avenida cuenta básicamente con el nivel de la subrasante con un alto contenido de arcilla. La longitud de esta avenida es de 1 000 metros y con ancho de 30 metros.</p> <p><b>8. Muestreo</b> El muestreo es no probabilístico o intencional.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**ANEXO B:**  
**INSTRUMENTOS PARA**  
**LA RECOLECCIÓN DE**  
**DATOS**



## LABORATORIO DE SUELOS

### ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA		UBICACIÓN		PROF. (m)	
CANTERA	-	MUESTRA			
1	N° DEL RECIPIENTE				
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)				
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)				
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)				
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)				
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)				<b>PROMEDIO</b>
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)				

	<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>				
	<b>ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b>				
	<b>MTC E 107 - ASTM D422</b>				
CALICATA		UBICACIÓN		PROF. (m)	
CANTERA		MUESTRA			
PESO INICIAL		PESO RETENIDO (grs.)	% PARCIAL RETENIDO (grs.)	% ACUMULADO	
MALLAS	DIÁMETRO			RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				
N°4	4.750				
N°10	2.000				
N°20	0.850				
N°40	0.425				
N°60	0.250				
N°140	0.106				
N°200	0.075				



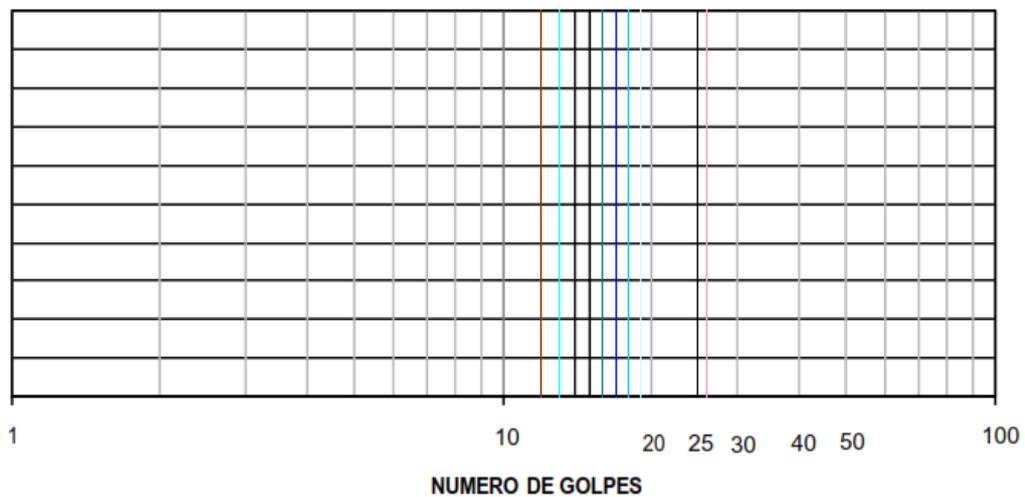
## LABORATORIO DE SUELOS

### LÍMITES DE ATTERBERG      MTC E 110,111-ASTM D4318

CANTERA :		MUESTRA :		PROF. (m) :	

		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	PRUEBA	N°				
	RECIPIENTE	N°				
	NUMERO DE GOLPES	N°				
1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)				
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)				
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	(g)				
4	PESO DEL AGUA (1-2)	(g)				
5	PESO DEL SUELO SECO (2-4)	(g)				
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5*100)	(%)				

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



LÍMITE LÍQUIDO :		
LÍMITE PLÁSTICO :		
ÍNDICE PLÁSTICO :		



## LABORATORIO DE SUELOS

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

MTC E 115-ASTM D1557

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc) :	Tipo de Molde:	6"	Temperatura Secado (°C):
CAPAS N°	Golpes (N°) :	Peso de Molde (gr.):	Método :	
MUESTRA	N°			
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Ørs.			
PESO DEL MOLDE	Ørs.			
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Ørs.			
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Ørs/c.c.			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
RECIPIENTE	N°			
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Ørs.			
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Ørs.			
PESO DE LA CAPSULA	Ørs.			
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Ørs.			
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Ørs.			
HUMEDAD (10)/(11)	%			
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Ørs/c.c.			
<b>Densidad Seca</b>				
<b>Contenido de humedad %</b>				
DENSIDAD MAXIMA =		HUMEDAD OPTIMA =		



**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
MTC E 132–ASTM D1883**

<b>SOLICITANTE</b>						<b>UBICACIÓN</b>					
<b>PROYECTO</b>						<b>PROFUNDIDAD (m.)</b>					
<b>CALICATA</b>						<b>MUESTRA</b>					
<b>UBICACION</b>						<b>FECHA</b>					
<b>PROGRESIVA</b>						<b>ENSAYADO POR</b>					
<b>MOLDE N°</b>											
<b>N° DE CAPAS</b>											
<b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>											
<b>MUESTRA</b>		<b>SATURADA</b>	<b>SIN SATURAR</b>	<b>SATURADA</b>	<b>SIN SATURAR</b>	<b>SATURADA</b>	<b>SIN SATURAR</b>				
<b>VOLUMEN DE MOLDE</b>											
<b>PESO DE MOLDE</b>											
<b>PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO</b>											
<b>PESO DEL SUELO HUMEDO</b>											
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>											
<b>RECIPIENTE N°</b>											
<b>PESO DE RECIPIENTE</b>											
<b>PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO</b>											
<b>PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO</b>											
<b>PESO DE AGUA</b>											
<b>PESO DE SUELO SECO</b>											
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>											
<b>DENSIDAD SECA</b>											
<b>EXPANSIÓN</b>											
			<b>56 GOLPES</b>			<b>25 GOLPES</b>			<b>10 GOLPES</b>		
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>DIAL</b>	<b>EXPANSIÓN</b>		<b>DIAL</b>	<b>EXPANSIÓN</b>		<b>DIAL</b>	<b>EXPANSIÓN</b>	
				<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>
<b>PENETRACIÓN</b>											
		<b>56 GOLPES</b>			<b>25 GOLPES</b>			<b>10 GOLPES</b>			
<b>PENETRACIÓN (pulg.)</b>	<b>PATRÓN (Lb/pul)</b>	<b>DIAL</b>	<b>CARGA</b>	<b>CARGA UNITARIA</b>	<b>DIAL</b>	<b>CARGA</b>	<b>CARGA UNITARIA</b>	<b>DIAL</b>	<b>CARGA</b>	<b>CARGA UNITARIA</b>	
0.025											
0.050											
0.075											
0.100	1000										
0.150											
0.200	1500										
0.250											
0.300											
0.400											

# **ANEXO C:**

# **PANEL FOTOGRAFICO**



*Figura 75.* Se aprecia la caldera de la empresa castañera ASCART.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 76.* Extracción de ceniza de cascara de castaña.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 77.* Ubicación y excavado de la Calicata C-01.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 78.* Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 01).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 79. Ubicación y excavado de la Calicata C-02.*  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 80. Extracción de muestra, profundidad de 1.60 m. (Calicata – 02).*  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 81.* Ubicación y excavado de la Calicata C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 82.* Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 03).  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 83. Materiales y equipos para el análisis granulométrico.*  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 84. Extracción de muestra, profundidad de 1.50 m. (Calicata – 03).*  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 85. Equipos y vertido de la muestra lavada en tamices.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 86. Tamizado y pesado de la muestra por cada # de malla pasante.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 87. Muestra tamizado y ensayo de límite plástico.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 88. Ensayo de límite plástico – casa grande.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 89. Muestras de suelo para ensayo de Proctor modificado C-01.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 90. Muestras de suelo para ensayo de Proctor modificado C-02.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 91. Muestras de suelo para ensayo de Proctor modificado C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 92. Mesclado de agua + suelo para el ensayo de Proctor modificado.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 93. Compactado y pesado del ensayo de Proctor modificado.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 94. Muestras de suelo para ensayo de CBR C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 95. Muestras de suelo para ensayo de CBR C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 96. Muestras de suelo para ensayo de CBR C-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 97.* Mezclado y compactado en molde CBR – suelo natural.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 98.* Sumergido respectivo de moldes de CBR.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 99. Equipo para la lectura de penetración de CBR.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 100. Precisos momentos de la penetración de molde CBR.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 101. Muestras de suelo con cal y CCC para Proctor modificado.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 102. Mezclado y pesado de suelo con cal y ceniza.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 103. Muestra de suelo 5% cal y 10% CCC para ensayo de CBR.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 104. Muestra de suelo 5% cal y 15% CCC para ensayo de CBR.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 105. Muestra de suelo 5% cal y 20% CCC para ensayo de CBR.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.





*Figura 108.* Sumergido de los Moldes de CBR con Cal y CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



*Figura 109.* Penetración de los Moldes de CBR con Cal y CCC.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 110. Muestra para límites de consistencia del suelo con cal y ceniza.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 111. Ensayo de límite líquido del suelo con cal y ceniza.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

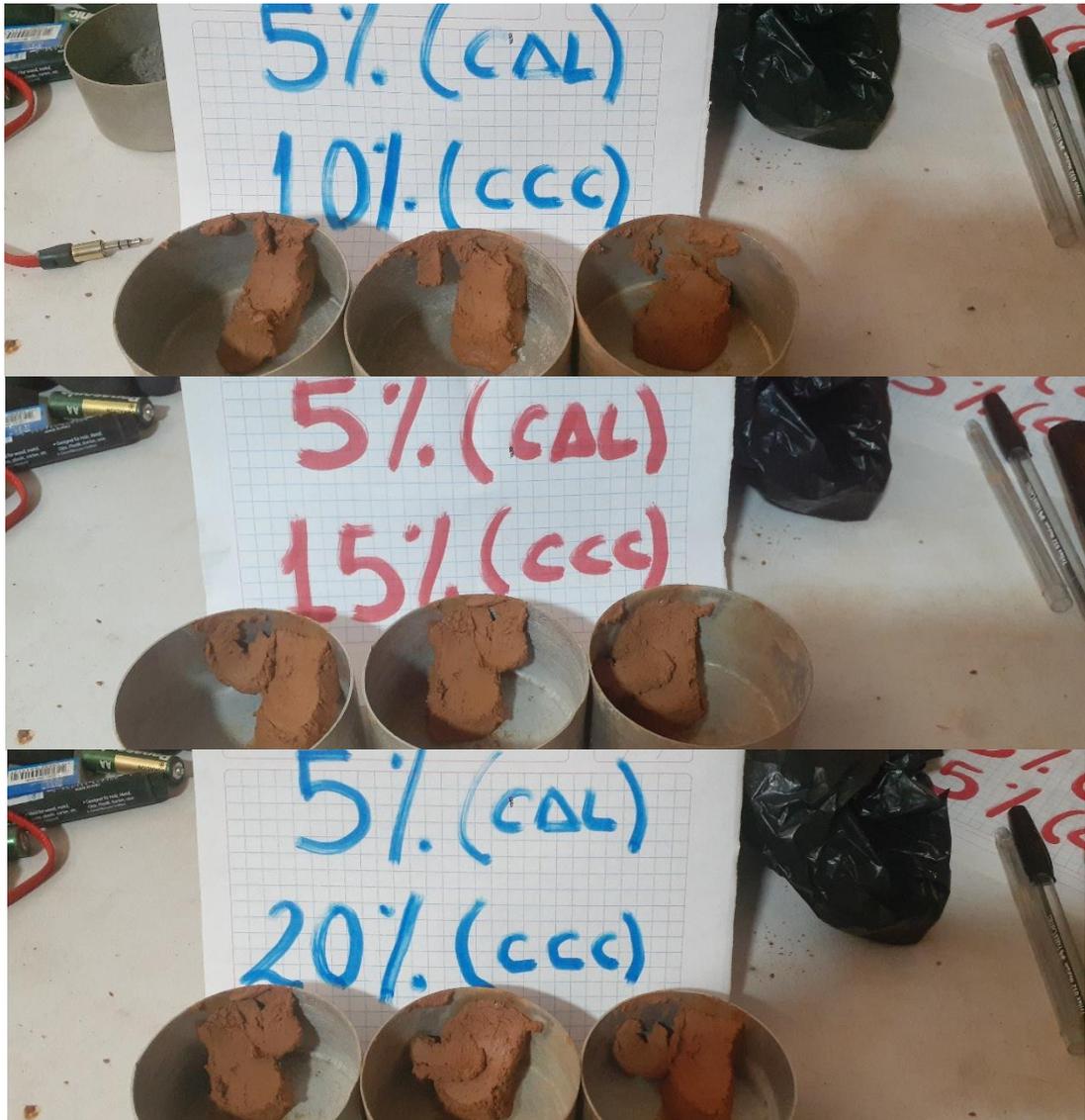


Figura 112. Taras con suelos del límite líquido.  
 Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 113. Taras con suelos del límite plástico.  
 Fuente: Elaboración propia, 2022.

**ANEXO D:**  
**CERTIFICADO DE**  
**ENSAYOS DE**  
**LABORATORIO**

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-1 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : HORNO DIGITAL de 0°C a 300°C

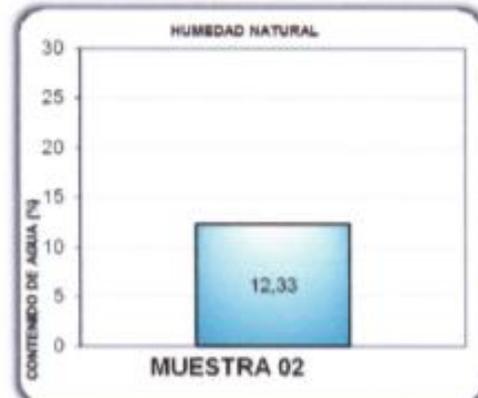
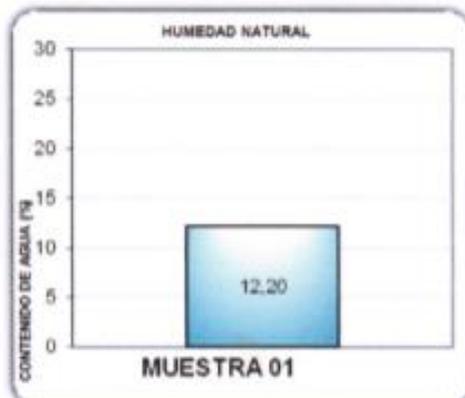
**Certificado de Calibración N°** : LT-059- 2022.07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula		M - 01	M-02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	501,20	452,00
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	446,70	402,39
Peso Recipiente	g	0,00	0,00
Peso del agua	g	54,50	49,61
Peso del Suelo Natural	g	501,20	452,00
Peso del Suelo Seco	g	446,70	402,39
Contenido de Humedad (w)	%	12,20	12,33

**Contenido de Humedad: 12,27 %**



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 27084  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : RR. JOHN QUISPE CACERES Y RR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

**Calicata** : C-1 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		
8	2,36	5,00	0,50	0,50	99,5		
10	2,00	1,70	0,17	0,67	99,3		
16	1,18	3,80	0,38	1,05	98,9		
20	0,85	2,10	0,21	1,26	98,7		
30	0,60	2,00	0,20	1,46	98,5		
40	0,42	5,20	0,52	1,98	98,0		
50	0,30	12,40	1,24	3,22	96,8		
100	0,15	16,20	1,62	4,84	95,2		
200	0,07	20,80	2,08	6,92	93,1		
< 200		930,60	93,08	100,00			

**Σ Total:** 999,8

**Datos de ensayo**

Peso S. Inicial: 999,8 g.

Peso S. lavado: 69,2 g.

**Distribucion**

Grava: 0,00 %

Arena: 6,92 %

Finos: 93,08 %

**Diametros efectivos**

D60: --

D30: --

D10: --

**Coefficientes de uniformidad**

Cu: --

Cc: --

**Limites de consistencia**

LL: 32,16

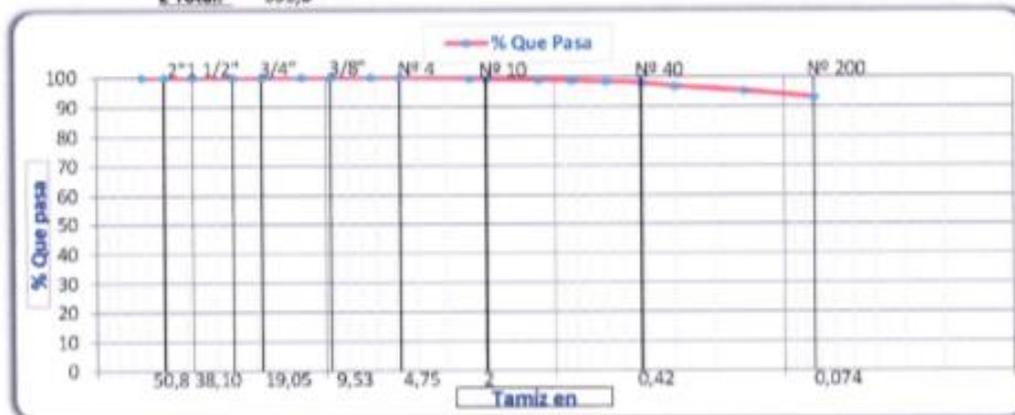
LP: 20,00

IP: 12,165

**clasificacion de suelos**

SUCS : CL

AASHTO : A-6 (16)



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117 )**

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: <u>"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"</u>
<b>Lugar</b>	: <u>PUERTO MALDONADO</u>
<b>Dist/Prov.</b>	: <u>TAMBOPATA - TAMBOPATA</u>
<b>Solicitante</b>	: <u>BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA</u>
<b>Hecho por</b>	: <u>ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ</u>
<b>Fecha</b>	: <u>16/02/2022</u>

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: <u>C-1 (Terreno Natural)</u>
<b>Profundid.</b>	: <u>1,50 m.</u>
<b>condicion</b>	: <u>Alterada</u>

**Datos del Equipo Calibrado**

<b>Equipo</b>	: <u>TAMIZ GRANULOMETRICO</u>
<b>Fabricado</b>	: <u>SEGÚN NORMA ASTM E-11</u>

**Datos y resultados de ensayo**

<b>DATOS</b>					
<b>A</b>	Peso de la muestra seca	999,8	g		
<b>B</b>	Peso de la muestra seca despues de lavado	69,2	g		
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">93,1%</td> </tr> </table>		% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)	93,1%		
% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)	93,1%				

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 370283  
AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-1 (Terreno Natural)
<b>Profundidad</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

<b>Equipo</b>	: CAZUELA DE CASAGRANDE
<b>Certificado de Calibración N°</b>	: LL-510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

<b>LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318</b>		<b>LP (%) = 20,0</b>	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	75	15	
Peso de la Capsula (g)	11,51	11,39	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	18,2	20,2	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	17,14	18,66	
Peso del Suelo Seco (g)	5,63	7,27	
Contenido de Humedad (w)	18,8	21,2	

<b>LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318</b>		<b>LL (%) = 32,2</b>		<b>IP (%) = 12,2</b>
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	197	19	74	
Peso de la Capsula (g)	37,6	38,9	37,2	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	65,2	63,2	60,2	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	58,7	57,3	54,3	
Numero de golpes	34	26	14	
Peso del Suelo Seco (g)	21,1	18,4	17,1	
Contenido de Humedad (w)	31,0	32,2	34,2	

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA | CUSCO URB. MEZA REDONDA A.9 - CUSCO | 982737067 | 982-974794 | RUC: 2049031981

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-1 (Terreno Natural)  
**Profundidad :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

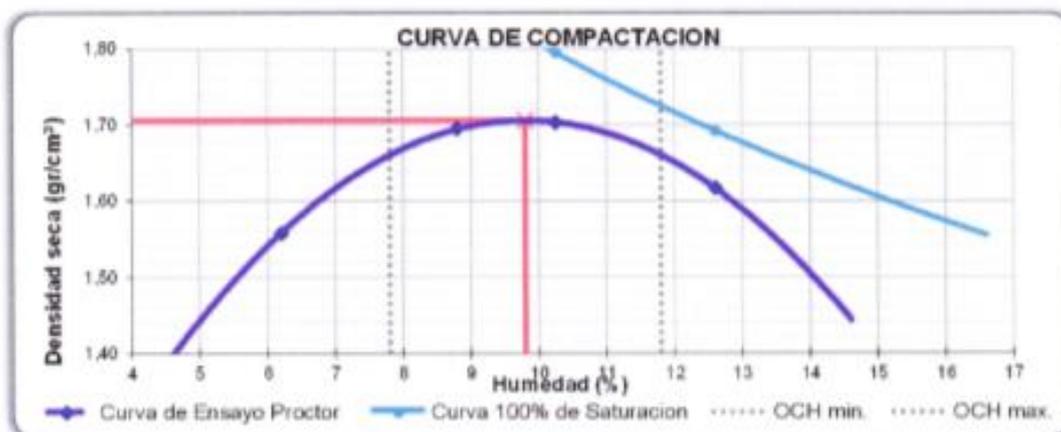
**Equipo :** PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N° :** LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P1		Metodo : A molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6000	6178	6210	6156
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1556	1734	1766	1712
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,655	1,844	1,878	1,820
<b>Humedad</b>				
N° de tara	401	230	235	165
Tara + Suelo Humedo (g)	511,00	502,20	501,20	530,20
Tara + Suelo Seco (g)	483,36	464,63	458,10	475,08
Peso de la tara	37,62	37,64	37,61	37,64
Peso del agua	27,64	37,57	43,10	55,12
Peso de suelo seco (g)	445,74	426,99	420,49	437,44
Humedad (%)	6,20	8,80	10,25	12,60
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,558	1,695	1,703	1,617

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 1,706

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 9,80



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 982737067 ✉ 082-874754 RUC : 2040031561

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISEPÉ CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-1 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PRENSA CBR

**Certificado de Calibración N°** : LFP-108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS: 5		
	G	H	I
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2122	2026
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	11500	11988	10840
Peso del Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo (g)	3952	3792	3381
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	215,2	200,2	213,2
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	200,5	186,9	199,1
Peso del Agua (g)	14,7	13,3	14,1
Peso de Tarro (g)	50,2	51	55,0
Peso del Suelo Seco (g)	150,3	135,9	144,1
Contenido de Humedad (g)	9,80	9,78	9,80
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,877	1,787	1,669
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,710	1,628	1,520

