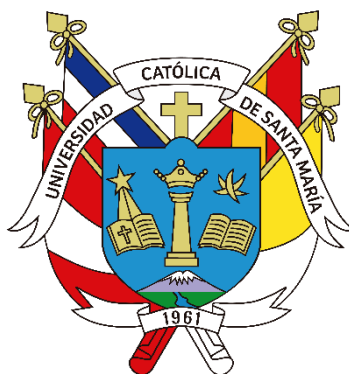


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación del uso de cenizas proveniente de ladrilleras en la
estabilización de suelos en el camino vecinal - tramo Emp. CU 1364, Cusco.**

Tesis presentada por la Bachiller:

Huarca Hanco, Yuliana Deisy

ORCID: 0009-0009-0804-3930

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesora:

Mg. García Godos Peñaloza, Luz Matilde

ORCID: 0000-0003-0591-2191

Arequipa - Perú

2024

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 27 de Noviembre del 2024

Dictamen: 010038-C-EPIC-2024

Visto el borrador del expediente 010038, presentado por:

2015221742 - HUARCA HANCCO YULIANA DEISY

Titulado:

**EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA ESTABILIZACIÓN
DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO CIVIL

**29329377 - NEIRA ARENAS JULY LILIAM
DICTAMINADOR**



**29439333 - TICONA BALDARRAGO AGUSTO ISRRAEL
DICTAMINADOR**



**41481170 - GAMARRA TUCO RUBEN FRANCISCO
DICTAMINADOR**



Evaluación del uso de cenizas proveniente de ladrilleras en la estabilización de suelos en el camino vecinal - tramo Emp. CU 1364, Cusco.

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

8%

2

www.worldmilitair.com

Fuente de Internet

1%

3

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1%

8

oldri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1%

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por darme una nueva oportunidad día a día, dedico esta tesis a toda mi familia, a mi padre Antonio Huarca Choquehuanca, a mi madre Ana Julia Hanco Condori, y en especial a mi abuelita María Condori Romero, quien me cuida y guía desde el cielo y a todas las personas que me apoyaron incondicionalmente en mi formación profesional y sacar adelante esta investigación, con sus constantes palabras de alientos y recomendaciones.



AGRADECIMIENTO

A nuestro señor Dios, por siempre guiarme y darme voluntad para continuar en esta travesía, agradezco a la Universidad Católica de Santa María, por brindarme la oportunidad de tener docentes comprometidos con la formación de buenos profesionales.

Agradecer en especial a mi asesora la Ing. Luz Matilde García Godos Peñaloza, por su comprensión, colaboración y predisposición a absolver mis dudas, así como su asesoramiento en el desarrollo de la presente tesis.

Agradecer al personal que labora en el Laboratorio de Suelos y Pavimento de la Universidad Católica de Santa María, quienes me brindaron las instalaciones y transmitieron sus conocimientos para el correcto desarrollo de los ensayos necesarios para la presente tesis.

Agradecer a toda mi familia por su compromiso y apoyo en cada momento de este tramo de mi vida profesional.

Agradecer a mis amigos y compañeros de formación de la universidad quienes me brindaron sus consejos y recomendaciones, en especial a mi amiga Milagros, muchas gracias por todo tu apoyo.

A todos los profesionales, compañeros de trabajo quienes supieron comprenderme y motivarme para sacar adelante la presente tesis.

Yuliana Deisy Huarca Hanco

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar como el uso de cenizas proveniente de ladrilleras (CFL) contribuye en la estabilización del suelo en el camino vecinal - tramo Emp CU 1364, para lo cual se planteó un diseño experimental de cuatro grupos de tratamientos: suelo natural con 0%, 10%, 20% y 30% de CFL por peso de suelo seco. De estos cuatro tratamientos de suelos se estudió las variables de las propiedades físicas – mecánicas y microestructurales, hallándose la mejor dosificación con una adición de 10% de CFL para la calicata 01 -E1, 02 y 03, con el que se obtuvo una disminución del Índice de plasticidad, mayores resistencias de Compresión simple no confinada y CBR, obteniendo un valor medio de 53.9% siendo un incremento significativo respecto al valor del CBR medio del suelo natural de 5.97%, este aumento fue debido a la presencia de compuestos químicos con características puzolánicas, que fueron los responsables de mejorar las propiedades mecánicas del suelo, así como reducir la expansividad por acción de la cementación.

En cuanto al Índice de Plasticidad para una adición del 10%, 20% y 30% de CFL se obtuvo valores de 7.70%, 8.03% y 9.83%, respectivamente, encontrándose en un rango de $7 < IP (\%) \leq 20$, teniendo características de un suelo arcilloso de mediana plasticidad, sin embargo, presento una reducción respecto al suelo natural que tiene una media de Índice de plasticidad de 13.32%, disminuyendo para una adición del 10%, 20% y 30% en un 42.2%, 39.7% y 26.2%, respectivamente.

Concluyendo que la ceniza de fondo de ladrilleras (CFL) es un estabilizador eficaz para suelos con alta plasticidad y cohesión, que presentan cambios volumétricos significativos en presencia de agua, el uso de CFL como residuo con fines ingenieriles se presenta como una alternativa técnica y económicamente viable para agregar valor a estos subproductos industriales. Las propiedades puzolánicas de la CFL la hacen especialmente adecuada para su aplicación en proyectos de estabilización de suelos, mejorando la resistencia y durabilidad de los mismos. Por lo tanto, se considera una opción de disposición final ambientalmente sostenible y técnicamente adecuada, contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental asociado con la producción de ladrillos y promoviendo prácticas de construcción más sostenibles

Palabras claves:

Estabilización, Ceniza de ladrillera, subrasante, suelo arcilloso, SEM con EDS

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate how the use of ash from brick kilns (CFL) contributes to the stabilization of the soil in the neighborhood road - section Emp CU 1364, for which an experimental design of four groups of treatments was proposed: natural soil with 0%, 10%, 20% and 30% of CFL by weight of dry soil. Of these four soil treatments, the variables of physical-mechanical and microstructural properties were studied, finding the best dosage with an addition of 10% of CFL for pits 01 -E1, 02 and 03, with which a decrease in the plasticity index, greater strengths of simple unconfined compression and CBR was obtained. obtaining an average value of 53.9%, being a significant increase compared to the average CBR value of the natural soil of 5.97%, this increase was due to the presence of chemical compounds with pozzolanic characteristics, which were responsible for improving the mechanical properties of the soil, as well as reducing the expansiveness due to the action of cementation.

Regarding the Plasticity Index for an addition of 10%, 20% and 30% of CFL, values of 7.70%, 8.03% and 9.83%, respectively, were obtained, being in a range of $7 < IP (\%) \leq 20$, having characteristics of a clay soil of medium plasticity, however, it presented a reduction with respect to the natural soil that has an average Plasticity Index of 13.32%, decreasing for an addition of 10%, 20% and 30% by 42.2%, 39.7% and 26.2%, respectively.

Concluding that brick bottom ash (CFL) is an effective stabilizer for soils with high plasticity and cohesion, which present significant volumetric changes in the presence of water, the use of CFL as waste for engineering purposes is presented as a technically and economically viable alternative to add value to these industrial by-products. The pozzolanic properties of CFL make it particularly suitable for application in soil stabilization projects, improving soil strength and durability. Therefore, it is considered an environmentally sustainable and technically appropriate final disposal option, contributing to the mitigation of the environmental impact associated with brick production and promoting more sustainable construction practices

Key words:

Stabilization, Brick ash, subgrade, clay soil, SEM with EDS

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO I

GENERALIDADES..... 4

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... 4

1.1.1. Enunciado del problema..... 5

1.1.2. Problemas específicos..... 5

1.2. OBJETIVOS..... 6

1.2.1. Objetivo General..... 6

1.2.2. Objetivos Específicos..... 6

1.3. HIPÓTESIS..... 7

1.3.1. Hipótesis General..... 7

1.3.2. Hipótesis Específicas..... 7

1.4. ALCANCE..... 8

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 8

1.5.1. Justificación social..... 8

1.5.2. Justificación ambiental..... 8

1.5.3. Justificación económica..... 9

1.5.4. Justificación Técnica..... 9

1.5.5. Justificación institucional..... 9

1.5.6. Justificación ética..... 10

1.6. LIMITACIONES..... 10

1.7. Definición de Variables..... 10

1.7.1. Variable Independiente..... 10

1.7.2. Variable dependiente	10
1.7.3. Cuadro de Operacionalización de las variables	11

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO	13
---------------------	----

2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.1.1. Antecedentes Locales	13
2.1.2. Antecedentes Nacionales	13
2.1.3. Antecedentes internacionales	18
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1. Suelo arcilloso	22
2.2.2. Cenizas volantes	26
2.2.3. Subrasante.....	31
2.2.4. Estabilización de suelos.....	31
2.2.5. Clasificación de las vías	37
2.2.6. Deterioro de vías.....	37
2.2.7. Propiedades físicas de los suelos	39
2.2.8. Propiedades mecánicas de los suelos.....	45
2.2.9. Caracterización Microestructural	46

CAPITULO III

METODOLOGIA DE INVESTIGACION	49
------------------------------------	----

3.1. Tipo y Diseño de Investigación	49
3.1.1. Enfoque de la Investigación	49
3.1.2. Diseño de Investigación.....	49
3.2. Materiales y lugar de ejecución	50
❖ Suelo.....	50
❖ Cenizas de Fondo de ladrilleras	50
3.3. Determinación de la Población, Marco muestral y Muestra.....	50

3.3.1. Marco Muestral.....	51
3.3.1. Población estudiada	55
3.3.2. Estructura de Plan de muestreo	56
3.4. Técnicas e instrumentos para la recopilación de datos	61
3.4.1. Ensayos de laboratorio.....	61
3.4.2. Ensayos de laboratorio en condiciones estabilizadas	62
3.5. Método de Análisis de Datos	62

CAPITULO IV

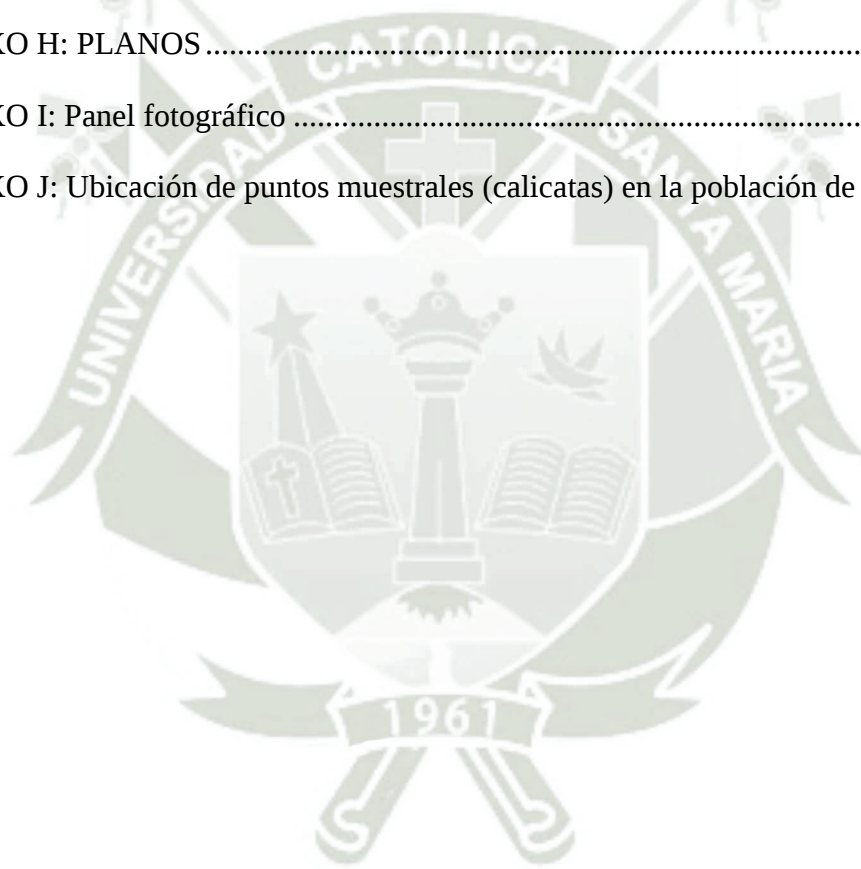
DESARROLLO.....	65
4.1. Caracterización de las propiedades de los suelos	65
4.1.1. Análisis granulométrico de suelos.....	65
4.1.1. Análisis granulométrico de suelos por sedimentación	66
4.1.2. Contenido de humedad	67
4.1.3. Determinación de Limite Liquido (LL).....	68
4.1.4. Determinación de Limite Plástico (LP).....	69
4.1.5. Ensayo de gravedad especifica de finos	70
4.1.6. Ensayo de gravedad especifico de gravas.....	71
4.1.7. Ensayo de compactación	72
4.1.8. Ensayo de CBR.....	73
4.2. OPTIMIZACION DE LA MEZCLA DE SUELO CON ADICION DE CFL	75
4.2.1. Resistencia a la compresión uniaxial.....	75

CAPITULO V

RESULTADOS	78
5.1. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES	78
5.1.1. Caracterización Físico – mecánica del suelo patrón.....	78
5.1.2. Análisis de EDS (Espectroscopia de dispersión de energía de rayos X). 82	
5.2. OPTIMIZACION DE LA MEZCLA DE SUELO CON ADICION DE CFL	84

5.2.1.	Resultados de la caracterización mecánica suelo con adición de CFL....	84
5.3.	CARACTERIZACION FISICO - MECANICA DE SUELO CON ADICION DE CFL	88
5.3.1.	Resultados de la caracterización física del suelo con adición de CFL	88
5.3.2.	Resultados de la caracterización mecánica del suelo con adición de CFL	88
5.4.	Caracterización microestructural de suelo natural con adición de % de CFL	90
CAPITULO VI		
	DISCUSION Y CONCLUSIONES	93
6.1.	DISCUSION	93
6.1.1.	Caracterización del suelo patrón.....	93
6.1.2.	Optimización del suelo con adición de CFL por porcentajes: Resultados de Proctor modificado, Compresión no confinada.....	99
6.1.3.	Resultados de Limite Liquido (LL), limite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP) con adición de CFL.....	104
6.1.4.	Resultados de Proctor modificado, CBR con adición de CFL	106
6.1.5.	Caracterización microestructural del suelo con adición de CFL mediante SEM con Análisis de EDS (Espectroscopia de dispersión de energía de rayos X)	109
6.1.6.	Dimensionamiento de la carretera no pavimentada.....	111
6.1.7.	Análisis comparativo de costos	114
6.1.8.	Validación de hipótesis mediante análisis estadístico IBM SPSS.....	119
6.2.	CONCLUSIONES	134
6.3.	RECOMENDACIONES.....	137
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	139
	ANEXOS	144
	ANEXO A: Reporte de ensayos de caracterización físico - mecánico del suelo.....	145
	ANEXO B: Reporte de ensayos de optimización mecánica del suelo con adición de %CFL	176

ANEXO C: Reporte de ensayos de caracterización físico- mecánica del suelo con adición de %CFL	227
ANEXO D: Reporte de ensayos de caracterización química – mineralógica de suelo y CFL	254
ANEXO E: Descripción de estratos.....	258
ANEXO F: Metrados de la conformación de subrasante estabilizado	261
ANEXO G: Costos unitarios directos de propuestas para la conformación de subrasante estabilizado	263
ANEXO H: PLANOS.....	267
ANEXO I: Panel fotográfico	268
ANEXO J: Ubicación de puntos muestrales (calicatas) en la población de estudio.....	288



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de Variables</i>	11
Tabla 2. <i>Clasificación de las cenizas volantes</i>	26
Tabla 3. <i>Rango porcentual de óxidos de elementos presentes en cenizas volantes de “Clase C” y “Clase F”</i>	27
Tabla 4. <i>Caracterización físico- química de la ceniza</i>	28
Tabla 5. <i>Distribución de empresas ladrilleras en la región del Cusco</i>	29
Tabla 6. <i>Unidades productivas en el distrito de San Jerónimo</i>	29
Tabla 7. <i>Producción anual de hornos ladrilleros en el distrito de San Jerónimo</i>	30
Tabla 8. <i>Producción anual de cenizas de hornos ladrilleros</i>	30
Tabla 9. <i>Tipo de Estabilización y Porcentaje de Uso</i>	32
Tabla 10. <i>Porcentaje de uso de Agentes Estabilizadores</i>	33
Tabla 11. <i>Clasificación de Suelos por su Granulometría</i>	40
Tabla 12. <i>Clasificación de Suelos por su Índice de Plasticidad</i>	40
Tabla 13.	42
Tabla 14. <i>Clasificación de Suelos según Índice de Grupo</i>	42
Tabla 15. <i>Sistema Unificado de Clasificación SUCS</i>	44
Tabla 16. <i>Clasificación de categorías de Sub Rasante</i>	46
Tabla 17. <i>Composición litológica de las Vías vecinales que conectan el distrito de Caicay</i> .	53
Tabla 18. <i>Habitantes en el distrito de Caicay- Paucartambo</i>	54
Tabla 19. <i>Numero de calicatas para exploración de suelos</i>	59
Tabla 20. <i>Datos para la determinación de tamaño muestral</i>	59
Tabla 21. <i>Selección de las calicatas de la población estudiada</i>	60
Tabla 22. <i>Ensayos de laboratorio</i>	62
Tabla 23. <i>FORMATO. Análisis granulométrico por tamizado</i>	66

Tabla 24. <i>FORMATO. Contenido de humedad</i>	68
Tabla 25. <i>FORMATO. Determinación del Limite Líquido.....</i>	69
Tabla 26. <i>FORMATO. Determinación del Limite Plástico</i>	70
Tabla 27. <i>FORMATO. Determinación de la gravedad específica de los finos</i>	71
Tabla 28. <i>FORMATO. Para determinación del Proctor modificado.....</i>	73
Tabla 29. <i>FORMATO. Para determinación del CBR.....</i>	74
Tabla 30. <i>FORMATO. Para determinación del Compresión simple no confinada</i>	76
Tabla 31. <i>Contenido de humedad del suelo de las calicatas en estudio</i>	78
Tabla 32. <i>Resultados del análisis granulométrico del suelo de las calicatas en estudio.....</i>	79
Tabla 33. <i>Límites de Atterberg de los suelos de las calicatas en estudio</i>	79
Tabla 34. <i>Resultados de clasificación AASHTO de los suelos de las calicatas en estudio.....</i>	80
Tabla 35. <i>Resultados de clasificación SUCS de los suelos de las calicatas en estudio</i>	80
Tabla 36. <i>Gravedad específica de sólidos finos</i>	81
Tabla 37. <i>Gravedad específica de gravas</i>	81
Tabla 38. <i>Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio</i>	81
Tabla 39. <i>Resultados de ensayo de CBR de los suelos de las calicatas en estudio</i>	82
Tabla 40. <i>Resultados de expansión de los suelos de las calicatas en estudio.....</i>	82
Tabla 41. <i>Resultados de ensayo de EDS a la ceniza de fondo de ladrillera</i>	83
Tabla 42. <i>Resultados de ensayo de EDS muestra suelo arcilloso</i>	83
Tabla 43. <i>Gravedad específica de sólidos.....</i>	84
Tabla 44. <i>Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio</i>	85
Tabla 45. <i>Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo sin adición de CFL.....</i>	86
Tabla 46. <i>Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo con adición de 10% de CFL.....</i>	86
Tabla 47. <i>Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo con adición de 20% de CFL.....</i>	87

Tabla 48. Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo con adición de 30% de CFL.....	87
Tabla 49. Límites de Atterberg de los suelos de las calicatas con adición de CFL.....	88
Tabla 50. Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio con adición de CFL.....	89
Tabla 51. Resultados de ensayo de CBR de los suelos de las calicatas en estudio con adición de % de CFL.....	89
Tabla 52. Resultados de expansión de los suelos de las calicatas en estudio con adición de % de CFL.....	90
Tabla 53. Resultados de ensayo de EDS muestra suelo arcilloso con 10% de adición de CFL.....	90
Tabla 54. Resultados de ensayo de EDS muestra suelo arcilloso con 20% de adición de CFL.....	91
Tabla 55. Resultados de la clasificación de suelos de las calicatas en estudio	95
Tabla 56. Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada con adición de CFL.	104
Tabla 57. Composición química del suelo, CFL y adiciones	110
Tabla 58. Resultados de espesores de capas para el mejoramiento de la vía en estudio	114
Tabla 59. Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio con adición de CFL.....	115
Tabla 60. Dosificación de la mezcla estabilizante con adición del 10% CFL.....	117
Tabla 61. Dosificación de la mezcla estabilizante con adición del 10% CFL.....	117
Tabla 62. Dosificación de la mezcla estabilizante con adición del 10% CFL.....	118
Tabla 63. Costo directo para la estabilización de subrasante	119
Tabla 64. Prueba de normalidad.....	120
Tabla 65. Prueba de homogeneidad de varianzas de Limite líquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad	123
Tabla 66. Prueba de ANOVA	123
Tabla 67. Prueba de normalidad.....	126

Tabla 68. <i>Prueba de homocedasticidad de la variable resistencia a la compresión simple no confinada</i>	128
Tabla 69. <i>Resumen de prueba Kruskal – Wallis de muestras independientes</i>	129
Tabla 70. <i>Comparación por parejas de resistencia a la compresión simple no confinada</i> ..	130
Tabla 71. <i>Prueba de normalidad</i>	131
Tabla 72. <i>Prueba T Student, estadística de grupo para CBR</i>	132
Tabla 73. <i>Prueba de muestras independientes</i>	133



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Cenizas desechados de ladrillera en el Distrito de San Jerónimo- Cusco</i>	4
Figura 2. <i>Estructura de la caolinita</i>	24
Figura 3. <i>Estructura de la Illita</i>	25
Figura 4. <i>Estructura de la Montmorillonita</i>	25
Figura 5. <i>Gráfico de Plasticidad</i>	43
Figura 6. <i>Esquema de diseño experimental</i>	49
Figura 7. <i>Recolección de ceniza de fondo de horno ladrillero en el distrito de San Jerónimo- Cusco</i>	50
Figura 8. <i>Delimitación del distrito de Caicay</i>	51
Figura 9. <i>Mapa geológico del distrito de Caicay</i>	52
Figura 10. <i>Porcentaje de habitantes en el distrito de Caicay</i>	54
Figura 11. <i>Población de estudio y la delimitación del Mapa geológico</i>	56
Figura 12. <i>Tramo Com. Caicay – Com. Ccollotaro</i>	57
Figura 13. <i>Distribución de puntos de extracción</i>	57
Figura 14. <i>Determinación del tamaño y selección muestral con el programa EPIDAT 4.2</i> ..	60
Figura 15. <i>Granulometría de suelos por tamizado</i>	65
Figura 16. <i>Granulometría de suelos por sedimentación</i>	67
Figura 17. <i>Contenido de humedad</i>	67
Figura 18. <i>Limite liquido de los suelos</i>	68
Figura 19. <i>Limite plástico de los suelos</i>	69
Figura 20. <i>Gravedad especifica de solidos finos</i>	70
Figura 21. <i>Peso específico de solidos gruesos</i>	71
Figura 22. <i>Ensayo Proctor modificado</i>	72
Figura 23. <i>Ensayo de CBR de suelos</i>	74
Figura 24. <i>Ensayo de Compresión no Confinada de suelos</i>	75

Figura 25. <i>Análisis del resultado de contenido de humedad de las 03 calicatas.....</i>	93
Figura 26. <i>Análisis del resultado de Limite Liquido (LL), Limite plástico (LP) e Índice de plasticidad (IP).....</i>	94
Figura 27. <i>Análisis del resultado de gravedad especifica de solidos de las muestras.....</i>	96
Figura 28. <i>Análisis del resultado de gravedad especifica de gravas de las 03 calicatas</i>	96
Figura 29. <i>Análisis del resultado de la densidad seca máxima de las 03 calicatas</i>	97
Figura 30. <i>Análisis del resultado de Contenido de humedad optima de las 03 calicatas.....</i>	98
Figura 31. <i>Análisis del resultado de CBR (%) de las 03 calicatas</i>	99
Figura 32. <i>Análisis del resultado de expansión de las 03 calicatas.....</i>	99
Figura 33. <i>Análisis del resultado de Peso unitario seco máximo con adición de CFL de las 03 calicatas</i>	100
Figura 34. <i>Análisis del resultado de Optimo contenido de humedad con adición de CFL... ..</i>	101
Figura 35. <i>Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 01- E1</i>	101
Figura 36. <i>Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 01- E2</i>	102
Figura 37. <i>Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 02</i>	102
Figura 38. <i>Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 03</i>	103
Figura 39. <i>Análisis del ensayo de la Resistencia a la Compresión simple no confinada con adición de CFL en las 03 calicatas</i>	104
Figura 40. <i>Análisis del resultado de Limite liquido con adición de CFL de las 03 calicatas</i>	105
Figura 41. <i>Análisis del resultado de Limite plástico con adición de CFL de las 03 calicatas</i>	105
Figura 42. <i>Análisis del resultado de Índice de plasticidad con adición de CFL de las 03 calicatas</i>	106
Figura 43. <i>Análisis del resultado de Densidad seca máxima con adición de CFL de las 03 calicatas</i>	107
Figura 44. <i>Análisis del resultado de Humedad Optima con adición de CFL de las 03 calicatas</i>	107

Figura 45. Comparación de los valores de CBR de suelo patrón con el CBR del suelo más adición de CFL.....	108
Figura 46. Comparación de los valores de expansión de suelo patrón y suelo con adición de CFL.....	109
Figura 47. Resultado de EDS realizado a la ceniza de fondo de ladrillera (CFL).....	110
Figura 48. Resultado de SEM con EDS realizado a la muestra de suelo patrón.....	110
Figura 49. Resultado de SEM con EDS realizado a la muestra de suelo con adición de 10% de CFL.....	111
Figura 50. Resultado de SEM con EDS realizado a la muestra de suelo con adición de 20% de CFL.....	111
Figura 51. Comparación de los valores de CBR de la vía vs Percentil.....	112
Figura 52. Catálogo de capas de revestimiento granular TRAFICO T3	113
Figura 53. Comparación de los valores de CBR con adición de 10% en la vía vs Percentil.....	114
Figura 54. Resultado de la densidad seca máxima para el CBR de diseño	116
Figura 55. Resultado de la Humedad optima de compactación para el CBR de diseño	116
Figura 56. Gráfico Q- Q normal del Índice de plasticidad con 10% de CFL.....	121
Figura 57. Gráfico Q- Q normal del Índice de plasticidad con 20% de CFL.....	121
Figura 58. Gráfico Q- Q normal del Índice de plasticidad con 30% de CFL.....	122
Figura 59. Gráfico de medias de Limite Liquido	124
Figura 60. Gráfico de medias de Limite Plástico.....	125
Figura 61. Gráfico de medias de Índice de Plasticidad	125
Figura 62. Gráfico Q- Q normal de la resistencia a la compresión simple no confinada con 10% de CFL	127
Figura 63. Gráfico Q- Q normal de la resistencia a la compresión simple no confinada con 20% de CFL	127
Figura 64. Gráfico Q- Q normal de la resistencia a la compresión simple no confinada con 30% de CFL	128
Figura 65. Gráfico de comparaciones por parejas de Resistencia a la Compresión no	

Confinada..... 130

Figura 66. *Gráfico Q- Q normal del ensayo de CBR sin adición de CFL* 131

Figura 67. *Gráfico Q- Q normal del ensayo de CBR con 10% de CFL*..... 132



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como título “Evaluación del uso de cenizas proveniente de ladrilleras en la estabilización de suelos en el camino vecinal - tramo EMP. CU 1364, Cusco”, que se desarrolló en el camino vecinal perteneciente al distrito de Caicay, provincia de Paucartambo, de donde se extrajo las muestras de suelos, asimismo se usó residuos como es la ceniza proveniente de ladrilleras, ubicada en el distrito de San Jerónimo - Cusco, los cuales se usaron en combinación para determinar una mezcla estabilizante que cumpla con los criterios para que un material pueda ser utilizado como subrasante mejorada de acuerdo a la normatividad del MTC.