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		G		H		I	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	20,0	20,0	18,0	18,0	8,0	8,0
0,05	1,27	34,0	34,0	40,0	40,0	20,0	20,0
0,075	1,9	80,0	80,0	70,0	70,0	35,0	35,0
0,1	2,54	98,0	98,0	86,0	86,0	70,0	70,0
0,125	3,81	180,0	180,0	170,0	170,0	120,0	120,0
0,2	5,08	299,0	299,0	190,0	190,0	112,0	112,0
0,3	7,62	300,0	300,0	260,0	260,0	186,0	186,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	G	H	I
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11535	12050	10930
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	3987	3854	3471
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	3952	3792	3381
Peso del Agua Absorbida (g)	35	62	90
Peso del Suelo Seco (g)	3599	3454	3079
Absorcion de Agua (%)	1,0	1,8	2,9

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,001"	0,002"	0,008"	2
		0,005"	0,008"	0,010"	3
		0,008"	0,010"	0,008"	4
		0,015"	0,018"	0,021"	5
% EXPANSIÓN		0,30	0,32	0,42	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 270283  
AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA.  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

### Datos de la Muestra

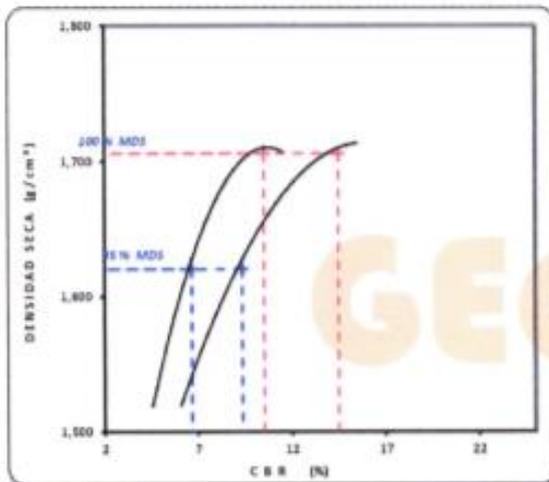
#### MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

**Calicata :** C-1 (Terreno Natural)  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



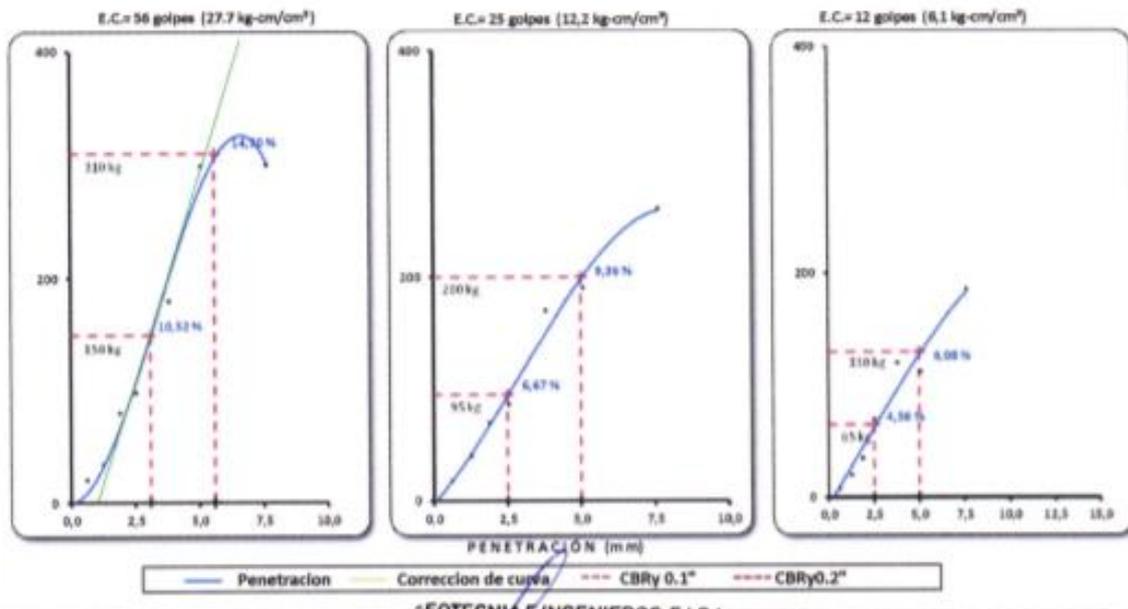
#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 9,80  
 Maxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 1,706

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca 10,5  
**CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca 6,7**

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca 14,5  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca 9,4



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

**PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)**

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

**Datos de la Muestra**

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	
<b>Calicata</b>	: C-1 (Terreno Natural)
<b>Profundida.</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

**Datos y resultados**

<b>CALICATA C-1 (Terreno Natural)</b>				
Prof(m).	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0,10				<u>Suelo organico pastos y raices</u>
0,20				
0,30				
0,35				
0,40				
0,45				
0,50				
0,55				
0,60				
0,65				
0,70				
0,75				
0,80				
0,90				
0,95				
1,00				
1,05				
1,10				
1,15				
1,20				
1,22				
1,25				
1,26				
1,30		CL		
1,32		A-6 (16)		
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				

**Arcilla de Baja Plasticidad**

%w : 12,265  
 LL : 32,2  
 LP : 20,0  
 IP : 12,2  
 Cu : --  
 Cc : --

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP : 270262  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha** : 16/03/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

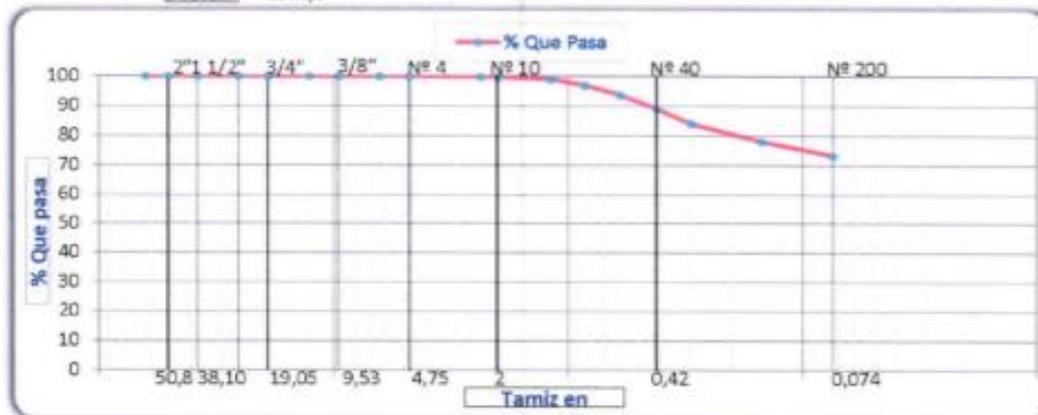
**Equipo** : TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		<b>Datos de ensayo</b> Peso S. Inicial: 1578,5 g. Peso S. lavado: 423,9 g. <b>Distribucion</b> Grava: 0,00 % Arena: 26,85 % Finos: 73,15 % <b>Diametros efectivos</b> D60: -- D30: -- D10: -- <b>Coefficientes de uniformidad</b> Cu: -- Cc: -- <b>Limites de consistencia</b> LL: 28,46 LP: 20,90 IP: 7,558 <b>clasificacion de suelos</b> SUCS : CL AASHTO : A-6 (14)
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0	Fraccion fina	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		
8	2,36	1,90	0,12	0,12	99,9		
10	2,00	2,80	0,18	0,30	99,7		
16	1,18	12,40	0,79	1,08	98,9		
20	0,85	32,20	2,04	3,12	96,9		
30	0,60	51,00	3,23	6,35	93,6		
40	0,42	70,60	4,47	10,83	89,2		
50	0,30	80,20	5,08	15,91	84,1		
100	0,15	98,60	6,25	22,15	77,8		
200	0,07	74,20	4,70	26,85	73,1		
< 200		1154,60	73,15	100,00			

Σ Total: 1578,5



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : LL-510-2022 del 02/07/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 20,9**

Muestra	1	2
Numero de capsula	15	23
Peso de la Capsula (g)	11,39	11,41
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21,3	22,4
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	19,63	20,45
Peso del Suelo Seco (g)	8,24	9,04
Contenido de Humedad (w)	20,2	21,6

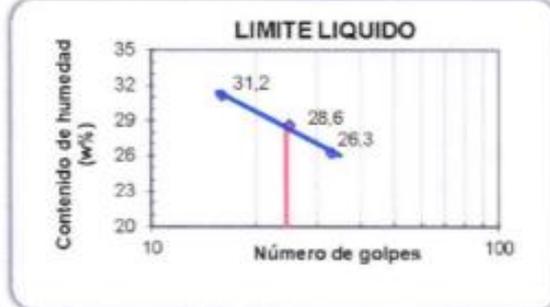
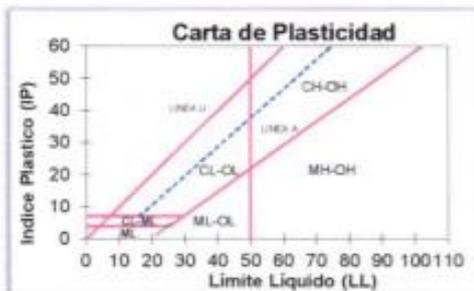
#### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 28,5**

**IP (%)**

**7,6**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	197	19	74
Peso de la Capsula (g)	37,6	38,9	37,2
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	61,2	63,0	62,8
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	56,3	57,6	56,7
Numero de golpes	33	25	16
Peso del Suelo Seco (g)	18,7	18,7	19,5
Contenido de Humedad (w)	26,3	28,6	31,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA AGUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOTECNICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO - 082737087 - 082-974754 - RUC : 2049031981

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142 )

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 16/02/2022  
**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

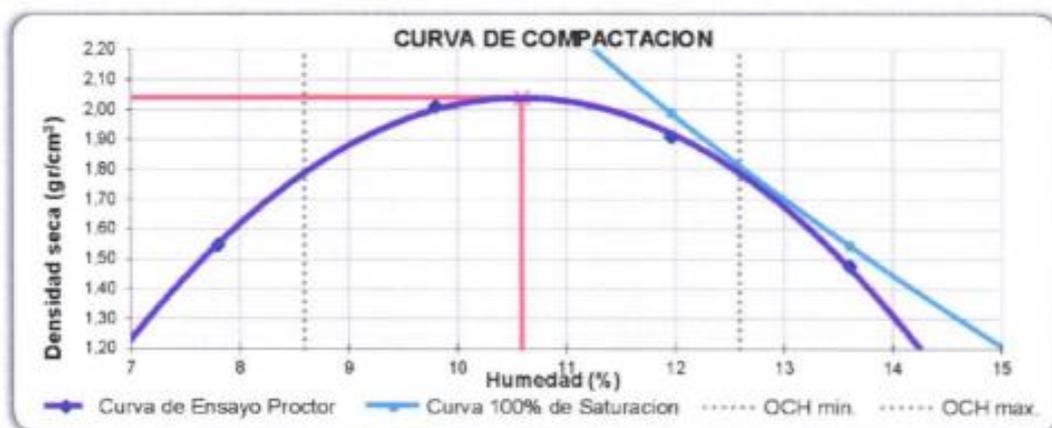
**Equipo** : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N°** : LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactacion	Codigo de molde : P1				Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6012	6520	6455	6022	6012	6520	6455	6022
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1568	2076	2011	1578	1568	2076	2011	1578
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940,45	940,5	940,5	940,5	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,667	2,207	2,138	1,678	1,667	2,207	2,138	1,678
<b>Humedad</b>								
N° de tara	233	97	141	199	233	97	141	199
Tara + Suelo Humedo (g)	500,20	501,00	500,30	500,60	500,20	501,00	500,30	500,60
Tara + Suelo Seco (g)	466,73	459,60	450,88	445,18	466,73	459,60	450,88	445,18
Peso de la tara	37,60	37,11	37,64	37,64	37,60	37,11	37,64	37,64
Peso del agua	33,47	41,40	49,42	55,42	33,47	41,40	49,42	55,42
Peso de suelo seco (g)	429,13	422,49	413,24	407,54	429,13	422,49	413,24	407,54
Humedad (%)	7,80	9,80	11,96	13,60	7,80	9,80	11,96	13,60
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,547	2,010	1,910	1,477	1,547	2,010	1,910	1,477

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 2,039

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 10,59



\* De la granulometria el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
<b>Fecha</b>	16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	C-1 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	1,50 m.
<b>condicion</b>	Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

<b>Equipo</b>	PRENSA CBR
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LFP-108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	D	E	F
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	13216	12825	12378
Peso del Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo (g)	4790	4540	4308
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	198,6	201,2	199,9
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	184,4	186,8	186,0
Peso del Agua (g)	14,2	14,4	13,9
Peso de Tarro (g)	50,2	51	55,0
Peso del Suelo Seco (g)	134,2	135,8	131,0
Contenido de Humedad (g)	10,59	10,60	10,58
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,257	2,139	2,030
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,041	1,934	1,836

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		D	E	E		F	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	105,0	105,0	55,0	55,0	10,0	10,0
0,05	1,27	286,0	286,0	98,0	98,0	74,0	74,0
0,075	1,9	311,0	311,0	215,0	215,0	155,0	155,0
0,1	2,54	398,0	398,0	285,0	285,0	201,0	201,0
0,125	3,81	524,0	524,0	360,0	360,0	200,0	200,0
0,2	5,08	640,0	640,0	388,0	388,0	265,0	265,0
0,3	7,62	754,0	754,0	420,0	420,0	301,0	301,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	D	E	F
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	13330	13001	12602
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4904	4716	4532
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4790	4540	4308
Peso del Agua Absorbida (g)	114	176	224
Peso del Suelo Seco (g)	4331	4105	3896
Absorcion de Agua (%)	2,6	4,3	5,7

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,009"	0,001"	0,006"	2
		0,007"	0,008"	0,008"	3
		0,008"	0,010"	0,010"	4
		0,016"	0,015"	0,020"	5
% EXPANSIÓN		0,32	0,30	0,40	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

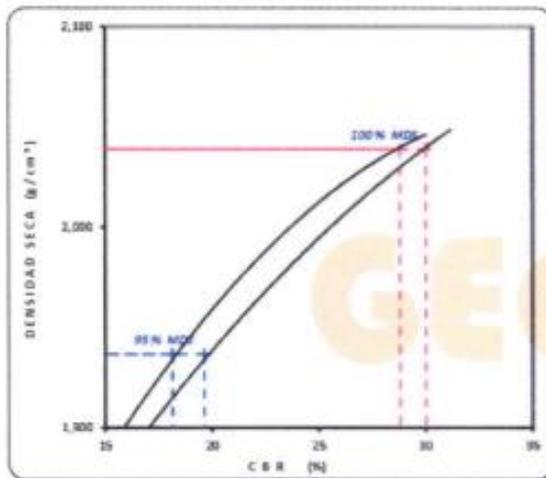
### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-1 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP-108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

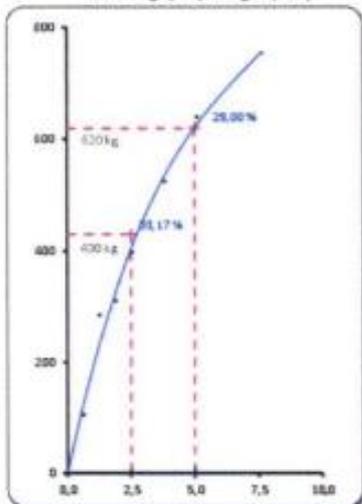
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10,59  
 Máxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 2,039

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

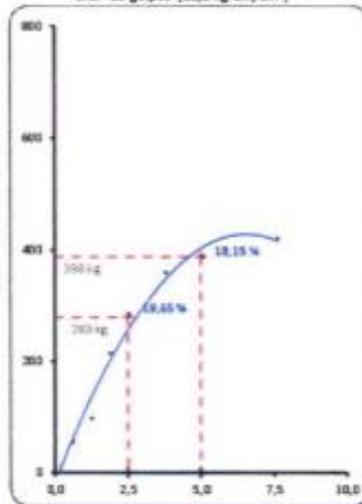
**CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 28,8  
 CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 19,6

**CBR A 5 mm (0.2") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 30,0  
 CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 18,2

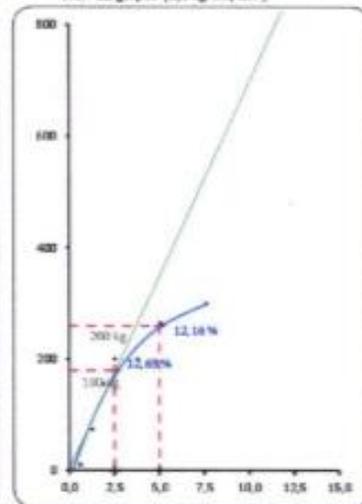
E.C.= 56 golpes (27,7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



E.C.= 25 golpes (12,2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



E.C.= 12 golpes (6,1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



— Penetración   
 — Corrección de curva   
 — CBRy 0.1"   
 — CBRy 0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 870282  
 ÁREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : RR. JOHN QUISPE CACERES Y RR. WILSON TARIFA YUCRA.  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ.  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA.  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMETRICO  
**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		
8	2,36	2,80	0,18	0,18	99,8		
10	2,00	3,60	0,23	0,40	99,6		
16	1,18	15,00	0,94	1,35	98,7		
20	0,85	29,80	1,87	3,22	96,8		
30	0,60	48,50	3,05	6,27	93,7		
40	0,42	74,60	4,69	10,96	89,0		
50	0,30	86,00	5,41	16,37	83,6		
100	0,15	98,80	6,21	22,58	77,4		
200	0,07	87,40	5,50	28,08	71,9		
< 200		1143,60	71,92	100,00			
<b>Σ Total:</b>		1590,1					

#### Datos de ensayo

Peso S. Inicial: 1590,1 g.

Peso S. lavado: 446,5 g.

#### Distribucion

Grava: 0,00 %

Arena: 28,08 %

Finos: 71,92 %

#### Diametros efectivos

D60: -

D30: -

D10: -

#### Coefficientes de uniformidad

Cu: -

Cc: -

#### Limites de consistencia

LL: 28,05

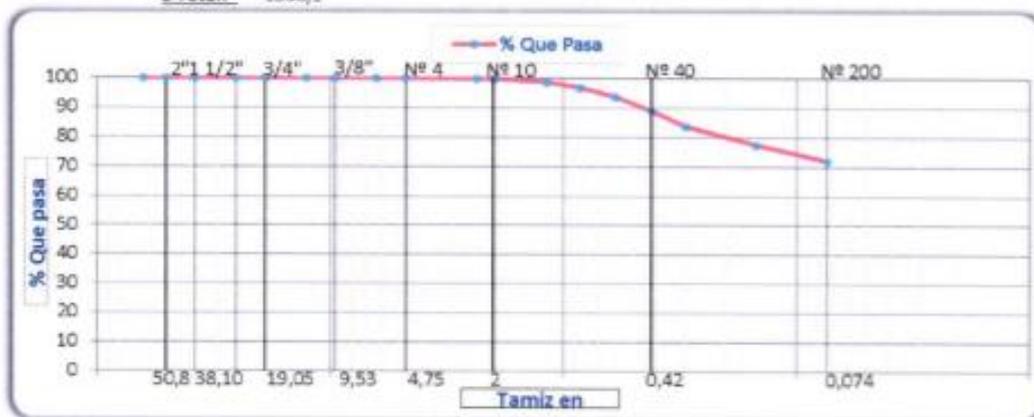
LP: 19,55

IP: 8,504

#### clasificacion de suelos

SUCS: CL

AASHTO: A-6 (14)



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 270283  
AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : LL-510-2022 del 02/07/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 19,6**

Muestra	1	2
Numero de capsula	36	100
Peso de la Capsula (g)	11,4	11,51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21,8	20,6
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	20,05	19,16
Peso del Suelo Seco (g)	8,65	7,65
Contenido de Humedad (w)	20,3	18,8

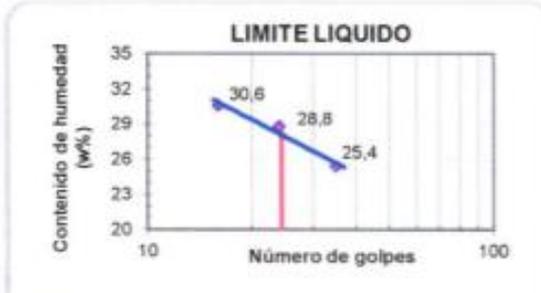
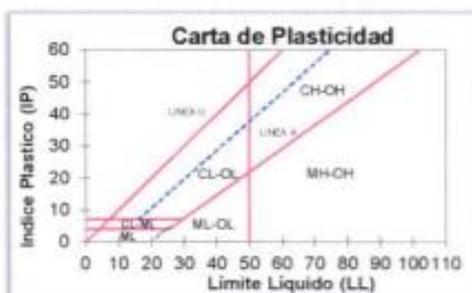
**IP (%)**

#### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 28,1**

**8,5**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	201	141	230
Peso de la Capsula (g)	37,6	37,6	37,6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	59,8	63,0	65,0
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	55,3	57,3	58,6
Numero de golpes	35	24	16
Peso del Suelo Seco (g)	17,7	19,7	20,9
Contenido de Humedad (w)	25,4	28,8	30,6



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"		
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI	<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>		<b>Fecha</b>	16/02/2022
<b>Calicata</b>	C-1 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA		
<b>Profundidad</b>	1,50 m.		
<b>condicion</b>	Alterada		