El estudio de los efectos de las cenizas volantes producto de la quema de madera o carbón, han sido utilizadas en distintas investigaciones, ya sea como reemplazo o adición por peso de suelo seco, debido a sus propiedades puzolánicas y por la presencia de óxido cálcico, causando interacciones puzolánicas y de cementación, disminuyendo la expansión del suelo estabilizado.

En esta investigación se buscó dar un valor agregado a este residuo, mediante la reutilización y aplicación con fines ingenieriles, en el mejoramiento de la calidad del suelo arcilloso presente en la zona de estudio, ya que, al ser una estabilización no convencional, se investigó una alternativa económica, inmediata y que además contribuya a reducir el impacto ambiental generado por la producción de residuos de la industria ladrillera, y que al mismo tiempo mejore las propiedades físico- mecánicas, los cuales se obtuvieron mediante los resultados de los ensayos en el laboratorio de suelos y pavimentos de la Universidad Católica de Santa María, de acuerdo a la normatividad del Manual de ensayo de materiales del MTC

La presente investigación, se ha dividido en los siguientes capítulos, para una mejor comprensión:

CAPITULO I: Generalidades, descripción del problema, planteamiento del problema, objetivos tanto general como específicos, hipótesis, justificaciones, limitaciones de la investigación, análisis de variables y cuadro de operacionalización de las mismas.

CAPITULO II: Marco teórico, contiene antecedentes locales, nacionales e internacionales, las bases teóricas- científicas.

CAPITULO III: Metodología de la investigación, describe el diseño de investigación, enfoque de la investigación, los materiales de estudio, determina el marco muestral, población

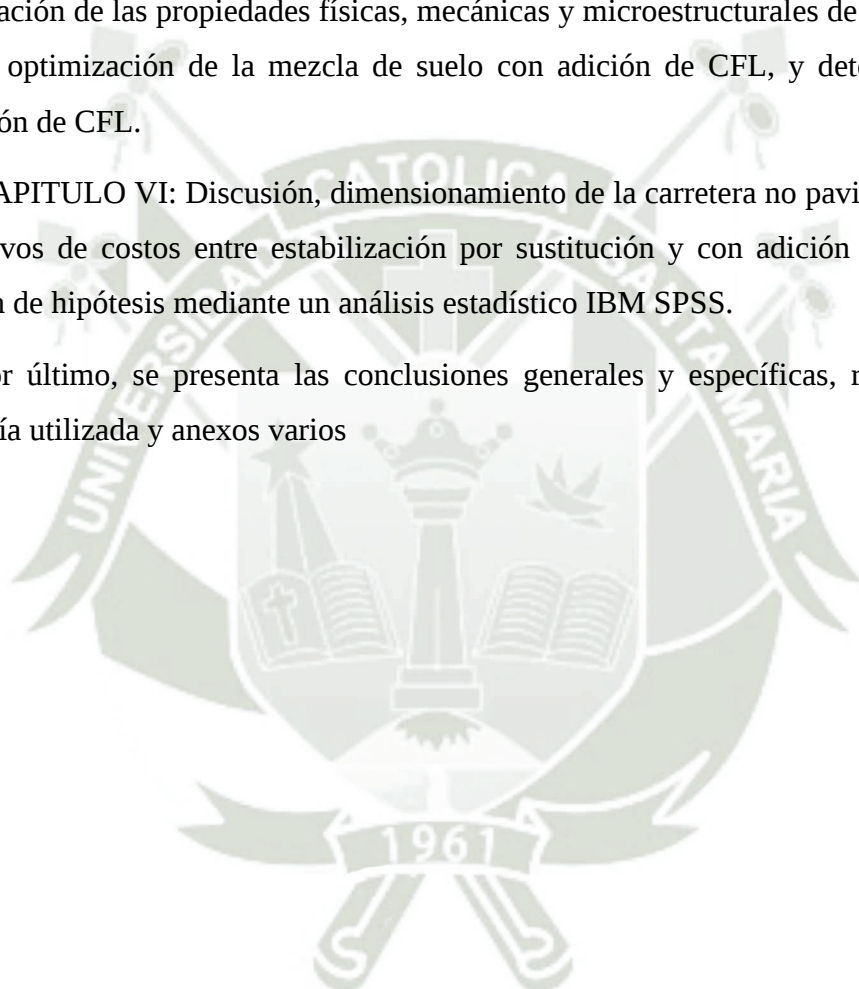
y plan de muestreo, técnicas e instrumentos de recopilación de datos, método de análisis de datos, procesamiento y presentación de datos.

CAPITULO IV: Desarrollo, describe la caracterización de las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales de los materiales de estudio y optimización de la mezcla de suelo con adición de CFL.

CAPITULO V: Resultados, en base a los objetivos planteados del análisis de la caracterización de las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales de los materiales de estudio y optimización de la mezcla de suelo con adición de CFL, y determinar la mejor dosificación de CFL.

CAPITULO VI: Discusión, dimensionamiento de la carretera no pavimentada, análisis comparativos de costos entre estabilización por sustitución y con adición al 10% de CFL, validación de hipótesis mediante un análisis estadístico IBM SPSS.

Por último, se presenta las conclusiones generales y específicas, recomendaciones, bibliografía utilizada y anexos varios





CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La industrialización que existe a nivel mundial conlleva un incremento a niveles sin precedentes de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Entre 1970 y 2010 la emisión de CO₂ proveniente de procesos industriales contribuyó en un 78% al incremento de los GEI. (Coalición Clima y Aire Limpio, 2016). Y, por otra parte, se encuentra el impacto al medio ambiente por las ladrilleras artesanales e industriales. Según Andina (2017), señaló que en el Perú, existen 2000 empresas ladrilleras, de las cuales, solo el 20 % son formales. Asimismo Lechuga (2022), menciona que la Municipalidad Provincial del Cusco a través de la Sub Gerencia de Desarrollo Urbano en su Plan de Desarrollo Urbano del Cusco 2013-2023, reconoce la existencia de la informalidad en el sector ladrillero del Cusco. Donde indica la existencia de 194 unidades productivas en la región Cusco, donde no solo se evidencia contaminación del suelo debido a la disposición inadecuada de las cenizas resultantes de la producción de ladrillos como se ilustra en la Figura 1. Por tanto, es imperativo agregar valor a estos residuos mediante su reutilización, proponiendo un enfoque ingenieril que permita su aplicación en diversas áreas de la construcción.

Figura 1.

Cenizas desechados de ladrillera en el Distrito de San Jerónimo- Cusco



Nota. Elaboración propia.

La infraestructura vial del Perú, enfrenta en la actualidad un complejo conjunto de desafíos, presentando carencia de conectividad en las regiones rurales, en el 2022 en las redes vecinales se tenía un total de 118, 545 km de los cuales el 97% carecía de pavimento, dado el contexto existen dificultades que no permiten el cierre de las brechas en infraestructura vial. (Universidad ESAN, 2023).

La región del Cusco no es ajena a esta problemática. La infraestructura vial de la zona en estudio se ve comprometida por la falta en el cumplimiento en las labores de mantenimiento preventivo, presentando patologías como baches, hundimientos, deterioro prematuro y suelos cohesivos, debido a una deficiente planificación en la ejecución de actividades de detección y evaluación de caminos por parte de los organismos gubernamentales, quienes intervienen solo cuando los daños en la vía son severos. Estos problemas podrían evitarse mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo adecuado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014)

Ante esta situación, se plantea la necesidad de mejorar la calidad del suelo de la vía en estudio. Por ello, es esencial investigar una alternativa económica y de implementación inmediata y que además contribuya a reducir el impacto ambiental generado por la producción de residuos de la industria ladrillera, mejorando simultáneamente las propiedades físico-mecánicas del suelo para conformar una subrasante resistente. Existen distintos mecanismos de estabilización, pero estos dependen de la viabilidad constructiva y económica, por ende, se plantea investigar una alternativa no convencional y de bajo costo que permita el reusó de un desecho industrial, para ello se utilizará la adición de Cenizas proveniente de Ladrilleras o Cenizas de Fondo de Ladrilleras (en adelante CFL), generados en las actividades de producción de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

1.1.1. Enunciado del problema

¿Cómo el uso de cenizas proveniente de ladrilleras (CFL) con adición en porcentaje de peso de suelo seco, contribuye en la estabilización del suelo en el camino vecinal - tramo Emp CU 1364?

1.1.2. Problemas específicos

1. ¿Como la caracterización de las propiedades físico- mecánicas del suelo contribuyen a la clasificación de la categoría de subrasante para la estabilización del suelo en el camino vecinal - tramo Emp CU 1364?
2. ¿Como el uso de CFL en porcentajes de adición de 10%, 20% y 30% influye en la propiedad física del índice de plasticidad del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.?
3. ¿Como el uso de CFL en porcentajes de adición de 10%, 20% y 30% contribuye en

las propiedades mecánicas de Proctor Modificado y Resistencia de compresión simple para la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.?

4. ¿Como la mejor dosificación de adición de uso de CFL incrementa la capacidad de soporte (CBR) en la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364?
5. ¿Como la caracterización microestructural del suelo y CFL mediante Microscopia Electrónica de Barrido con análisis de Espectroscopia de Dispersión de energía de rayos X contribuye en la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364?
6. ¿Será factible económicamente el uso de adición de CFL en comparación con la estabilización convencional en el mejoramiento del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364?

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. *Objetivo General*

Evaluar como el uso de cenizas proveniente de ladrilleras (CFL) con adición en porcentaje de peso de suelo seco, contribuye en la estabilización del suelo en el camino vecinal - tramo Emp CU 1364

1.2.2. *Objetivos Específicos*

1. Determinar las propiedades físico- mecánicas del suelo y clasificarlo según la categoría de subrasante para la estabilización del suelo en el camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
2. Evaluar el uso de CFL en porcentajes de adición de 10%, 20% y 30% en la propiedad física del índice de plasticidad del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
3. Determinar el uso de CFL en porcentajes de adición de 10%, 20% y 30% en las propiedades mecánicas de Proctor Modificado y Resistencia de compresión simple para la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
4. Determinar la mejor dosificación de adición de uso de CFL que contribuye al incremento de la capacidad de soporte (CBR) en la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.

5. Caracterizar la composición microestructural del suelo y CFL mediante Microscopia Electrónica de Barrido con análisis de Espectroscopia de Dispersión de energía de rayos X, para la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
6. Plantear un análisis de costos para determinar la factibilidad económica del uso de adición de CFL en comparación con la estabilización convencional en el mejoramiento del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364

1.3.HIPÓTESIS

1.3.1. *Hipótesis General*

La adición de cenizas proveniente de ladrilleras (CFL), contribuye en la estabilización del suelo cumpliendo las especificaciones técnicas para uso como subrasante mejorada en el camino vecinal - tramo Emp CU 1364.

1.3.2. *Hipótesis Específicas*

1. Mediante la caracterización de las propiedades físico- mecánicas del suelo se categoriza a la subrasante para la estabilización del suelo en el camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
2. Mediante el uso de CFL en porcentajes de adición de 10%, 20% y 30% reduce la propiedad física del índice de plasticidad del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
3. El uso de CFL en porcentajes de adición de 10%, 20% y 30% disminuye el peso unitario seco máxima, aumentando el óptimo contenido de humedad y la Resistencia a la compresión simple, en la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
4. La mejor dosificación de adición de uso de CFL contribuye al incremento de la capacidad de soporte (CBR) en la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.
5. La caracterización microestructural del suelo y CFL mediante Microscopia Electrónica de Barrido con análisis de Espectroscopia de Dispersión de energía de rayos X, determina una reacción puzolánica en la estabilización del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.

6. El análisis de costos determina la factibilidad económica del uso de adición de CFL en comparación con la estabilización convencional en el mejoramiento del suelo del camino vecinal - tramo Emp CU 1364.

1.4.ALCANCE

La presente investigación pretende establecer acciones de mejora en la subrasante del camino vecinal - tramo Emp CU 1364 del Distrito Caicay- Paucartambo, más no en su implementación, con base a los resultados obtenidos a nivel de Laboratorio realizando una evaluación inicial de las propiedades físico, mecánicas y microestructural del suelo.

Además, esta investigación proporcionará una base sólida para futuros estudios sobre el uso de cenizas de fondo de ladrilleras en la estabilización de suelos en vías no pavimentadas que presenten características geotécnicas similares a las de la zona de estudio.

1.5.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Justificación social

Debido al crecimiento socioeconómico del distrito de Caicay y comunidades aledañas, surge una creciente demanda de vías de comunicación en buen estado para satisfacer las necesidades de las zonas menos favorecidas con infraestructura, salud y educación, en este contexto, el presente estudio pretende establecer un mecanismo de estabilización no convencional de la subrasante de la vía de mayor accesibilidad, beneficiando a la población en su traslado de una manera eficiente, reduciendo en los costos por mantenimiento preventivo, lo que favorecerá directamente a la población del distrito de Caicay, resaltando que esta vía, hace que exista un mayor desarrollo entre comunidades.

1.5.2. Justificación ambiental

Desde el punto de vista ambiental, en los últimos años se han buscado nuevos enfoques para abordar el problema de los suelos no aptos para la conformación de vías, por lo cual esta investigación se orienta a la estabilización de la subrasante con adición de CFL provenientes de la industria ladrillera, centrándose en el aprovechamiento de las cenizas para mejorar la gestión de residuos de los mismos y aumentar la resistencia del suelo. Esta práctica también ayuda a reducir la contaminación ambiental a través del reúso de cenizas industriales desechados provenientes de las ladrilleras ubicadas en el distrito de San Jerónimo, ya que posee la mayor

producción de ladrillos, a nivel de Cusco.

Asimismo, este aprovechamiento del uso de CFL, minimiza el uso de explotación de canteras para material de préstamo, el cual produciría una destrucción completa de los hábitats, alterando el paisaje a largo plazo o irreversiblemente.

1.5.3. Justificación económica

Desde el punto de vista económico, al presentar un material inadecuado en la vía de estudio, lo convencional es reemplazar total o parcialmente ese material con otro de préstamo de canteras cercanas a la zona, lo que involucra a mayores gastos de operación en cuanto a movimiento de tierras y conformación de subrasante, aumentando el costo total de la obra, para lo cual mediante esta investigación se plantea utilizar el material inadecuado encontrado in situ y mejorarlo mediante la adición de cenizas provenientes de ladrilleras, obteniendo un material mejorado y reduciendo gastos de operación y maquinarias.

1.5.4. Justificación Técnica

En cuanto a la ceniza, existen estudios que han determinado su eficacia en la estabilización de suelos en porcentajes de hasta el 50 % (Aguilar y Bravo, 2020). Asimismo, mediante el análisis teórico de varias investigaciones se establece un buen desempeño mediante la reutilización de cenizas proveniente de industrias ladrilleras, generando un material técnica y tentativamente factible para usarlo en la estabilización de suelos.

El estudio se centra en la estabilización de subrasante mediante la adición de cenizas de fondo de ladrilleras. Para ello se evaluarán diferentes adiciones de porcentajes de CFL y determinar técnicamente la mejor dosificación estabilizante que cumpla los requisitos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (R.D. N.º 10-2014-MTC/14).

Por otro lado, en el aspecto académico, el presente estudio servirá de soporte como antecedente para futuras investigaciones y estudios relacionados al mejoramiento de la subrasante vial para la carrera de Ingeniería Civil.

1.5.5. Justificación institucional

Desde el punto de vista institucional, según el portal de transparencia del Ministerios de Economía y Finanzas, para el año 2023 la Municipalidad Distrital de Caicay, tuvo un Presupuesto inicial de apertura (PIA) aprobado por su respectivo Titular de 5,558,503 soles, de

los cuales durante el periodo del 2023, no se realizó ninguna inversión en cuanto a la función de transporte, teniendo como prioridad la ejecución de proyectos de salud y educación, sin embargo debido a la necesidad de la población de tener mejores condiciones de transporte, se realizó la presente investigación, a fin de dar una solución al problema que afecta a los pobladores del lugar.

1.5.6. Justificación ética

Desde el punto de vista ético, la presente investigación se basó en lineamientos establecidos por la Universidad Católica de Santa María, protegiendo la propiedad de autoría citando de manera apropiada, asimismo el desarrollo de los ensayos en el laboratorio de la universidad, fue guiado con los conocimientos de un asesor, de igual manera se contó con el apoyo de los pobladores de la zona, los que autorizaron realizar las calicatas y obtener las muestras de suelo, para su respectivo estudio.

1.6.LIMITACIONES

El presente estudio se desarrolló en el periodo del año 2023 - 2024 y estuvo limitado al camino vecinal - tramo Emp CU 1364 del distrito de Caicay de la provincia de Paucartambo de la región del Cusco. La investigación solo se efectuó en el tramo de muestra, con la cantidad de puntos de estudio que indica la norma del MTC, debido a que los ensayos se realizarán a nivel de laboratorio, siendo financiado con recursos propios.

Para la recolección de CFL se realizó el acopio y limpieza con herramientas manuales, para luego proceder a zarandear y tamizar con la malla N 200, asimismo se usó equipo de protección personal, debido a las partículas finas expuestas en el aire, propio del trabajo realizado.

1.7.Definición de Variables

1.7.1. Variable Independiente

- Ceniza de Fondo de ladrilleras (CFL)

1.7.2. Variable dependiente

- Estabilización de suelos: Comportamiento físico, mecánico y microestructurales de las mezclas de suelo estabilizado con ceniza proveniente de ladrilleras.

1.7.3. Cuadro de Operacionalización de las variables

Tabla 1.
Operacionalización de Variables

Tipo de Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos
Variables Independientes: Ceniza de Fondo de ladrilleras (CFL)	Según, Aguilar y Bravo (2020), mencionan a las cenizas de fondo como, un subproducto de la combustión del eucalipto y el carbón, asimismo mencionan que la composición química de las cenizas de fondo, luego de la alta temperatura de combustión producto de la quema de madera y carbón, pueden generar sílice, anhídrita, aluminatos de calcio entre otros.	Las “Ceniza de fondo de ladrilleras”, son producidas en la cama inferior de los hornos ladrilleros, por lo cual se medirá esta variable mediante el tamizado el tamaño de las partículas de ceniza de fondo, para la dosificación por porcentaje de peso del suelo seco.	Dosificación	Porcentaje de adición de CFL	%	Análisis de SEM con EDS
				Mejor porcentaje de adición de CFL	%	
			Tamaño de la ceniza de fondo	Pasante malla 200 mm	mm	
			Actividad puzolánica	Composición química	%	
Variable Dependiente: Estabilización de suelos	Según, Canario (2020) señala que la estabilización consiste en mejorar, a través de un tratamiento físico o químico, las características físicas y mecánicas del suelo, teniendo como finalidad alcanzar una mayor resistencia con un suelo estable y disminuir su plasticidad.	La estabilidad de suelo, es el proceso de mejorar las propiedades inadecuadas de un suelo, para obtener una resistencia mayor, esta variable se medirá mediante el desarrollo de ensayos para hallar las propiedades físicas, propiedades mecánicas y por último para el análisis de su composición microestructural, se realizará el análisis de Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) y Espectroscopia de rayos X de energía dispersa (EDS)	Propiedades físicas	Contenido de humedad	%	Ensayos basados en las normas MTC y ASTM.
				Análisis Granulométrico	SUCS - AASHTO	
				Límite líquido (LL), Límite plástico (LP), Índice de plasticidad (IP)	%	
			Propiedades mecánicas	Gravedad Específica.		Formatos de informe de datos de acuerdo a lo estipulado en el laboratorio de la Universidad Católica de Santa María
				Proctor modificado	gr/cm3, %	
				Compresión simple no confinada	Kg/cm2	
				Capacidad de soporte del suelo	%	
			Propiedades microestructurales	Caracterización de sus componentes químicos	%	Análisis de SEM con EDS

Nota: Elaboración propia.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Locales

Pineda et al., (2022) en la tesis titulada "Caparazón de almejas, ceniza de eucalipto y cal en la sub-base para estabilizar suelos arcillosos, Avenida Arequipa, Yarabamba – Arequipa, 2022", investigaron cómo la adición de caparazón de almejas, ceniza de eucalipto y cal en la sub-base influye en la estabilización de suelos arcillosos en la Avenida Arequipa, Yarabamba. La investigación tuvo un diseño cuasi experimental, las proporciones de las variables independientes fueron: caparazón de almeja (15, 30, 45%), ceniza de eucalipto (4%) y cal (5%) se establecieron mediante el sistema factorial resultando 16 combinaciones, y posteriormente realizaron los ensayos físico- mecánicos, indicados por el MTC, para la obtención del caparazón de almejas, se realizó mediante un proceso de trituración, obteniendo tamaño de 80 a 200 mm, la ceniza de eucalipto lo obtuvieron de un horno convencional calcinado a 700 C, a ambos materiales se realizó el análisis de microscopia electrónica de barrido. En la etapa del diseño y dosificación de los especímenes, se determinó realizar los ensayos a la calicata más crítica, Los resultados principales fueron: un aumento significativo en la resistencia del suelo, con un CBR del 32% en comparación con el 3.9% del suelo patrón, con una dosificación de 30% de caparazón de almeja, 4% de ceniza de eucalipto y 5% de cal. Otros valores importantes incluyen el Límite Líquido con un valor de 28%, Límite Plástico de valor de 18%, densidad máxima del 1.958 gr/cm³ y un contenido de humedad del 12.5%. Concluyendo que la adición de caparazón de almeja, ceniza de eucalipto y cal mejoró significativamente la resistencia del suelo, siendo la combinación E15 (A30% + CE4% + C5%) la que arrojó los mejores resultados. La investigación destaca por su enfoque en la mejora de suelos arcillosos, utilizando recursos locales como el caparazón de almejas, ceniza de eucalipto y cal.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Aguilar et al, (2020), en la tesis titulada "Evaluación de las cenizas de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo- Cusco", tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de cenizas de fondo en el proceso de estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante, proveniente de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo. El diseño de investigación es experimental, por lo cual se realizaron ensayos de laboratorio para caracterizar los materiales, según lo que indica las

normas MTC, realizándose la extracción de muestra de 2 calicatas, los suelos se clasificaron como: C1 siendo un suelo arcilloso A-6, según AASHTO y según SUCS siendo una arcilla de baja plasticidad, la calicata C2 se clasificó como un suelo arcilloso A-6, según AASHTO y según SUCS como una arcilla de alta plasticidad, para luego adicionar cenizas de fondo de horno ladrillero en porcentajes de 30%, 40% y 50%. Finalmente determinaron las propiedades del suelo mezclado con ceniza de fondo tales como el índice de plasticidad, ensayo Proctor modificado y CBR. Los resultados indicaron que hubo una mejora en los suelos estabilizados con la ceniza, reduciendo los índices de plasticidad, aumentando el contenido de humedad óptimo y disminuyendo la densidad máxima seca, por ello la calicata 1 con adiciones de 30%, 40% y 50%, presentó los siguientes CBR 43,31%, 45,80% y 49,12%, respectivamente y la calicata 2 con adiciones de 30%, 40% y 50%, obtuvo valores de CBR 28,46%, 42,14% y 46,28 %, respectivamente, cumpliendo con los parámetros de la NTP CE.010 (Pavimentos Urbanos). El estudio contribuyó a la presente investigación en cuanto a la información acerca de la ceniza de fondo y la finura que se usó, siendo el material pasante por la malla 200, teniendo en consideración que el lugar de acopio del residuo es el mismo, para el presente.

Ayala G. et al, (2019), en el artículo científico "Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos", se evaluó los efectos producidos por las cenizas de fondo de ladrillera artesanal (CFLA) producto de la quema de carbón y madera en el comportamiento mecánico de los suelos arcillosos, en primera instancia se realizó la caracterización de las propiedades del suelo, con ensayos de granulometría, límites de Atterberg, gravedad específica de los sólidos, Proctor modificado y CBR, la caracterización química del suelo y las cenizas, se realizó por medio de la difracción de rayos X, los porcentajes utilizados de CFLA fueron 0, 10, 20, 30 y 40% respecto al suelo, según la clasificación SUCS, el suelo es una arcilla de baja plasticidad, con un alto contenido de oligoclasa y cuarzo, asimismo la caracterización físico- química de la CFLA lo clasifica de tipo F, conteniendo propiedades puzolánicas, por ello al estar en contacto con hidróxidos alcalinos reaccionaria y conformaría compuestos cementantes, esta ceniza tuvo una gravedad específica de 2.51, no plástico, con 29% de estructura amorfa, para la estabilización se usó el material pasante la malla 200, al haber sido un material barrido y acopiado se observó bastante contaminado, asimismo no se realizó el análisis por tamizado siendo irrelevante por ya tener el tamaño de partícula definido, la influencia de la CFLA se evaluó mediante los ensayos de compactación de Proctor modificado y CBR. Se observó que mientras aumenta la proporción de cenizas en la mezcla hasta el 20%, decrece la Máxima Densidad Seca (MDS), pero con 30

y 40% tiende a aumentar, así como el Optimo Contenido de Humedad (OCH), debido a que la ceniza absorbió la humedad, el suelo sin cenizas tiene un CBR DE 2.2% clasificándose como insuficiente respecto a la subrasante. Los resultados indican que el óptimo valor de combinación es del 20% de CFLA, aumentando de 2.2% a 9.5% el CBR, también presento una disminución de la expansión de 4.6% a 1.1%. El estudio contribuyo a la presente investigación en cuanto a la información de la composición físico- química y mineralógica de la ceniza, teniendo en consideración que la CFLA fue producto de la quema de madera, el material a usarse fue el pasante por la malla 200 y finalmente se realizó la evaluación de las propiedades mecánicas con los ensayos Proctor modificado y CBR.

Prada T. (2023) se propuso mejorar el desempeño estructural y reducir el impacto ambiental de la construcción de carreteras sin pavimentar. El enfoque del estudio fue experimental y se centró en la Adición de Ceniza de Bagazo (CBCA) como estabilizador. Se realizaron ensayos de Índice de Soporte de California (CBR) y Ensayos de Compresión Libre (UCS) en muestras de arcilla estabilizadas con diferentes porcentajes de CBCA (2,5%, 5,0%, 7,5% y 10, 0%). Los resultados indicaron que el CBCA alcanzó su máxima resistencia a una temperatura de combustión de 650 °C, con una carga máxima de 6,56 kg/cm². El suelo original presentaba características físicas de franco arenoso, y los ensayos de CBR mostraron que el porcentaje óptimo de CBCA fue del 7,5%, lo que aumentó el CBR inicial del suelo en aproximadamente un 30%, pasando del 13,12% al 17,06%. La adición de ceniza de bagazo como estabilizador muestra una estrategia interesante, ya que utiliza un subproducto agrícola para mejorar la resistencia de la arcilla, de manera similar en esta investigación se buscó usar un subproducto de la industria ladrillera.

Aedo et al, (2023), en la tesis titulada "Uso de cal viva como estabilizante de la subrasante del suelo arcilloso en la construcción del aeropuerto Internacional Chincheros", tuvo como objetivo determinar la influencia de la cal viva (óxido de calcio) en la estabilización de suelos arcillosos. El diseño de investigación es experimental, por lo cual se realizaron ensayos de laboratorio para caracterizar los materiales según lo que indica las normas MTC, realizándose la extracción de 5 muestras de la zona de corte, teniendo una clasificación SUCS promedio de arcillas de baja plasticidad (CL) y una clasificación AASHTO promedio A- 6(12), los resultados de los ensayos de Limite Liquido (LL), Limite Plástico (LP), Limite de Contracción (LC) e Índice de Plasticidad (IP), varían en el rango de 35.33% al 40.90%, 20.25% al 27.29%, 8.04% al 17.59% y 15.04% al 23.04%, respectivamente, obtuvieron una gravedad especifica entre el rango de 2.67 al 2.70, asimismo considerando su granulometría de los suelos

se utilizó el método A para la compactación del suelo, realizándose el ensayo de Proctor estándar, se halló densidades máximas entre 1.741 gr/cm³ al 1.798 gr/cm³ y contenido de humedad optimo entre 13.05% al 14.38% y valores de CBR entre 3.55% al 5.79%, no cumpliendo para uso como subrasante en la construcción del aeropuerto, en la fase experimental se realizó pruebas de pH suelo – cal viva, con los distintos porcentajes de adiciones de cal viva de 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7% y 8% por peso del suelo, para determinar los porcentajes ideales que alcancen un pH mínimo de 11 llegando idealmente a 12.4, después de realizado dicho ensayo se obtuvo un ideal de 6% de cal viva en peso, sin embargo, también se consideró al 3% siendo un menor porcentaje, debido a que genera un cambio en la curva de resultados de pH, para luego adicionar estos porcentajes y obtener los siguientes resultados, en cuanto a la adición al 3% de cal viva, los LL, LP e IP, se encuentran en un rango de 32.67% al 36.97%, No Presenta (NP) al 32.27%, NP al 6.23% y para una adición del 6% de cal viva, se obtuvo para el LL en un rango de 28.38% al 34.05%, LP e IP, no presentan, para la densidad máxima al 3% y 6% de cal viva, se obtuvo en un rango de 1.651 gr/cm³ al 1.739 gr/cm³ y 1.611 gr/cm³ al 1.7 gr/cm³, respectivamente, en cuanto al contenido de humedades optimas se halló entre el 17.01% al 17.63% y 18.85% al 19.34%, respectivamente, por último se realizó el ensayo de CBR al 3% y 6% de cal viva, hallándose valores entre 13.1% al 19.10% y 25.1% al 31.8%, presentando una mejora de la subrasante. Este estudio es relevante en cuanto a la información obtenida de la caracterización del suelo que contiene arcillas, el cual se pretende estabilizar en la presente investigación, asimismo se utilizó el ensayo de pH, para determinar los porcentajes ideales para la adición de cal viva en la mezcla estabilizadora.

Zamora R., (2022), en la tesis titulada "El yeso de Morrope como aditivo alternativo para la estabilizacion de suelos arcillosos expansivos", tuvo como objetivo, determinar los efectos que produce el yeso de Morrope como un aditivo alternativo. La investigación se centró en la utilidad del yeso de Morrope como un agregado para estabilización, el diseño es experimental de subtipo cuasiexperimental, se caracterizó los suelos expansivos mediante los análisis térmico diferencial, difracción de rayos X, análisis químico y microscopia de barrido electrónico (MEB), asimismo uso la bentonitas de Ignacio Escudero, que lo caracterizó como suelos arcillosos expansivos, usando una parte de los finos de la bentonita, realizó el ensayo de compactación estándar, obteniendo el óptimo contenido de humedad y densidad máxima, para los ensayos de resistencia a la compresión simple realizo una mezcla de la bentonita con la parte fina del yeso en los distintos porcentajes propuestos y procedió a curarlo por 15 días, para finalmente determinar por medio de los ensayos, las variaciones de sus propiedades físicas,

como: límites de consistencia (ASTM D4318, 2005), ensayo de índice de expansión libre (IEL) (INV E- 32), ensayo de resistencia a la compresión simple (ASTM D2166, 2000), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el Método de acetato de amonio, mediante la Difractografía de rayos X (DRX) de la muestra de yeso, resulto que está compuesto por 56,16% anhidrita, 41,03% basanita y 2,81% yeso, asimismo la bentonita, se compone de 37,78% de arcilla montmorillonita, seguido de cristobalita y en % menores de cuarzo, moscovita y calcita, la proporcionalidad de las mezclas fueron de bentonita 100, 97,50, 95, 92.5 y 90% y del yeso 0, 2,50, 5, 7,50 y 10%, respectivamente, realizó el ensayo de compactación estándar de la bentonita no tratada, obteniéndose un 27,86% de óptimo contenido de humedad y 1,27 gr/cm³ de máxima densidad seca, con estos datos se realizó los ensayos de compresión simple. Los resultados indicaron que con una dosificación de 7,50% de yeso, obtuvo una reducción máxima del límite líquido de 155,92% a 116,06% e índice de plasticidad de 121,66% a 88,36%, asimismo con la misma dosificación se obtuvo una resistencia máxima de 8,68 kg-f/cm², aumentándose un 115,92%. Por último, la óptima dosificación de la mezcla lo establece dentro de un rango de 5% +/- 2,50% de yeso en la bentonita. El estudio contribuyo a la presente investigación en cuanto a la información acerca de los suelos arcillosos, el tiempo de curado de las materias primas y la caracterización química- mineralógica.

Mamanchura E., (2022), en la tesis titulada "Influencia del uso de cenizas volantes en la estabilización de suelos para la pavimentación en la Av. Alfonso Ugarte, distrito de San Antonio- Moquegua, 2021", tuvo como objetivo, determinar la influencia del uso de cenizas volantes en la estabilización de suelos, mediante un estudio experimental. El diseño de investigación es cuasi- experimental, ya que realizo distintas combinaciones de porcentajes de ceniza volante, por lo cual realizo ensayos de laboratorio para caracterizar los materiales, sujetos a la Norma Técnica Peruana y regidas por el MTC, realizo la extracción de muestra de 03 calicatas los cuales se clasificaron como arena arcillosa (SC), según SUCS y según clasificación AASHTO las calicatas 01 y 03 como suelo A- 2- 4 y la calicata 02 como suelo A- 2- 6, para luego adicionar cenizas volantes el cual es un producto residual del procesamiento de una planta de agregados, de donde extrajo dos muestras los cuales según clasificación SUCS es arena limosa (SM) y según AASHTO, se clasifico como A- 2- 4, estas cenizas volantes se adicionaron en porcentajes de 10%, 15% y 20%, hallándose los limites líquido, plástico e índice de plasticidad y en base a estos resultados se determinó mediante el método gráfico, la mezcla optima del suelo con la ceniza volantes, resultando el 22% de ceniza volante como la más optima. Finalmente determino las propiedades del suelo mezclado con ceniza volante

realizando ensayos de índice de plasticidad, ensayo Proctor modificado y CBR. Los resultados indican que mejoro los suelos estabilizados con la ceniza, disminuyendo los índices de plasticidad, el contenido de humedad óptimo y aumento la densidad máxima seca, por ello la calicata en estudio con adiciones de 0%, 10%, 15%, 20% y 22%, presento los siguientes CBR 5.3%, 6.85%, 7.32%, 8.74% y 9.6%. El estudio contribuyo a la presente investigación en cuanto a la información acerca de las características del suelo SC, que es parte de la presente investigación, asimismo, proporciona una alternativa de ceniza volante para la optimización de las características del suelo a estabilizar.

Maquera y Aquino (2021), desarrollaron la investigación, “Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera Acora – Jayujayu, Acora, Puno – 2021”, con el objetivo de determinar en qué medida la adición de cal y ceniza volante influye en la estabilidad de suelos arcillosos en caminos vecinales, específicamente en la carretera Acora – Jayujayu. Los resultados principales mostraron que el suelo natural tuvo una resistencia al corte no confinado de 1.85 Kg/cm², una densidad máxima seca (DMS) de 18.55 kN/m³, un CBR al 100% de la DMS del 28%, un límite de contracción del 29%, una humedad óptima del 11.55%, e índice de plasticidad de 15.56%. La dosificación de 5% de cal (C) y 16% de ceniza volante (CV) presentó los mejores resultados, incluyendo una resistencia al corte no confinado de 9.11 Kg/cm², DMS de 19.30 kN/m³, CBR al 100% de la DMS del 87%, un límite de contracción del 8%, una humedad óptima del 14,90%, e índice plástico de 5,14%. La conclusión general del estudio fue que la adición de cal y ceniza volante en diferentes proporciones mejoro las propiedades físicas y mecánicas para la conformación de afirmados, y la dosificación de 5% de cal y 16% de ceniza volante (5%C+16% CV) obtuvo los mejores resultados. El estudio contribuyo en el planteamiento de la dosificación de los materiales estabilizadores para lograr mejoras significativas en las propiedades del suelo (5%C+16%CV), este aporte a determinar los porcentajes de ceniza a usar en la presente investigación.

2.1.3. Antecedentes internacionales

Karim M. et al, (2020), en el artículo científico "Optimization of Soil to Fly-Ash Mix Ratio for Enhanced Engineering Properties of Clayey Sand for Subgrade Use", en esta investigación determinaron la proporción óptima de mezcla de suelo y cenizas volantes para usarse como subrasante de carreteras, realizando una secuencia de ensayos en laboratorio conformado por: Límites de Atterberg, prueba Proctor, Resistencia a la compresión ilimitada

(UCS) y Consolidación libre, las cenizas lo recolectaron de una planta de energía local de Georgia y el suelo de estudio fue recolectado de un sitio de construcción en el condado de Cobb, se clasificó mediante AASHTO, como un suelo A-7-5, asimismo mediante SUCS como arena arcillosa (SC), las pruebas de UCS y de consolidación lo realizaron con el óptimo contenido de humedad, mediante estos ensayos se determinó los índices de compresión e hinchamiento. Para la estabilización de suelo adicionaron 40%, 50% y 60% de ceniza volante de clase F, resultando para el ensayo de Proctor estándar en un rango de 15% al 20.5% de Contenido de humedad óptimo (OMC) y un rango de 1648 a 1823 kg/m³ de Densidad seca máxima (MDD), el suelo con una adición del 40% obtuvo una mayor MDD en comparación con las otras mezclas y el suelo patrón. Para el 50% y 60%, disminuyó el OMC y MDD estos respecto a la adición del 40%, en el ensayo de UCS, se realizó el curado en periodos de 0, 2, 8 y 28 días a temperatura ambiente, resultando un aumento en la resistencia durante el periodo de 8 días, disminuyendo hasta el día 28. Los resultados de los Límites de Atterberg, específicamente del índice de plasticidad (PI) con adición del 40%, 50% y 60% de cenizas dio como resultados 12%, 10% y 5%, respectivamente, causando una reducción del hinchamiento volumétrico del suelo, en cuanto al OMC y MDD se tuvo que con la adición del 40% y 50% proporcionan una máxima compactación, en cuanto al ensayo de UCS con una adición de 50% obtuvo una mayor resistencia. El estudio contribuyó en la investigación para la realización de los ensayos de los límites de Atterberg y UCS para establecer las propiedades del suelo, por lo cual se consideró un periodo de curado óptimo de 7 días, para la determinación del ensayo de compresión asimismo se realizó especímenes triplicados, para hallar el valor promedio, se planteó para el estudio, la adición de 10%, 20% y 30% de ceniza, esto para maximizar el uso y beneficio.

Shirkhanloo et al., (2021), en el artículo científico "A Comparative Study on the Effect of Class C and Class F Fly Ashes on Geotechnical Properties of High-Plasticity Clay", el objetivo de la investigación fue comparar los efectos de las cenizas volantes clase C y clase F, para mejorar las propiedades geotécnicas de las arcillas, realizaron una secuencia de ensayos en laboratorio obteniendo resultados para el Límite líquido (L.L.), Límite Plástico (L.P.) e Índice de plasticidad (I.P.), valores de 61%, 21% y 40%, respectivamente, una gravedad específica de 2.67, una densidad seca máxima de 16.6 kN/m³ y humedad óptima de 18.1%, resistencia a la compresión ilimitada (U.C.S.) de 235 kPa y CBR saturado de 3%, la gravedad específica de las cenizas clase C y clase F fueron de 2.10 y 2.22, respectivamente, en este estudio, se mezclaron las cenizas de clase C y F por separado con adiciones de cenizas de 10%, 15%, 20%, 25% y 30% por peso de la arcilla. Los resultados del ensayo de L.L., indicaron que

a medida que aumentan las adiciones de cenizas hasta el 25% presentaron una disminución, este mismo fenómeno ocurrió con el I.P, teniendo la ceniza de clase C un mejor efecto en el cambio de los Límites de Atterberg, que la ceniza de clase F, en el ensayo de compactación, se observó que al aumentar las cenizas volantes, la densidad seca máxima disminuye y el contenido de humedad óptima aumenta, bajo esta premisa al adicionar un 30% de las cenizas clase C y F, la densidad seca máxima disminuyó de 16.6 KN/m³ a 15.1 y 15.3 KN/m³, respectivamente y aumento el contenido de humedad óptima de 18.1% a 20% y 19.4%, respectivamente, en la prueba de U.C.S., se obtuvo la máxima resistencia con una adición del 25% de cenizas volantes, esta tendencia se dio a los 7 y 28 días de curado, asimismo la mayor resistencia se dio para la muestra estabilizada con ceniza de clase C que las cenizas de clase F, y por último en el ensayo de CBR con una adición del 25% de ceniza de clase C y clase F, obtuvieron valores de 32.7% y 22.8%, respectivamente, teniendo un comportamiento similar al del ensayo de U.C.S. La información de las características químicas de la ceniza de clase C y clase F y la composición química de la arcilla, contribuyó al presente estudio, teniendo como resultados 51.4% de SiO₂, 26.8% Al₂O₃ y 11.2% Fe₂O₃, los cuales sirvió para la clasificación del tipo de ceniza volante que se obtuvo de los hornos de ladrilleras.

Turan et al., (2022), en el artículo científico " Effects of Class C and Class F Fly Ash on Mechanical and Microstructural Behavior of Clay Soil- A Comparative Study", se evaluó los efectos de las cenizas volantes de clase C y F, a través de su comportamiento mecánico, microestructural y estabilización de suelo arcilloso (caolinita), mediante una secuencia de experimentos realizados en laboratorio que fueron: ensayo de compactación, resistencia a la compresión ilimitada (UCS), triaxial consolidado- no drenado y consolidación unidimensional, el suelo de estudio fue polvo de caolinita (arcilla china) se clasificó mediante el sistema británico, como suelo arcilloso con plasticidad intermedia (CI), se realizó el ensayo de Proctor estándar obteniendo un 21% de óptimo contenido de humedad y 15,20 KN/m³ de peso unitario seco máximo, asimismo se realizó un análisis de difracción de rayos X, encontrándose minerales de caolinita, cuarzo e illita, por otro lado se obtuvo las cenizas de clase C de la empresa MUEG en Alemania (Braunsbedra) y las cenizas de clase F de Power Minerals Ltd. Reino Unido (Birmingham), siendo el tamaño de sus partículas similar al limo, por tanto es No plástico, la gravedad específica de la ceniza volante C y F fueron 2,4 y 2,32, respectivamente, mediante la caracterización por difracción de rayos X se encontró en la ceniza de clase C (cuarzo, cal, labradorita, anhídrido) y para las cenizas de clase F (mullita y cuarzo), la morfología de ambos es fina y esférica. Para la estabilización de suelo se adicionaron en 5, 10,

15, 20, 25 y 30% de ceniza volante, los tiempos de curado para las pruebas de UCS fueron de 1, 7 y 28 días, para el ensayo triaxial, se realizó con el 15 y 25% de ceniza, basado en los resultados obtenidos en el ensayo de UCS. Los resultados indicaron que la caolinita (suelo sin estabilizar), tuvo a los 1, 7, 28 días, las resistencias de 175 kPa, 180 kPa, 204 kPa, respectivamente. Se definió el 25% de ceniza tanto C y F como el óptimo porcentaje de dosificación que aumentó la resistencia a la compresión, para los periodos de curado de 1, 7, 28 días, con la ceniza clase C, se obtuvo resistencias de 294 kPa, 506 kPa, 593 kPa, respectivamente y con las cenizas de clase F, se obtuvo las resistencias de 246 kPa, 259 kPa, 325 kPa, respectivamente, por último mediante los resultados de los ensayos triaxiales, los ensayos de consolidación unidimensional y el análisis SEM, se estableció que la ceniza de clase C mejoró las propiedades mecánicas de la caolinita y es más efectiva por sus propiedades cementosas. Este estudio contribuye, acerca del tiempo del mezclado de los materiales e inmediata compactación, debido a la rápida reacción de hidratación de las cenizas volantes, las cuales se pueden unir en estado suelto con el suelo y alterar el material durante el ensayo.

Flores et. al (2016), se enfocó en la estabilización química de suelos expansivos en San José de Cúcuta, Colombia. La zona estudiada había experimentado daños en construcciones livianas debido a la expansión y retracción del suelo, causada por variaciones constantes en la humedad. Para abordar este problema, propusieron el uso de cenizas volantes como aditivo químico. El estudio evaluó las ventajas y desventajas de esta técnica. Las cenizas volantes utilizadas se obtuvieron de la empresa Termotasajero S.A. de la misma ciudad. Se llevaron a cabo pruebas para determinar los límites de consistencia, humedad, relaciones de contracción, granulometría, gravedad específica y ensayo de Proctor estándar. Los resultados revelaron un comportamiento descendente en los datos de humedad de los estratos estudiados. Además, se analizó el área superficial específica de las cenizas volantes. Se clasificó el suelo de la zona estudiada como arcilla de alta plasticidad (CH) con un alto contenido de capacidad de intercambio catiónico, y se determinó que el potencial de expansión de las arcillas era alto a muy alto según la normativa NSR 98 Título H. El índice de plasticidad mostró una disminución en valores que oscilaban entre 30% y 40%, cuando se usaba un 30% de mezcla en volumen de cenizas, lo que sugiere la formación de hidratos mediante reacciones puzolánicas con la arcilla. Se concluyó la necesidad de realizar análisis de difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica para determinar la composición mineralógica exacta y la estructura microscópica, lo que podría ayudar a confirmar o descartar la alta expansividad del suelo. Los resultados mostraron una reducción en el índice de plasticidad, lo que sugirió una mejora en las

propiedades del suelo.

2.2.BASES TEÓRICAS

2.2.1. *Suelo arcilloso*

Se define como un material heterogéneo, compuesto de minerales propios de la arcilla y otras sustancias, incluyendo fragmentos de roca, óxidos hidratados, geles y sustancias orgánicas, presentando partículas menores a 2 micras, químicamente está constituida por aluminosilicatos, elementos alcalinos y alcalinotérreos (Besoain E. , 1985).

La estructura de las arcillas se caracteriza por la disposición de los átomos en formas de láminas, hay dos tipos de disposición: la aluminica y la silícica, la lámina aluminica, está compuesto por un átomo de aluminio enlazada con seis átomos de oxígeno, formando un octaedro, la lámina silícica está formado por un átomo de silicio y tres de oxígeno formando un tetraedro, estos átomos se agrupan en patrones hexagonales, repitiéndose indefinidamente y constituyendo una red laminar.

La arcilla es producto final de la descomposición química de diferentes minerales, principalmente de silicatos y aluminio, posee un peso específico entre el rango de 2.60 y 2.75. Asimismo, estos suelos se encuentran en zonas de alta precipitación, teniendo como característica su alta retención de contenido de agua y baja resistencia en el lugar. Por lo que experimenta cambios de humedad que tienden a contribuir al cambio volumétrico.

2.2.1.1. **Propiedades del suelo arcilloso**

Según Besoain (1985), las propiedades con mayor relevancia son el tamaño y su morfología laminar. Indica que, “a menor tamaño, mayor es la superficie específica y más intensas son las propiedades, por lo que podemos determinar que la arcilla es más activa que el limo y la arena” (p. 27).

Plasticidad:

Esta característica principal de los suelos arcillosos, se refiere a la capacidad de la arcilla que al ser combinada con agua puede mantener casi cualquier forma. Esta propiedad es causada por el agua que forma una capa sobre las partículas del suelo cuando se expone a la humedad, generando un efecto lubricante. Las arcillas presentan diversos grados de plasticidad debido a diferencias en su tamaño de partículas y morfología laminar.

Superficie específica:

Los suelos arcillosos poseen una alta superficie específica, que se define como el área total de la suma de la superficie exterior e interior de las partículas por unidad de masa.

Hidratación e hinchamiento:

Este fenómeno de hidratación y deshidratación es una propiedad característica de las montmorillonitas, donde el grado de hidratación está relacionado a la naturaleza del catión interlamina y a la carga de la lámina, el hinchamiento se produce debido a la absorción de agua, que ingresa a los espacios interlaminares, separando las láminas, generando fuerzas electrostáticas de repulsión entre las láminas (Dirección General de Desarrollo Minero de México, 2017).

Tixotropía:

Se trata del fenómeno para perder resistencia durante el amasado y recuperarla en el tiempo, los suelos arcillosos tixotrópicos pueden llegar a convertirse en líquidas cuando se les amasa, pero recuperan su cohesión cuando se deja en reposo, este fenómeno se observa cuando el contenido de agua del suelo arcillo está próximo a su límite líquido, y en caso se encuentre en su límite plástico, no se podrá mostrar un comportamiento tixotrópico.

Capacidad de absorción:

La absorción de moléculas se almacena en los espacios interlaminares de las arcillas, esta propiedad está estrechamente relacionada con las características texturales, incluyendo la superficie específica y la porosidad, por lo que se trata de un proceso físico como la retención por capilaridad, asimismo la absorción y la adsorción no suelen ocurrir de manera aislada, ya que la adsorción implica una interacción química entre el adsorbente (arcilla) y el líquido adsorbido (adsorbato) (Gómez y Parra, 2015).

Capacidad de intercambio catiónico:

Es un fenómeno reversible que se caracteriza por la capacidad de cambiar iones fijados en los espacios interiores, en la superficie externa de los cristales o en los espacios interlaminares, por otros presentes en soluciones acuosas envolventes, debido a este fenómeno permite que las propiedades mecánicas del suelo varíen al modificar la cantidad de cationes ligados, generando una variación en espesores de película superficial, asimismo si el PH es inferior, la actividad de intercambio catiónico será mayor, además, conduce a un aumento en la velocidad y concentración de la solución que circula a través del suelo (Calero et al., 2016).

Color:

La arcilla viene en una variedad de colores, desde el blanco (el más puro) hasta el gris, azul, negro, amarillo, rojo o marrón. El color no depende del contenido de sílice y alúmina sino de impurezas minerales y orgánicas como óxido de hierro, óxido de cobalto, óxido de cobre, pentóxido de vanadio, óxido de cobalto y óxido de manganeso.

2.2.1.2. Clasificación de las arcillas

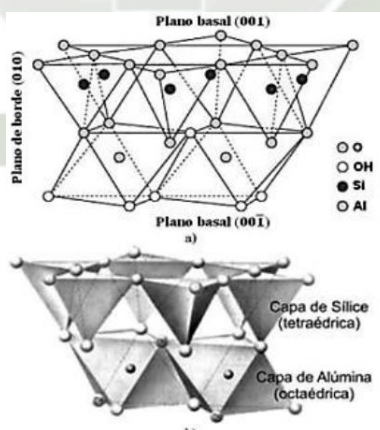
Duque y Escobar, (2016), clasifican a las arcillas en grupos minerales definidos, caolinita, illita y montmorillonita, donde participan estructuras octaédricas y tetraédricas.