### Datos del Equipo Calibrado

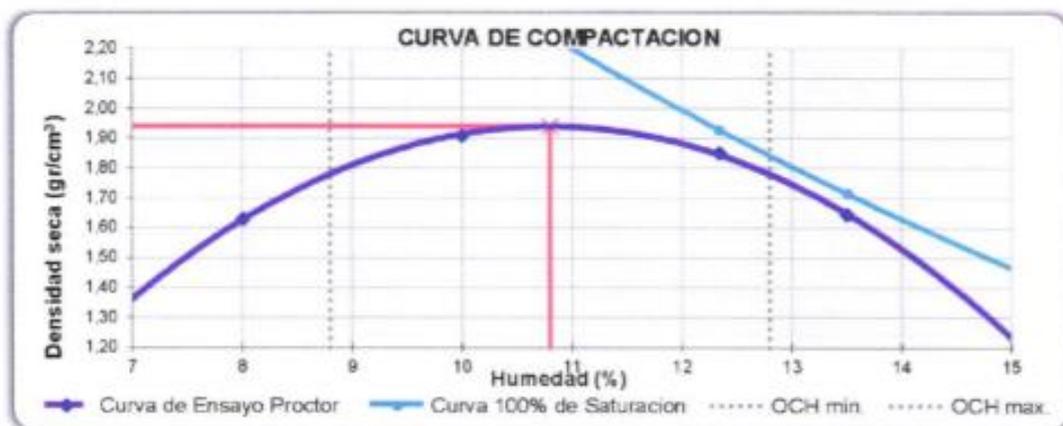
<b>Equipo</b>	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactacion	Codigo de molde : P1		Metodo : A molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6100	6420	6400	6200
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1656	1976	1956	1756
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,761	2,101	2,080	1,867
<b>Humedad</b>				
N° de tara	235	134	97	188
Tara + Suelo Humedo (g)	500,00	488,50	510,00	502,20
Tara + Suelo Seco (g)	465,71	447,63	458,06	446,94
Peso de la tara	37,61	38,91	37,11	37,58
Peso del agua	34,29	40,87	51,94	55,26
Peso de suelo seco (g)	428,10	408,72	420,95	409,36
Humedad (%)	8,01	10,00	12,34	13,50
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,630	1,910	1,851	1,645

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 1,940

**Óptimo Contenido de Humedad (%):** 10,80



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
<b>Fecha</b>	16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	C-1 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	1,50 m.
<b>condicion</b>	Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

<b>Equipo</b>	PRENSA CBR
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	D	E	F
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12988	12620	12180
Peso del Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo (g)	4562	4335	4110
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	203,6	198,6	188,5
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	188,5	184,3	174,6
Peso del Agua (g)	15,1	14,3	13,9
Peso de Tarro (g)	48,6	51,3	45,6
Peso del Suelo Seco (g)	139,9	133,0	129,0
Contenido de Humedad (g)	10,80	10,79	10,81
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,150	2,043	1,937
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,940	1,844	1,748

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		D		E		F	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	88,0	88,0	80,0	80,0	18,0	18,0
0,05	1,27	210,0	210,0	198,0	198,0	58,0	58,0
0,075	1,9	344,0	344,0	255,0	255,0	160,0	160,0
0,1	2,54	401,0	401,0	300,0	300,0	210,0	210,0
0,125	3,81	520,0	520,0	450,0	450,0	260,0	260,0
0,2	5,08	662,0	662,0	501,0	501,0	320,0	320,0
0,3	7,62	956,0	956,0	620,0	620,0	398,0	398,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	D	E	F
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	13065	12750	12350
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4639	4465	4280
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4562	4335	4110
Peso del Agua Absorbida (g)	77	130	170
Peso del Suelo Seco (g)	4117	3913	3709
<b>Absorcion de Agua (%)</b>	<b>1,9</b>	<b>3,3</b>	<b>4,6</b>

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,008"	0,002"	0,008"	2
		0,010"	0,008"	0,010"	3
		0,012"	0,011"	0,015"	4
		0,015"	0,016"	0,019"	5
<b>% EXPANSIÓN</b>		<b>0,30</b>	<b>0,32</b>	<b>0,38</b>	

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SURRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** RR. JOHN QUISPE CACERES Y RR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

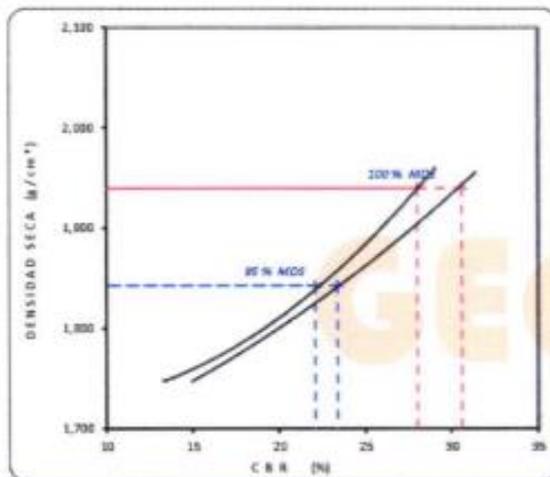
### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-1 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condición :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

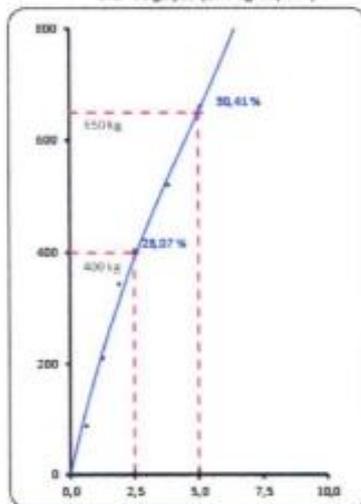
Optimo Contenido de Humedad (%) : 10,80  
 Maxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 1,940

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

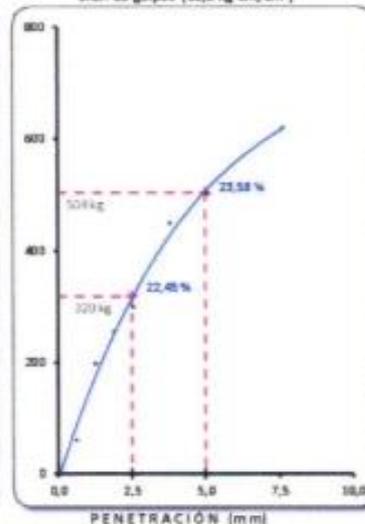
CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca 28,0  
**CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca 22,1**

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca 30,6  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca 23,4

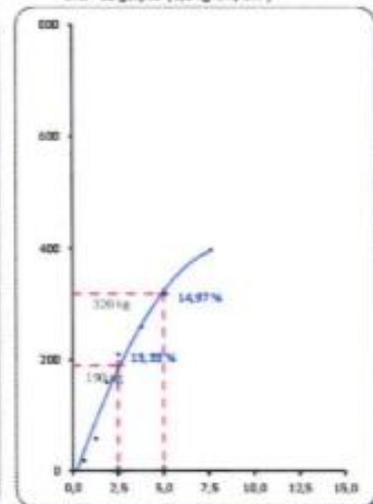
E.C.= 56 golpes (27.7 kg-cm/cm²)



E.C.= 25 golpes (12,2 kg-cm/cm²)



E.C.= 32 golpes (6,1 kg-cm/cm²)



— Penetración   
 — Corrección de curva   
 - - - CBRy 0.1"   
 - - - CBRy 0.2"

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 370283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCONVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 15/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado** : SEGUN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		Fraccion fina
8	2,36	2,80	0,20	0,20	99,8		
10	2,00	3,00	0,21	0,41	99,6		
16	1,18	10,00	0,70	1,11	98,9		
20	0,85	28,50	2,00	3,11	96,9		
30	0,60	38,00	2,67	5,78	94,2		
40	0,42	65,00	4,57	10,35	89,7		
50	0,30	54,90	3,86	14,20	85,8		
100	0,15	86,00	6,04	20,24	79,8		
200	0,07	102,40	7,19	27,43	72,6		
< 200		1033,20	72,57	100,00			

#### Datos de ensayo

Peso S. Inicial: 1423,8 g.

Peso S. lavado: 390,6 g.

#### Distribucion

Grava: 0,00 %

Arena: 27,43 %

Finos: 72,57 %

#### Diametros efectivos

D60: --

D30: --

D10: --

#### Coefficientes de uniformidad

Cu: --

Cc: --

#### Limites de consistencia

LL: 29,42

LP: 21,92

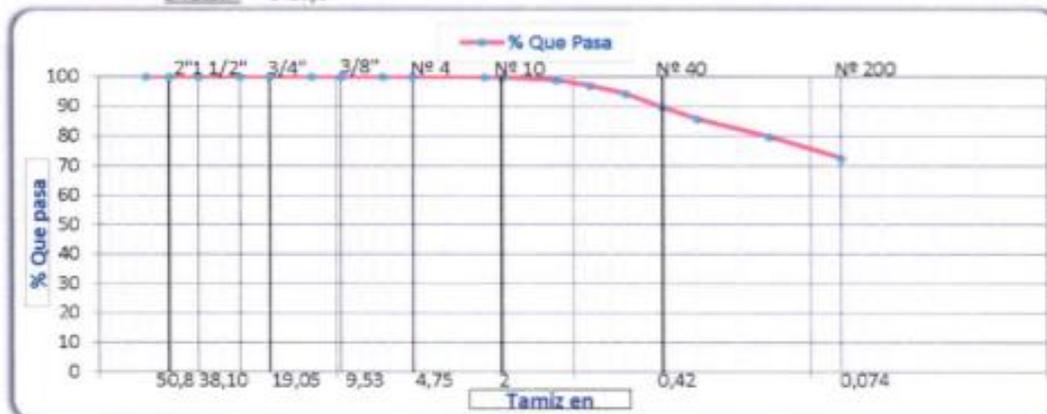
IP: 7,506

#### clasificacion de suelos

SUCS: CL

AASHTO: A-6 (14)

**Σ Total:** 1423,8



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 270283  
AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-1 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

<b>Equipo</b>	: CAZUELA DE CASAGRANDE
<b>Certificado de Calibración N°</b>	: LL-510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318**

	LP (%) = 21,9	
Muestra	1	2
Numero de capsula	75	100
Peso de la Capsula (g)	11,51	11,51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20	21,6
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,46	19,81
Peso del Suelo Seco (g)	6,95	8,30
Contenido de Humedad (w)	22,2	21,63

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318**

	LL (%) = 29,4			IP (%) = 7,5
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	207	141	235	
Peso de la Capsula (g)	37,6	37,6	37,6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	61,2	60,9	61,6	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	56,1	55,6	55,8	
Numero de golpes	34	24	14	
Peso del Suelo Seco (g)	18,5	17,9	18,1	
Contenido de Humedad (w)	27,5	29,8	32,2	

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES · ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) · CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA · PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS · HINCADO DE PILES · PROSPECCIÓN GEOFÍSICA  
● PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA ● CUSCO URS. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ● 982737067 ● 082-674754 ● RUC : 2040031981

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 16/02/2022  
**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condición** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

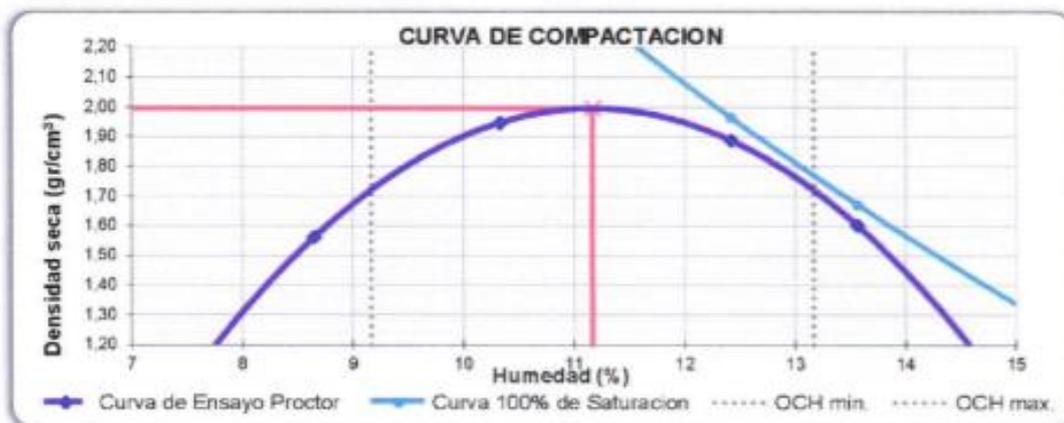
**Equipo** : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N°** : LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P2		Metodo : A molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	5985	6412	6388	6102
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo humedo compactado (g)	1609	2036	2012	1726
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947,87	947,9	947,9	947,9
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,697	2,148	2,123	1,821
<b>Humedad</b>				
N° de tara	235	134	156	340
Tara + Suelo Humedo (g)	498,50	500,20	510,00	500,30
Tara + Suelo Seco (g)	461,81	457,01	457,81	445,05
Peso de la tara	37,61	38,91	37,64	37,60
Peso del agua	36,69	43,19	52,19	55,25
Peso de suelo seco (g)	424,20	418,10	420,17	407,45
Humedad (%)	8,65	10,33	12,42	13,56
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,562	1,947	1,888	1,603

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 1,995

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 11,17



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-1 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PRENSA CBR

**Certificado de Calibración N°** : LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE CAPAS : 5			
N° DE MOLDE	A	B	C
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2175	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12200	11755	11620
Peso del Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo (g)	4842	4620	4361
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	211,8	214,0	200,3
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	195,7	197,7	185,3
Peso del Agua (g)	16,1	16,3	15,0
Peso de Tarro (g)	50,2	51	49,8
Peso del Suelo Seco (g)	145,5	146,7	135,5
Contenido de Humedad (g)	11,10	11,08	11,10
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,226	2,121	2,008
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,004	1,909	1,807

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		A		B		C	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	100,0	100,0	98,0	98,0	85,0	85,0
0,05	1,27	245,0	245,0	170,0	170,0	140,0	140,0
0,075	1,9	388,0	388,0	302,0	302,0	260,0	260,0
0,1	2,54	411,0	411,0	350,0	350,0	302,0	302,0
0,125	3,81	641,0	641,0	468,0	468,0	350,0	350,0
0,2	5,08	750,0	750,0	601,0	601,0	520,0	520,0
0,3	7,62	1020,0	1020,0	720,0	720,0	645,0	645,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12321	11910	11850
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4963	4775	4591
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4842	4620	4361
Peso del Agua Absorbida (g)	121	155	230
Peso del Suelo Seco (g)	4358	4159	3925
Absorcion de Agua (%)	2,8	3,7	5,9

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,004"	0,010"	0,008"	2
		0,012"	0,015"	0,010"	3
		0,013"	0,018"	0,018"	4
		0,019"	0,022"	0,025"	5
% EXPANSIÓN		0,38	0,44	0,50	

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

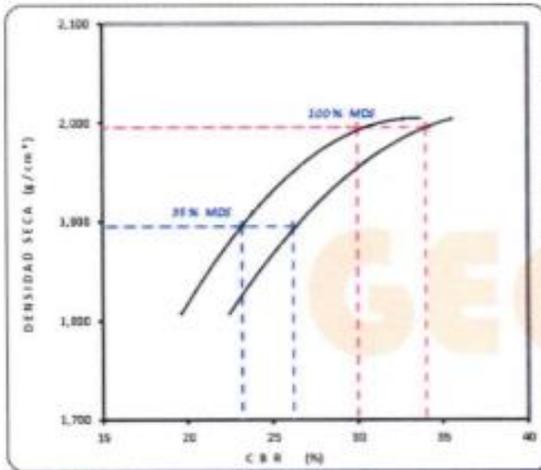
### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-1 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



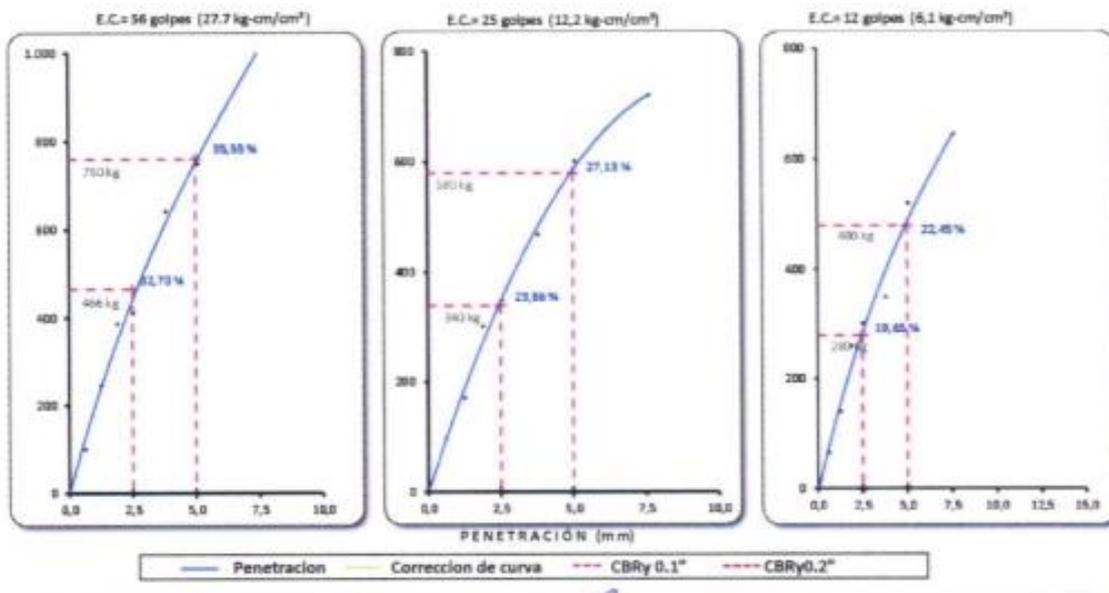
#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11,17  
Máxima Densidad Seca g/cm³ : 1,995

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

**CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración**  
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 30,0  
CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 23,2

**CBR A 5 mm (0.2") de Penetración**  
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 34,0  
CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 26,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 770263  
AREA DE GEOTECNIA

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-2 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : HORNO DIGITAL de 0°C a 300°C

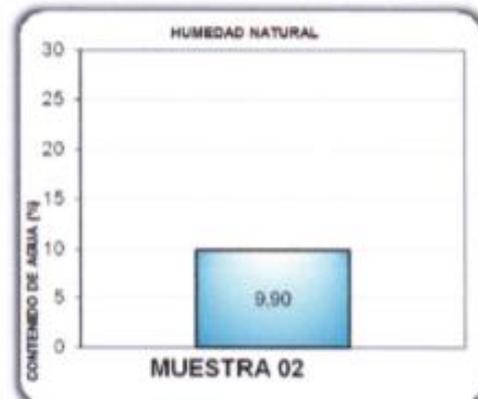
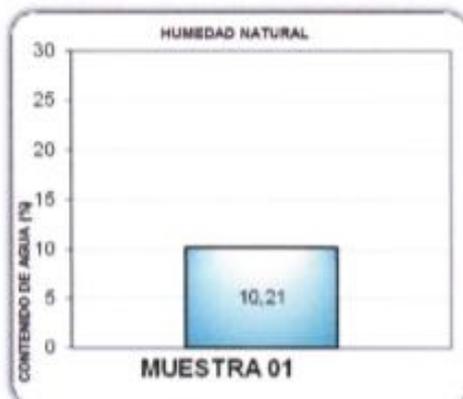
**Certificado de Calibración N°** : LT-059- 2022 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula		M - 01	M-02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	485,20	388,60
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	440,25	353,59
Peso Recipiente	g	0,00	0,00
Peso del agua	g	44,95	35,01
Peso del Suelo Natural	g	485,20	388,60
Peso del Suelo Seco	g	440,25	353,59
Contenido de Humedad (w)	%	10,21	9,90

**Contenido de Humedad: 10,06 %**



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto :** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022.  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** RR. JOHN QUISPE CACERES Y RR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-2 (Terreno Natural)  
**Profundidad :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

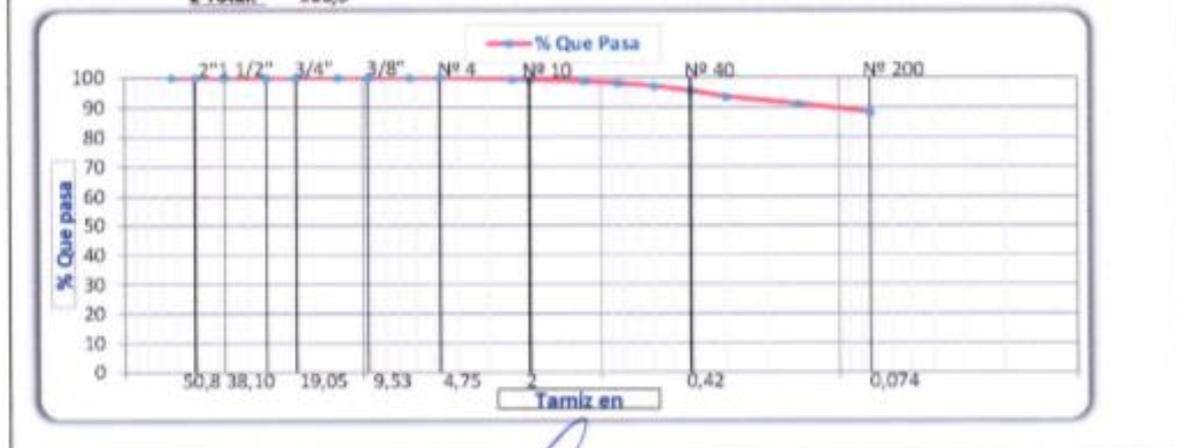
**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO  
**Fabricado :** SEGUN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		Fraccion fina
8	2,36	4,80	0,50	0,50	99,5		
10	2,00	2,20	0,23	0,72	99,3		
16	1,18	4,60	0,47	1,20	98,8		
20	0,85	5,70	0,59	1,79	98,2		
30	0,60	10,20	1,05	2,84	97,2		
40	0,42	15,20	1,57	4,41	95,6		
50	0,30	19,60	2,02	6,43	93,6		
100	0,15	24,00	2,48	8,91	91,1		
200	0,07	26,60	2,75	11,66	88,3		
< 200		855,60	88,34	100,00			