Caolinita:

La caolinita es el grupo principal de arcillas que se caracteriza por su estabilidad. Tienen una estructura catiónica de dos capas conocida como arcilla 1:1, como se observa en la Figura 2, presenta capas tetraédricas y octaédricas de láminas aluminicas y silícicas. Estas arcillas son moderadamente plásticas, permeables y se caracterizan por una alta fricción interna, por lo que no presentan gran expansión cuando se satura. Ejemplos de caolinita incluyen halloysita, endellita, dickita, alofano, nacrita y anoxita.

Figura 2.

Estructura de la caolinita



Nota. Tomado de Effect of collector, pH and ionic strength on the cationic flotation of kaolinite, por Ma et al., 2008.

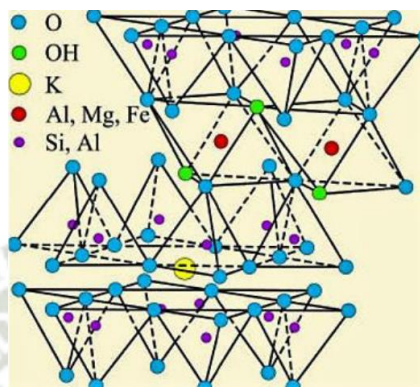
Illita:

La illita es una arcilla 2:1, su estructura como se observa en la Figura 3, consta de láminas de óxido de aluminio intercaladas entre dos láminas de SiO_4 , conectadas por iones de potasio para garantizar la estabilidad, debido a que se forman grumos de material dentro de su

composición interna, reduce el área expuesta al agua, limitando la propiedad de expansión. Su coeficiente de fricción interna y su permeabilidad son intermedios entre caolinita y montmorillonita.

Figura 3.

Estructura de la Illita



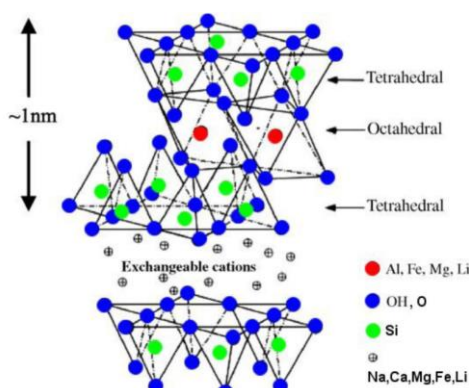
Nota. Tomado de Modificación de la capacidad de Intercambio Catiónico a través de la aplicación de coloides en el suelo, por Pérez, 2008

Montmorillonita:

La montmorillonita es una arcilla 2:1, tiene una estructura como se observa en la Figura 4, similar a la de las Illitas, ya que entre las capas de sílice se encuentra brucita o gibbsita y esta estructura se repite infinitamente. Debido a la frágil interacción molecular entre las partículas, da como resultado una inestabilidad, especialmente en presencia del agua, generando un aumento en el volumen de los cristales lo que ocasiona una expansión del suelo. La montmorillonita es muy maleable y se contrae al secarse, aumentando su durabilidad e impermeabilidad.

Figura 4.

Estructura de la Montmorillonita



Nota. Tomado de Nanoencapsulation, Nano-guard for Pesticides: A New Window for Safe Application, por

Nuruzzaman et al., 2016)

2.2.2. Cenizas volantes

Las cenizas se obtienen por la combustión de madera o corteza de madera en diferentes industrias de fabricación, las características de las cenizas varían gradualmente dependiendo del método de combustión y forma de sus partículas.

La composición de las cenizas volantes se define principalmente por las características de la materia prima utilizada y el tipo de horno y método de recolección empleados, estos factores determinan las propiedades químicas, física y minerales de este subproducto industrial.

Según Peterman et al. (2010). las cenizas producidas por la quema, se dividen en cenizas volantes y de fondo (ASTM C618), las cenizas de fondo son los que se ubican al fondo de las calderas, hornos, tienen partículas mayores a la malla N 200, asimismo poseen restos de materia orgánica y arcilla. Giraldo (2012) como se citó en Escalante y Lipa (2022), señala que las cenizas se clasifican en Cenizas volantes de clase C y F, asimismo se describen algunas características en la Tabla 2.

Tabla 2.

Clasificación de las cenizas volantes

CARACTERISTICAS	CLASE C	CLASE F
ORIGEN	Lignito o sub- bituminoso carbon	Antracita o carbon bituminoso
CONTENIDO DE PUZOLANA	Alto contenido con propiedades autocementantes	Contenido de puzolana rara vez, si existe tiene propiedades autoendurecibles
COMPOSICION QUIMICA	Calcio, aluminio, silicio	Bajas en CaO
FASE CRISTALINA	Cuarzo, cal, mullita, anhídrita, entre otros	Silice no cristalina, cuarzo, hematites, mullita, magnetita

Nota. Adaptado de *Caracterización física, química y mineralógica de las cenizas volantes*, por Santaella, 2001.

En la Tabla 3, se presenta las diferencias entre estas dos clases de cenizas volantes, las cenizas volantes de clase C destaca por sus considerables propiedades cementosas, así como la presencia de silicio y aluminio, a raíz de la presencia de cal, en contraste con las cenizas volantes de clase F que prácticamente carecen de estas propiedades. Las cenizas de clase C se originan del derivado del carbón, con un contenido de cal generalmente superior al 15% debido a su alto contenido de CaO, lo que genera propiedades de autoendurecimiento. Por otro lado, las cenizas de clase F suelen ser más comunes, con niveles más bajos de cal, generalmente menores del

15% de silicio, alúmina y hierro.

Tabla 3.

Rango porcentual de óxidos de elementos presentes en cenizas volantes de “Clase C” y “Clase F”

ELEMENTO	OXIDO	CONCENTRACION (%)	
		CLASE C	CLASE F
Calcio (Ca)	CaO	15.1 – 54.8	0.50 – 14.0
Silicio (Si)	SiO ₂	11.8 – 46.4	37.0 – 62.1
Aluminio (Al)	Al ₂ O ₃	2.6 – 20.5	16.6 – 35.6
Hierro (Fe)	Fe ₂ O ₃	1.4 – 15.6	2.6 – 21.2
Magnesio (Mg)	MgO	0.1 – 6.7	0.3 – 5.2
Potasio (K)	K ₂ O	0.3 – 9.3	0.1 – 4.1
Sodio (Na)	Na ₂ O	0.2 – 2.8	0.1 – 3.6
Fosforo (P)	P ₂ O ₅	0.2 – 0.4	0.1 – 1.7
Manganeso (Mn)	MnO	0.03 – 0.2	0.03 – 0.1

Nota. Adaptado de *A review on fly ash characteristics – Towards promoting high volume utilization in developing sustainable concrete*, por Hemalatha et al. 2017

2.2.2.1. Cenizas de fondo

Por otro lado, Aguilar y Bravo (2020), mencionan a las cenizas de fondo como, un subproducto de la combustión del eucalipto y el carbón, esta ceniza se obtiene pasados los 2 días de enfriamiento, la recolección de la ceniza se realiza en forma manual, usando herramientas manuales (pala), estos residuos terminan en rellenos sanitarios, ocasionando contaminación durante su acopio y transporte, asimismo indican que la ceniza de fondo representa alrededor del 60% de las cenizas producidas en la combustión de madera y carbón en las ladrilleras.

2.2.2.2. Morfología de la ceniza de fondo

El tamaño del grano oscila entre 0,2 y 200 micras de diámetro, presenta forma pulvurenta con partículas de tipo plano y granulometría de 0,5 a 315 micras, en algunos países utilizan mallas de 45 micras, con lo cual se determina que entre mayor sea la cantidad de ceniza volante que pase por la malla de 45 micras, mayor será su efecto cementante, por ende, es usada en función del tamaño de sus partículas.

Su forma es de un polvo granulado, en su mayoría sus partículas son esféricas, algunas aplanadas, su color varía de gris claro a negro dependiendo de la fuente, el color claro indica presencia de cal. En cuanto a las propiedades puzolánicas está indicada por la manera y la rapidez con la que la sílice de la ceniza volante se combina con el hidróxido de calcio liberado por la hidratación del cemento.

2.2.2.3. Composición química de la Ceniza de Fondo

Aguilar y Bravo (2020), mencionan que la composición química de las cenizas de fondo, luego de la alta temperatura de combustión producto de la quema de madera y carbón, pueden generar sílice, anhidrita, aluminatos de calcio entre otros.

En la Tabla 4, se observa los resultados del análisis de difracción de rayos X, a la ceniza de fondo de ladrillera artesanal, que tiene propiedades puzolánicas ya que tiene potencial para reaccionar con hidróxidos alcalinos y formar compuestos cementantes, debido a la presencia de SiO_2 en su estructura.

Tabla 4.

Caracterización físico- química de la ceniza

Composicion quimica	Porcentaje (%)
Cuarzo (SiO_2)	30
Mullita ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$)	25
Oligoclasa ((Ca, Na)(Al, Si) 4O_8)	6
Muscovita ($\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$)	5
Actinolita ($\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$)	2
Otros	3
Amorfo	29
Propiedades Fisicas	
Gravedad especifica	2.51
Color	Gris claro
Indice de plasticidad	N.P

Nota. Adaptado de *Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos*, por Durán et al. 2019

Según la investigación de Cubas y Falen (2016), mediante el análisis químico de la muestra de ceniza, se encontró que la suma de sus componentes que tienen propiedades puzolánicas (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO y FeO_3) es de 25.71% en masa de las cenizas y el 74.29% representa al carbón inquemado.

2.2.2.4. REALIDAD SOCIECONOMICA DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN LA REGION CUSCO

Según Molleapaza (2016), en la región del Cusco, la concentración principal de empresas productoras de ladrillos se encuentra en el distrito de San Jerónimo, seguida por los distritos de Lucre, Andahuaylillas, Sicuani y Santa Ana, como se observa en la Tabla 5, donde las ladrilleras formales suman un total de 473, de los cuales el 47.35% se concentra en el distrito de San Jerónimo.

Tabla 5.

Distribución de empresas ladrilleras en la región del Cusco

PROVINCIA	DISTRITO	CANTIDAD DE EMPRESAS
Cusco	San Jeronimo	224
Quispicanchi	Andahuaylillas	126
Quispicanchi	Lucre	60
Canchis	Sicuani	30
La Convencion	Santa Ana	33
Total		473

Nota. Adaptado de *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú, departamento de Puno, Cajamarca, Trujillo, Lambayeque, Piura, Ayacucho, Lima, Tacna, Arequipa y Cusco.* (Programa Regional de Aire Limpio, 2009. p. 33)

Según Molleapaza (2016), el insumo para la elaboración de productos ladrilleros es, “la arcilla: que proviene de las comunidades de Sucso Aucaylle, Picol y Pillao Matao, hay reservas de unos 100 000 000 tn y durarían para unos 100 años” (p. 22). En la Tabla 6, se observa un total de 194 unidades productivas de tejas y ladrillos, este según el empadronamiento realizado por la Dirección Regional de Producción, Municipalidad Distrital de San Jerónimo.

Tabla 6.

Unidades productivas en el distrito de San Jerónimo

ASOCIACION	UNIDADES PRODUCTIVAS	PORCENTAJES (%)
Asociacion de productores Sucso Aucaylle	74	38.14
Asociacion de productores Picol Orconpujio	22	11.34
Asociacion de productores San Agustin	98	50.52
Total	194	100

Nota. Adaptado de *Diagnóstico Inicial del Sector Ladrillero “Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático – EELA COSUDE, SWISSCONTACT,*

PRODUCE", Cusco, 2010, ". (p. 2)

- **PRODUCCION MENSUAL**

Según Molleapaza (2016), Indica que la fabricación de ladrillos se da en forma “mecanizado, por quema se tiene entre 7000 y 8000 ladrillos, con un promedio de tres quemas semanales y doce mensuales. Los productores artesanales de forma cooperativa realizan en promedio dos quemas al mes, cada una con 8000 a 10000 ladrillos” (p. 24). Asimismo en la fabricación de forma mecanizada representa el 35% de la manufactura de ladrillos y 65% se produce en forma artesanal, por la quema de 11 millares demanda de 0.4 Tn de carbon mineral, como se observa en la Tabla 7 y 8.

Tabla 7.

Producción anual de hornos ladrilleros en el distrito de San Jerónimo

MANUFACTURA	PRODUCTOS	UNIDADES (ladrillos)	QUEMAS	PRODUCCION ANUAL (ladrillos)
Artesanales	Tejas, Ladrillo King Kong, Pasteleros	9,000	68 hornos x 24 quemas anuales	14,688,000
Mecanizados	Bloquetas (12x20x30, 15x20x30), panderetas (14x10x24), ladrillo de 18 huecos, pasteleros, tejas mecanizadas	7,500	49 hornos x 144 quemas anuales	52,920,000
Total				67,608,000

Nota. Adaptado de *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú, departamento de Puno, Cajamarca, Trujillo, Lambayeque, Piura, Ayacucho, Lima, Tacna, Arequipa y Cusco*. (Programa Regional de Aire Limpio, 2009. p. 63)

Tabla 8.

Producción anual de cenizas de hornos ladrilleros

MANUFACTURA	UNIDADES (ladrillos)	QUEMAS	CENIZA/ QUEMA (kg)	CENIZAS (kg)
Artesanales	9,000	68 hornos x 24 quemas anuales	180	293,760.0
Mecanizados	7,500	49 hornos x 144 quemas anuales	140	987,840.0
Total				1,281,600.0

Nota. Adaptado de *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú, departamento de Puno, Cajamarca, Trujillo, Lambayeque, Piura, Ayacucho, Lima, Tacna, Arequipa y Cusco*. (Programa Regional de Aire

Limpio, 2009. p. 63. Elaboración propia.

2.2.3. Subrasante

“La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014, p. 20). La subrasante debe estar conformado por suelos de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en optimo estado, de tal manera que no se vea afectado por la carga de diseño que proviene del tránsito.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2014), los suelos ubicados debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad menor de 0.60 m, deben ser suelos adecuados y estables con CBR mayor al 6%, cuando el valor del CBR sea menor a 6%, se debe realizar una estabilización, según la naturaleza del suelo.

2.2.4. Estabilización de suelos

Según Arévalo y Tananta (2022), consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo por medio de la incorporación de adicionantes químicos, naturales o sintéticos. De igual manera, Canario (2020) señala que la estabilización consiste en mejorar, a través de un tratamiento, las características físicas y mecánicas para obtener una superficie estable que soporte las condiciones a las que será sometida, en otras palabras, la estabilización del suelo tiene como finalidad alcanzar una mayor resistencia con un suelo estable y disminuir su plasticidad, esta puede ser física o química.

2.2.4.1. Requerimientos para la estabilización de los suelos

La estabilización del suelo tiene como finalidad la mejora de las propiedades de resistencia, permeabilidad y plasticidad, para ello se debe considerar los siguientes aspectos.

- Seleccionar el sistema de estabilización adecuado.
- Cuando la subrasante sea limosa o tenga presencia de arcilla, lo cual al humedecerse penetren las capas granulares del pavimento.
- Los efectos de la estabilización deben ser permanentes
- Aplicación sencilla para disminuir los tiempos de trabajo

- Relación Beneficio-costos razonables.

2.2.4.2. Mecanismos de Estabilización

Existen muchos estudios que investigan diferentes mecanismos químicos y físicos de estabilización, incluyendo estabilizadores no tradicionales, así como el rango de aplicación que posee cada uno. Los estabilizadores no tradicionales pueden clasificarse en siete categorías: iónicos, enzimas, sulfato de lignina, sales, resinas de petróleo, polímeros y resinas de plantas.

Mendoza (2021), describe a los tipos de estabilización más usados, los que se muestra en la Tabla 9:

Tabla 9.

Tipo de Estabilización y Porcentaje de Uso

Tipo de Estabilización	Porcentaje
Estabilizacion Mecanica	0 %
Reemplazo de Suelo	0 %
Estabilizacion con Productos	55 %
Estabilizacion con Aditivos	15 %
Estabilizacion con Geo sinteticos	10 %
Combinaciones	20 %
Total	100 %

Nota. Adaptado de *Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes, Cajamarca 2020*, por Mendoza, 2021

Estabilización mecánica

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2014), se busca mejorar el material del suelo existente, sin alterar su composición y estructura básica, para lograr este tipo de estabilización, se emplea la compactación, a través de la cual se reduce el volumen de vacíos presentes en el suelo.

Estabilización por combinación de suelos

Considera la mezcla de los materiales existentes con materiales de préstamo, el suelo actual se escarificará o disgregará hasta una profundidad de 15 cm, para luego colocar el material adicional, ambos suelos se humedecen o airean hasta alcanzar la humedad óptima para la compactación, pero antes haber eliminado partículas mayores a 75 mm si habría, posteriormente, se mezclan los suelos, conformándose y se compactan cumpliendo los

requisitos de densidad y espesor establecido en el proyecto.

Estabilización por sustitución de suelos

Si se realiza, mediante la estabilización por sustitución de suelos, pueden darse dos situaciones, la capa se construye directamente sobre el suelo natural existente o se debe excavar y reemplazar al suelo natural, en el primer caso, se debe escarificar, conformar y compactar el suelo existente a la densidad especificada, a una profundidad de 15 cm, en el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente agregado implica la remoción completa del suelo natural, de acuerdo con el espesor de reemplazo, alcanzado el nivel indicado de excavación, se procede a colocar y compactar en capas los materiales de mejoramiento, hasta lograr las cotas exigidas.

Agentes estabilizantes

Mendoza (2021) define los agentes estabilizadores mas usados en la estabilizacion de suelos; como se muestra en la Tabla 10, los mas usados son los aditivos y el cemento, con un 15 %, seguido de cal y geomallas, con un 10 %; mientras que las cenizas, se usan en 5 %.

Tabla 10.

Porcentaje de uso de Agentes Estabilizadores

Estabilizador	Porcentaje
Ceniza de Cascara de Arroz	5 %
Aditivos	15 %
Cal	10 %
Escoria	5 %
Geomallas	10 %
Concha de Abanico Triturada	5 %
Cemento	15 %
Cloruro de Calcio	5 %
Arenas Asfálticas	5 %
Cenizas de Bagazo de Caña	5 %
Ceniza Volante, Cemento y Cal	5 %
Cal, sal y geoceldas	5 %
Cal y Cemento Portland	5 %
Cemento y Aditivo con AID	5 %

Nota. Adaptado de *Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes*, Cajamarca 2020, por Mendoza, 2021

Estabilización de suelo con cal

Se realiza mediante la mezcla de suelo, cal y agua, la cal empleada puede ser óxido cálcico (cal viva) o hidróxido cálcico (cal apagada), obtenidos al calcinar materiales calizos. Estas calces se denominan aéreas, porque se endurecen al estar expuestas al aire una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico, cuando se combina el suelo con la cal, se produce una rápida reacción de floculación e intercambio iónico, seguida de otra más lenta de tipo puzolánico, en este proceso, la sílice y la alúmina de las partículas del suelo se unen a la cal en presencia de agua, formando silicatos y aluminatos cálcicos insolubles. Los suelos finos y plásticos son los más apropiados para la estabilización con cal, la cantidad de cal requerida varía entre el 2 al 4% del peso total, cuando se usa en la capa granular superficial, compuesta por grava y arcilla, en el caso de suelos altamente arcillosos, la proporción de cal necesaria aumenta al 5- 10%, es importante tener en cuenta el curado de la capa estabilizada, ya que la pérdida de humedad puede provocar problemas de fisuración. Especialmente en zonas cálidas.

Estabilización de suelo- cemento

El material conocido como suelo- cemento es producto de la mezcla íntima de un suelo debidamente disgregado con adición de cemento y agua, seguido de una compactación y curado adecuados, a diferencia del concreto, los granos del suelo no están envueltos en una pasta de cemento endurecido, sino que se unen puntualmente entre sí, lo que confiere una resistencia y módulo de elasticidad inferior, la resistencia del suelo- cemento aumenta con el contenido de cemento y el tiempo de curado, asimismo la densidad máxima y humedad óptima de compactación pueden variar ligeramente según el tipo de suelo, el proceso de mezclado debe completarse entre 2 y 4 horas, iniciado los trabajos de mezclado, para subrasante se exige la compactación al 95% según AASHTO T180, es fundamental realizar el curado para evitar posibles fisuras causadas por la pérdida de la humedad.

Estabilización de suelos con escoria

Al reutilizar este subproducto en la construcción de carreteras, se evita la explotación de nuevas canteras, preservando así el paisaje de la zona, en los suelos estabilizados con escoria y cal, se estima un porcentaje en peso de cal entre 1.5% al 3%, y de escoria entre el 35% y 45% de volumen. El uso de materiales con un tamaño máximo limitado al de las arenas facilita los trabajos de mantenimiento, evitando el desgaste prematuro de las cuchillas de la motoniveladora y la formación de estrías en la calzada.

Estabilización de suelo con ceniza volante

En este tipo de estabilización, el suelo se ve influenciado por la interacción entre cuarzo y minerales de las arcillas, además las cenizas volantes al presentar óxido de calcio o magnesio, interactúa para llevarse a cabo la estabilización del suelo, desarrollándose cuatro reacciones: intercambio iónico, floculación y aglomeración, reacciones puzolánicas y carbonatación. Asimismo los mecanismos que contribuyen a la estabilización son: la mejora de la resistencia del suelo, debido a la cementación generada por la hidratación de aluminato tricálcico que poseen las cenizas volantes, el segundo mecanismo es la presencia de cal libre en las cenizas volantes que reacciona con los minerales de las arcillas, lo que provoca la compresión de la capa de absorción y reduce la plasticidad, y por último la cal libre que no reacciona con los minerales de la arcilla se encuentran disponible para la cementación adicional con compuestos de sílice y alúmina a través de reacciones puzolánicas.

Estabilización de suelo con cloruro de sodio

La sal es un estabilizador natural que consta principalmente de cloruro de sodio (98%) y una pequeña cantidad de limos y arcillas (2%), debido a su propiedad higroscópica, la sal absorbe la humedad del aire y de los materiales que la rodean. Esto reduce el punto de evaporación y mejora la cohesión del suelo. Además, de ello su poder coagulante disminuye el esfuerzo mecánico necesario para lograr la densificación deseada, gracias al intercambio iónico entre el sodio y los minerales que componen la matriz fina de los materiales, lo que produce un efecto cementante.

Estabilización de suelo con cloruro de magnesio

El cloruro de magnesio es un compuesto blanco en forma de cristales, aumenta la dureza de la superficie al incrementar la tensión superficial, lo que permite una mejor rodadura. Su composición es aproximadamente 10.50% de magnesio, 33.50% de cloro, 52.0% de agua y 4% de impurezas, debido a su alto contenido de humedad, tiene una textura grasosa al tacto. Este material tiene propiedades útiles para su aplicación en vías no pavimentadas, como ser higroscópico, ligante, resistir a la evaporación, tener una baja temperatura de congelamiento y ser altamente soluble en agua, en caminos no pavimentados, se utiliza como tratamiento para suprimir el polvo y estabilizar la superficie de dichos caminos.

2.2.4.1. Propiedades que mejoran con la estabilización

a) Resistencia

Es la capacidad de un suelo a evitar su deformación y falla ante una carga, cuando el contenido de humedad es alto, se tiene una menor resistencia debido a este. Los suelos arcillosos mayormente presentan resistencias bajas, ya que son sensibles a la humedad, asimismo presentan características diferentes dependiendo de la humedad y energía de compactación.

Los suelos arcillosos que son compactados con humedades que dan resultados en el lado seco de la curva de compactación presentan un comportamiento elástico y tienen una resistencia relativamente alta, en contraste con la compactación que forma el lado húmedo, que presenta resistencias bajas con un comportamiento plástico o viscoso, esto debido a que a una mayor humedad las partículas de las arcillas generan un efecto de repulsión, lo que conduce a una menor cohesión, para mejorar la resistencia y estabilizar el suelo, se usan los siguientes mecanismos: compactación, estabilización mecánica con otros suelos, vibro flotación, estabilización química.

b) Estabilidad volumétrica

Esta propiedad es asociada generalmente a suelos que experimentan expansión y contracción en respuesta a la variación en la humedad, estos debido a los cambios climáticos o actividades de construcción, asimismo las presiones de expansión no controladas pueden fracturar obras de arte, romper tuberías de drenaje, entre otros.

Ante ello, algunas soluciones incluyen la aplicación de cargas, impermeabilizar el suelo a través de membranas, entre otros mecanismos. En cuanto a los suelos arcillosos con mayor expansión, se presentan en la zona de la selva, para ello se trata de unir las partículas del suelo mediante fuertes lazos que resistan las presiones internas de expansión, modificando así la masa de la arcilla, para lo cual se verifica mediante el ensayo de corte directo, de deformación y CBR.

c) Compresibilidad

Es el grado en que se reduce el volumen de un suelo debido a la aplicación de una carga, en suelos con textura gruesa (gravas y arenas), la compresibilidad será mínima ya que las partículas están en contacto. En cambio, para suelos con texturas finas, (arcillas y limos) experimentan una reducción en el volumen debido a la eliminación de una parte significativa de los vacíos intersticiales, cuanto mayor sea el índice de plasticidad del suelo, mayor será la compresibilidad, influyendo en las propiedades del suelo, ya que modificara las fuerzas

existentes entre las partículas en magnitud y sentido, lo que afectara significativamente la resistencia del suelo al esfuerzo cortante y provocara desplazamientos.

d) Permeabilidad

El suelo es permeable cuando presenta poros interconectados, que facilitan el transporte de agua, cuando el contenido de vacíos se minimiza e impide el flujo del agua, ocurre la impermeabilización del suelo, sin embargo la permeabilidad está relacionada con dos problemas que es la presión de poros y el flujo de agua a través del suelo, los cuales son problemas que se requiere resolver, asimismo en suelos con partículas finas como las arcillas, al ser compactadas a una humedad baja, se obtiene una permeabilidad alta debido a la presencia de una mayor cantidad de vacíos intersticiales, pero al aumentar la humedad conduce a una permeabilidad reducida. Para reducir la permeabilidad en los suelos, se utilizan técnicas como el uso de floculante.

e) Durabilidad

La durabilidad está directamente relacionada con su resistencia a la intemperie, la erosión o el desgaste debido al tráfico de vehículos, se asocia principalmente con superficie de rodadura, que es la capa superficial del pavimento.

2.2.5. Clasificación de las vías

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2016) define las vías en pavimentadas y no pavimentadas:

Dentro de las no pavimentadas se encuentran los caminos de tierra, los caminos de grava, los caminos afirmados y los afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales. Entre los pavimentados se encuentran, los pavimentos flexibles, los pavimentos semirrígidos, y rígidos.

En el caso de la vía en estudio, se puede catalogar como una trocha carrozable, que posee un IMDA < 200 veh/día, con una sola calzada de 4.0 m como mínimo y superficie de rodadura sin afirmar, ya que no recibe el mantenimiento adecuado, ni con una frecuencia aceptable.

2.2.6. Deterioro de vías

Se pueden presentar diversos tipos de patologías: deformaciones, erosión, baches, encalaminado, lodazal y cruce de agua (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú,

2016).

2.2.6.1. La deformación

Es el hundimiento de las capas o subrasante por rastros del tránsito, relacionado con la pérdida de la capacidad de soporte del suelo de la subrasante. Los niveles de gravedad son (1) hundimientos menores a 5 cm, (2) hundimientos entre 5 a 10 cm, (3) hundimientos mayores a 10 cm.

2.2.6.2. La erosión

Son los surcos creados por infiltración de agua. Su severidad deriva de la acentuación de los escurrimientos y del suelo, (1) Profundidad menor a 5 cm, (2) Profundidad entre 5 a 10 cm, (3) Profundidad mayor a 10 cm. Las causas de que se dé la falla, pueden ser la topografía accidentada, las fuertes precipitaciones pluviales, la baja calidad de los materiales utilizados para la conformación de la capa de rodadura y el mal drenaje de la carretera.

2.2.6.3. Los baches o huecos

Esta falla proviene del mal drenaje de la superficie de rodadura, las inclemencias climatológicas, con presencia de fuertes y constantes precipitaciones pluviales, cercanía a una fuente primaria de agua (río), mal drenaje de la carretera, alta permeabilidad e infiltración de los suelos, entre otros (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2016).

2.2.6.4. El Encalaminado

Son ondulaciones de la extensión de la carretera, que resultan de las oscilaciones de los vehículos a las capas granulares; generalmente se producen debido al incremento del tránsito vehicular excesivo y, por consiguiente, el aumento de cargas que soporta la vía.

2.2.6.5. Componentes de la infraestructura de un camino Vecinal

De acuerdo a SNIP (2015), señala que la infraestructura está conformada por:

- Explanación: referida al terraplén define la plataforma de la carretera hasta el nivel de la Subrasante del camino.
- Terraplén: Es la parte situada sobre el terreno y preparado, denominada también como relleno

- Rasante del camino: Se ubica en el eje de la vía y la conforma el nivel terminado de la superficie de rodadura.
- Subrasante: Conformar el asiento directo de la estructura del pavimento, y se encuentra a nivel de corte y relleno.
- Berma: es la franja longitudinal a la superficie de la carretera utilizada como zona de seguridad para el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.
- Calzada: Parte de la vía dispuesta para la circulación de los vehículos.
- Superficie de rodadura: Parte de la superficie destinada para la circulación de vehículos que puede estar compuesta por uno o más carriles.
- Cuneta: son canales abiertos dispuestos a lo largo de la carretera para canalizar escurrimientos protegiendo la del pavimento
- Base: es la capa de material preparado que se encuentra entre la parte superior de la Subrasante y capa de rodadura.
- Subbase: forma parte de la estructura del pavimento, ubicada debajo de la base
- Pavimento: Estructura construida sobre la Subrasante para distribuir los esfuerzos producidos por los vehículos, además de, mejorar las condiciones de circulación y seguridad de los mismos.
- Afirmado: es una capa de material compactada granular natural o procesada, para soportar directamente las cargas de los esfuerzos del tránsito. Funciona como superficie de rodamiento en caminos y carreteras no pavimentadas.

2.2.7. *Propiedades físicas de los suelos*

2.2.7.1. Granulometría

Esta propiedad se refiere a la distribución de los tamaños que posee el suelo, el cual se determina mediante el tamizado y sedimentación, de acuerdo a las especificaciones técnicas del MTC E 107 y MTC E 109. Esto nos permite clasificar a los suelos de manera más precisa. En la tabla 11 se detalla la clasificación según el tamaño de sus componentes.

Tabla 11.
Clasificación de Suelos por su Granulometría

Tipo de Material	Tamaño de partícula
Grava	75 mm – 4.75 mm
	Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
Arena	Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
	Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	
	Limo 0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla Menor a 0.005 mm

Nota. Adaptado de *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014

2.2.7.2. Plasticidad

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2014), refiere a la plasticidad como la propiedad del suelo que describe la estabilidad que presenta hasta cierta humedad sin disgregarse, y depende directamente de los elementos finos que contiene, esta propiedad se define mediante los límites de Atterberg, según el comportamiento del suelo en función al contenido de agua, de acuerdo con esto se puede precisar un suelo líquido (LL, según ensayo MTC E 110), plástico (LP, según ensayo MTC E 111), los límites de Atterberg son:

Límite Líquido: es posible moldear el suelo.

Límite Plástico: el suelo está en estado semisólido y se rompe.

Además, estos límites permiten clasificar el índice de plasticidad como se observa en la Tabla 12, que indica la magnitud de humedad en el cual el suelo posee consistencia plástica, se calcula numéricamente restando el límite líquido del límite plástico, ($I.P. = L.L. - L.P.$).

Tabla 12.
Clasificación de Suelos por su Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$IP \leq 20, IP > 7$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Nota. Adaptado de *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*, por Ministerio de

Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014

2.2.7.3. Humedad Natural

MTC (2014), indica que la humedad se refiere al contenido de agua que presenta un suelo, esta propiedad es muy importante para el diseño de los pavimentos, debido a que esta propiedad se encuentra relacionada directamente asociada a la resistencia de la subrasante. La humedad natural se determina mediante el ensayo MTC E 108, esta propiedad se compara con la humedad optima, obtenida en el ensayo MTC E 132, y se condiciona:

Si: Humedad natural $\leq$ humedad optima, compactación normal, y agregar cantidad de agua conveniente.

Si: Humedad natural $>$ humedad optima, según la saturación del suelo, se debe proponer incrementar la energía de compactación, airear el suelo, o en su defecto se debe reemplazar el suelo saturado.

2.2.7.4. Clasificación de suelos

MTC (RD N° 18_2014) determinadas las características de los suelos, como la granulometría, plasticidad e índice de grupo, permite estimar con precisión el comportamiento de los suelos y clasificarlos en categorías definidas, la clasificación de los suelos se basa en un sistema estandarizado que categoriza suelos con características similares, contribuyendo a predecir su comportamiento y delimitar sectores homogéneos en términos geotécnicos.

SISTEMA AASHTO

El Departamento de Carreteras Públicas de EEUU introdujo un innovador sistema de clasificación para determinar los suelos utilizados en la construcción de carreteras. El sistema AASHTO, que fue modificado en 1945, describe un método para categorizar suelos utilizando resultados de laboratorio en términos de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad, tal como se indica en la Tabla 13. Se utiliza un 'índice de grupo' para evaluar cada grupo, si el valor es negativo, se informa como 0 en términos de números, se observa en la Tabla 14, la clasificación que incluye el índice de grupo para determinar la calidad relativa de los suelos de terraplén, el material de subrasante, las bases y las bases.

Índice de grupo: es un índice basado en los límites de Atterberg y normado por AASHTO, se define mediante la formula:

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd)$$

$$IG = 0.2(F200 - 35) + 0.005 (F200 - 35)(LL - 40) + 0.01 (F200 - 15)(IP - 10)$$

Donde:

$$a = F200 - 35 = \text{Fracción pasante tamiz N 200} - 35$$

$$b = F200 - 15 = \text{Fracción pasante tamiz N 200} - 15$$

$$c = LL - 40$$

$$d = IP - 10$$

Tabla 13.

Sistema de Clasificación AASHTO

Clasificación General	Suelos Granulares (≤ 35% pasa 0,08 mm)						Suelos Finos (> 35% Bajo 0,08 mm)				
Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	≤ 50										
0,5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0,08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				36			
WL				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
** A-7-5: IP ≤ (WL – 30)						** A-7-6: IP > (WL – 30)					
Si el suelo es NP → IG = 0; Si IG < 0 → IG = 0											

Nota. Adaptado de *Manual de Ensayo de materiales*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2016

Tabla 14.

Clasificación de Suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
$IG > 9$	Inadecuado
IG esta entre 4 a 9	Insuficiente
IG esta entre 2 a 4	Regular
IG esta entre 1 a 2	Bueno
IG esta entre 0 a 1	Muy bueno

Nota. Adaptado de *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014.

Sistema de clasificación unificado SUCS

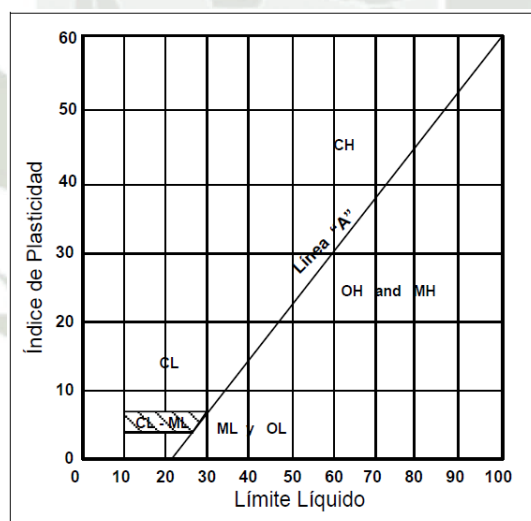
Este Sistema de Clasificación Unificado, o más conocido como SUCS, se utilizó ampliamente en cooperación con la Oficina de mejoramiento de terrenos (Bureau of Reclamation) de los Estados Unidos. En la Figura 5 y Tabla 15, se observa la clasificación basada en identificar los suelos en función de su estructura y plasticidad para clasificarlos en

función de su comportamiento como materiales de ingeniería. Las principales características de la clasificación del suelo son:

- Porcentaje de grava, arena, arenilla y finos (pasante del tamiz 200).
- Forma de la curva de distribución del tamaño de partículas.
- Características de plasticidad y compresibilidad: los suelos se dividen en tres categorías principales:
 - ❖ Suelos de grano grueso: contiene $< 50\%$ del material pasante del tamiz 200, gravas (G) y arenas (S)
 - ❖ Suelos de grano fino: contiene $> 50\%$ del material pasante del tamiz 200, limos (M) y arcillas (C)
 - ❖ Suelos altamente orgánicos, se identifican visualmente, Pt. Turba (Peat), puede ser humus y suelos de pantano

Figura 5.

Gráfico de Plasticidad



Nota. Adaptado de *Manual de Ensayo de materiales*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2016

Tabla 15.
Sistema Unificado de Clasificación SUCS

DIVISION MAYOR			GRUPOS SIMBOLOS		DESCRIPCION	CRITERIO DE CLASIFICACION DEL LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO (más del 50% del material es retenido en el tamiz N 200)	GRAVAS (más del 50% de la fracción gruesa es retenida en el tamiz N 4)	GRAVA LIMPIA (menos del 5% de finos)	GW		Gravas bien gradadas, mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos	Determinar el porcentaje de arena y grava de la curva granulométrica, según el porcentaje de finos (fracción menor que el tamiz N 200), los suelos de grano grueso y de grano fino se clasifican así: Menos del 5% _____ GW, GP, SW, SP Mas del 12% _____ GM, GC, SM, SC 5% Al 12% caso limite usar los dos símbolos	Cu > 4 y 1 < Cc < 3		
			GP		Gravas pobremente gradadas, mezcla de grava y arena. Poco o ningunos finos		No reúne los requisitos de granulometría para GW		
		GRAVA CON FINAS (más del 12% de finos)	GM	d	Grava con finos, gravas pobremente gradadas muy limoso. Mezcla grava, arena y arcilla.		Límites de Atterberg bajo la línea "A" o LP menor de 4	Caso de estar sobre la línea "A" con LP entre 4 y 7; estamos en un caso "limite", y usarse los dos símbolos	
				u			Límites de Atterberg sobre la línea "A" o LP mayor 7		
	ARENAS (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz N 4)	ARENA LIMPIA (menos del 5% de finos)	SW		Arena bien gradada y arena gravillosa. Poco o ninguno finos		Cu > 6 y 1 < Cc < 3		
			SP		Arena pobremente gradada. Arena gravillosa. Poco o ninguno finos		No reúne los requisitos de granulometría para SW		
		ARENA CON FINOS (más del 12% de finos)	SM	d	Arena con finos. Arena muy limosa. pobremente gradada mezcla arena y arcilla.		Límites de Atterberg bajo la línea "A" o LP menor de 4	Las líneas trazadas en la zona rayada con LP entre 4 y 7; son casos "limite", y usarse los dos símbolos	
				u			Límites de Atterberg sobre la línea "A" o LP mayor 7		
			SC		Mezcla bien gradadas arena y arcilla. Excelente aglutinante.				
SUELOS DE GRANO FINO (más del 50% del material pasa el tamiz N 200)	SUELOS DE GRANO FINO (más de la mitad del material menor que el tamiz N 200)	LIMO Y ARCILLA (Limite Liquido < 50)	ML		Limo inorgánico y arena muy fina. Polvo de roca. Arena fina con ligera plasticidad.				
			CL		Arcilla inorgánica de baja o mediana plasticidad. Arcilla arenosa. Arcilla gravillosa. Arcilla limosa. Arcilla floja.				
			OL		Limos. Orgánico. Limos - arcilla orgánico de baja plasticidad.				
		LIMO Y ARCILLA (Limite Liquido >= 50)	MH		Limos inorgánicos, aren fina micaceo o diamataceo o suelo limoso, suelo elástico.				
			CH		Arcilla inorgánica de alta plasticidad. Arcilla grasas.				
			OH		Arcilla orgánica de media o alta plasticidad.				
		Suelos altamente organico	Pt.		Turba (pect) y otros materiales altamente orgánicos.				

Nota. (a) El sufijo "d" es usado cuando LL es 28 o menos y el PI es 6 o menos. Sufijo "u" es usado cuando LL es mayor de 28. Adaptado de *Manual de Ensayo de materiales*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2016

2.2.8. Propiedades mecánicas de los suelos

2.2.8.1. Ensayo Proctor Modificado

El ensayo de compactación Proctor Modificado es uno de los ensayos más utilizados en el estudio de compactación de suelos para la construcción de carreteras y otras obras de tierra, permite determinar la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos compactados en moldes con dimensiones establecidas utilizando un pistón o martillo de 4,535 kg que se deja caer desde una altura de 457,2 mm, produciendo una energía de compactación de 2700 kN-m/m³, los procedimientos son los mismos propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014).

Se realiza este ensayo a una energía de compactación determinada, con distintos contenidos de humedad, para poder determinar los pesos unitarios secos máximos del suelo, se han proporcionado tres métodos alternativos, A, B y C, en el método A y B, se utilizará un molde de diámetro 4'', donde se compactará en 5 capas a 25 golpes/ capa, en el método C, se utilizará un molde de 6'' de diámetro, donde se compactará en 5 capas a 56 golpes/ capa.

Este ensayo se realizará solo para suelos que tienen 30% o menos en peso de partículas retenidas en el tamiz $\frac{3}{4}$ '', para suelos que retienen mayor al 30% de este mismo tamiz se realizará una corrección por sobretamaño.

2.2.8.2. CBR (California Bearing Ratio)

Está definido por el MTC (2016), mediante el ensayo MTC E 132; tiene como objetivo evaluar la resistencia potencial de subrasantes, subbases y materiales de base, incluyendo materiales reciclados para su uso en pavimentos de vías y campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido se utiliza en los métodos de diseño de pavimentos flexibles, valor que estará referido al 95 % de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm (0.1" pulg.), en la Tabla 16, indica la clasificación de la subrasante mediante el porcentaje de CBR.

Se debe considerar para la obtención del valor de CBR para la subrasante lo siguiente:

- ❖ En sectores donde se realicen 6 o más valores de CBR por suelo representativo o de características similares, se determinará el valor de CBR considerando el promedio de los valores obtenidos.
- ❖ En suelos donde se cuente con menos de 6 valores de CBR, se determinará el valor

de CBR de diseño según: se tomará el promedio de los valores si tienes valores similares, en caso difieran los valores, se tomará el valor más crítico o se dividirá las secciones con el fin de agrupar a los que tengan parecidos valores, una vez definido el valor, se clasificara a que categoría pertenece, según la tabla:

Tabla 16.

Clasificación de categorías de Sub Rasante

Categorías de Sub Rasante	CBR (%)
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
S2: Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
S3: Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
S4: Sub rasante Muy buena	De CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
S5: Sub rasante Excelente	De CBR ≥ 30 %

Nota. Adaptado de *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014.

2.2.8.3. Resistencia a la compresión uniaxial

Se define en el ensayo MTC E 121; que tiene como objetivo evaluar la resistencia a la compresión no confinada o soporte lateral, aplicando una carga axial, mediante el cual se obtiene un valor aproximado de resistencia, causando una falla en el espécimen, este ensayo se limita a suelos cohesivos, el cual se puede realizarse en muestras inalteradas o remoldeadas en moldes de forma cilíndrica, donde la relación entre la altura y el diámetro debe ser igual o mayor de 2.

Para realizar el ensayo se colocará en un aparato de compresión, donde se controlará mediante la deformación o por resistencia controlada. Para ensayar un suelo remoldeado se elaborará el espécimen con un contenido de humedad establecido para obtener una densidad deseada, durante el ensayo se tomará la máxima carga de resistencia de la muestra o la carga para el 20% de deformación, según sea el caso.

2.2.9. Caracterización Microestructural

- **Microscopia electrónica de barrido (SEM)**

Este ensayo permite analizar cualitativamente las características superficiales de las muestras, utilizando electrones en lugar de luz para generar imágenes, este método consiste en

dirigir un haz de electrones primarios a través de un filamento sobre la superficie de la muestra, donde la longitud de onda con la que se trabaja depende específicamente del voltaje de aceleración y configuración de las lentes magnéticas. Como resultado de la dispersión turbulenta entre el haz de electrones incidente y los electrones de los átomos en la superficie, se generan electrones secundarios, el ensayo SEM explora imágenes de una superficie de muestra escaneando el espacio con un haz de electrones enfocado.

- **Espectroscopia de rayos X de energía dispersa (EDS)**

Mediante este ensayo se realiza el análisis químico, tiene la capacidad de analizar la estructura de la materia de las muestras, presentando un diagrama de espectro, permitiendo la visualización la estructura a nivel atómico.

El análisis por Espectroscopia de Rayos X de Energía Dispersa (EDS) implica varios pasos clave. Primero, se prepara la muestra, que puede incluir limpieza y recubrimiento con una capa conductora. Luego, se configura el microscopio electrónico de barrido (SEM) y se ajustan los parámetros operativos. Un haz de electrones de alta energía excita la muestra, provocando la emisión de rayos X característicos. Estos rayos X son detectados por un detector de energía dispersiva, que convierte la energía en señales eléctricas. Las señales se procesan para construir un espectro de energía dispersiva, identificando y cuantificando los elementos presentes. Finalmente, los resultados se interpretan para proporcionar información sobre la composición elemental de la muestra.



CAPITULO III

METODOLOGIA DE INVESTIGACION

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Enfoque de la Investigación

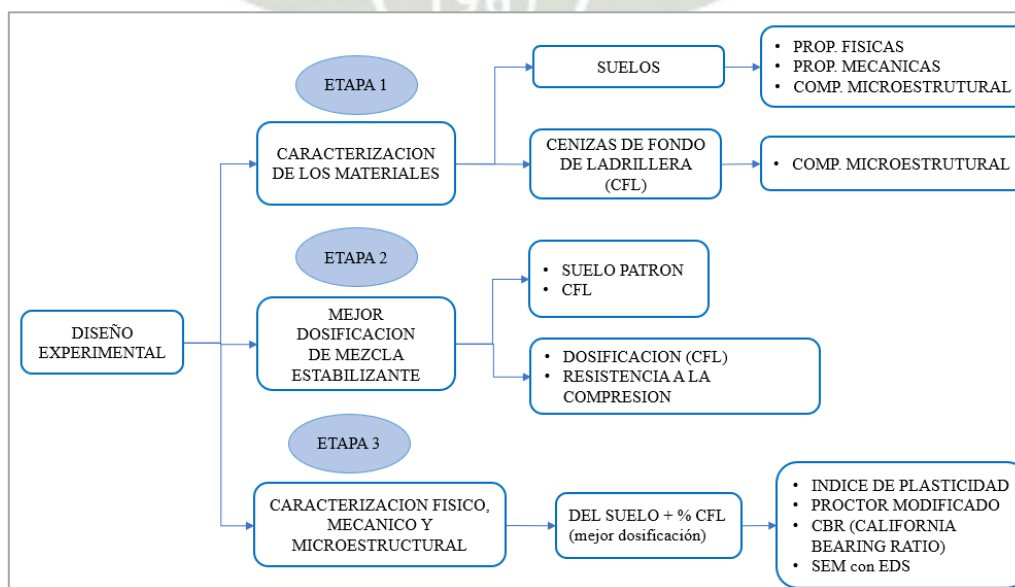
La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, dado que se requiere evaluar como el uso de cenizas proveniente de ladrilleras mejora la estabilización de suelos en el camino vecinal del distrito de Caicay, a través del análisis de los datos recolectados de la medición en campo, y con el apoyo de técnicas estadísticas, al respecto, Hernández et al. (2010) señala que la investigación cuantitativa “utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas, confía en la medición numérica, el conteo y el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población” (p. 24).

3.1.2. Diseño de Investigación

Por otro lado, el diseño de investigación es del tipo experimental, subtipo cuasi experimental con grupo de control y causal; ya que, distintos porcentajes de adición de CFL tendrán un efecto distinto en el comportamiento de los suelos, asimismo esta variable será manipulada bajo condiciones controladas, para lo cual se planteó un diseño experimental, como se observa en la Figura 6.

Figura 6.

Esquema de diseño experimental



Nota: Elaboracion propia

3.2. Materiales y lugar de ejecución

A continuación, se describe la identificación, recolección y extracción de los materiales que se realizó de la siguiente manera:

❖ *Suelo*

Del tramo de investigación se procedió a realizar la excavación de las calicatas de medidas de 1.8 metro x 1.8 metro x 1.50 metros. Durante la excavación de las calicatas se realizó la caracterización, descripción e identificación de la estratigrafía de cada una de las calicatas.

❖ *Cenizas de Fondo de ladrilleras*

En la Figura 7, se observa la obtención de cenizas del horno de ladrillos, después de 3 días de enfriamiento, se retiró algunos residuos de ladrillos que son propios de la quema, la recolección se realizó de forma manual a través de la utilización de una pala, acopiándolos, para luego meterlas en sacos y posterior tamizado.

Figura 7.

Recolección de ceniza de fondo de horno ladrillero en el distrito de San Jerónimo- Cusco



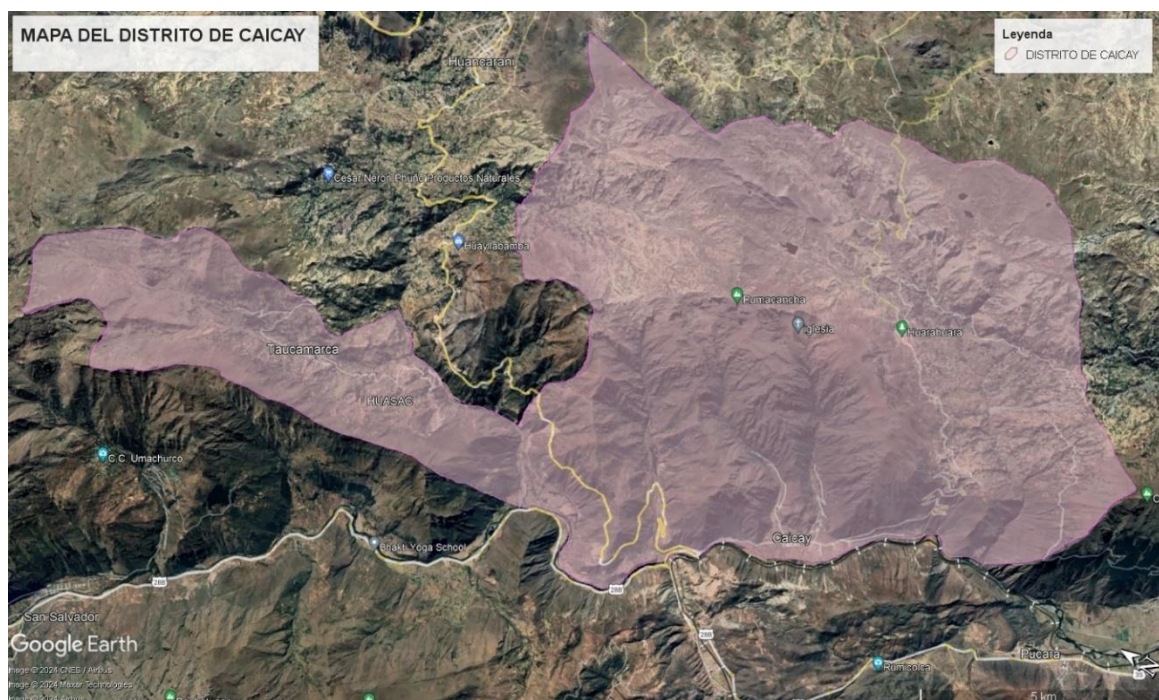
Nota: Elaboración propia

3.3.Determinación de la Población, Marco muestral y Muestra

Para determinar la población, se realizó un análisis de los caminos vecinales que unen la capital del distrito de Caicay con sus comunidades, como se observa en la Figura 8, delimitado el distrito, se realizó un estudio de los caminos vecinales que presenten factores que requieran mejoramiento de suelos.