**Datos de ensayo**  
 Peso S. Inicial: 968,5 g.  
 Peso S. lavado: 112,9 g.  
**Distribucion**  
 Grava: 0,00 %  
 Arena: 11,66 %  
 Finas: 88,34 %  
**Diametros efectivos**  
 D60: -  
 D30: -  
 D10: -  
**Coefficientes de uniformidad**  
 Cu: -  
 Cc: -  
**Limites de consistencia**  
 LL: 37,35  
 LP: 20,05  
 IP: 17,299  
**clasificacion de suelos**  
 SUCS: CL  
 AASHTO: A-6 (16)

Σ Total: 968,5



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117 )**

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto :</b>	<u>"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"</u>
<b>Lugar :</b>	<u>PUERTO MALDONADO</u>
<b>Dist/Prov. :</b>	<u>TAMBOPATA - TAMBOPATA</u>
<b>Solicitante :</b>	<u>BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA</u>
<b>Hecho por :</b>	<u>ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ</u>
<b>Fecha :</b>	<u>16/02/2022</u>

<b><u>Datos de la Muestra</u></b>	<b><u>Datos del Equipo Calibrado</u></b>
<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	<b>Equipo :</b>
<b>Calicata :</b> <u>C-2 (Terreno Natural)</u>	<u>TAMIZ GRANULOMETRICO</u>
<b>Profundid. :</b> <u>1,50 m.</u>	<b>Fabricado :</b>
<b>condicion :</b> <u>Alterada</u>	<u>SEGÚN NORMA ASTM E-11</u>

**Datos y resultados de ensayo**

<b>DATOS</b>			
<b>A</b>	Peso de la muestra seca	968,5	g
<b>B</b>	Peso de la muestra seca despues de lavado	112,9	g
<div style="border: 1px solid black; width: fit-content; margin: auto; padding: 5px;"> <p><b>% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)      88,3%</b></p> </div>			

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 370283  
AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : RR. JOHN QUIJPE CACERES Y RR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-2 (Terreno Natural)  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : LL-510-2022 del 02/07/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 20,1**

Muestra	LP (%) = 20,1	
	1	2
Numero de capsula	15	75
Peso de la Capsula (g)	11,39	11,51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21,2	21,6
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	19,58	19,90
Peso del Suelo Seco (g)	8,19	8,39
Contenido de Humedad (w)	19,8	20,3

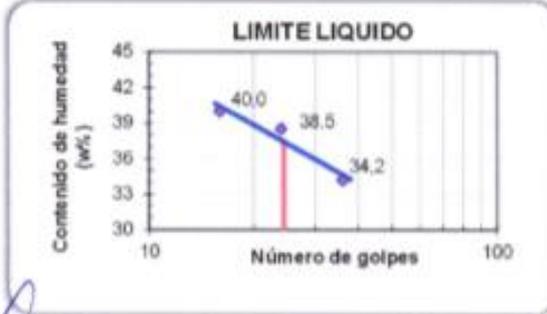
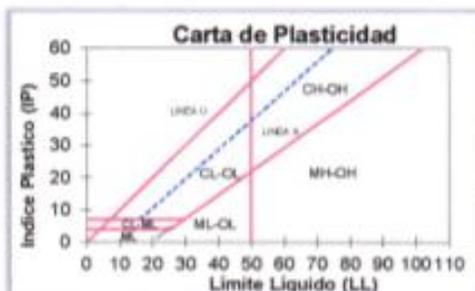
#### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 37,3**

**IP (%)**

**17,3**

Muestra	LL (%) = 37,3			IP (%) = 17,3
	A	B	C	
Numero de capsula	134	58	197	
Peso de la Capsula (g)	38,9	37,2	37,6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	60,0	62,8	61,2	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	54,6	55,7	54,5	
Numero de golpes	36	24	16	
Peso del Suelo Seco (g)	15,7	18,5	16,9	
Contenido de Humedad (w)	34,2	38,5	40,0	



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

\*\*\*\*\*  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTEONIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO - 982737087 982-874754 RUC : 2046031961

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 16/02/2022  
**Calicata** : C-2 (Terreno Natural)  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

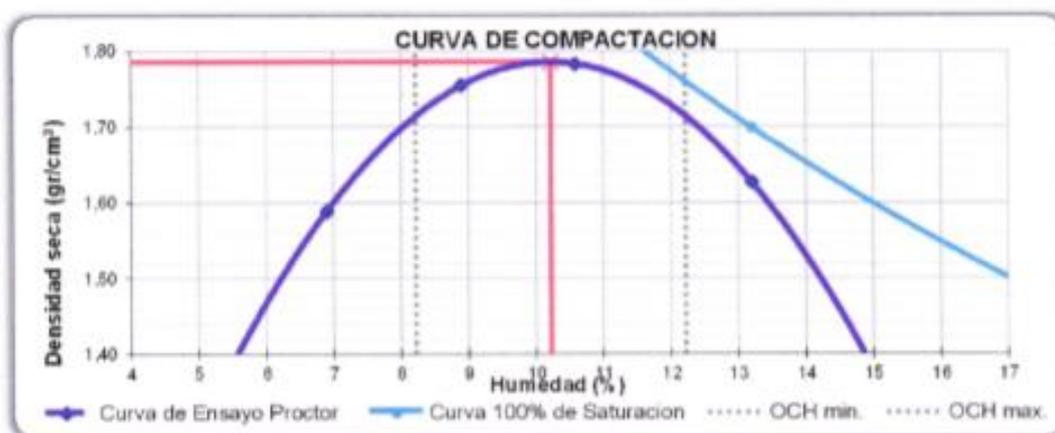
**Equipo** : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N°** : LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactacion	Codigo de molde : P2		Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	5	6
Numero de capas	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	5986	6188	6245	6122	6122	6122
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo humedo compactado (g)	1610	1812	1869	1746	1746	1746
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947,87	947,9	947,9	947,9	947,9	947,9
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,699	1,912	1,972	1,842	1,842	1,842
<b>Humedad</b>						
N° de tara	400	188	256	166	166	166
Tara + Suelo Humedo (g)	488,50	402,00	499,60	500,00	500,00	500,00
Tara + Suelo Seco (g)	459,40	372,22	455,40	446,09	446,09	446,09
Peso de la tara	37,61	37,58	37,59	37,65	37,65	37,65
Peso del agua	29,10	29,78	44,20	53,91	53,91	53,91
Peso de suelo seco (g)	421,79	334,64	417,81	408,44	408,44	408,44
Humedad (%)	6,90	8,90	10,58	13,20	13,20	13,20
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,589	1,755	1,783	1,627	1,627	1,627

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 1,786

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 10,22



\* De la granulometría el %Ret. Acumia. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.

GEOTEONIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTEONIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUIJPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

**Calicata** : C-2 (Terreno Natural)  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N°** : LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE CAPAS : 5			
N° DE MOLDE	A	B	C
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2175	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	11652	11230	11099
Peso del Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo (g)	4294	4095	3840
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	213,0	215,0	200,2
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	197,8	200,0	186,7
Peso del Agua (g)	15,2	15,0	13,5
Peso de Tarro (g)	48,5	53,2	55,2
Peso del Suelo Seco (g)	149,3	146,8	131,5
Contenido de Humedad (g)	10,20	10,24	10,30
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,974	1,880	1,768
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,791	1,705	1,603

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		A		B		C	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	18,0	18,0	10,0	10,0	6,0	6,0
0,05	1,27	25,0	25,0	34,0	34,0	20,0	20,0
0,075	1,9	74,0	74,0	65,0	65,0	80,0	80,0
0,1	2,54	100,0	100,0	82,0	82,0	24,0	24,0
0,125	3,81	199,0	199,0	150,0	150,0	74,0	74,0
0,2	5,08	210,0	210,0	180,0	180,0	90,0	90,0
0,3	7,62	355,0	355,0	200,0	200,0	110,0	110,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11720	11300	11200
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4362	4165	3941
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4294	4095	3840
Peso del Agua Absorbida (g)	68	70	101
Peso del Suelo Seco (g)	3897	3715	3481
Absorcion de Agua (%)	1,7	1,9	2,9

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,002"	0,000"	0,001"	2
		0,005"	0,008"	0,005"	3
		0,010"	0,018"	0,008"	4
		0,019"	0,024"	0,032"	5
% EXPANSIÓN		0,38	0,48	0,64	

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 370283  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha :** 16/02/2022

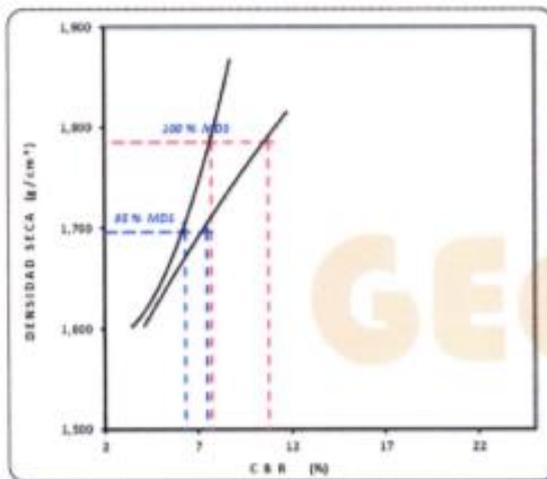
### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-2 (Terreno Natural)  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



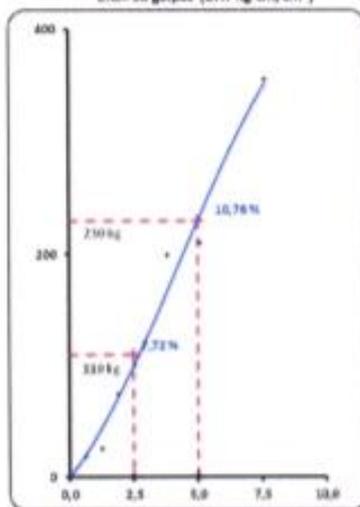
#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 10,22  
 Maxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 1,786

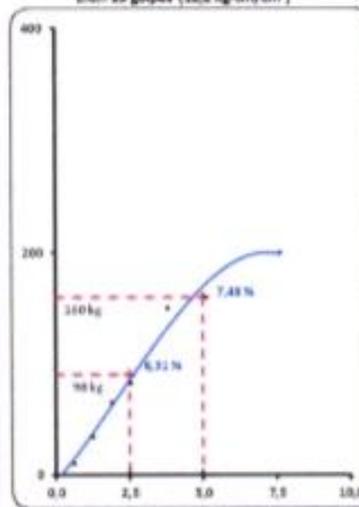
#### CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	7,7
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	6,3
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	10,8
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	7,5

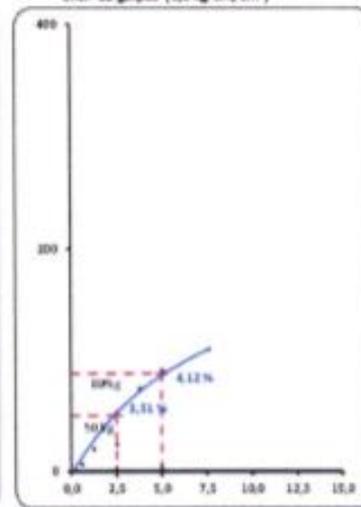
E.C.= 56 golpes (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



E.C.= 25 golpes (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



E.C.= 12 golpes (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



— Penetración   
 — Correccion de curva   
 --- CBRy 0.1"   
 --- CBRy 0.2"

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - MERCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA TCMPCO URB. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO - 082737967 082-074754 RUC : 20490031901

## PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-2 (Terreno Natural)
<b>Profundida.</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

**Datos y resultados**

CALICATA C-2 (Terreno Natural)				
Prof(m).	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0,10				<u>Suelo organico pastos y raices</u>
0,20				
0,30				
0,35				
0,40				
0,45				
0,50				
0,55				
0,60				
0,65				
0,70				
0,75				
0,80				
0,90				
0,95				
1,00				
1,05				
1,10				
1,15				
1,20				
1,22				
1,25				
1,26				
1,30				
1,32		CL A-6 (16)		 <u>Arcilla de Baja Plasticidad</u> %w : 10,055 LL : 37,3 LP : 20,1 IP : 17,3 Cu : - Cc : -
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BB. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-2 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1.50 m.

**condicion** : Alterada

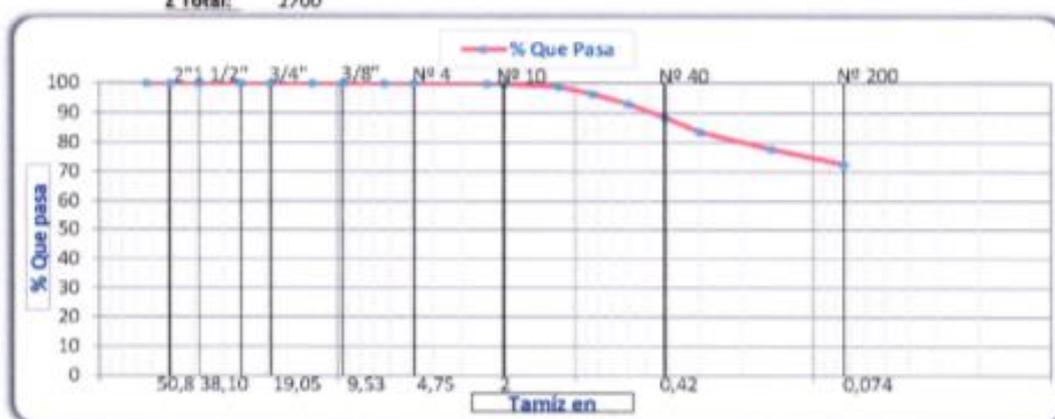
### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		<b>Datos de ensayo</b>
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	Peso S. Inicial: 1700,0 g.
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		Peso S. lavado: 467,8 g.
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		<b>Distribucion</b>
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		Grava: 0,00 %
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		Arena: 27,52 %
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		Finos: 72,48 %
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		<b>Diametros efectivos</b>
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		D60: -
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		D30: -
8	2,36	2,80	0,16	0,16	99,8		D10: -
10	2,00	3,50	0,21	0,37	99,6	<b>Coefficientes de uniformidad</b>	
16	1,18	15,20	0,89	1,26	98,7	Cu: -	
20	0,85	38,60	2,27	3,54	96,5	Cc: -	
30	0,60	58,90	3,46	7,00	93,0	<b>Limites de consistencia</b>	
40	0,42	78,60	4,62	11,62	88,4	LL: 27,97	
50	0,30	81,20	4,78	16,40	83,6	LP: 19,70	
100	0,15	102,20	6,01	22,41	77,6	IP: 8,269	
200	0,07	86,80	5,11	27,52	72,5	<b>clasificacion de suelos</b>	
< 200		1232,20	72,48	100,00			SUCS : CL
<b>Σ Total: 1700</b>							AASHTO : A-6 (14)



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO.  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-2 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : LI-510-2022 del 02/07/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 19,7**

Muestra	1	2
Numero de capsula	36	75
Peso de la Capsula (g)	11,4	11,51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21,2	20,3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	19,62	18,82
Peso del Suelo Seco (g)	8,22	7,31
Contenido de Humedad (w)	19,2	20,2

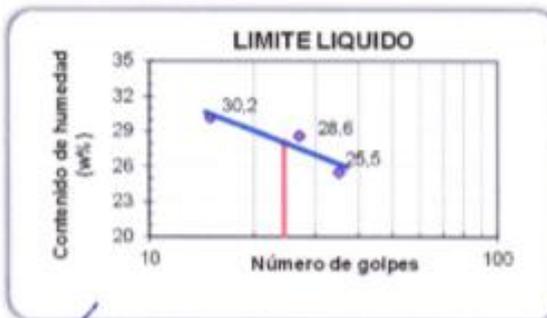
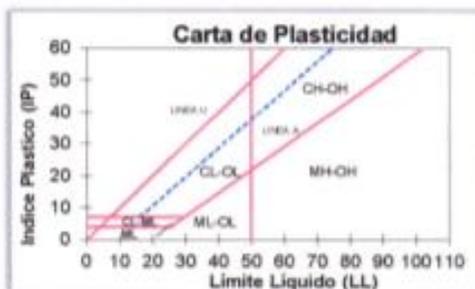
#### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 28,0**

**IP (%)**

**8,3**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	199	19	97
Peso de la Capsula (g)	37,6	38,9	37,1
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	60,2	65,2	63,2
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	55,6	59,4	57,1
Numero de golpes	35	27	15
Peso del Suelo Seco (g)	18,0	20,4	20,0
Contenido de Humedad (w)	25,5	28,6	30,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 370283  
AREA DE GEOTECNIA

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142 )

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"		
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI	<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>		<b>Fecha</b>	16/02/2022
<b>Calicata</b>	C-2 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA		
<b>Profundidad</b>	1,50 m.		
<b>condicion</b>	Alterada		

### Datos del Equipo Calibrado

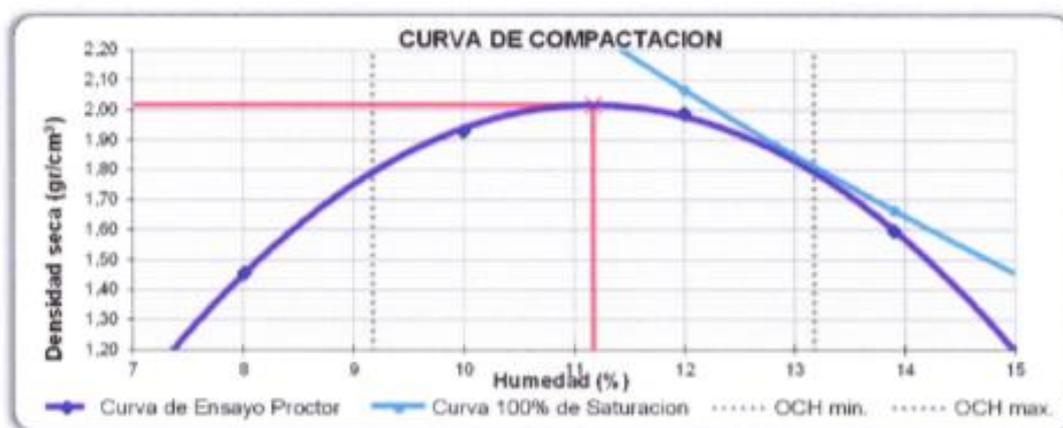
<b>Equipo</b>	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

<b>Compactacion</b>	Codigo de molde : P2				<b>Metodo</b>	: A molde de 4"				
<b>Prueba N°</b>	1	2	3	4						
Numero de capas	5	5	5	5						
Numero de golpes	25	25	25	25						
Peso suelo + molde (g)	5868	6388	6488	6100						
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376						
Peso del suelo humedo compactado (g)	1492	2012	2112	1724						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947,87	947,9	947,9	947,9						
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,574	2,123	2,228	1,819						
<b>Humedad</b>										
N° de tara	220	156	163	166						
Tara + Suelo Humedo (g)	498,60	501,20	511,30	552,20						
Tara + Suelo Seco (g)	464,41	459,06	460,55	489,41						
Peso de la tara	37,61	37,64	37,60	37,65						
Peso del agua	34,19	42,14	50,75	62,79						
Peso de suelo seco (g)	426,80	421,42	422,95	451,76						
Humedad (%)	8,01	10,00	12,00	13,90						
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,457	1,930	1,989	1,597						

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 2,017

**Optimo Contenido de Humedad (%):** 11,18



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO 982737067 082-574754 RUC : 2049031961

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA.  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-2 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA.  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** :  
 PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N°** :  
 LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

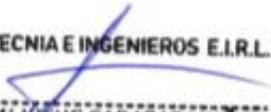
C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	A	B	C
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2175	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12240	11780	11650
Peso del Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo (g)	4882	4645	4391
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	201,0	155,0	180,2
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	185,8	144,5	167,6
Peso del Agua (g)	15,2	10,5	12,6
Peso de Tarro (g)	50,2	51	55,0
Peso del Suelo Seco (g)	135,6	93,5	112,6
Contenido de Humedad (g)	11,18	11,20	11,18
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,244	2,132	2,022
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,019	1,917	1,818

PENETRACIÓN								
CAPACIDAD DE LA CELDA								
MOLDE	A		B		C			
	PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	121,0	121,0	65,0	65,0	15,0	15,0	
0,05	1,27	254,0	254,0	102,0	102,0	98,0	98,0	
0,075	1,9	352,0	352,0	245,0	245,0	165,0	165,0	
0,1	2,54	440,0	440,0	310,0	310,0	240,0	240,0	
0,125	3,81	540,0	540,0	400,0	400,0	300,0	300,0	
0,2	5,08	612,0	612,0	401,0	401,0	302,0	302,0	
0,3	7,62	680,0	680,0	488,0	488,0	388,0	388,0	
0,4	10,16							
0,500	12,700							

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12355	11966	11899
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4997	4831	4640
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4882	4645	4391
Peso del Agua Absorbida (g)	115	186	249
Peso del Suelo Seco (g)	4391	4177	3949
Absorcion de Agua (%)	2,6	4,5	6,3

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,001"	0,001"	0,001"	2
		0,008"	0,008"	0,008"	3
		0,010"	0,008"	0,001"	4
		0,015"	0,002"	0,018"	5
% EXPANSIÓN		0,30	0,03	0,36	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA TUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 982737067 📠 082-574754 📍 RUC : 2049031981

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

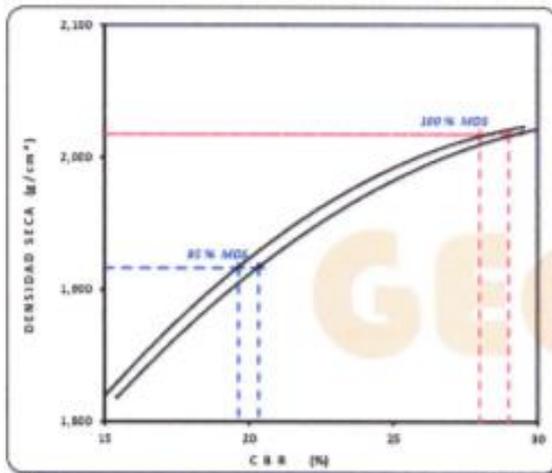
### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-2 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condición :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

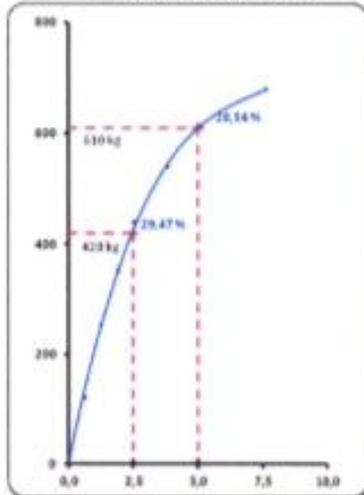
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11,18  
 Máxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 2,017

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

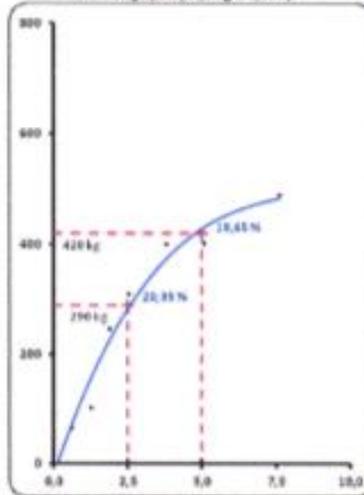
CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 28,0  
 CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 20,3

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca : 29,0  
 CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca : 19,6

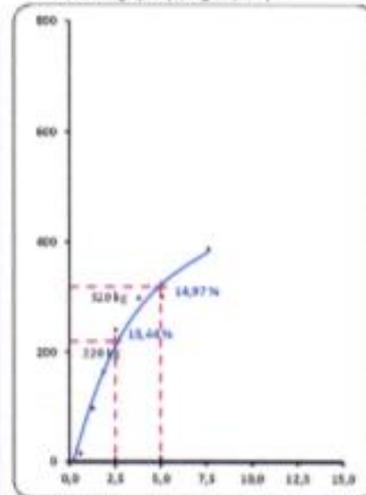
E.C.= 56 golpes (27,7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



E.C.= 25 golpes (12,2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



E.C.= 12 golpes (6,1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



— Penetración    — Corrección de curva    --- CBRy 0.1"    - - - CBRy 0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : RR. JOHN QUISPE CACERES Y RR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-2 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0	
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0	
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0	
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0	
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0	
8	2,36	3,98	0,23	0,23	99,8	
10	2,00	4,88	0,28	0,51	99,5	
16	1,18	16,20	0,93	1,44	98,6	
20	0,85	39,60	2,27	3,70	96,3	
30	0,60	51,20	2,93	6,64	93,4	
40	0,42	80,20	4,60	11,23	88,8	
50	0,30	90,40	5,18	16,41	83,6	
100	0,15	112,40	6,44	22,85	77,1	
200	0,07	91,60	5,25	28,10	71,9	
< 200		1254,80	71,90	100,00		

**Σ Total:** 1745,26

#### Datos de ensayo

Peso S. Inicial: 1745,3 g.