Figura 8.

Delimitación del distrito de Caicay



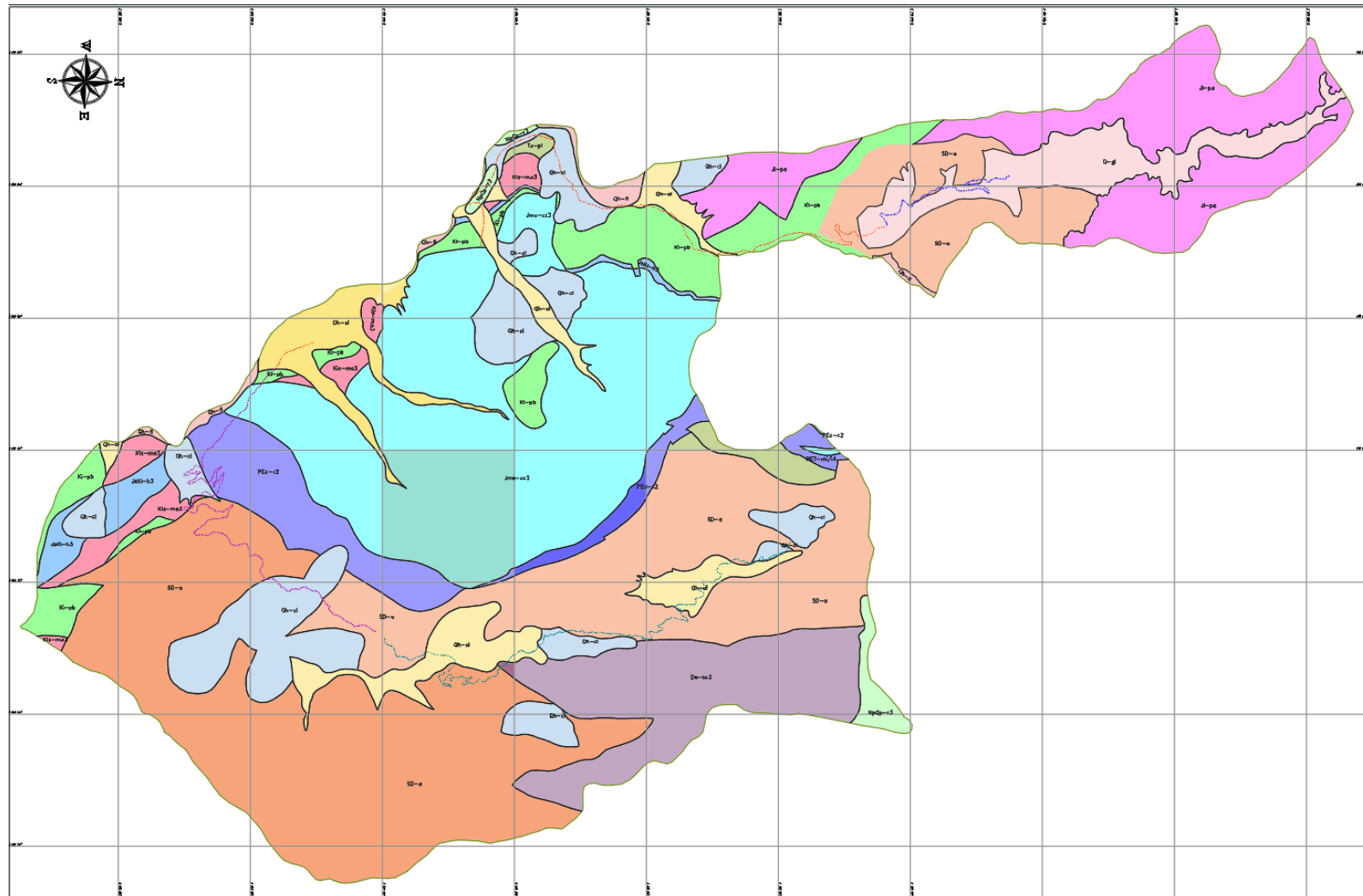
Nota. Tomado de Google Earth

3.3.1. Marco Muestral

En la Figura 9, se observa el mapa geológico del distrito de Caicay y los caminos vecinales, asimismo las unidades litológicas que conforman estas vías, en la Tabla 17, se presenta la lista de las posibles unidades muestrales que conforman el distrito de Caicay, detallándose las características litológicas, que permitieron identificar la población de estudio.

Figura 9.

Mapa geológico del distrito de Caicay



Nota: Adaptado de INGEMMET (2017). Elaboración propia

Tabla 17.
Composición litológica de las Vías vecinales que conectan el distrito de Caicay

N°	Vias	Longitud (m)	Código Geológico	Unidad	Composición litológica
1	Caicay – Ccollotaro	761.40	Qh- al	Depósito aluvial	Están constituidos por bloques, quijas, gravas, arenas, limos y arcillas de composición heterogénea
2	Ccollotaro – Huara huara	11,020.60	Ki- pb	Fam. Paucarbamba	Constituida por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes, grano-estrato crecientes.
			Jms- cc3	Fm. Caicay	Areniscas cuarzosas de ambiente eólico y fluvial. Conglomerados de conos aluviales. Presencia de basalto andesíticos y alcalinos.
			PEc-c2	Gpo. Copacabana	Calizas marinas de grano fino, oolíticas onduladas, intercaladas con lutitas negras y carbonasas. Fósiles silicificados de fusulinas, braquiopodos, corales, etc.
			Qh- cl	Deposito coluvial	Depósitos de pendientes, incluido deslizamientos.
			Kis- ma3	Fm. Maras	Compuesta básicamente por yeso intercalada con lutitas rojas y más escasamente lutitas verdes y algunos niveles de calizas con estratos de 3 a 7m.
			SD- a	Fm. Ananea	Pizarra y esquistos pizarrosos, de color gris y negro, intercalado con escasos bancos de cuarcitas de 5 a 20 cm, de ambiente silícico- clástico somero distal
3	Vilcabamba – Huasac	10,430.90	Q- gl,	Deposito Glaciar	Morrenas con bloques heterométricos
			SD- a	Fm. Ananea	Pizarra y esquistos pizarrosos, de color gris y negro, intercalado con escasos bancos de cuarcitas de 5 a 20 cm, de ambiente silícico- clástico somero distal
			Ki- pb	Fam. Paucarbamba	Constituida por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes, grano-estrato crecientes.
			Qh- al	Depósito aluvial	Están constituidos por bloques, quijas, gravas, arenas, limos y arcillas de composición heterogénea
			Qh- cl	Deposito coluvial	Depósitos de pendientes, incluido deslizamientos.
			NpQr- r3	Fm. Rumicolca	Coladas volcánicas de shoshonitas, andesitas, traquitas y dacitas.
4	Huasac – Taucamarca	4,035.00	Q- gl	Depósito glaciar	Morrenas con bloques heterométricos
5	Pitucancha – Huara huara	11,243.00	SD- a	Formación Ananea	Pizarra y esquistos pizarrosos, de color gris y negro, intercalado con escasos bancos de cuarcitas de 5 a 20 cm, de ambiente silícico- clástico somero distal
			Qh- al	Depósito aluvial	Están constituidos por bloques, quijas, gravas, arenas, limos y arcillas de composición heterogénea
			Qh- cl	Deposito coluvial	Depósitos de pendientes, incluido deslizamientos.

Nota: Adaptado de INGEMMET (2017). Elaboración propia.

Criterios a considerar en la elección de la población estudiada:

- *Población:* en la Tabla 18 y Figura 10, se observa la cantidad de habitantes y la proyección de la población, resultando que un 22% de la población habita en la zona urbana respecto al total del distrito, este dato es relevante en la investigación debido a que permite elegir la población de estudio, teniendo en cuenta la necesidad e importancia de conectar la capital con la comunidad más cercana y que posea mayor cantidad de beneficiarios.

Tabla 18.

Habitantes en el distrito de Caicay- Paucartambo

N°	Indicadores	Personas
1	Población Proyectada 2024	3181
2	Población total 2017	2935
3	Población urbana	645
4	Población rural	2290

Nota: Elaboración propia. Censos Nacionales 2017. XII de Población y VII de Vivienda

Figura 10.

Porcentaje de habitantes en el distrito de Caicay



Nota: Elaboración propia

- *Litología:* según la descripción dada en la Tabla 17, donde se observa las características geológicas de los caminos vecinales y su composición litológica, los caminos vecinales del distrito de Caicay, en su mayoría pertenece al eratema Cenozoico, Mesozoico y Paleozoico, estos datos descritos en el Plano geológico del Anexo H.
- *Accesibilidad:* al ser una investigación experimental, se consideró los tramos

más accesibles para el transporte y traslado de las muestras a estudiar, en el menor tiempo después de la extracción del suelo para su caracterización.

- *Factibilidad*: se tuvo en cuenta la disponibilidad económica, siendo una investigación financiada con recursos propios, se eligió una población a estudiar que genere representatividad y costo/beneficio en cuanto a los análisis y resultados.

Considerando todos los criterios mencionados, se seleccionó el tramo que conecta la capital del distrito de Caicay con la Com. de Ccollotaro como el área de estudio. Esta elección se debe a que la mayoría de los beneficiarios se encuentran entre estas dos comunidades urbanas. Además, se tuvo en cuenta el tiempo y la distancia de la vía de comunicación en comparación con otros caminos. Este tramo presenta una litología compuesta por bloques, gravas, arenas, limos y arcillas de composición heterogénea, lo que sugiere la presencia de suelos cohesivos que se pretende mejorar mediante la estabilización propuesta. En cuanto a la longitud del tramo (población a estudiar), se consideró la viabilidad económica para realizar las extracciones y ensayos de cada muestra, siendo esta una limitante dentro de la investigación.

3.3.1. Población estudiada

Para Arias (2012), la población se define “como un conjunto finito o infinito de elementos con características similares entre sí, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, quedando delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 31).

La presente investigación está conformada por una población a estudiar finita determinada por el camino vecinal que une la capital del distrito de Caicay hacia la Com. De Ccollotaro, como se observa en la Figura 11, es decir desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.40.

Figura 11.

Población de estudio y la delimitación del Mapa geológico



Nota: Litología presente de Bloques, grava, arena, limo y arcilla. Tomado de Google Earth.

3.3.2. Estructura de Plan de muestreo

3.3.2.1. Objetivo del muestreo

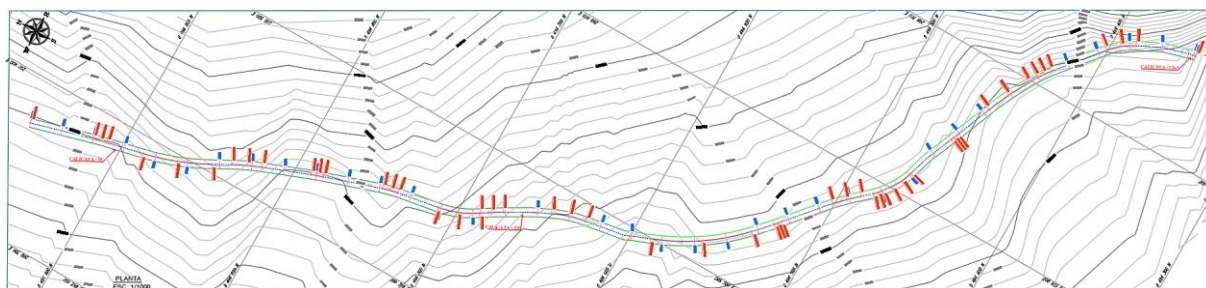
El objetivo del muestreo es la extracción de calicatas de suelo representativo, para su caracterización mediante ensayos físico- mecánicos y posterior mejoramiento, en base a los resultados obtenidos.

3.3.2.2. Vías de acceso al lugar

La vía de acceso a la población a estudiar, inicia en la ciudad del Cusco, seguidamente se realiza un recorrido por la carretera asfaltada hasta el distrito de Caicay, una distancia de aproximadamente 38 km, el tramo a estudiar inicia desde la salida de la Com. De Caicay hasta la Com. de Ccollotaro, en la Figura 12, se observa el tramo de estudio, el cual se detalla en el Anexo H.

Figura 12.

Tramo Com. Caicay – Com. Ccollotaro



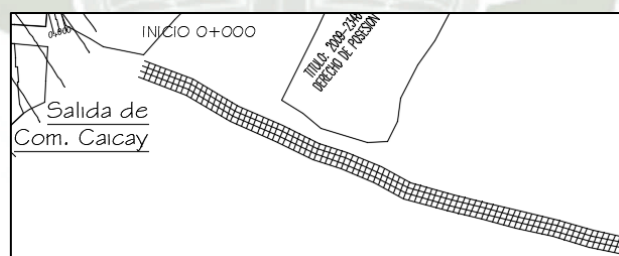
Nota: Elaboracion propia.

3.3.2.3. Localización y distribución de puntos

La caracterización del suelo presente en la población de estudio, se realizó mediante la ejecución de calicatas de 1.8 x1.8 x 1.5 m de profundidad, para la presente investigación estas calicatas se distribuirán a lo largo de la vía considerando un ancho promedio de 5.4 m, para finalmente elegir las muestras de forma probabilística aleatoria y representativa, en la Figura 13, se visualiza la distribución de los posibles puntos de excavación. En el Anexo J, se encuentra las hojas de datos con las coordenadas de los centroides de cada posible punto de excavación.

Figura 13.

Distribución de puntos de extracción



Nota: Elaboracion propia

3.3.2.4. Profundidad de muestreo

Según el MTC, (2014) la profundidad de excavacion no sera menor a 1.50 m, considerando el nivel superior la linea de la subrasante del diseño geometrico, asimismo se determinara y describira el perfil estratigrafico.

3.3.2.5. Tamaño de la muestra

Siendo la población a estudiar una muestra finita y teniendo menos de 100 000 elementos, se aplicará la siguiente ecuación

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra poblacional

Z = Coeficiente de confiabilidad

σ^2 = Probabilidad de ocurrencia

N = Tamaño de la población

e = error de la muestra

El tamaño de la población de estudio es N= 1272 calicatas, el cual fue calculada en base a la distribución del área de calicata de 1.8 m x 1.8 m, a lo largo de la vía y un ancho de 5.4 m, de igual forma, se usaron valores recomendados para investigaciones (Borja M., 2012) $\sigma = 0.5$, $e = 5\%$, $Z = 95\%$ (1,96).

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5^2 * 1272}{0.05^2(1272 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2}$$

$$n = 295.23 \text{ calicatas}$$

El tamaño de la muestra poblacional para el tramo en estudio es de 295.53 calicatas, lo cual sería optimo y representativo, que permite extender las conclusiones a lo largo de la población de estudio, sin embargo, realizar esta cantidad de muestras no es factible debido a que no se cuenta con un financiamiento económico.

Según el MTC, (2014) para la caracterización de la sub rasante, indica el número mínimo de calicatas por kilómetro, los cuales se ubicaran longitudinalmente y en forma alternada a distancias aproximadamente similares, generalmente estan distanciadas se encuentran entre 250 m y 2000 m, la proximidad dependera de casos singulares, la poblacion de estudio es una via de bajo volumen de transito, por lo cual se considero, lo indicado en la Tabla 19:

Tabla 19.
Numero de calicatas para exploración de suelos

Tipo de carretera	Profundidad	Numero minimo de calicatas	Observacion
Carreteras de Bajo volumen de Transito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/dia de una calzada	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicata x km	Las calicatas se ubicaran longitudinalmente y en forma alternada

Nota. Adaptado de *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014.

El tamaño de la muestra poblacional para el tramo en estudio, al ser menor a 1 km es de 1 calicata, según la norma.

Asimismo se usara EPIDAT 4.2, que es un programa para analisis epidemiologico de datos, el cual mediante el muestreo aleatorio simple, nos permite obtener la cantidad de muestras y seleccionar de forma aleatoria las mismas que se requiere para su analisis, los cuales se encuentran delimitados por las siguientes condiciones descritas en la Tabla 20:

Tabla 20.
Datos para la determinación de tamaño muestral

	VALORES	DESCRIPCION
Tamaño de la población	1272	Número de puntos de extracción (calicatas)
Desviación estándar	3	1 calicata x km
Precisión absoluta	3.5 %	Se considera el máximo error admisible
Nivel de confianza	95%	Acorde con el valor p que se usa en pruebas estadísticas como punto de corte ($p < 0.05$)
Efecto del diseño	1	Representa un muestreo aleatorio simple

Nota: Elaboración propia.

En la Figura 14, se observa el tamaño de muestra, producto del resultado obtenido con el Programa EPIDAT 4.2, que esta conformado por 03 calicatas, para la selección de las muestras se realizo el muestreo probabilistico, siendo mas especifico del tipo muestreo aleatorio simple, donde todos los puntos para ejecutar las calicatas tienen la misma posibilidad de ser escogidos y formar parte de la muestra, estos puntos de extraccion hallados de forma aleatoria se describen en la Tabla 21.

Figura 14.
Determinación del tamaño y selección muestral con el programa EPIDAT 4.2

[1] Tamaños de muestra. Media:

Datos:

Tamaño de la población: 1.272
Desviación est. esperada: 3,000
Nivel de confianza: 95,0%
Efecto de diseño: 1,0

Resultados:

Precisión	Tamaño de la muestra
1,000	34
3,500	3

[1] Muestreo simple aleatorio:

Datos:

Tamaño de la población: 1.272
Tamaño de la muestra: 3

Número de los sujetos seleccionados:

1267	520	91
------	-----	----

Nota: (1) para un error de 3.5% se tiene un tamaño de muestra de 3 calicatas, (2) se selecciona las muestras de la población de forma aleatoria simple. Tomado de Programa EPIDAT 4.2

Tabla 21.
Selección de las calicatas de la población estudiada

CALICATA	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (m)	PROFUNDIDAD (m)
C91	208383.26	8494902.69	0+054	1.50
C520	208473.04	8494664.22	0+310	1.50
C1267	208761.25	8494353.53	0+758	1.50

Nota: Elaboración propia.

Para realizar el adecuado procedimiento de muestreo en campo que permita correlacionar los datos con las propiedades del suelo, se tuvo como referencia la norma del MTC E 101 Muestreo de suelos y rocas (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

3.3.2.6. Equipo de muestreo de suelo

- *Retroexcavadora*
- *Herramientas manuales:* palas, cucharones y pico
- *Cinta métrica, cámara fotográfica, hojas para apuntes y yeso*

3.3.2.7. Medidas para asegurar la calidad del muestreo

De acuerdo a las coordenadas obtenidas de las calicatas a ejecutar, se realizó la delimitación y excavación dentro del área marcada, asimismo se procedió a identificar los estratos que conformaban cada una de las calicatas, realizándose una descripción cuidadosa in situ. Para finalmente extraer el material para su caracterización con los ensayos de laboratorio.

3.3.2.8. Preservación de las muestras

Durante la extracción del material se depositaron en bolsas y sacos con la identificación apropiada de cada calicata, asimismo para la realización del ensayo de contenido de humedad, se guardó las muestras de las 03 calicatas en recipientes con cierre hermético, para evitar la pérdida de la misma.

3.3.2.9. Tipo de recipiente y volumen de las muestras

Las muestras al ser representativas, el tamaño en bruto (peso) de las mismas, dependerá de la cantidad de ensayos a realizarse en la caracterización del suelo más los ensayos respecto a la investigación planteada, en ese sentido se extrajo aproximadamente 250 kg de material de cada una de las 03 calicatas, los cuales se trasladaron en bolsas y sacos con capacidad de 30 kg.

3.4. Técnicas e instrumentos para la recopilación de datos

Para la recolección de datos en primer lugar se utilizó la observación directa como instrumento, seguido de las tomas de muestras. Simultáneamente, al trabajo de campo y laboratorio se realizó una revisión documental basado en las normas MTC y ASTM, con la finalidad de obtener resultados representativos y confiables, además de los registros fotográficos de la vía en estudio.

3.4.1. Ensayos de laboratorio

Se realizaron excavaciones de calicatas para la obtención de muestras, las cuales fueron analizadas en laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Además, se llevó a cabo la caracterización microestructural de los suelos. Los formatos y fichas técnicas de datos se establecieron conforme a las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Asimismo, el laboratorio cuenta con certificados de calibración y calidad de los equipos que fueron utilizados en los distintos ensayos, tal como se describe en la Tabla 22.

Tabla 22.
Ensayos de laboratorio

N°	Ensayo	Normas
1	Granulometría	MTC E 107 Análisis granulométrico de suelos por tamizado
2	Humedad	MTC E 108 Determinación del contenido de humedad de un suelo.
3	Límites Líquido	MTC E 110 Determinación del límite líquido de los suelos
4	Límite Plástico	MTC E 111 determinación del límite plástico (I.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)
5	Gravedad específica	MTC E 113 Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos mediante picnómetro de agua.
6	Proctor Modificado	MTC E 115 Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado)
7	CBR	MTC E 132 CBR de suelos (laboratorio).
8	Compresión no confinada	MTC E 121 Compresión no confinada en muestras de suelos.

Nota: Elaboración propia.

3.4.2. Ensayos de laboratorio en condiciones estabilizadas

Se determinará las propiedades físicas y mecánicas en condiciones estabilizadas, mediante los ensayos de Índice de Plasticidad, gravedad específica, Proctor modificado y CBR; comparando los resultados del grupo control y causal.

3.5.Método de Análisis de Datos

Realizada la recolección de los datos con la aplicación de los instrumentos, los resultados obtenidos de los ensayos, serán procesados con apoyo de hojas de cálculo de Excel, y representados en tablas y gráficos para un mejor análisis y cálculos en gabinete, asimismo se realizará el uso del software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante por 30 días para la contrastación de hipótesis, para finalmente realizar la elaboración del informe y el diseño de la propuesta de mejora.

Dentro de la contrastación de hipótesis, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) que es un procedimiento estadístico que se utiliza para determinar si las medidas muestrales son representativas de poblaciones con medios iguales, este análisis permite comparar simultáneamente todas las medias muestrales cuando se está estudiando más de dos poblaciones y evaluar las diferencias entre ellas, evitando la necesidad de realizar pruebas en pares de grupo. La comparación de las medias muestrales se basa en la evaluación de las variabilidades muestrales.





CAPITULO IV

DESARROLLO

4.1. Caracterización de las propiedades de los suelos

4.1.1. Análisis granulométrico de suelos

Se determino cuantitativamente la distribución de los tamaños de partículas de suelo, que pasan por los distintos tamices de hueco cuadrado ordenados de mayor a menos medida y poder clasificar los agregados como grueso y fino con referencia al tamiz N 4, se tuvo como referencia la norma del MTC E 107 Análisis granulométrico de suelos por tamizado (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 15, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 15.

Granulometría de suelos por tamizado



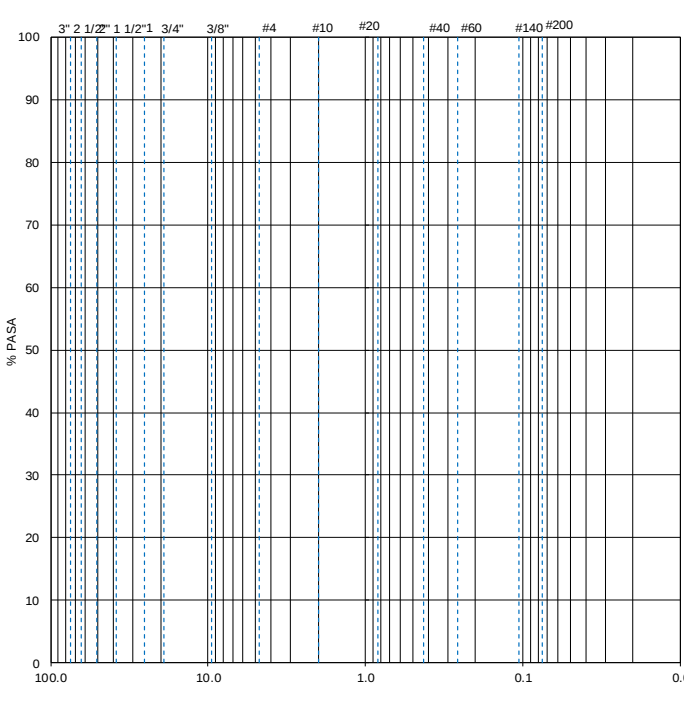
Nota: a) Tamizado por la malla N 4, separación de gravas y finos, b) cuarteo del suelo fino, c) tamices para granulometría de gravas y finos, d) lavado de finos, pasante tamiz N 200, Elaboración propia.

4.1.1.1. Toma de datos

En la Tabla 23, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 23.

FORMATO. Análisis granulométrico por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO						CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA													
Masa húmeda total antes del lavado, g			Masa seca Total antes del lavado, g																
Masa seca después de lavar (g)																			
Tamiz		Peso Ret (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa														
(Pulg.)	(mm)																		
3"	75.000																		
2 1/2"	63.500																		
2"	50.800																		
1 1/2"	38.100																		
1"	25.400																		
3/4"	19.000																		
3/8"	9.510																		
#4	4.760																		
#10	2.000																		
#20	0.840																		
#40	0.425																		
#60	0.260																		
#140	0.106																		
#200	0.075																		
Pasa #200																			

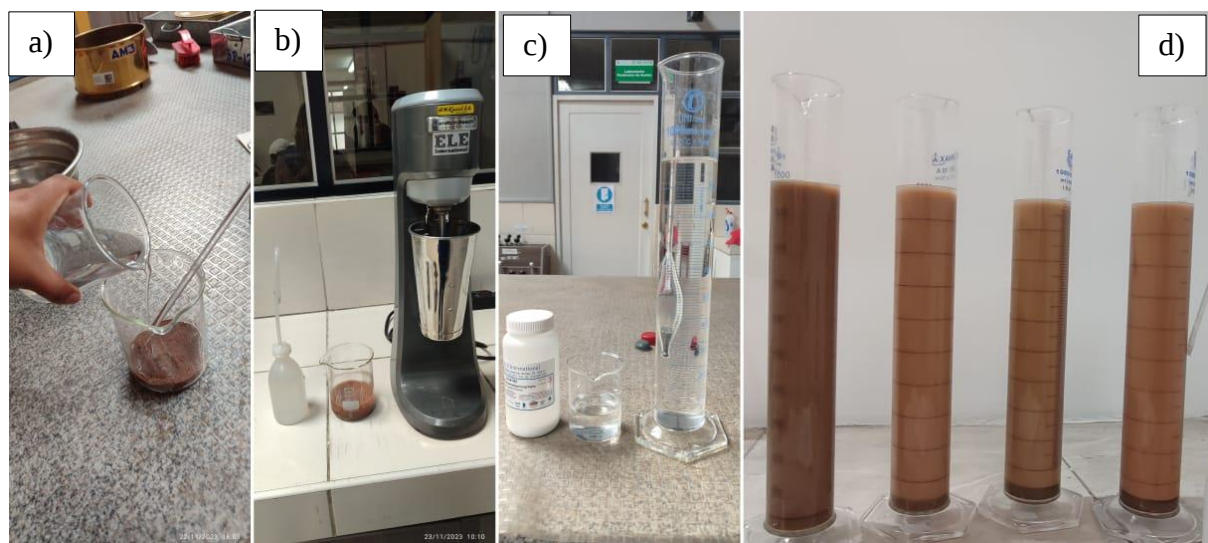
Nota: Elaboración propia.

4.1.1. Análisis granulométrico de suelos por sedimentación

Se determino cuantitativamente la distribución de los tamaños de partículas finas del suelo, basado en la ley de Stokes, usando el hidrómetro para determinar el porcentaje de partículas de suelos dispersados con fines de clasificación, se tuvo como referencia la norma del MTC E 109 Análisis granulométrico por medio del hidrómetro (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 16, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 16.

Granulometría de suelos por sedimentación



Nota: a) Preparación del defloculante y mezclado con el suelo pasante la malla 200, b) se usa el agitador mecánico para dispersión de las partículas, c) se realiza las correcciones por menisco, vacío y defloculante, d) se mide el hidrómetro y temperatura. Elaboración propia.

4.1.2. *Contenido de humedad*

Se determino el contenido de humedad del suelo, secándolo hasta que el peso sea uniforme en un horno de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se tuvo como referencia la norma del MTC E 108 Determinación del contenido de humedad de un suelo (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 17, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 17.

Contenido de humedad



Nota: a) cuarteo de material suelo b) muestras representativas de cada calicata, c) se colocan en el horno para el secado. Elaboración propia.

4.1.2.1.Toma de datos

En la Tabla 24, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 24.

FORMATO. Contenido de humedad

DESCRIPCIÓN	1	2	3
RECIPIENTE			
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)			
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)			
PESO DE RECIPIENTE (g)			
PESO DEL AGUA (g)			
PESO DEL SUELO SECO (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			

Nota: Elaboración propia.

4.1.3. Determinación de Limite Liquido (LL)

Se determino el contenido de humedad del material, donde el suelo se encuentra en el límite entre los estados líquido y plástico, se tuvo como referencia la norma del MTC E 110 Determinación del límite liquido de los suelos (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 18, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 18.

Limite liquido de los suelos



Nota: a) Operación manual con Cuchara de Casagrande, b) se coloca la muestra preparada con una profundidad de 10 mm, c) se divide con el acanalador y d) se coloca en el horno para su secado y se pesa, Elaboración propia.

4.1.3.1.Toma de datos

En la Tabla 25, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 25.

FORMATO. Determinación del Limite Liquido

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA				
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)				
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)				
PESO DE CÁPSULA (g)				
PESO DEL AGUA (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NÚMERO DE GOLPES				

Curva de fluidez



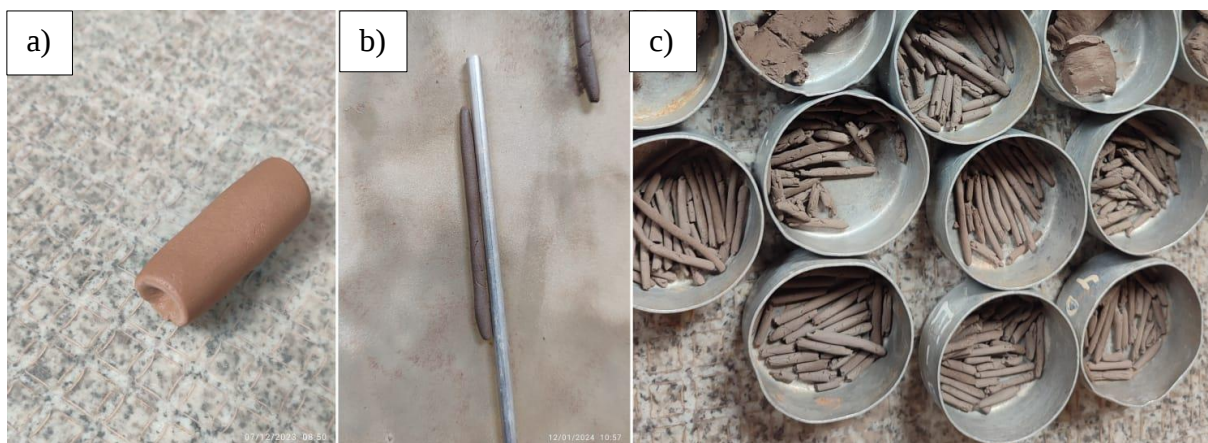
Nota: Elaboración propia.

4.1.4. *Determinación de Limite Plástico (LP)*

Se determino la humedad más baja a la que se puede formar barritas de suelo sin que se desmoronen, estas barritas tuvieron un diámetro de 3,2 mm (1/8”), se tuvo como referencia la norma del MTC E 111 Determinación del Limite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 19, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 19.

Limite plástico de los suelos



Nota: a) se amasa el suelo, b) se forma el cilindro de 3,2 mm, c) se pesa y se coloca en el horno para su secado.
Elaboración propia.

4.1.4.1. Toma de datos

En la Tabla 26, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 26.

FORMATO. Determinación del Limite Plástico

DESCRIPCIÓN	1	2	3
NUMERO DE CÁPSULA			
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)			
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)			
PESO DE CÁPSULA (g)			
PESO DEL AGUA (g)			
PESO DEL SUELO SECO (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			

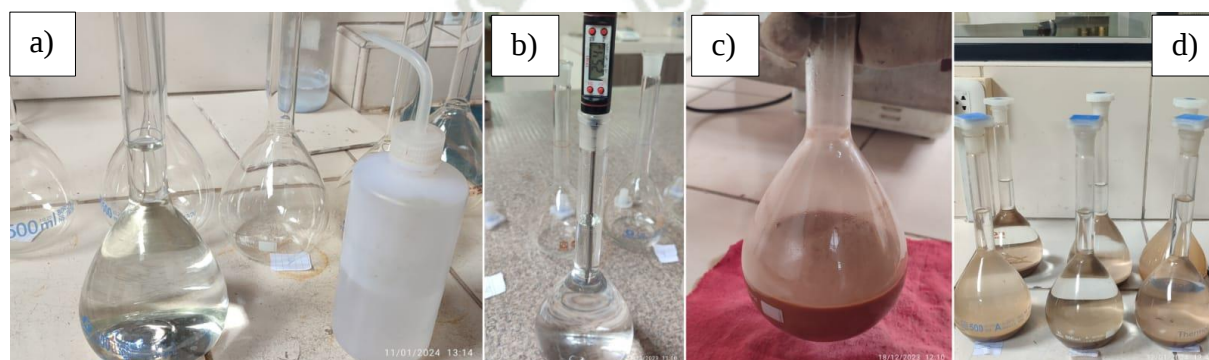
Nota: Elaboración propia.

4.1.5. Ensayo de gravedad específica de finos

Se determino para suelos pasante el tamiz N° 4, este ensayo permite calcular la densidad de los sólidos de suelo, asimismo es usado en el cálculo de las relaciones de fase de suelos, tales como grado de saturación y relación de vacíos, se tuvo como referencia la norma del MTC E 113 Método de ensayo estándar para la gravedad específica de solidos de suelo mediante picnómetro de agua (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 20, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 20.

Gravedad específica de solidos finos



Nota: a) calibración de los picnómetros, b) medición de la temperatura, para futura corrección c) eliminación de burbujas en baño maría, d) luego de 24 h en reposo, se pesa. Elaboración propia.

4.1.5.1. Toma de datos

En la Tabla 27, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 27.

FORMATO. Determinación de la gravedad específica de los finos

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)			
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)			
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)			
PESO DE PICNÓMETRO (g)			
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)			
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)			
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml			
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)			
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)			
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO			
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)			

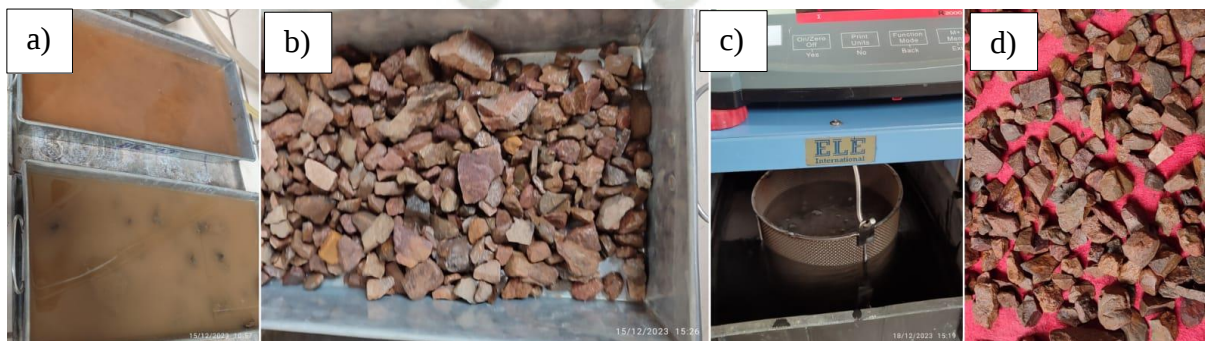
Nota: Elaboración propia.

4.1.6. *Ensayo de gravedad específico de gravas*

Determina el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción, después de 24 horas, se tendrá como referencia la norma del MTC E 206 Peso específico y absorción de agregados gruesos (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 21, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 21.

Peso específico de solidos gruesos



Nota: a) selección de las muestras de gruesos, b) se lava todas las impurezas y se pesa, c) se pesa sumergido, d) secado de los sólidos y se pesa. Elaboración propia.

4.1.7. Ensayo de compactación

Se determino la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco, utilizando una energía modificada ($2700 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56000 \text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)), se tuvo como referencia la norma del MTC E 115 Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 22, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 22.

Ensayo Proctor modificado



Nota: a) curado de las muestras representativas a distintas humedades, b) compactación, método A, c) enrasado de molde para posterior pesado, d) control de humedad del material antes de compactarse. Elaboración propia.

4.1.7.1.Toma de datos

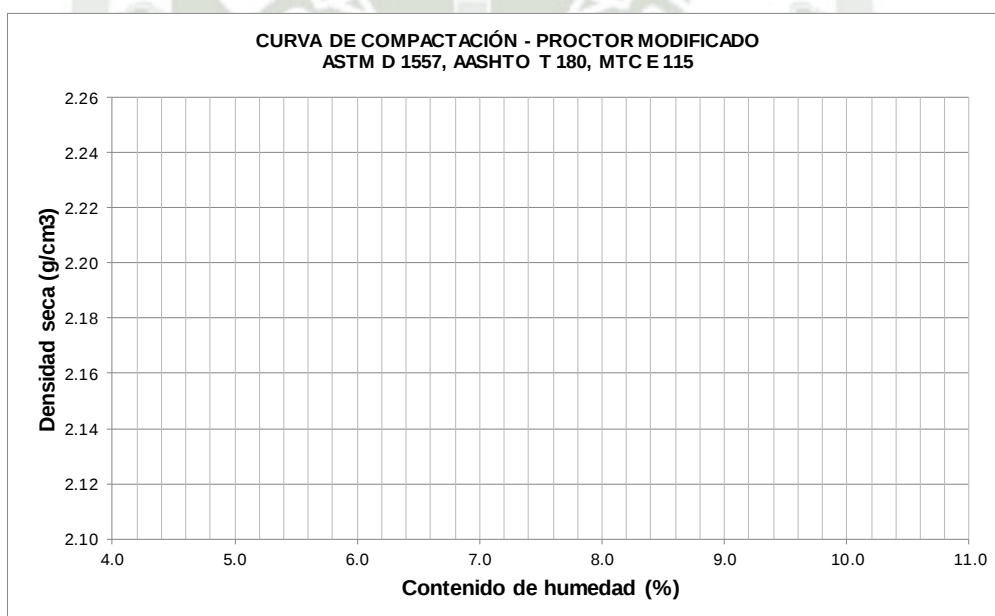
En la Tabla 28, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 28.

FORMATO. Para determinación del Proctor modificado

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)					
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)					
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)					
CÁPSULA N°					
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)					
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)					
PESO DE LA CÁPSULA (g)					
PESO DE AGUA (g)					
PESO DE SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
DENSIDAD SECA (g/cm ³)					
SATURACIÓN $S=100\% - \text{HUMEDAD } \%$					

DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	
HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN (%)	



Nota: Elaboración propia.

4.1.8. *Ensayo de CBR*

Se determinó el índice de resistencia potencial de los suelos y se evaluó la capacidad de soporte de la subrasante que está referido a una penetración de carga de 2.54 mm (0.1”) y al 95% de la máxima densidad seca, se tuvo como referencia la norma del MTC E 132 (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 23, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 23.
Ensayo de CBR de suelos


Nota: a) Compactación de espécimen, b) colocación de dial de expansión, c), Inmersión por 96 horas en una poza de curado, d) ensayo de penetración con pistón, Elaboración propia.

4.1.8.1. Toma de datos

En la Tabla 29, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 29.

FORMATO. Para determinación del CBR

MOLDE N°	CBR-30		CBR-9		CBR-1	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)						
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)						
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)						
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)						
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)						
TARRO N°						
PESO DEL TARRO (g)						
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)						
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)						
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)						
PESO DE SUELO SECO (g)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%					

EXPANSIÓN													
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión

PENETRACIÓN													
δ	Carga	N = 12				N = 26				N = 55			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000													
0.025													
0.050													
0.075													
0.100	1000.0												
0.125													
0.150													
0.200	1500.0												
0.300													
0.400													
0.500													

Nota: Elaboración propia.

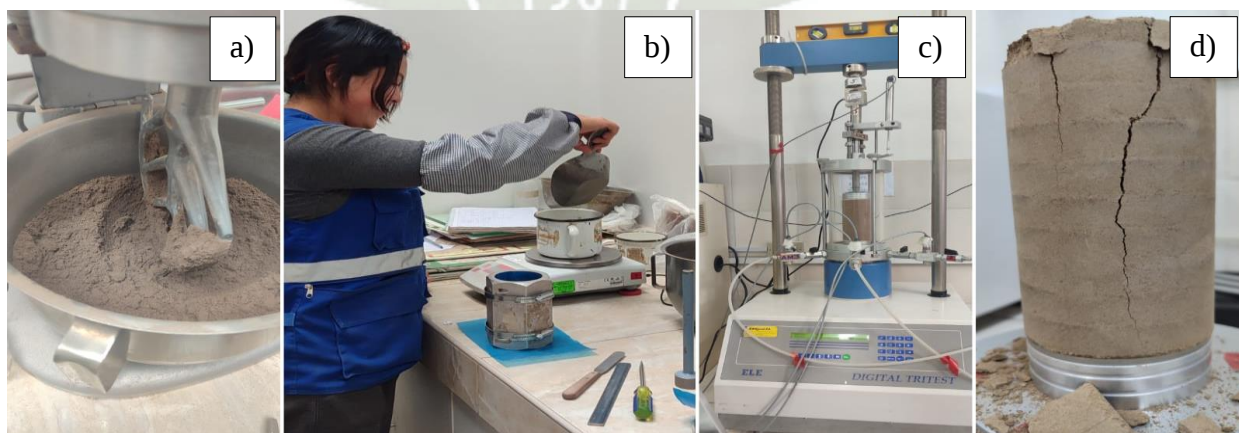
4.2.OPTIMIZACION DE LA MEZCLA DE SUELO CON ADICION DE CFL

4.2.1. Resistencia a la compresión uniaxial

Se determino la resistencia aplicando una carga axial por unidad de área de las probetas, hasta causar la falla en este ensayo de compresión simple, se tuvo como referencia la norma del MTC E 121 Compresión no confinada en muestras de suelos (Manual de Ensayo de Materiales, 2016), en la Figura 24, se observa el procedimiento que se realizó en el ensayo descrito.

Figura 24.

Ensayo de Compresión no Confinada de suelos



Nota: a) Mezclado de material con la humedad optima, b) Control de masa de material/ por capa, en la elaboración de las muestras, c) Ensayo mediante una fuerza axial a una velocidad dada, aplicada en las muestras, d) Rotura del molde. Elaboración propia.

4.2.1.1.Toma de datos

En la Tabla 30, se observa el instrumento de recolección de datos, para el presente ensayo:

Tabla 30.

FORMATO. Para determinación del Compresión simple no confinada

DATOS DE LA PROBETA

CODIGO			VELOCIDAD		mm/min	ESQUEMA DE FALLA	
DIAMETRO (D)		mm	AREA (Ao)		cm ²		
ALTURA INICIAL (Lo)		mm	VOLUMEN		cm ³		
RELACION Lo/D			PESO		gr		
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE	
N	kgf	mm	mm/mm	cm ²	kgf/ cm ²	kgf/ cm ²	
							CONTENIDO DE HUMEDAD
							Especimen humedo + Tara
							gr.
							Especimen seco + Tara
							gr.
							Peso de la tara
							gr.
							Peso especimen humedo
							gr.
							Peso especimen seco
							gr.
							% de Humedad
							%
							DENSIDAD
							Densidad humeda
							gr/cm ³
							Densidad seca
							gr/cm ³
							RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu
							kgf/ cm ²
							RESISTENCIA AL CORTE
							kgf/ cm ²
							Deformacion al instante de la falla
							0.0000
							%



Nota: Elaboración propia.



CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES

Se describe los resultados obtenidos de los ensayos de partida, conformado por el suelo y las cenizas de fondo de ladrilleras (CFL), quienes componen la mezcla para la estabilización de subrasante.

5.1.1. Caracterización Físico – mecánica del suelo patrón

Se describe los resultados obtenidos de los ensayos tanto físicos como mecánicos del suelo en estudio, conformado por las 03 calicatas.

5.1.1.1. Contenido de humedad

Se presenta en la Tabla 31 los resultados promedios obtenidos del ensayo de contenido de humedad de las 03 calicatas.

Tabla 31.

Contenido de humedad del suelo de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	HUMEDAD PROMEDIO %
C- 1	E- 1	0.90	7.0
	E- 2	1.50	14.0
C- 2	E- 1	1.50	9.0
C- 3	E- 1	1.50	9.0

Nota: Elaboración propia.

5.1.1.2. Análisis granulométrico de suelos

Se presenta en la Tabla 32, los resultados del análisis granulométrico de las 03 calicatas, donde la calicata 01 presento 02 estratos, el ensayo se realizó por tamizado y sedimentación, donde se observa el porcentaje de gravas, arenas, limos y arcillas presentes en las muestras extraídas.

Tabla 32.
Resultados del análisis granulométrico del suelo de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	GRAVAS %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %
C- 1	E- 1	0.90	7.90	37.50	39.60	15.10
	E- 2	1.50	22.50	25.90	28.90	22.80
C- 2	E- 1	1.50	30.80	35.70	11.60	21.90
C- 3	E- 1	1.50	25.70	35.80	13.80	24.80

Nota: Elaboración propia.

5.1.1.3.Límites de Atterberg

Se obtuvo los límites de Atterberg de las 03 calicatas, donde la calicata 01 presentó 02 estratos. En la Tabla 33, se observa los valores hallados, luego de realizados los ensayos en laboratorio, determinándose los límites líquido y plástico para finalmente calcular el índice de plasticidad de las 03 calicatas, asimismo se considera que los suelos de baja plasticidad presentan un IP (%) < 7.00

Tabla 33.
Límites de Atterberg de los suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	L.L. %	L.P. %	I.P %
C- 1	E- 1	0.90	19.1	13.8	5.2
	E- 2	1.50	23.0	11.4	11.6
C- 2	E- 1	1.50	27.8	12.9	14.9
C- 3	E- 1	1.50	24.8	11.4	13.4

Nota: Elaboración propia.

5.1.1.4.Clasificación de suelos

Se detalla en la Tabla 34 y 35, los resultados de la clasificación mediante AASHTO y SUCS, donde la calicata 01 presentó 02 estratos.

Clasificación de suelos basado en AASHTO

Tabla 34.

Resultados de clasificación AASHTO de los suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	Pasante tamiz N° 200 (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	Indice de Grupo (%)	CLASIF.
C- 1	E- 1	54.6	19.1	5.2	0	A-4
	E- 2	51.6	23.0	11.6	3	A-6
C- 2	E- 1	33.50	27.8	14.9	1	A-2-6
C- 3	E- 1	38.60	24.8	13.4	1	A-6

Nota: Elaboración propia.

Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Tabla 35.

Resultados de clasificación SUCS de los suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	Pasante tamiz N° 4 (%)	Pasante tamiz N° 200 (%)	I.P. (%)	CLASIF.
C- 1	E- 1	92.1	54.6	5.2	CL - ML
	E- 2	77.5	51.6	11.6	CL
C- 2	E- 1	69.2	33.5	14.9	SC
C- 3	E- 1	74.3	38.6	13.4	SC

Nota: Elaboración propia.

5.1.1.5.Gravedad específica de solidos

Se presenta en la Tabla 36, los resultados del ensayo de la gravedad específica de solidos del suelo de las 03 calicatas, donde el material estudiado es el encontrado a 0.90 m de fundación y 1.5 m de profundidad del nivel superior, según indica el manual MTC, estos resultados se usaron para la gráfica de la curva de saturación en el ensayo de Proctor Modificado, asimismo en la Tabla 37, se observa los resultados del ensayo de la gravedad específica de gravas del suelo, para una corrección por sobretamaños de las 03 calicatas.

Tabla 36.
Gravedad específica de sólidos finos

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	G _s
C- 1	E- 1	0.90	2.70
	E- 2	1.50	2.68
	E- 1	1.50	2.70
C- 2	E- 1	1.50	2.70
C- 3	E- 1	1.50	2.71
CENIZA	CEN- 1	-	2.98

Nota: Elaboración propia.

Tabla 37.
Gravedad específica de gravas

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	Peso específico de masa	Peso específico aparente
C- 1	E- 2	1.50	2.48	2.71
C- 2	E- 1	1.50	2.54	2.74
C- 3	E- 1	1.50	2.48	2.65

Nota: Elaboración propia.

5.1.1.6.Proctor modificado

Se presentan en la Tabla 38, los valores obtenidos del ensayo de compactación del suelo de las 03 calicatas, utilizando el método C, realizado bajo lo dispuesto en el MTC E 115.

Tabla 38.
Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	PESO UNITARIO SECO MAXIMO (KN/m ³)
C- 1	E- 1	0.90	8.1	20.62
	E- 2	1.50	9.4	20.35
C- 2	E- 1	1.50	7.6	21.53
C- 3	E- 1	1.50	6.6	21.84

Nota: Elaboración propia.

5.1.1.7. Relación de soporte de California (CBR)

Se presentan los valores hallados mediante el ensayo CBR, donde el material estudiado es el encontrado a 0.90 m de fundación y 1.5 m de profundidad del nivel superior, se detalla los resultados obtenidos a este nivel como se observa en la Tabla 39, de las 03 calicatas, los cuales fueron mezclados previamente con una cantidad de agua determinada por el óptimo contenido de humedad y posterior compactación a 12, 26 y 55 golpes/capa en 5 capas, según lo dispuesto en el MTC E 132 y en la Tabla 40 se observa el porcentaje de expansión de los suelos en estudio.

Tabla 39.

Resultados de ensayo de CBR de los suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	CBR al 95% de la MDS (%)	
			(0.1'')	(0.2'')
C- 1	E- 1	0.90	6.4	7.1
	E- 2	1.50	4.9	5.4
C- 2	E- 1	1.50	5.1	6.1
C- 3	E- 1	1.50	6.3	7.2

Nota: Elaboración propia.

Tabla 40.

Resultados de expansión de los suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	Expansion (%)
C- 1	E- 1	0.90	0.3
	E- 2	1.50	1.3
C- 2	E- 1	1.50	1.3
C- 3	E- 1	1.50	1.2

Nota: Elaboración propia.

5.1.2. Análisis de EDS (Espectroscopia de dispersión de energía de rayos X)

5.1.2.1. Caracterización Microestructural de Ceniza de Fondo de Ladrilleras (CFL)

Las muestras de las cenizas de ladrilleras, fueron recolectados de una zona de acopio de la ladrillera Fénix, ubicada en la quebrada San Jerónimo

Pulpituchayoc, del distrito de San Jerónimo, estas cenizas fueron tamizadas a través de una malla número 200, en la Tabla 41, se observa los porcentajes de los diferentes óxidos que componen estas cenizas, datos que se usaron para su clasificación.

Tabla 41.

Resultados de ensayo de EDS a la ceniza de fondo de ladrillera

Elemento	% peso	% atom	OXIDO	% DE OXIDO
C	6.5	11.2	CO_2	23.81
O	44.84	58.04		
Na	1.5	1.35	Na_2O	2.03
Mg	1.97	1.68	MgO	3.27
Al	6.11	4.69	Al_2O_3	11.55
Si	11.67	8.61	SiO_2	24.97
K	20.4	10.81	K_2O	24.57
Ca	7	3.62	CaO	9.8

Nota: Elaboración propia.

5.1.2.2. Caracterización Microestructural de suelo natural

Para evaluar los componentes químicos del suelo, se realizó el análisis de EDS, mediante este análisis se observa los porcentajes de los diferentes óxidos que componen el suelo arcilloso, detallado en la Tabla 42.

Tabla 42.