Peso S. lavado: 490,5 g.

#### Distribucion

**Grava:** 0,00 %

**Arena:** 28,10 %

**Finos:** 71,90 %

#### Diametros efectivos

**D60:** --

**D30:** --

**D10:** --

#### Coefficientes de uniformidad

**Cu:** --

**Cc:** --

#### Limites de consistencia

**LL:** 28,92

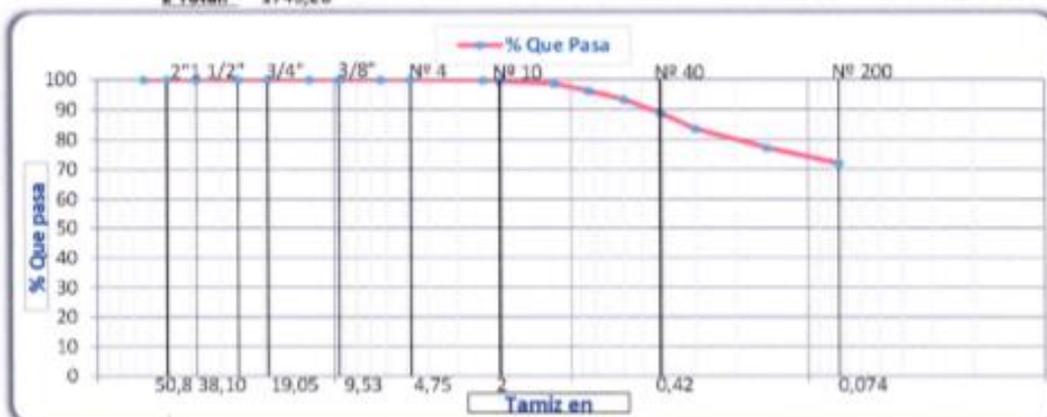
**LP:** 20,75

**IP:** 8,171

#### clasificacion de suelos

**SUCS:** CL

**AASHTO:** A-6 (14)



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-2 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	: 1.50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

<b>Equipo</b>	: CAZUELA DE CASAGRANDE
<b>Certificado de Calibración N°</b>	: LL-510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318**

	<b>LP (%) = 20,8</b>	
Muestra	1	2
Numero de capsula	15	38
Peso de la Capsula (g)	11,39	11,387
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	22,4	21,6
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	20,47	19,88
Peso del Suelo Seco (g)	9,08	8,50
Contenido de Humedad (w)	21,3	20,2

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318**

	<b>LL (%) = 28,9</b>			<b>IP (%)</b>
Muestra	A	B	C	<b>8,2</b>
Numero de capsula	201	19	141	
Peso de la Capsula (g)	37,6	38,9	37,6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	65,3	60,2	65,2	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	59,5	55,3	58,6	
Numero de golpes	34	25	16	
Peso del Suelo Seco (g)	21,9	16,4	21,0	
Contenido de Humedad (w)	26,3	29,9	31,2	

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142 )

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"		
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI		<b>Hecho por</b> ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>		<b>Fecha</b>	16/02/2022
<b>Calicata</b>	C-2 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA		
<b>Profundidad</b>	1,50 m.		
<b>condicion</b>	Alterada		

### Datos del Equipo Calibrado

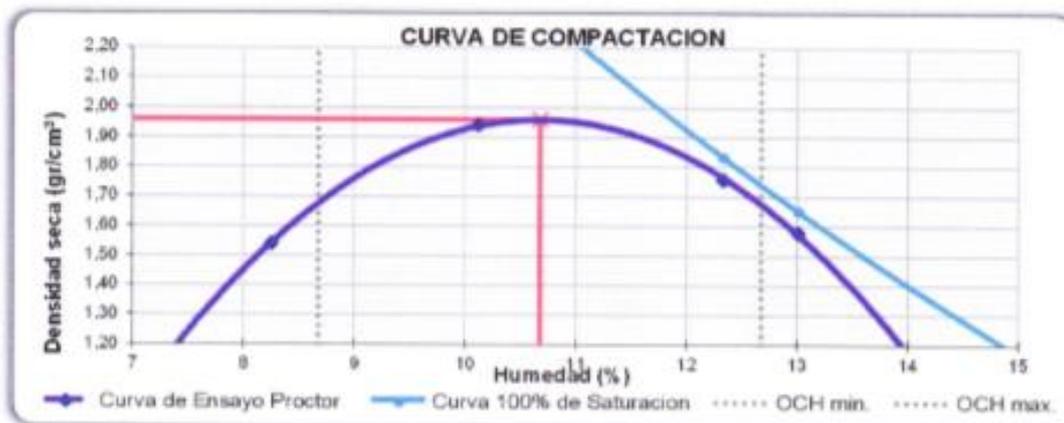
<b>Equipo</b>	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compaction	Codigo de molde : P1		Metodo : A molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6012	6455	6300	6122
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1568	2011	1856	1678
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,667	2,138	1,974	1,784
<b>Humedad</b>				
N° de tara	164	234	165	256
Tara + Suelo Humedo (g)	500,20	500,30	502,20	513,20
Tara + Suelo Seco (g)	464,95	457,78	451,21	458,45
Peso de la tara	37,64	37,63	37,64	37,59
Peso del agua	35,25	42,52	50,99	54,75
Peso de suelo seco (g)	427,31	420,15	413,57	420,86
Humedad (%)	8,25	10,12	12,33	13,01
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,540	1,942	1,757	1,579

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 1,960

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 10,68



\* De la granulometría el %Ret. Acum. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA, 2022"
Lugar	: PUERTO MALDONADO
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha	: 16/02/2022

### Datos del Equipo Calibrado

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b> Calicata : C-2 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA Profundidad : 1,50 m. condicion : Alterada	Equipo : PRENSA CBR Certificado de Calibración N° : LFP- 108-2022 del 07/02/2022
--	---

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	D	E	F
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	13050	12670	12208
Peso del Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo (g)	4624	4385	4138
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	215,2	210,3	200,3
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	199,3	194,7	186,4
Peso del Agua (g)	15,9	15,4	13,9
Peso de Tarro (g)	50,2	51	55,0
Peso del Suelo Seco (g)	149,1	143,7	131,4
Contenido de Humedad (g)	10,69	10,70	10,58
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,179	2,066	1,950
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,968	1,866	1,763

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		D		E		F	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	90,0	90,0	58,0	58,0	20,0	20,0
0,05	1,27	251,0	251,0	150,0	150,0	85,0	85,0
0,075	1,9	421,0	421,0	299,0	299,0	190,0	190,0
0,1	2,54	480,0	480,0	300,0	300,0	210,0	210,0
0,125	3,18	530,0	530,0	360,0	360,0	268,0	268,0
0,2	5,08	600,0	600,0	420,0	420,0	290,0	290,0
0,3	7,62	598,0	598,0	421,0	421,0	430,0	430,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	D	E	F
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	13120	12800	12370
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4694	4515	4300
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4624	4385	4138
Peso del Agua Absorbida (g)	70	130	162
Peso del Suelo Seco (g)	4177	3961	3742
Absorcion de Agua (%)	1,7	3,3	4,3

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,002"	0,002"	0,005"	2
		0,007"	0,008"	0,008"	3
		0,011"	0,010"	0,010"	4
		0,018"	0,019"	0,021"	5
% EXPANSIÓN		0,36	0,38	0,42	

  
**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )**

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

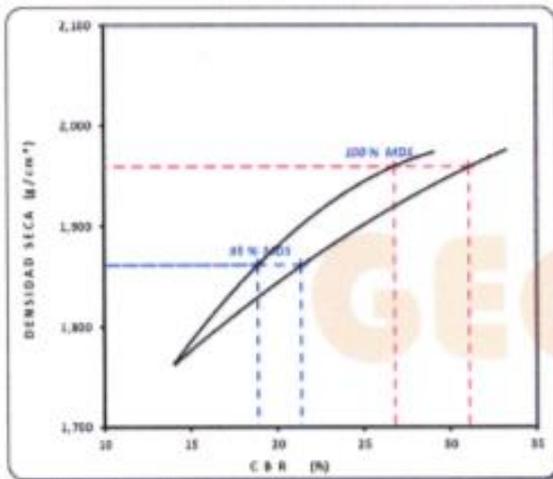
**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-2 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** PRENSA CBR.  
**Certificado de Calibración N° :** LFP-108-2022 del 07/02/2022

**Datos y resultados de ensayo**



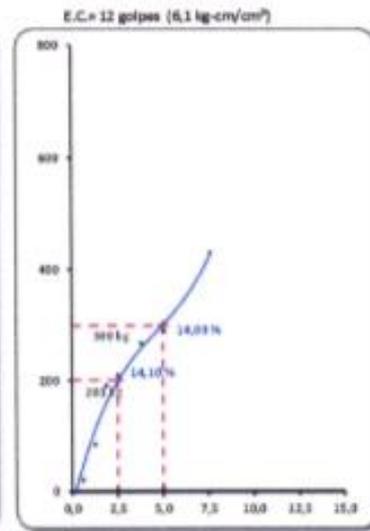
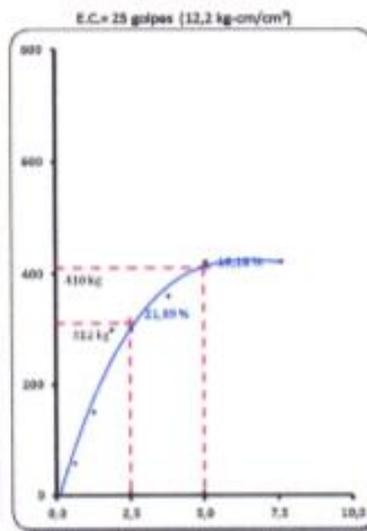
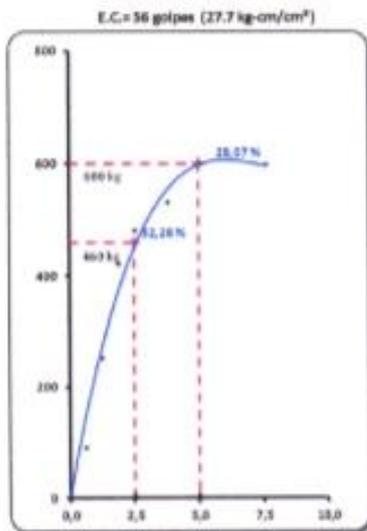
**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Optimo Contenido de Humedad (%) : 10,68  
 Maxima Densidad Seca g/cm<sup>3</sup> : 1,960

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

**CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 26,8  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 21,4

**CBR A 5 mm (0.2") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 31,1  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 18,9



— Penetración    — Correccion de curva    - - - CBRy 0.1"    - - - CBRy 0.2"

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCONVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

**Calicata** : C-2 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condición** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fracción gruesa	
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		Fracción fina
8	2,36	4,00	0,28	0,28	99,7		
10	2,00	5,10	0,35	0,63	99,4		
16	1,18	15,00	1,03	1,66	98,3		
20	0,85	32,20	2,22	3,88	96,1		
30	0,60	40,00	2,76	6,63	93,4		
40	0,42	74,90	5,16	11,79	88,2		
50	0,30	65,00	4,48	16,27	83,7		
100	0,15	90,80	6,26	22,53	77,5		
200	0,07	100,30	6,91	29,44	70,6		
< 200		1024,20	70,56	100,00			

**Σ Total:** 1451,5

#### Datos de ensayo

Peso S. Inicial: 1451,5 g.

Peso S. lavado: 427,3 g.

#### Distribución

Grava: 0,00 %

Arena: 29,44 %

Finos: 70,56 %

#### Diametros efectivos

D60: -

D30: -

D10: -

#### Coefficientes de uniformidad

Cu: -

Cc: -

#### Limites de consistencia

LL: 29,26

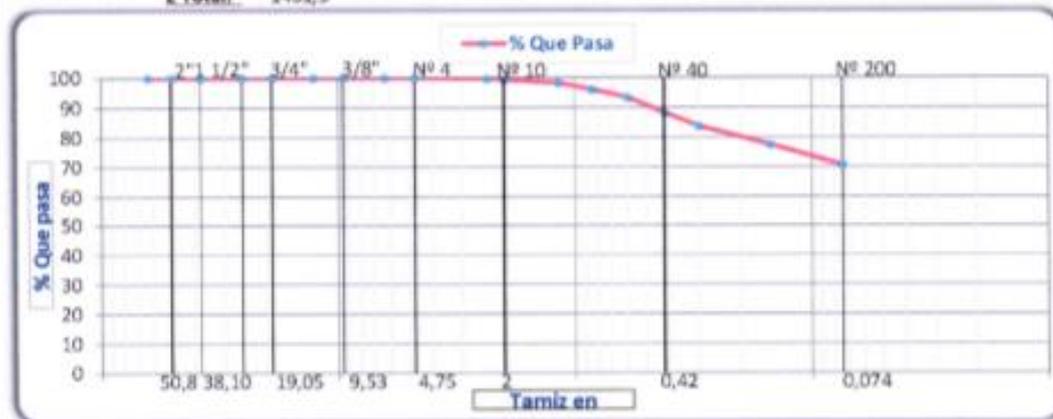
LP: 21,85

IP: 7,409

#### clasificacaon de suelos

SUCS: CL

AASHTO: A-6 (14)



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 270283  
AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-2 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE  
**Certificado de Calibración N°** : LL-510-2022 del 02/07/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 21,9**

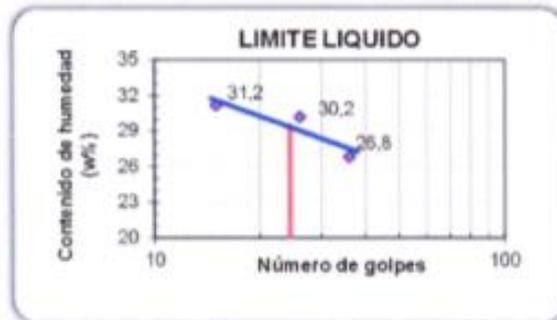
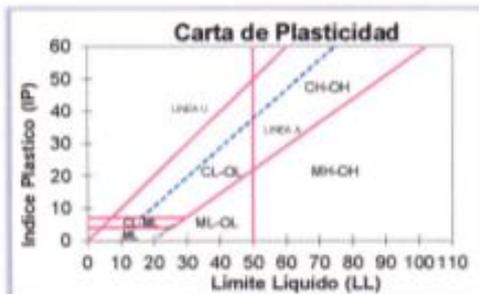
Muestra	1	2
Numero de capsula	23	30
Peso de la Capsula (g)	11,41	11,4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21,8	19,6
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	19,95	18,12
Peso del Suelo Seco (g)	8,54	6,72
Contenido de Humedad (w)	21,6	22,1

#### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 29,3**

**IP (%) = 7,4**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	223	134	199
Peso de la Capsula (g)	37,6	38,9	37,6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	64,2	61,8	62,0
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	58,6	56,5	56,2
Numero de golpes	36	26	15
Peso del Suelo Seco (g)	21,0	17,6	18,6
Contenido de Humedad (w)	26,8	30,2	31,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BORDAJE PARA ACUIFEROS Y ORIENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOTECNICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA 9 - CUSCO TEL: 082731067 FAX: 082-874754 RUC: 2049031981

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 16/02/2022  
**Calicata :** C-2 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

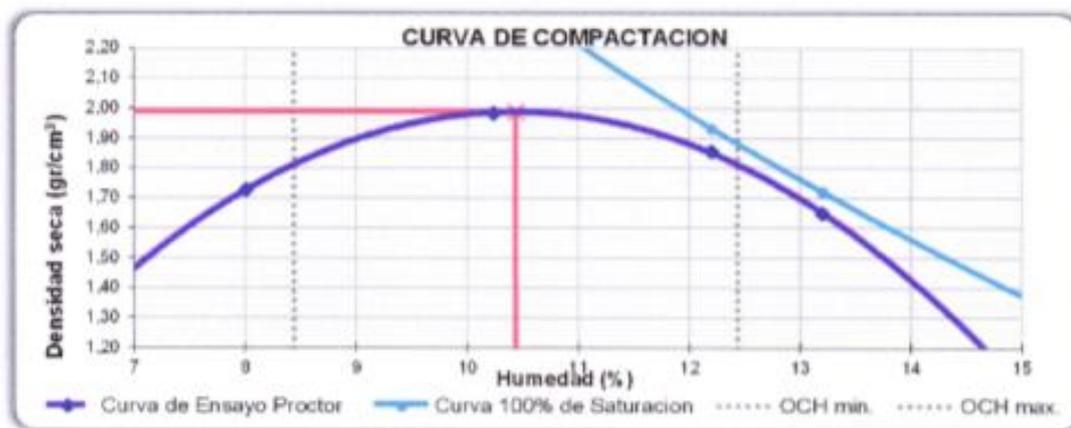
**Equipo :** PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.  
**Certificado de Calibración N° :** LI-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P1	Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	
Numero de capas	5	5	5	5	
Numero de golpes	25	25	25	25	
Peso suelo + molde (g)	6199	6501	6402	6199	
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	
Peso del suelo humedo compactado (g)	1755	2057	1958	1755	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940,45	940,5	940,5	940,5	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,866	2,187	2,082	1,866	
<b>Humedad</b>					
N° de tara	156	417	197	141	
Tara + Suelo Humedo (g)	501,20	498,60	500,00	510,20	
Tara + Suelo Seco (g)	466,82	455,78	449,72	455,10	
Peso de la tara	37,64	37,62	37,59	37,64	
Peso del agua	34,38	42,82	50,28	55,10	
Peso de suelo seco (g)	429,18	418,16	412,13	417,46	
Humedad (%)	8,01	10,24	12,20	13,20	
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,728	1,984	1,856	1,649	

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 1,989

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 10,44



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

"DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ"  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 158 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO ☎ 982737067 📠 082-574754 📍 RUC : 20480231961

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-2 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N°** : LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	G	H	I
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2122	2026
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12180	12640	11480
Peso del Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo (g)	4632	4444	4021
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	201,2	199,6	211,6
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	186,8	185,1	196,4
Peso del Agua (g)	14,4	14,5	15,2
Peso de Tarro (g)	48,8	46,6	51,2
Peso del Suelo Seco (g)	138,0	138,5	145,2
Contenido de Humedad (g)	10,44	10,50	10,49
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,200	2,094	1,985
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,992	1,895	1,796

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		G		H		I	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	120,0	120,0	100,0	100,0	80,0	80,0
0,05	1,27	299,0	299,0	165,0	165,0	100,0	100,0
0,075	1,9	410,0	410,0	290,0	290,0	260,0	260,0
0,1	2,54	488,0	488,0	345,0	345,0	280,0	280,0
0,125	3,81	652,0	652,0	450,0	450,0	300,0	300,0
0,2	5,08	725,0	725,0	540,0	540,0	450,0	450,0
0,3	7,62	868,0	868,0	678,0	678,0	580,0	580,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	G	H	I
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12288	12780	11688
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4740	4584	4229
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4632	4444	4021
Peso del Agua Absorbida (g)	108	140	208
Peso del Suelo Seco (g)	4194	4022	3639
Absorcion de Agua (%)	2,6	3,5	5,7

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,008"	0,010"	0,001"	2
		0,010"	0,015"	0,008"	3
		0,014"	0,020"	0,010"	4
		0,020"	0,023"	0,024"	5
% EXPANSIÓN		0,40	0,46	0,48	

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )**

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

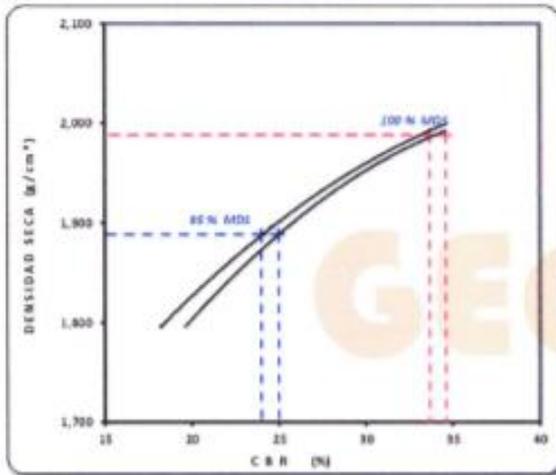
**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-2 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** IFP- 108-2022 del 07/02/2022

**Datos y resultados de ensayo**

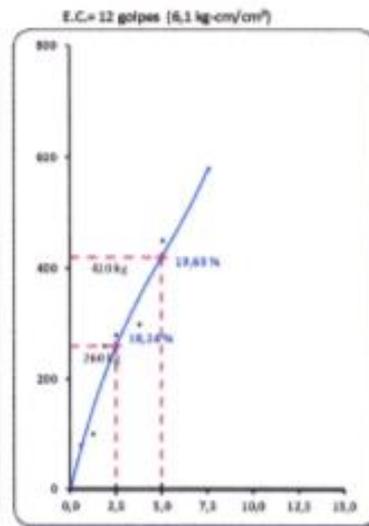
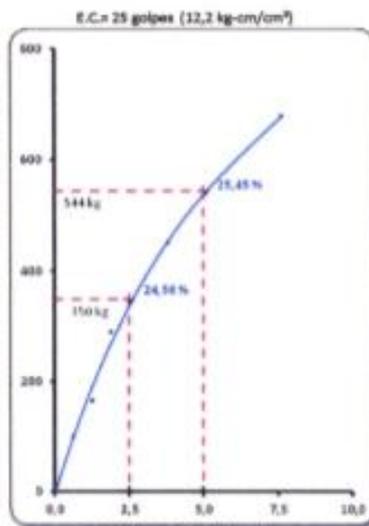
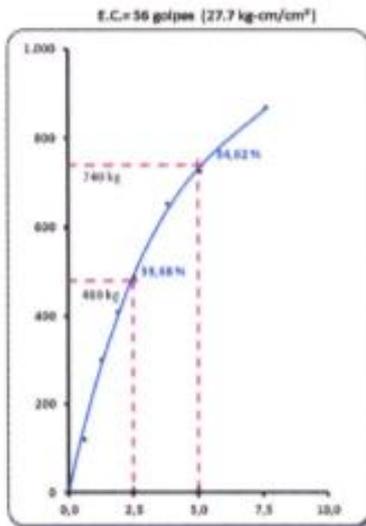


**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Optimo Contenido de Humedad (%) : 10,44  
 Maxima Densidad Seca g/cm³ : 1,989

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	33,7
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	24,0
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	34,6
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	25,0



— Penetración — Corrección de curva - - - CBRy 0.1" - - - CBRy 0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 270283  
AREA DE GEOTECNIA

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-3 (Terreno Natural)
<b>Profundidad</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

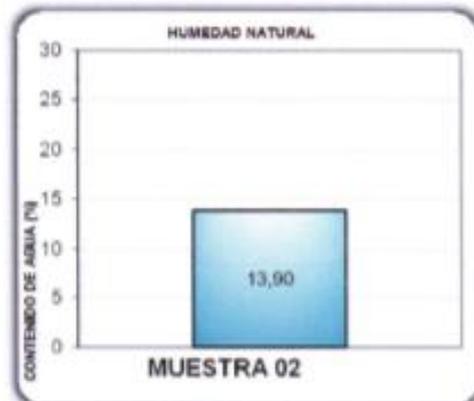
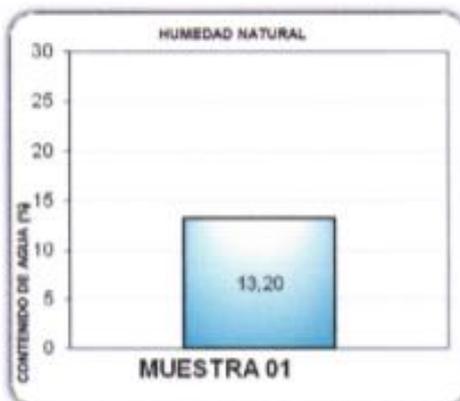
<b>Equipo</b>	: HORNO DIGITAL de 0°C a 300°C
<b>Certificado de Calibración N°</b>	: LT-059- 2022.07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula		M - 01	M - 02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	502,20	511,40
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	443,64	448,99
Peso Recipiente	g	0,00	0,00
Peso del agua	g	58,56	62,41
Peso del Suelo Natural	g	502,20	511,40
Peso del Suelo Seco	g	443,64	448,99
Contenido de Humedad (w)	%	13,20	13,90

**Contenido de Humedad: 13,55 %**



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-6 - CUSCO - 082737067 - 082-874754 - RUC : 2049021861

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022.  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISEPÉ CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE  
**Calicata** : C-3 (Terreno Natural)  
**Profundidad** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

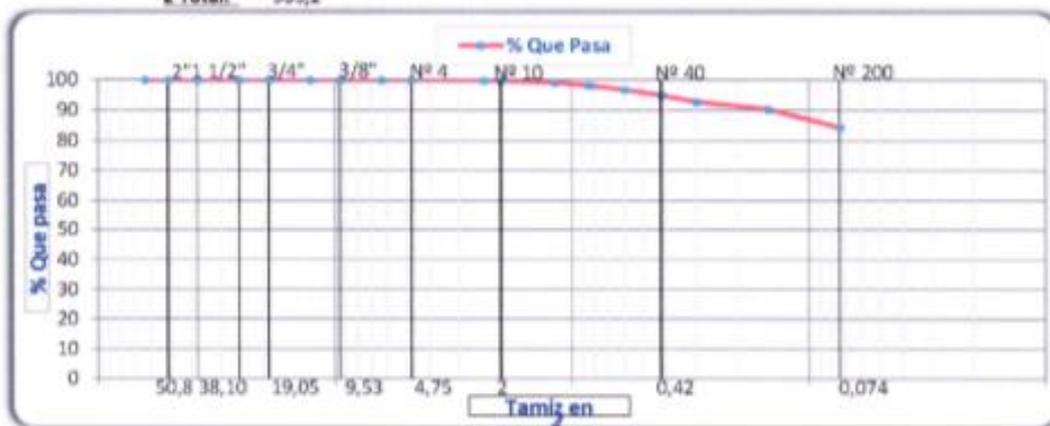
### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** :  
 TAMIZ GRANULOMETRICO  
**Fabricado** :  
 SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fracción Gruesa
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0	
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0	
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0	
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0	
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0	
8	2,36	1,20	0,13	0,13	99,9	
10	2,00	1,80	0,19	0,32	99,7	
16	1,18	5,20	0,56	0,88	99,1	
20	0,85	10,00	1,07	1,95	98,1	
30	0,60	11,30	1,21	3,15	96,8	
40	0,42	18,60	1,99	5,14	94,9	
50	0,30	20,20	2,16	7,30	92,7	
100	0,15	21,80	2,33	9,63	90,4	
200	0,07	56,50	6,04	15,68	84,3	
< 200		788,60	84,32	100,00		
<b>Σ Total:</b>		935,2				

**Datos de ensayo**  
 Peso S. Inicial: 935,2 g.  
 Peso S. lavado: 146,6 g.  
**Distribucion**  
 Grava: 0,00 %  
 Arena: 15,68 %  
 Finos: 84,32 %  
**Diametros efectivos**  
 D60: -  
 D30: -  
 D10: -  
**Coefficientes de uniformidad**  
 Cu: -  
 Cc: -  
**Limites de consistencia**  
 LL: 35,09  
 LP: 20,75  
 IP: 14,342  
**clasificacon de suelos**  
 SUCS : CL  
 AASHTO : A-6 (16)



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)****Datos del proyecto**

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha** : 16/02/2022

**Datos de la Muestra****MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-3 (Terreno Natural)

**Profundid.** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** :  
TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado** :  
SEGÚN NORMA ASTM E-11

**Datos y resultados de ensayo****DATOS**

<b>A</b>	Peso de la muestra seca	935,2	g
<b>B</b>	Peso de la muestra seca despues de lavado	146,6	g

**% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm) 84,3%**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEM JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 770283  
AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-3 (Terreno Natural)

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** :

CAZUELA DE CASAGRANDE

**Certificado de Calibración N°** :

LL-510-2022 del 02/07/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 20,8**

Muestra	1	2
Numero de capsula	36	100
Peso de la Capsula (g)	11,4	11,51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20,2	19,3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,72	17,93
Peso del Suelo Seco (g)	7,32	6,42
Contenido de Humedad (w)	20,2	21,3

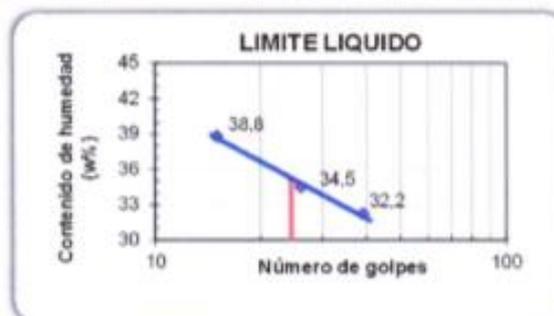
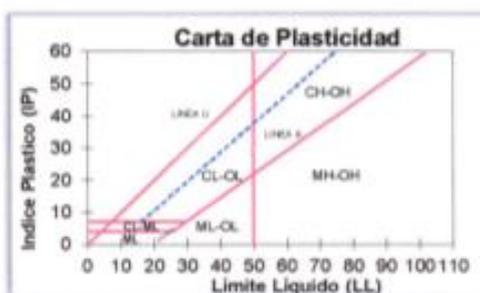
**IP (%)**

#### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 35,1**

**14,3**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	197	19	134
Peso de la Capsula (g)	37,6	38,9	38,9
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	65,2	63,8	62,2
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	58,5	57,4	55,7
Numero de golpes	39	26	15
Peso del Suelo Seco (g)	20,9	18,5	16,8
Contenido de Humedad (w)	32,2	34,5	38,8



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 270283  
AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA  
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA | CUSCO URB. NEZA REDONDA 2 - CUSCO | 982737687 | 982-874754 | RUC : 2046031961

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"		
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI	<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	<b>Fecha</b>	16/02/2022
<b>Calicata</b>	C-3 (Terreno Natural)	
<b>Profundidad</b>	1,50 m.	
<b>condición</b>	Alterada	

### Datos del Equipo Calibrado

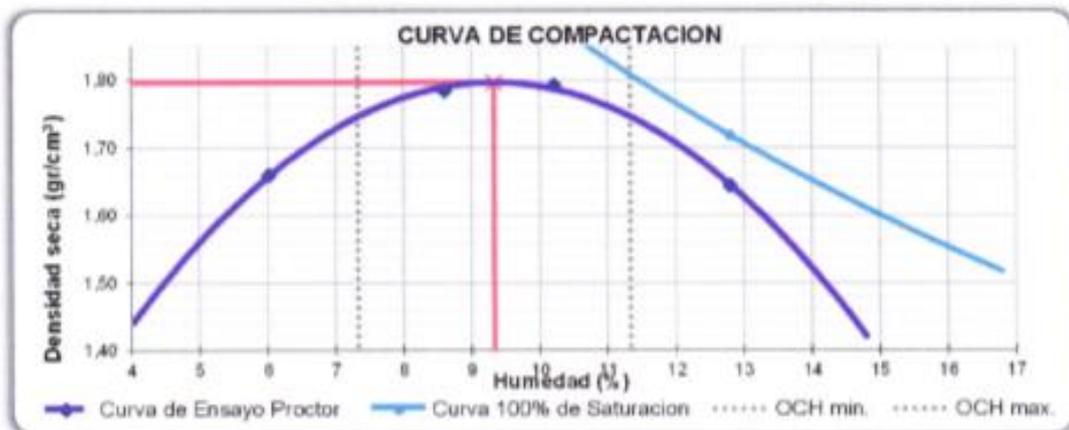
<b>Equipo</b>	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LI-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P1				Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6099	6266	6302	6188	6099	6266	6302	6188
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1655	1822	1858	1744	1655	1822	1858	1744
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940,45	940,5	940,5	940,5	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,760	1,937	1,976	1,854	1,760	1,937	1,976	1,854
<b>Humedad</b>								
N° de tara	164	234	207	191	164	234	207	191
Tara + Suelo Humedo (g)	500,22	501,20	489,60	511,30	500,22	501,20	489,60	511,30
Tara + Suelo Seco (g)	473,95	464,49	447,73	457,55	473,95	464,49	447,73	457,55
Peso de la tara	37,64	37,63	37,61	37,61	37,64	37,63	37,61	37,61
Peso del agua	26,27	36,71	41,87	53,75	26,27	36,71	41,87	53,75
Peso de suelo seco (g)	436,31	426,86	410,12	419,94	436,31	426,86	410,12	419,94
Humedad (%)	6,02	8,60	10,21	12,80	6,02	8,60	10,21	12,80
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,660	1,784	1,793	1,644	1,660	1,784	1,793	1,644

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1,797**

**Optimo Contenido de Humedad (%): 9,33**



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270492  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
Lugar	: PUERTO MALDONADO
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha	: 16/02/2022

### Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata	: C-3 (Terreno Natural)
Profundidad	: 1,50 m.
condicion	: Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

Equipo	: PRENSA CBR
Certificado de Calibración N°	: LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	D	E	F
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12620	12260	11830
Peso del Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo (g)	4194	3975	3760
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	198,5	201,2	200,3
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	185,8	188,2	187,8
Peso del Agua (g)	12,7	13,0	12,5
Peso de Tarro (g)	50,2	51	55,0
Peso del Suelo Seco (g)	135,6	137,2	132,8
Contenido de Humedad (g)	9,33	9,50	9,40
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,976	1,873	1,772
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,807	1,710	1,619

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		D		E		F	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	40,0	40,0	12,0	12,0	9,0	9,0
0,05	1,27	98,0	98,0	50,0	50,0	45,0	45,0
0,075	1,9	130,0	130,0	99,0	99,0	57,0	57,0
0,1	2,54	180,0	180,0	90,0	90,0	70,0	70,0
0,125	3,81	200,0	200,0	170,0	170,0	86,0	86,0
0,2	5,08	305,0	305,0	204,0	204,0	140,0	140,0
0,3	7,62	380,0	380,0	268,0	268,0	210,0	210,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	D	E	F
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12688	12340	11934
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4262	4055	3864
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4194	3975	3760
Peso del Agua Absorbida (g)	68	80	104
Peso del Suelo Seco (g)	3836	3630	3437
Absorcion de Agua (%)	1,8	2,2	3,0

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,001"	0,008"	0,002"	2
		0,010"	0,006"	0,008"	3
		0,150"	0,010"	0,010"	4
		0,020"	0,021"	0,025"	5
% EXPANSIÓN		0,40	0,42	0,50	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 370283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA T CUSCO URS. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 982737087 ☎ 982-874754 📠 3448651961

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA.  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ.  
**Fecha :** 16/02/2022

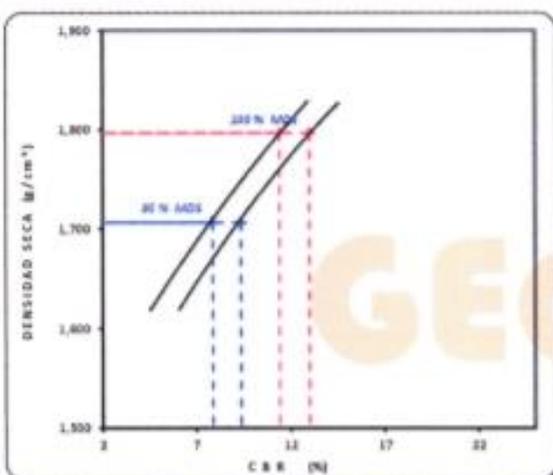
### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 (Terreno Natural)  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



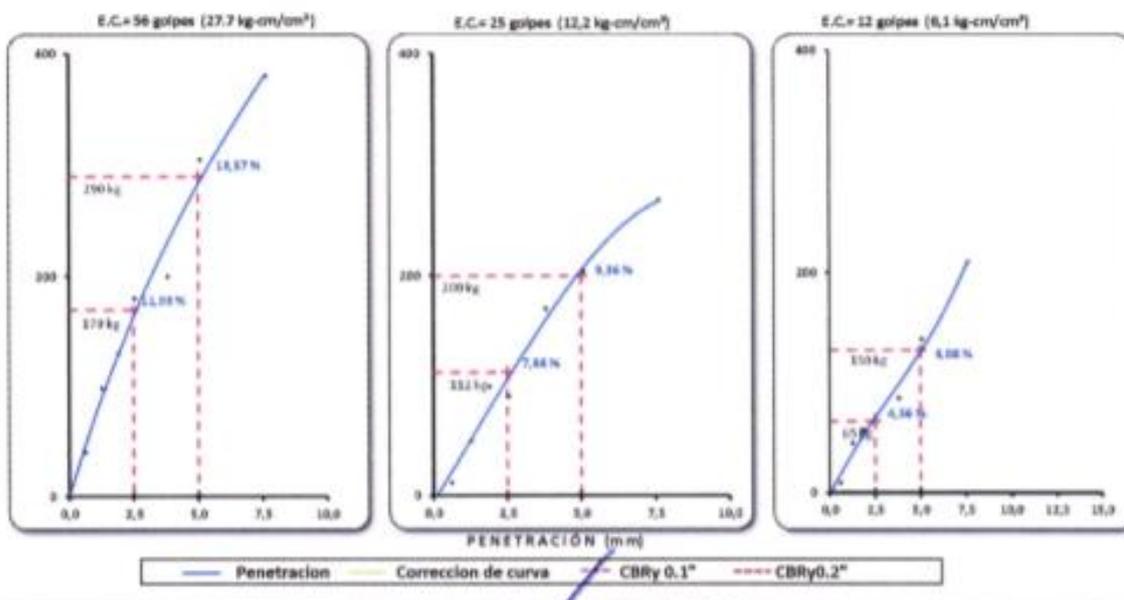
#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 9,33  
 Maxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 1,797

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 11,4  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 7,9

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 13,0  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 9,4



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)

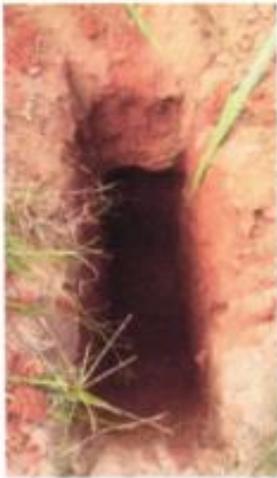
### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	
<b>Calicata</b>	: C-3 (Terreno Natural)
<b>Profundida.</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

### Datos y resultados

CALICATA C-3 (Terreno Natural)				
Prof(m).	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0,10				<u>Suelo organico pastos y raices</u>
0,20				
0,30				
0,35				
0,40				
0,45				
0,50				
0,55				
0,60				
0,65				
0,70				
0,75				
0,80				
0,90				
0,95				
1,00				
1,05				
1,10				
1,15				
1,20				
1,22				
1,25				
1,26				
1,30		CL		
1,32		A-6 (16)		
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				

Arcilla de Baja Plasticidad

w<sub>w</sub> : 13,55  
 LL : 35,1  
 LP : 20,8  
 IP : 14,3  
 Cu : -  
 Cc : -

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
  
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 20283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto :** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante :** RR. JOHN QUISPE CACERES Y RR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha :** 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata :** C-3 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA

**Profundidad :** 1,50 m

**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** TAMIZ GRANULOMETRICO

**Fabricado :** SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0	
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0	
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0	
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0	
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0	Fraccion fina
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0	
8	2,36	2,04	0,13	0,13	99,9	
10	2,00	1,80	0,11	0,24	99,8	
16	1,18	10,20	0,63	0,87	99,1	
20	0,85	24,80	1,53	2,40	97,6	
30	0,60	44,60	2,76	5,16	94,8	
40	0,42	72,50	4,48	9,64	90,4	
50	0,30	81,00	5,01	14,65	85,3	
100	0,15	100,20	6,20	20,85	79,2	
200	0,07	79,80	4,93	25,78	74,2	
< 200		1200,30	74,22	100,00		

**Datos de ensayo**

Peso S. Inicial: 1617,2 g.

Peso S. lavado: 416,9 g.

**Distribucion**

Grava: 0,00 %

Arena: 25,78 %

Finos: 74,22 %

**Diametros efectivos**

D60: -

D30: -

D10: -

**Coefficientes de uniformidad**

Cu: -

Cc: -

**Limites de consistencia**

LL: 27,53

LP: 18,80

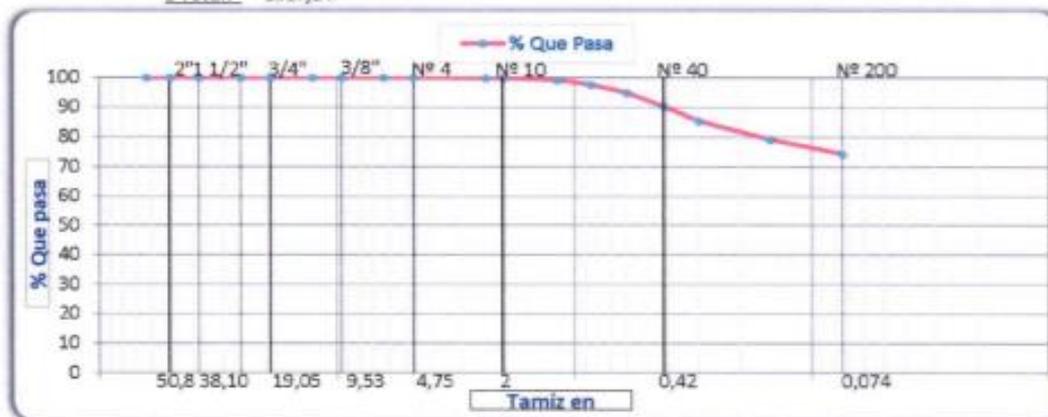
IP: 8,726

**clasificacion de suelos**

SUCS: CL

AASHTO: A-6 (14)

**Σ Total:** 1617,24



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-3 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : CAZUELA DE CASAGRANDE

**Certificado de Calibración N°** : LL-510-2022 del 02/07/2022

### Datos y resultados de ensayo

#### LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

**LP (%) = 18,8**

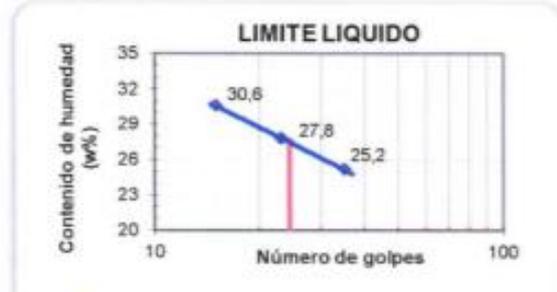
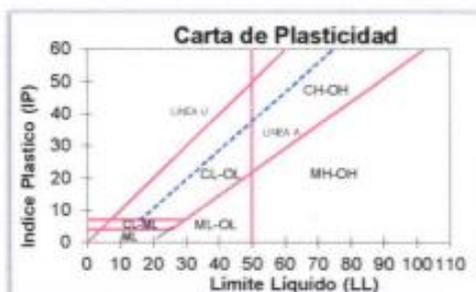
Muestra	1	2
Numero de capsula	36	75
Peso de la Capsula (g)	11,4	11,51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20	21,6
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,64	20,00
Peso del Suelo Seco (g)	7,24	8,49
Contenido de Humedad (w)	18,8	18,8

#### LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

**LL (%) = 27,5**

**IP (%) = 8,7**

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	58	217	165
Peso de la Capsula (g)	37,2	37,6	37,6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	59,6	59,9	61,2
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	55,1	55,1	55,7
Numero de golpes	35	23	15
Peso del Suelo Seco (g)	17,9	17,4	18,0
Contenido de Humedad (w)	25,2	27,8	30,6



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 770283  
AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HIRCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO - 982737067 - 982-974754 - RUC : 2049031981

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"

**Lugar** : PUERTO MALDONADO **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE** **Fecha** 16/02/2022

**Calicata** : C-3 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.

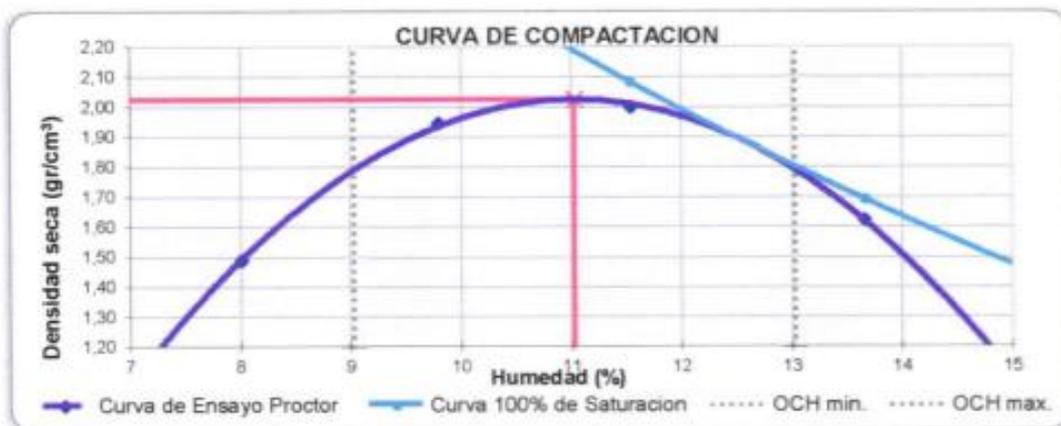
**Certificado de Calibración N°** : LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P2		Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	5	6
Numero de capas	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	5899	6401	6490	6124	6124	6124
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo humedo compactado (g)	1523	2025	2114	1748	1748	1748
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947,87	947,9	947,9	947,9	947,9	947,9
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,607	2,136	2,230	1,844	1,844	1,844
<b>Humedad</b>						
N° de tara	400	279	256	166	166	166
Tara + Suelo Humedo (g)	512,20	488,80	499,60	510,20	510,20	510,20
Tara + Suelo Seco (g)	477,00	448,53	451,80	453,41	453,41	453,41
Peso de la tara	37,61	37,64	37,59	37,65	37,65	37,65
Peso del agua	35,20	40,27	47,80	56,79	56,79	56,79
Peso de suelo seco (g)	439,39	410,89	414,21	415,76	415,76	415,76
Humedad (%)	8,01	9,80	11,54	13,66	13,66	13,66
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,488	1,946	2,000	1,623	1,623	1,623

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 2,024

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 11,03



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINGADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA  
PUERTO MALDONADO JR. CURCO 138 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO T 982737067 M 082-574754 RUC : 204803196

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCVNALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

**Calicata** : C-3 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condicion** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : PRENSA CBR

**Certificado de Calibración N°** : LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	A	B	C
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2175	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12250	11801	11655
Peso del Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo (g)	4892	4666	4396
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	201,2	186,8	200,3
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	186,1	173,2	185,7
Peso del Agua (g)	15,1	13,6	14,6
Peso de Tarro (g)	48,8	50	54,6
Peso del Suelo Seco (g)	137,3	123,2	131,1
Contenido de Humedad (g)	11,03	11,01	11,10
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,249	2,142	2,024
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,026	1,929	1,822

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		A		B		C	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	98,0	98,0	65,0	65,0	20,0	20,0
0,05	1,27	277,0	277,0	150,0	150,0	58,0	58,0
0,075	1,9	380,0	380,0	299,0	299,0	140,0	140,0
0,1	2,54	480,0	480,0	320,0	320,0	224,0	224,0
0,125	3,81	533,0	533,0	340,0	340,0	245,0	245,0
0,2	5,08	570,0	570,0	410,0	410,0	288,6	288,6
0,3	7,62	660,0	660,0	520,0	520,0	366,8	366,8
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12300	11870	11750
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4942	4735	4491
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4892	4666	4396
Peso del Agua Absorbida (g)	50	69	95
Peso del Suelo Seco (g)	4406	4203	3957
Absorcion de Agua (%)	1,1	1,6	2,4

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTOR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,005"	0,002"	0,008"	2
		0,008"	0,009"	0,010"	3
		0,010"	0,011"	0,018"	4
		0,014"	0,016"	0,021"	5
% EXPANSIÓN		0,28	0,32	0,42	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 270283  
AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

### Datos del proyecto

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

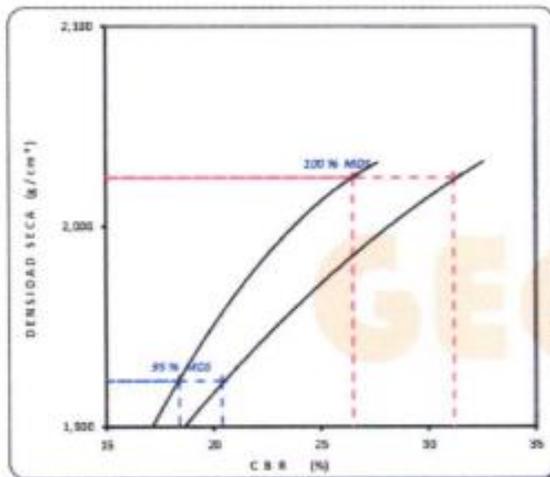
### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo



#### DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

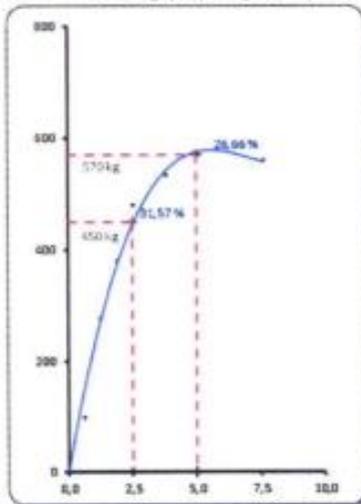
Optimo Contenido de Humedad (%) : 11,03  
 Maxima Densidad Seca g/cm³ : 2,024

#### CALIFORNIA BEARING RATIO

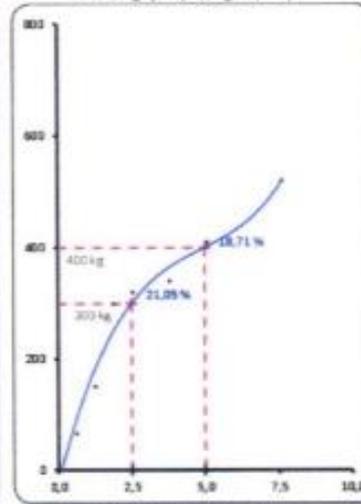
**CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 26,5  
**CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 20,4**

**CBR A 5 mm (0.2") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 31,2  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 18,4

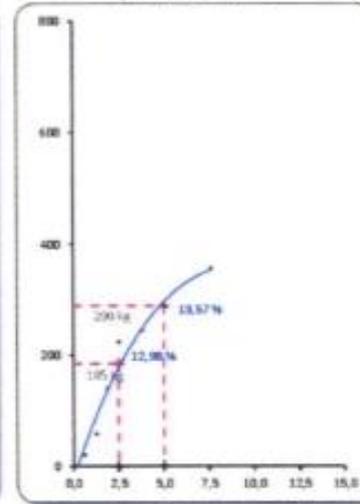
E.C.= 56 golpes (27.7 kg-cm/cm²)



E.C.= 25 golpes (12,2 kg-cm/cm²)



E.C.= 12 golpes (6,1 kg-cm/cm²)



— Penetración — Correccion de curva - - - CBRy 0.1" - - - CBRy0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

**Proyecto** : ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022

**Lugar** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA

**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA

**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

**Fecha** : 16/02/2022

### Datos de la Muestra

#### MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

**Calicata** : C-3 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA

**Profundidad** : 1,50 m.

**condición** : Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

**Equipo** : TAMIZ GRANULOMÉTRICO

**Fabricado** : SEGÚN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)	
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0	
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0	
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0	
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0	
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0	
8	2,36	1,80	0,13	0,13	99,9	
10	2,00	4,00	0,28	0,41	99,6	
16	1,18	10,20	0,72	1,12	98,9	
20	0,85	25,00	1,76	2,88	97,1	
30	0,60	32,00	2,25	5,13	94,9	
40	0,42	70,00	4,92	10,05	89,9	
50	0,30	80,00	5,62	15,67	84,3	
100	0,15	88,20	6,20	21,87	78,1	
200	0,07	90,20	6,34	28,21	71,8	
< 200		1021,30	71,79	100,00		

**Datos de ensayo**

Peso S. Inicial: 1422,7 g.

Peso S. lavado: 401,4 g.

**Distribucion**

Grava: 0,00 %

Arena: 28,21 %

Finos: 71,79 %

**Diametros efectivos**

D60: -

D30: -

D10: -

**Coefficientes de uniformidad**

Cu: -

Cc: -

**Limites de consistencia**

LL: 28,03

LP: 20,75

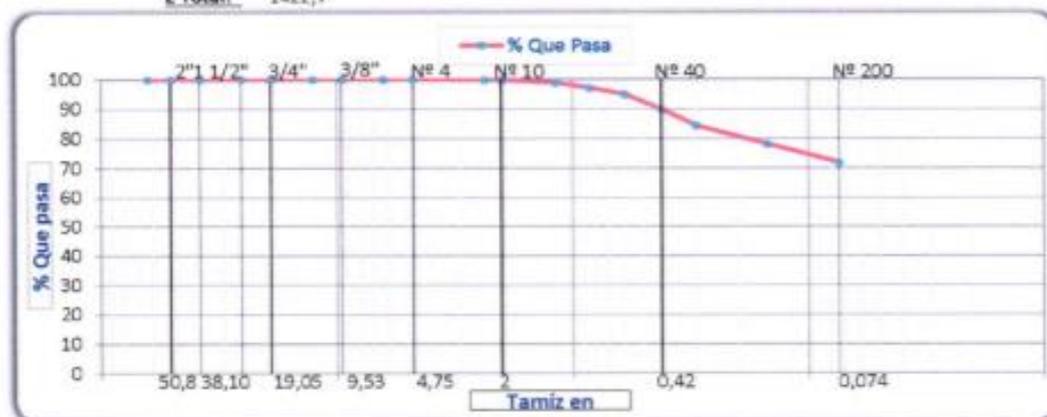
IP: 7,280

**clasificacion de suelos**

SUCS : CL

AASHTO : A-6 (14)

Σ Total: 1422,7



## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-3 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

<b>Equipo</b>	: CAZUELA DE CASAGRANDE
<b>Certificado de Calibración N°</b>	: LL-510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318**

	<b>LP (%) = 20,8</b>	
Muestra	1	2
Numero de capsula	150	15
Peso de la Capsula (g)	11,51	11,39
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20,2	21,2
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,74	19,48
Peso del Suelo Seco (g)	7,23	8,09
Contenido de Humedad (w)	20,2	21,3

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318**

	<b>LL (%) = 28,0</b>			<b>IP (%) = 7,3</b>
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	58	19	201	
Peso de la Capsula (g)	37,2	38,9	37,6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	60,2	61,2	62,2	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	55,7	56,4	56,2	
Numero de golpes	37	26	15	
Peso del Suelo Seco (g)	18,5	17,4	18,6	
Contenido de Humedad (w)	24,6	27,8	32,2	

**Carta de Plasticidad**

**LIMITE LIQUIDO**

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA AGUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA  
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CUSCO URS. MEZA REDONDA A 9 - CUSCO - 882737087 - 882-674754 - RUC : 2040021961

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142 )

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"		
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI	<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>		<b>Fecha</b>	16/02/2022
<b>Calicata</b>	C-3 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA		
<b>Profundidad</b>	1,50 m.		
<b>condicion</b>	Alterada		

### Datos del Equipo Calibrado

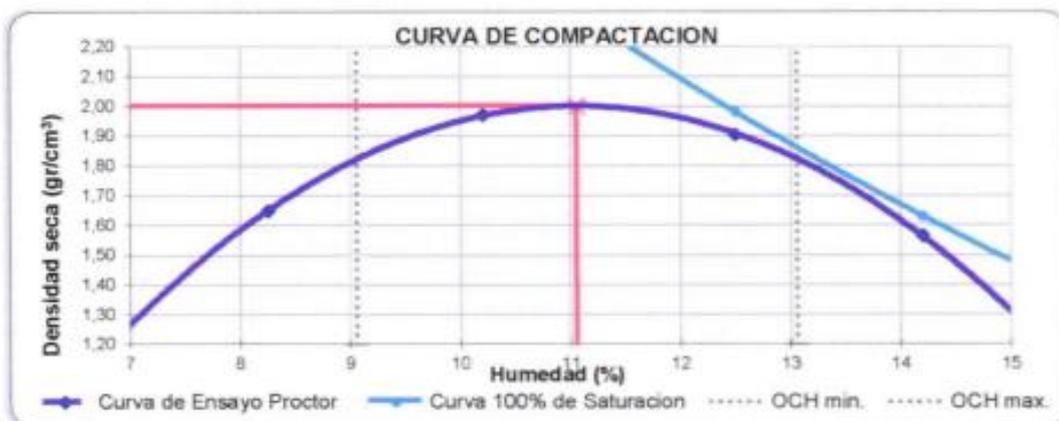
<b>Equipo</b>	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compaction	Codigo de molde : P1		Metodo : A molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6122	6488	6460	6124
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1678	2044	2016	1680
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,784	2,173	2,144	1,786
<b>Humedad</b>				
N° de tara	417	340	256	166
Tara + Suelo Humedo (g)	488,50	501,30	511,00	500,20
Tara + Suelo Seco (g)	454,14	458,34	458,40	442,69
Peso de la tara	37,62	37,60	37,59	37,65
Peso del agua	34,36	42,96	52,60	57,51
Peso de suelo seco (g)	416,52	420,74	420,81	405,04
Humedad (%)	8,25	10,21	12,50	14,20
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,648	1,972	1,905	1,564

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 2,001

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 11,06



\* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270263  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BB. JOHN QUISPE CÁCERES Y BR. WILSON TARIFA YUCHA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-3 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

<b>Equipo</b>	: PRENSA CBR
<b>Certificado de Calibración N°</b>	: LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	G	H	I
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2122	2026
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12240	12688	11524
Peso del Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo (g)	4692	4492	4065
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	200,2	215,2	211,3
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	185,3	198,9	195,8
Peso del Agua (g)	14,9	16,3	15,5
Peso de Tarro (g)	50,2	51	55,2
Peso del Suelo Seco (g)	135,1	147,9	140,6
Contenido de Humedad (g)	11,06	11,00	11,02
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,229	2,117	2,006
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,007	1,907	1,807

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		G		H		I	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	102,0	102,0	56,0	56,0	32,0	32,0
0,05	1,27	322,0	322,0	186,0	186,0	85,0	85,0
0,075	1,9	421,0	421,0	270,0	270,0	167,0	167,0
0,1	2,54	512,0	512,0	330,0	330,0	180,0	180,0
0,125	3,81	621,0	621,0	499,0	499,0	355,0	355,0
0,2	5,08	806,0	806,0	640,0	640,0	442,0	442,0
0,3	7,62	988,0	988,0	790,0	790,0	562,0	562,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	G	H	I
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12322	12790	11700
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4774	4594	4241
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4692	4492	4065
Peso del Agua Absorbida (g)	82	102	176
Peso del Suelo Seco (g)	4225	4047	3662
Absorcion de Agua (%)	1,9	2,5	4,8

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTOR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,002"	0,002"	0,005"	2
		0,008"	0,011"	0,008"	3
		0,010"	0,010"	0,018"	4
		0,014"	0,019"	0,020"	5
% EXPANSIÓN		0,28	0,38	0,40	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 27082  
AREA DE GEOTECNIA

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )**

**Datos del proyecto**

**Proyecto :** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar :** PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov. :** TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante :** BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por :** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha :** 16/02/2022

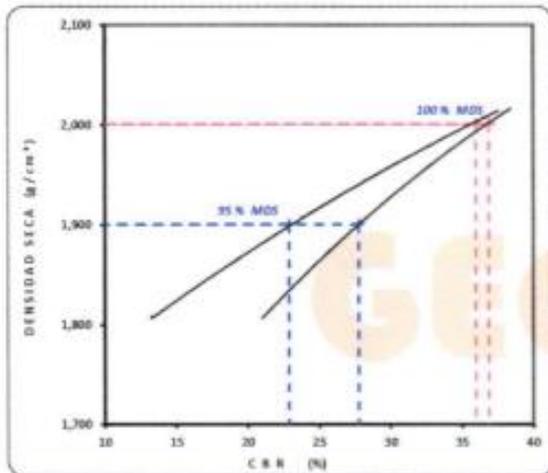
**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata :** C-3 + 5% DE CAL + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida. :** 1,50 m.  
**condicion :** Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo :** PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N° :** LFP- 10B-2022 del 07/02/2022

**Datos y resultados de ensayo**

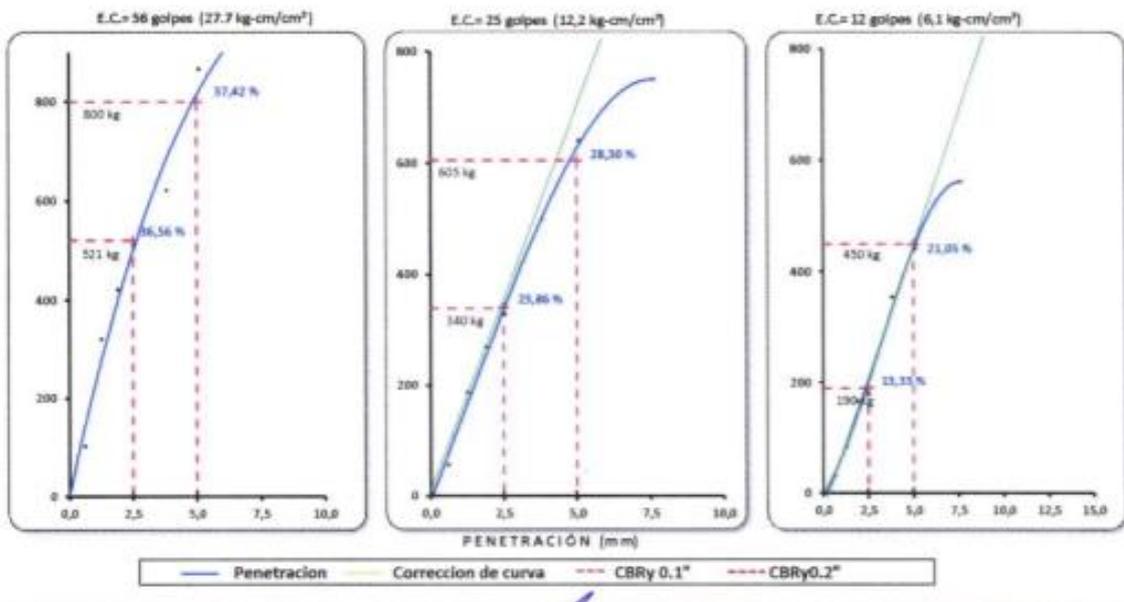


**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Optimo Contenido de Humedad (%) : 11,06  
 Maxima Densidad Seca  $g/cm^3$  : 2,001

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

<b>CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración</b>	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	36,0
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	22,9
<b>CBR A 5 mm (0.2") de Penetración</b>	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	36,9
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	27,8



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. ORO/VALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISEPÉ CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>	
<b>Calicata</b>	: C-3 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	: 1,50 m
<b>condicion</b>	: Alterada

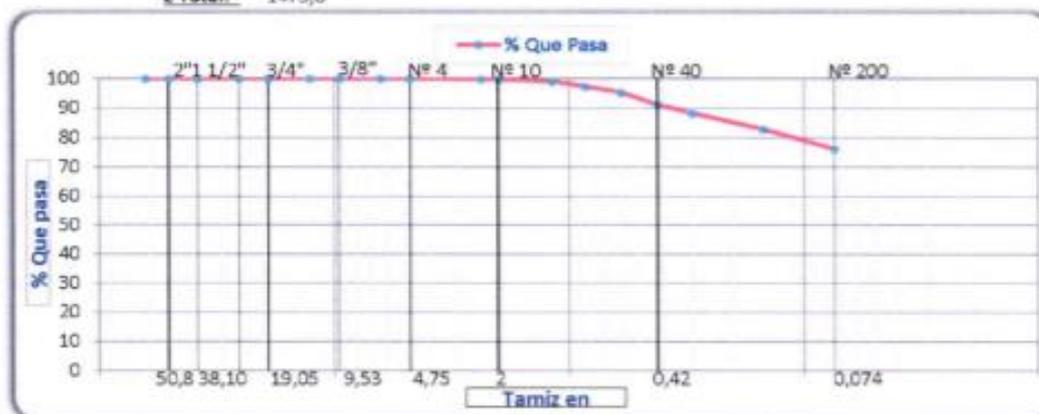
### Datos del Equipo Calibrado

<b>Equipo</b>	: TAMIZ GRANULOMETRICO
<b>Fabricado</b>	: SEGUN NORMA ASTM E-11

### Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Díam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	
2"	50,60	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,40	0	0,0	0,0	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		Fraccion fina
8	2,36	2,20	0,15	0,15	99,9		
10	2,00	2,40	0,16	0,31	99,7		
16	1,18	9,80	0,66	0,98	99,0		
20	0,85	25,60	1,74	2,71	97,3		
30	0,60	31,00	2,10	4,82	95,2		
40	0,42	58,40	3,96	8,78	91,2		
50	0,30	42,20	2,86	11,64	88,4		
100	0,15	81,40	5,52	17,17	82,8		
200	0,07	99,60	6,76	23,92	76,1		
<200		1121,20	76,08	100,00			
<b>Σ Total:</b>				1473,8			

**Datos de ensayo**  
 Peso S. Inicial: 1473,8 g.  
 Peso S. lavado: 352,6 g.  
**Distribucion**  
 Grava: 0,00 %  
 Arena: 23,92 %  
 Finos: 76,08 %  
**Diametros efectivos**  
 D60: -  
 D30: -  
 D10: -  
**Coefficientes de uniformidad**  
 Cu: -  
 Cc: -  
**Limites de consistencia**  
 LL: 27,51  
 LP: 19,90  
 IP: 7,607  
**clasificacon de suelos**  
 SUCS: CL  
 AASHTO: A-6 (15)



## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

**Datos del proyecto**

<b>Proyecto</b>	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"
<b>Lugar</b>	: PUERTO MALDONADO
<b>Dist/Prov.</b>	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	: BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	: 16/02/2022

**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	: C-3 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	: 1,50 m.
<b>condicion</b>	: Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

<b>Equipo</b>	: CAZUELA DE CASAGRANDE
<b>Certificado de Calibración N°</b>	: LL-510-2022 del 02/07/2022

**Datos y resultados de ensayo**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318**

	LP (%) = 19,9	
Muestra	1	2
Numero de capsula	36	49
Peso de la Capsula (g)	11,4	11,4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21	20,5
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	19,43	18,97
Peso del Suelo Seco (g)	8,03	7,57
Contenido de Humedad (w)	19,6	20,2

	IP (%) = 7,6		
Muestra	A	B	C
Numero de capsula	19	58	156
Peso de la Capsula (g)	38,9	37,2	37,6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	62,4	61,8	62,3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	57,5	56,4	56,8
Numero de golpes	35	26	13
Peso del Suelo Seco (g)	18,6	19,2	19,1
Contenido de Humedad (w)	26,5	27,9	29,0

**Carta de Plasticidad**

Indice Plastico (IP) vs Limite Liquido (LL). Líneas de referencia: U, CL, ML, CH, MH, OL, CL-OL, ML-OL. Zona de muestra: CL-OL.

**LIMITE LIQUIDO**

Contenido de humedad (w%) vs Número de golpes. Línea de referencia: LL. Puntos de datos: (26,5, 35), (27,8, 26), (29,0, 13).

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"		
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCI	<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

### Datos de la Muestra

<b>MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE</b>		<b>Fecha</b>	16/02/2022
<b>Calicata</b>	C-3 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA		
<b>Profundidad</b>	1,50 m.		
<b>condicion</b>	Alterada		

### Datos del Equipo Calibrado

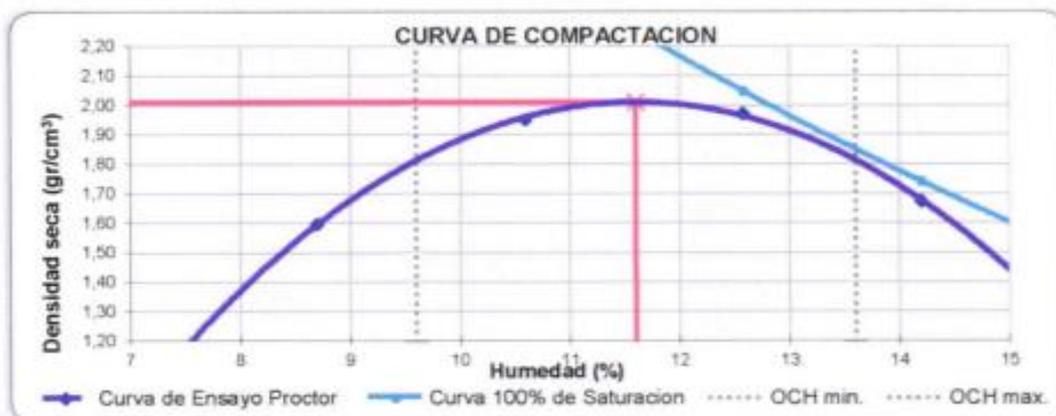
<b>Equipo</b>	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LL-514-2022 del 07-02-2022

### Datos y resultados de ensayo

Compactacion	Codigo de molde : P2				Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6021	6422	6480	6188	6021	6422	6480	6188
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo humedo compactado (g)	1645	2046	2104	1812	1645	2046	2104	1812
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947,87	947,9	947,9	947,9	947,87	947,9	947,9	947,9
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,735	2,159	2,220	1,912	1,735	2,159	2,220	1,912
<b>Humedad</b>								
N° de tara	235	134	217	166	235	134	217	166
Tara + Suelo Humedo (g)	504,20	488,80	499,60	512,20	504,20	488,80	499,60	512,20
Tara + Suelo Seco (g)	466,86	445,68	447,98	453,19	466,86	445,68	447,98	453,19
Peso de la tara	37,61	38,91	37,63	37,65	37,61	38,91	37,63	37,65
Peso del agua	37,34	43,12	51,62	59,01	37,34	43,12	51,62	59,01
Peso de suelo seco (g)	429,25	406,77	410,35	415,54	429,25	406,77	410,35	415,54
Humedad (%)	8,70	10,60	12,58	14,20	8,70	10,60	12,58	14,20
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,597	1,952	1,972	1,674	1,597	1,952	1,972	1,674

**Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) :** 2,010

**Optimo Contenido de Humedad (%) :** 11,60



\* De la granulometría el %Ret. Acumia. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.

**GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 370283  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

### Datos del proyecto

<b>Proyecto</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022
<b>Lugar</b>	PUERTO MALDONADO.
<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA - TAMBOPATA
<b>Solicitante</b>	BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA
<b>Hecho por</b>	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
<b>Fecha</b>	18/02/2022

### Datos de la Muestra

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**

<b>Calicata</b>	C-3 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CASTAÑA
<b>Profundidad</b>	1,50 m.
<b>condicion</b>	Alterada

### Datos del Equipo Calibrado

<b>Equipo</b>	PRENSA CBR
<b>Certificado de Calibración N°</b>	LFP- 108-2022 del 07/02/2022

### Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	H	G	I
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2105	2026
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12970	12021	11542
Peso del Molde (g)	8196	7548	7459
Peso del Suelo Humedo (g)	4774	4473	4083
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	198,6	200,0	211,2
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	183,0	184,2	194,5
Peso del Agua (g)	15,6	15,8	16,7
Peso de Tarro (g)	48,5	48,6	50,2
Peso del Suelo Seco (g)	134,5	135,6	144,3
Contenido de Humedad (g)	11,59	11,68	11,60
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,250	2,125	2,015
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,016	1,903	1,806

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		H		G		I	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	98,0	98,0	78,0	78,0	50,0	50,0
0,05	1,27	246,0	246,0	185,0	185,0	80,0	80,0
0,075	1,9	355,0	355,0	288,0	288,0	124,0	124,0
0,1	2,54	388,0	388,0	340,0	340,0	200,0	200,0
0,125	3,81	612,0	612,0	488,0	488,0	340,0	340,0
0,2	5,08	795,0	795,0	610,0	610,0	520,0	520,0
0,3	7,62	988,0	988,0	700,0	700,0	645,0	645,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	H	G	I
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	13088	12155	11722
Peso del Plato + Molde (g)	8196	7548	7459
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4892	4607	4263
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4774	4473	4083
Peso del Agua Absorbida (g)	118	134	180
Peso del Suelo Seco (g)	4278	4005	3659
Absorcion de Agua (%)	2,8	3,3	4,9

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,002"	0,010"	0,002"	2
		0,005"	0,016"	0,014"	3
		0,008"	0,022"	0,015"	4
		0,010"	0,029"	0,020"	5
% EXPANSIÓN		0,20	0,38	0,40	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

  
**DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P : 2 7 0 2 8 3  
 AREA DE GEOTECNIA

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145 )

**Datos del proyecto**

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE CÁSCARA DE CASTAÑA PARA LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN, TAMBOPATA 2022"  
**Lugar** : PUERTO MALDONADO  
**Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA  
**Solicitante** : BR. JOHN QUISPE CACERES Y BR. WILSON TARIFA YUCRA  
**Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
**Fecha** : 16/02/2022

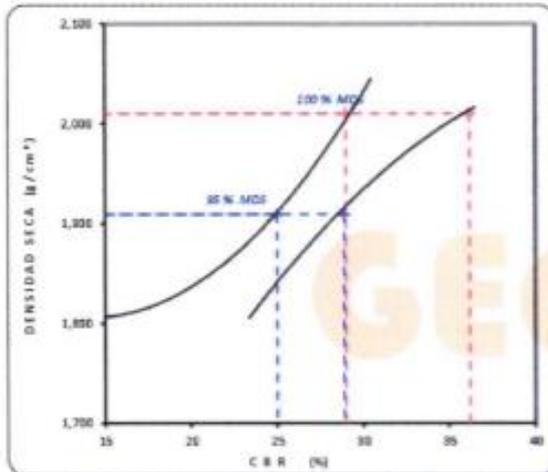
**Datos de la Muestra**

**MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE**  
**Calicata** : C-3 + 5% DE CAL + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE CASTAÑA  
**Profundida** : 1,50 m.  
**condicion** : Alterada

**Datos del Equipo Calibrado**

**Equipo** : PRENSA CBR  
**Certificado de Calibración N°** : IFP- 108-2022 del 07/02/2022

**Datos y resultados de ensayo**



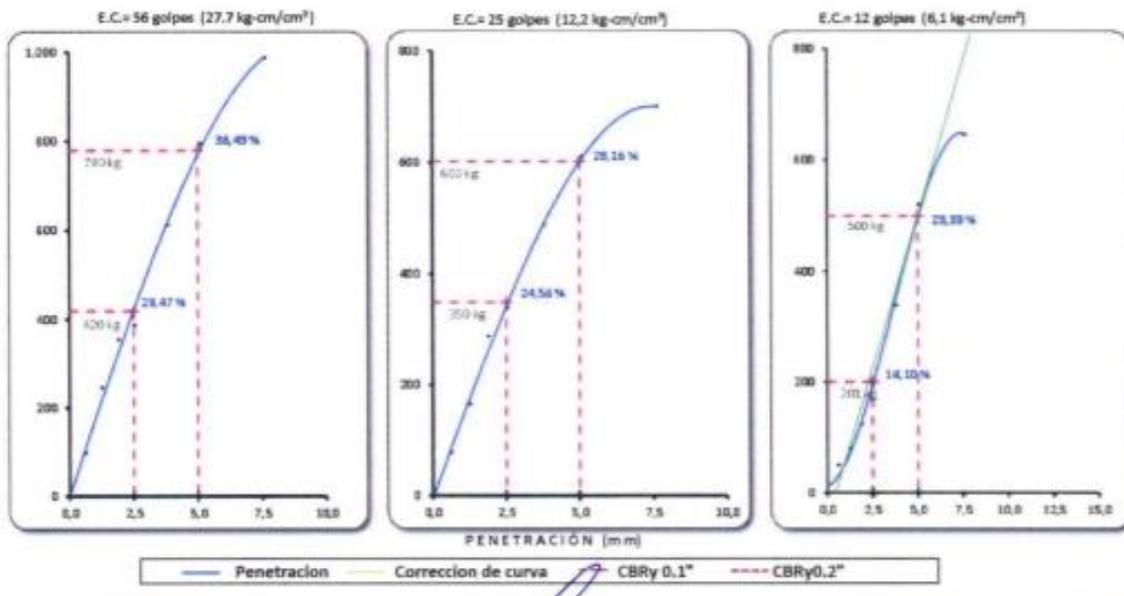
**DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Optimo Contenido de Humedad (%) : 11,60  
 Maxima Densidad Seca g/cm³ : 2,010

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

**CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 29,0  
**CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 25,0**

**CBR A 5 mm (0.2") de Penetración**  
 CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 36,2  
 CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 28,9



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270283  
 AREA DE GEOTECNIA

**ANEXO E:**  
**CERTIFICADO DE**  
**CALIBRACIÓN**



**PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 510 - 2022**

Laboratorio PP

Página 1 de 2

Expediente : 016-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-07

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE (LÍMITES DE CONSISTENCIA)

Marca de Copa : NO INDICA  
Modelo de Copa : NO INDICA  
Serie de Copa : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

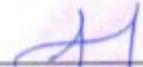
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28.5	28.3
Humedad %	65	64

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-060-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : 016-2022  
 Fecha de Emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : **GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**  
 Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**  
 Marca : **OHAUS**  
 Modelo : **SPJ6001**  
 Número de Serie : **B421629135**  
 Alcance de Indicación : **6 000 g**  
 División de Escala de Verificación ( e ) : **0,1 g**  
 División de Escala Real (d) : **0,1 g**  
 Procedencia : **CHINA**  
 Identificación : **NO INDICA**  
 Tipo : **ELECTRÓNICA**  
 Ubicación : **LABORATORIO**  
 Fecha de Calibración : **2022-02-03**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

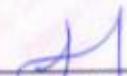
Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración  
 La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración  
 LABORATORIO de GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 513 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 016-2022  
 Fecha de emisión : 2022-02-07

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR

Marca : NO INDICA  
 Serie : NO INDICA  
 Material : FIERRO  
 Color : PLATEADO

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
 JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
 03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
 Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

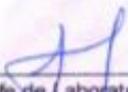
### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29.4	29.4
Humedad %	75	75

### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-059-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : 016-2022  
Fecha de Emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : **GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.**

Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **R31P30**

Número de Serie : **8341377206**

Alcance de Indicación : **30 kg**

División de Escaia de Verificación ( e ) : **1 g**

División de Escala Real ( d ) : **1 g**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2022-02-03**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

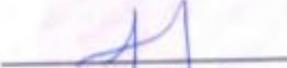
3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 512 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 016-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-07

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"

Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Material : FIERRO  
Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

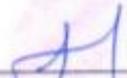
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,1	29,1
Humedad %	77	76

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 108 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 016-2022  
 Fecha de emisión : 2022-02-07

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : A&A INSTRUMENTS  
 Modelo de Prensa : STCBR-1  
 Serie de Prensa : 13312  
 Código de Identificación :

Marca de Celda : ZEMIC  
 Modelo de Celda : H3-C3-5.0t -6B  
 Serie de Celda : M2Q012894  
 Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : WEIGHT  
 Modelo de indicador : 315-X8  
 Serie de Indicador : 0041682

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
 JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
 03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
 La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

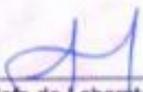
### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28.2	28.2
Humedad %	59	59

7. Resultados de la Medición  
 Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente

8. Observaciones  
 Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 OBTENIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 514 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 016-2022  
 Fecha de emisión : 2022-02-07

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR  
 Capacidad : 10 lb  
 Marca : NO INDICA  
 Serie : 1783  
 Material : FIERRO  
 Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 0442 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2022	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28.8	29.0
Humedad %	74	75

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 059 - 2022

Página 1 de 4

Expediente : 016-2022  
 Fecha de emisión : 2022-02-07

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.  
 Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : A&A INSTRUMENTS  
 Modelo del Equipo : STHX-3A  
 Serie del Equipo : 14417  
 Capacidad del Equipo : 227 L

Marca de indicador : AUTCOMP  
 Modelo de indicador : TCD  
 Serie de indicador : NO INDICA  
 Temperatura calibrada : 110 °C

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
 JR. CUSCO NRO. 138 PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS  
 03 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
 La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	APPLENT	0093-TPES-C-2021	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,9	28,0
Humedad %	60	60

### 7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

**ANEXO F:  
CERTIFICADO DE  
LABORATORIO DE  
COMPOSICIÓN QUÍMICA  
DE CCC.**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión : 08/01/2022  
Certificado N° : 1829  
Realizado por : Tec. R.H.L.

### CONTENIDO DE SILICE - CALCIO - MAGNESIO EN CENIZAS (COMPOSICION QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA 9na EDICION)

**PROYECTO** : PROYECTO DE INVESTIGACION: \* ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE LA CASCARA DE CASTAÑA, PARA MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACION - TAMBOPATA 2022\*

**MATERIAL** : CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA

**UBICACION** : Puerto Maldonado - Madre de Dios.

**KM.** :

**LADO** :

**CALICATA** :

**MUESTRA** : M - 1

**PROF. (m)** :

Solicita : JOHN QUISPE CACERES Y WILSON TARIFA YUCRA  
Fecha : 04 Enero 2022  
Motivo : Ensayos Químicos  
Muestreado por : El Peticionario  
Revisado por : H. Ruiz

#### RESULTADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO

% Contenido de Silice (SiO<sub>2</sub>) 38.510

% Contenido de Calcio (CaO) 6.0200

% Contenido de Magnesio (MgO) 6.8000

**NOTA:** Los Ensayos fueron realizados de acuerdo a lo descrito en la bibliografía es: Composición Química analítica Cuantitativa, H.A. Flaschka, A.J. Barnard, P.E. Sturrock, y Química Analítica de 'Arthur I. Vogel Volumen 1. Y Análisis del Agua, Jean Rodier 9na. Edición.

#### OBSERVACIONES:

- Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestras ensayadas, que entrego al laboratorio por el cliente.
- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de HRUZGEOPAV INGENIEROS SAC.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



*Hugo Ruiz*  
Hugo Ruiz Paucar  
ING. CIVIL  
CIP 128653



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fecha de Emisión : 08/01/2022  
Certificado N° : 1828  
Realizado por : Tec. R.H.L.

### CONTENIDO DE HIERRO - ALUMINIO - POTASIO EN CENIZAS (COMPOSICION QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA 9na EDICION)

**PROYECTO** : PROYECTO DE INVESTIGACION: \* ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CAL Y CENIZAS DE LA CASCARA DE CASTAÑA PARA MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. CIRCUNVALACION - TAMBOPATA 2022\*

**MATERIAL** : CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA

**UBICACIÓN** : Puerto Maldonado - Madre de Dios.

**KM.** :

**LADO** : Solicita por : JOHN QUISPE CÁCERES Y WILSON TARIFA YUCRA

**CALICATA** : Fecha : 04 Enero 2022

**MUESTRA** : Motivo : Ensayos Químicos

**PROF. (m)** : Muestreado por : El Peticionario

Revisado por : H. Ruiz

#### RESULTADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO

% Contenido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.660
% Contenido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	22.300
% Contenido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	12.100

**NOTA:** Los Ensayos fueron realizados de acuerdo a lo descrito en la bibliografía es: Composición Química analítica Cuantitativa, H.A. Flaschka, A.J. Barnard, P.E. Sturrock, y Química Analítica de Arthur I. Vogel Volumen I. Y Análisis del Agua, Jean Rodier 9na. Edición.

\* Sistema 3162 (Versión 1 - 2022) Normas ensayos 2022 (mayoría a control de calidad de castaña) (hruiz@hruizgeopav.com)

#### OBSERVACIONES:

- Los resultados reflejados en este informe solo están relacionadas a la muestra ensayada, que entregó el laboratorio por el cliente.
- Está prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de HRUZGEOPAV INGENIEROS S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



Hugo R. López Paucar  
ING. CIVIL  
CIP 128563