Resultados de ensayo de EDS muestra suelo arcilloso

Elemento	% peso	% atom	OXIDO	% DE OXIDO
C	2.08	3.44	CO_2	7.63
O	51.61S	63.99		
Mg	0.93	0.76	MgO	1.54
Al	13.40	9.85	Al_2O_3	25.31
Si	28.88	20.39	SiO_2	61.77
K	3.10	1.57	K_2O	3.74

Nota: Elaboración propia.

5.2. OPTIMIZACION DE LA MEZCLA DE SUELO CON ADICION DE CFL

5.2.1. Resultados de la caracterización mecánica suelo con adición de CFL

5.2.1.1.Gravedad específica de solidos

Se presenta en la Tabla 43, los resultados del ensayo de la gravedad específica de solidos del suelo de las 03 calicatas, con adición del 10%, 20% y 30% de CFL en cada una, estos resultados se usaron para la gráfica de la curva de saturación en el ensayo de Proctor Modificado.

Tabla 43.

Gravedad especifica de solidos

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	% DE CFL	G _s
C- 1	E- 1	0.90	10	2.71
			20	2.72
			30	2.76
	E- 2	1.50	10	2.75
			20	2.79
			30	2.82
C- 2	E- 1	1.50	10	2.82
			20	2.72
			30	2.79
C- 3	E- 1	1.50	10	2.83
			20	2.77
			30	2.77

Nota: Elaboración propia.

5.2.1.2.Proctor modificado

Se presenta en la Tabla 44, los valores obtenidos del ensayo de compactación del suelo de las 03 calicatas, con adición del 0%, 10%, 20% y 30% de CFL en cada una, para lo cual se usó el método “B y C”, realizado bajo lo dispuesto en el MTC E 115.

Tabla 44.
Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	METODO	% DE CFL	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	PESO UNITARIO SECO MAXIMO (KN/m3)
C- 1	E- 1	0.90	C	0	8.1	20.62
			C	10	10.4	19.96
			C	20	12.2	19.13
			C	30	13.4	19.17
	E- 2	1.50	B	0	11.1	19.58
			B	10	12.1	18.07
			B	20	13.9	17.68
			B	30	14.5	17.35
C- 2	E- 1	1.50	B	0	8.6	21.11
			B	10	10.7	19.75
			B	20	11.8	18.75
			B	30	13.0	18.05
C- 3	E- 1	1.50	B	0	8.1	21.33
			B	10	9.5	19.45
			B	20	11.1	19.00
			B	30	12.7	18.12

Nota: Elaboración propia.

5.2.1.1. Compresión simple no confinada

Se presenta en las Tablas 45, 46, 47 y 48, los valores hallados mediante el ensayo de compresión simple no confinada, donde el material estudiado es el encontrado a 0.90 m de fundación y 1.5 m de profundidad del nivel superior, de las 03 calicatas, con adición del 0%, 10%, 20% y 30% de CFL en cada una, realizado bajo lo dispuesto en el MTC E 121.

Tabla 45.

Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo sin adición de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	CODIGO DE MOLDE	Resist. a la comp. no confinada qu (kg/cm ²)
C- 1	E- 1	0.90	C1 - M1	4.13
			C1 – M2	4.98
	E- 2	1.50	C1 - M1	3.57
			C1 – M2	3.79
C- 2	E- 1	1.50	C2 - M1	2.66
			C2 – M2	2.89
C- 3	E- 1	1.50	C3 - M1	2.98
			C3 – M2	2.97

Nota: Elaboración propia.

Tabla 46.

Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo con adición de 10% de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	% DE CFL	CODIGO DE MOLDE	Resist. a la comp. no confinada qu (kg/cm ²)
C- 1	E- 1	0.90	10	C1 - M1	6.16
			10	C1 – M2	6.70
	E- 2	1.50	10	C1 - M1	5.47
			10	C1 – M2	5.51
C- 2	E- 1	1.50	10	C2 - M1	6.53
			10	C2 – M2	6.82
C- 3	E- 1	1.50	10	C3 - M1	5.46
			10	C3 – M2	6.15

Nota: Elaboración propia.

Tabla 47.

Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo con adición de 20% de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	% DE CFL	CODIGO DE MOLDE	Resist. a la comp. no confinada qu (kg/cm ²)
C- 1	E- 1	0.90	20	C1 - M1	5.31
			20	C1 – M2	5.78
	E- 2	1.50	20	C1 - M1	6.62
			20	C1 – M2	5.81
C- 2	E- 1	1.50	20	C2 - M1	6.04
			20	C2 – M2	5.45
C- 3	E- 1	1.50	20	C3 - M1	6.09
			20	C3 – M2	5.00

Nota: Elaboración propia.

Tabla 48.

Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada a la muestra de suelo con adición de 30% de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	% DE CFL	CODIGO DE MOLDE	Resist. a la comp. no confinada qu (kg/cm ²)
C- 1	E- 1	0.90	30	C1 - M1	5.87
			30	C1 – M2	5.64
	E- 2	1.50	30	C1 - M1	5.60
			30	C1 – M2	4.71
C- 2	E- 1	1.50	30	C2 - M1	3.48
			30	C2 – M2	5.60
C- 3	E- 1	1.50	30	C3 - M1	3.66
			30	C3 – M2	4.48

Nota: Elaboración propia.

5.3. CARACTERIZACION FISICO - MECANICA DE SUELO CON ADICION DE CFL

5.3.1. Resultados de la caracterización física del suelo con adición de CFL

5.3.1.1.Límites de Atterberg

En la Tabla 49, se presentan los valores obtenidos luego de realizados los ensayos en laboratorio, determinándose los límites líquido y límite plástico para finalmente calcular el índice de plasticidad de las 03 calicatas, con adición del 10%, 20% y 30% de CFL en cada una.

Tabla 49.

Límites de Atterberg de los suelos de las calicatas con adición de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	% DE CFL	L.L. %	L.P. %	I.P %
C- 1	E- 1	0.90	10	23.0	18.6	4.4
			20	24.3	17.2	7.1
			30	27.6	19.8	7.8
	E- 2	1.50	10	27.3	19.7	7.6
			20	29.6	22.6	6.9
			30	30.8	23.1	7.6
C- 2	E- 1	1.50	10	31.2	20.6	10.6
			20	33.8	24.3	9.5
			30	34.4	22.7	11.8
C- 3	E- 1	1.50	10	27.6	19.4	8.1
			20	31.0	23.5	7.5
			30	33.3	23.5	9.9

Nota: Elaboración propia.

5.3.2. Resultados de la caracterización mecánica del suelo con adición de CFL

5.3.2.1.Resultados de Proctor modificado

Se presenta en la Tabla 50, los valores obtenidos del ensayo de compactación del suelo de las 03 calicatas, luego de realizado el ensayo de la Resistencia a la Compresión simple no confinada, resultó que para la calicata 01 a 0.90 m de fundación alcanza la máxima resistencia con el 10% de CFL y la calicata 02 y 03 a 1.50 m al 10% de CFL, para este ensayo se usó el

método C, realizado bajo lo dispuesto en el MTC E 115.

Tabla 50.

Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio con adición de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	% DE CFL	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	DENSIDAD SECA MAXIMA (KN/m3)
C- 1	E- 1	0.90	10	10.4	19.96
	E- 2	1.50	10	11.3	19.61
			20	12.1	19.16
C- 2	E- 1	1.50	10	10.0	20.92
C- 3	E- 1	1.50	10	9.6	20.86

Nota: Elaboración propia.

5.3.2.2.Resultados de Relación de Soporte de California (CBR)

Se presentan en la Tabla 51 los valores hallados mediante el ensayo CBR, de las 03 calicatas, con adición del 10% de CFL, realizado según lo dispuesto en el MTC E 132, asimismo se presenta en la Tabla 52 la expansión producida por la mezcla estabilizante.

Tabla 51.

Resultados de ensayo de CBR de los suelos de las calicatas en estudio con adición de % de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	% DE CFL	CBR al 95% de la MDS (%)	
				(0.1’')	(0.2’')
C- 1	E- 1	0.90	10	59.4	62.8
	E- 2	1.50	10	39.7	41.1
			20	51.0	53.6
C- 2	E- 1	1.50	10	50.0	50.5
C- 3	E- 1	1.50	10	52.2	57.3

Nota: Elaboración propia.

Tabla 52.
Resultados de expansión de los suelos de las calicatas en estudio con adición de % de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	% DE CFL	Expansion (%)
C- 1	E- 1	0.90	10	0.2
	E- 2	1.50	10	0.4
			20	0.2
C- 2	E- 1	1.50	10	0.3
C- 3	E- 1	1.50	10	0.3

Nota: Elaboración propia.

5.4.Caracterización microestructural de suelo natural con adición de % de CFL

Para evaluar la reacción química del suelo después de agregar cenizas de fondo de ladrilleras (CFL), se llevó a cabo el análisis de EDS, mediante el cual se observaron cambios en los porcentajes de óxidos presentes en los suelos estabilizados con 10% y 20% de CFL, este análisis se realizó para la calicata 01, como se detalla en las Tabla 53 y 54.

Tabla 53.
Resultados de ensayo de EDS muestra suelo arcilloso con 10% de adición de CFL

Elemento	% peso	% atom	OXIDO	% DE OXIDO
C	2.47	4.06	CO_2	9.06
O	51.94	63.96		
Mg	2.59	2.10	MgO	4.30
Al	11.17	8.15	Al_2O_3	21.10
Si	28.83	20.22	SiO_2	61.67
K	1.70	0.85	K_2O	2.04
Ca	1.31	0.64	CaO	1.83

Nota: Elaboración propia.

Tabla 54.
Resultados de ensayo de EDS muestra suelo arcilloso con 20% de adición de CFL

Elemento	% peso	% atom	OXIDO	% DE OXIDO
C	2.60	4.27	CO_2	9.54
O	52.47S	64.57		
Mg	1.19	0.96	MgO	1.97
Al	8.76	6.39	Al_2O_3	16.55
Si	31.47	22.07	SiO_2	67.33
K	1.51	0.76	K_2O	1.82
Ca	2.0	0.98	CaO	2.79

Nota: Elaboración propia.



CAPITULO VI

DISCUSION Y CONCLUSIONES

6.1. DISCUSION

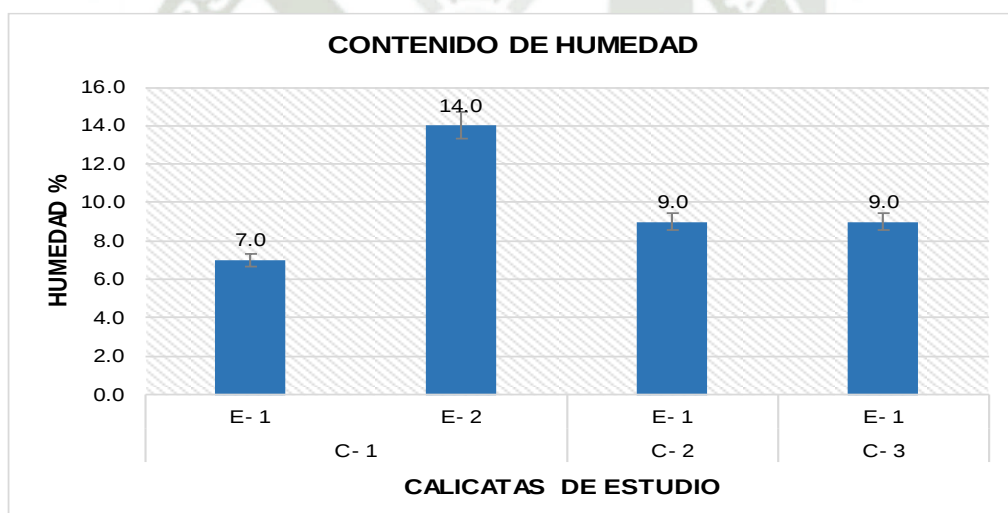
6.1.1. Caracterización del suelo patrón

I. Contenido de humedad

Se presento en la Tabla 31 los resultados promedios obtenidos del ensayo de contenido de humedad de las calicatas de estudio, además con los valores obtenidos se interpreta la relación que existe entre el peso del agua que contiene la masa del suelo respecto a las partículas sólidas del mismo, en la Figura 25, se observa la variación del promedio del contenido de humedad de las 03 calicatas.

Figura 25.

Análisis del resultado de contenido de humedad de las 03 calicatas



Nota: Las calicatas de estudio, está conformado por C- 01 que tiene 02 estratos, C- 02 y C- 03. Elaboracion propia

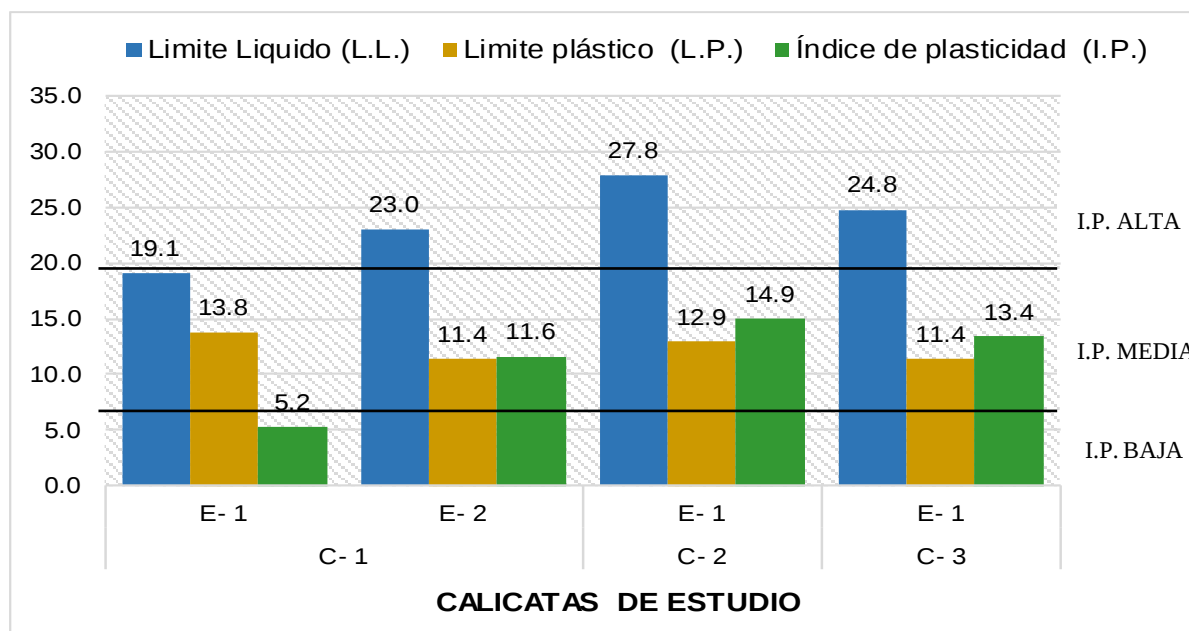
II. Límites de Atterberg

En la Tabla 33, se observó los valores obtenidos luego de realizados los ensayos en laboratorio, determinándose los limites líquido en el rango de 19.1% al 27.8% y limite plástico en el rango de 11.4% al 13.8%, para finalmente calcular el índice de plasticidad, el cual indica el intervalo de humedades donde el suelo tiene una consistencia plástica, en la Figura 26, se observa los resultados que se encuentran en el rango de 5.2% al 14.9%, teniendo un promedio de 11.28%, el cual según la clasificación del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, los suelos de estudio tienen una plasticidad baja a media ($7 < I.P. \leq 20$)

característico de suelos con contenido de arcilla, teniendo una gran sensibilidad al agua, el cual es riesgoso en un suelo de subrasante (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) .

Figura 26.

Análisis del resultado de Limite Liquido (LL), Limite plástico (LP) e Índice de plasticidad (IP)



Nota: Las calicatas de estudio, está conformado por C- 01 que tiene 02 estratos, C- 02 y C- 03. Elaboracion propia

III. Análisis granulométrico y clasificación de suelos

El material estudiado es el encontrado a 0.90 m suelo de fundación y 1.5 m, indicado según el manual del MTC, en la Tabla 32, se observó que en la C-01 presento 02 estratos, donde se obtuvo en el estrato 01 un 39.60% de limo y 15.10% de arcilla y en el estrato 02 un 28.90% de limo y 22.80% de arcilla, en la C- 2 un 11.60 % de limo y 21.90% de arcilla y C- 3 se tuvo un 13.80% de limo y 24.80% de arcilla.

Se observa en la Tabla 55, la descripción por el método AASHTO y SUCS, los suelos estudiados se clasifican de A-4 (0) a A-6 (3), el cual confirma la presencia de suelo arcilloso, de igual manera este metodo considera el Indice de Grupo, siendo un indicador normado, el cual para la C- 1 a una profundidad de 1.50 m se clasifico como regular, para las C- 2 y C- 3 se clasifico como un suelo bueno, de igual forma se obtuvo suelos de tipo CL y SC, por el metodo SUCS, clasificandose como arcillas con arena de mediana plasticidad.

Tabla 55.
Resultados de la clasificación de suelos de las calicatas en estudio

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION
			AASHTO	SUCS	
C- 1	E- 1	0.90	A-4 (0)	CL - ML	Arcilla limosa arenoso con bajo contenido de gravas de baja plasticidad
	E- 2	1.50	A-6 (3)	CL	Arcilla con arena de mediana plasticidad
C- 2	E- 1	1.50	A-2-6 (1)	SC	Arena arcillosa con grava de mediana plasticidad
C- 3	E- 1	1.50	A-6 (1)	SC	Arena arcillosa con mediana plasticidad

Nota: Elaboración propia.

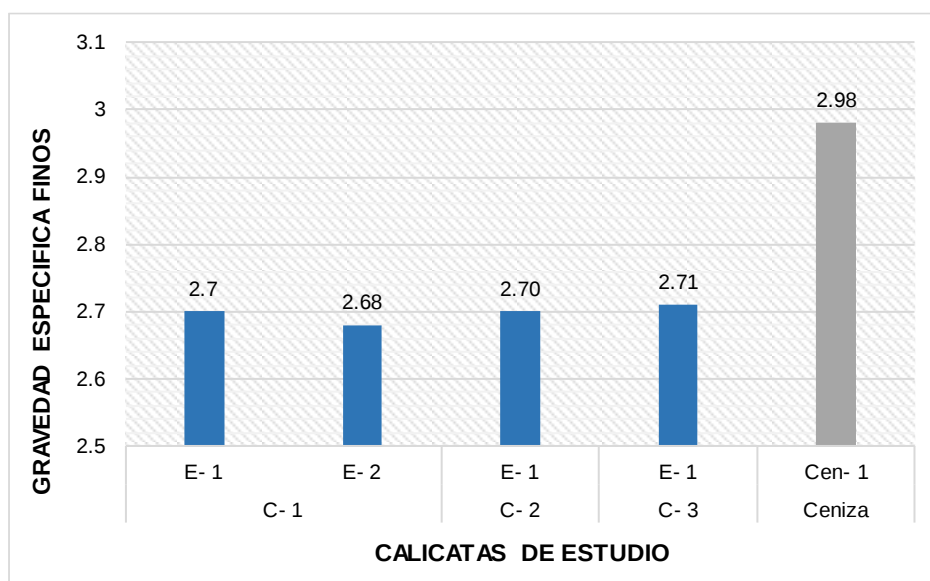
IV. Gravedad específica de solidos finos y gravas

Se presento en la Tabla 36 y 37, los resultados del ensayo de la gravedad específica de solidos del suelo de las 03 calicatas, donde el material estudiado es el encontrado a 0.90 m de fundación y 1.5 m de profundidad del nivel superior, los cuales se encuentran en el rango de 2.68 a 2.7 y la ceniza con un valor de 2.98.

Los valores obtenidos se muestran en la Figura 27 y Figura 28, teniendo la C- 3, el mayor valor, lo que sugiere que presenta una mayor densidad, es decir que para un mismo volumen hay mayor masa de suelo, de igual manera estos valores sirven para obtener la curva de saturación en la compactación de los suelos.

Figura 27.

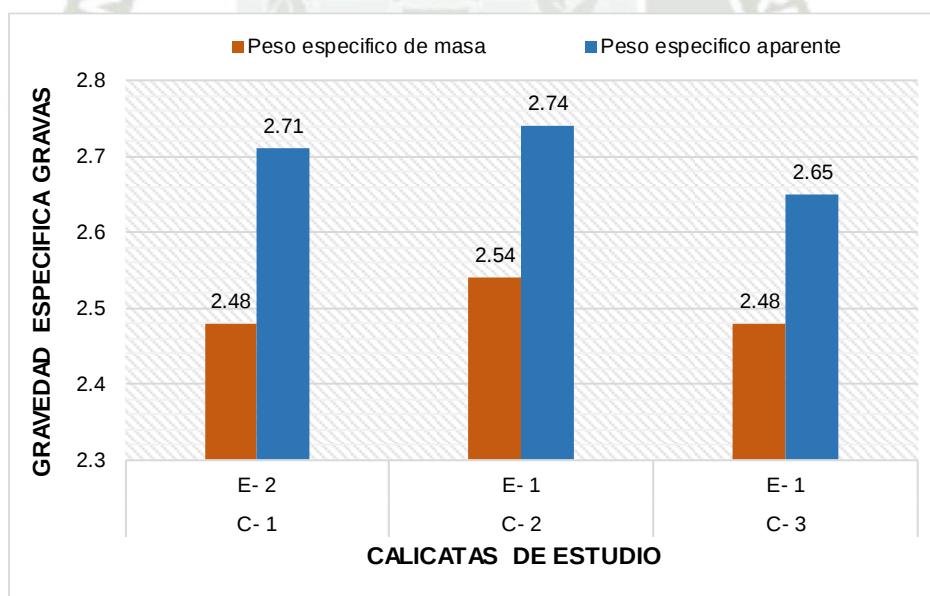
Análisis del resultado de gravedad específica de sólidos de las muestras



Nota: Elaboracion propia

Figura 28.

Análisis del resultado de gravedad específica de gravas de las 03 calicatas



Nota: Elaboracion propia

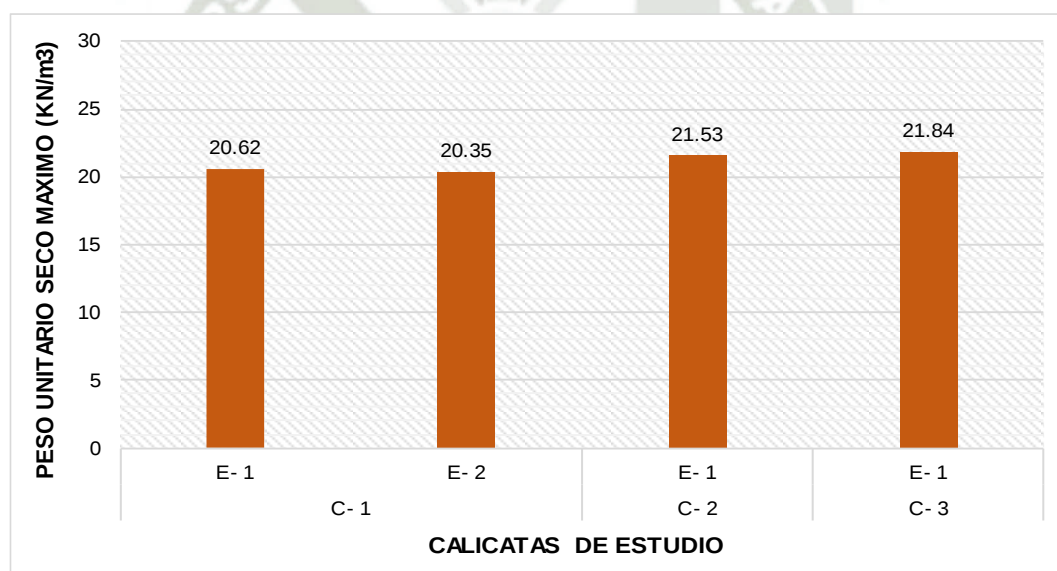
V. Proctor modificado

Se presento en la Tabla 38, los resultados obtenidos del ensayo de compactación del suelo de las 03 calicatas, mediante este ensayo se halló el óptimo contenido de humedad y el peso unitario seco máximo, los cuales se requieren conocer para mejorar las propiedades mecánicas del suelo al realizarse la compactación.

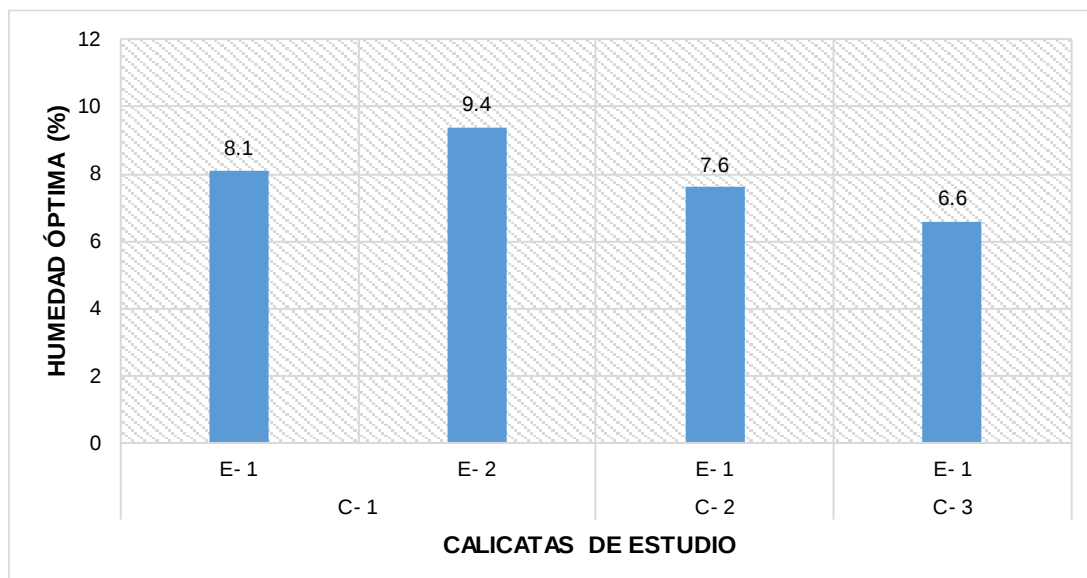
Para la realización de este ensayo se prepararon especímenes con las mismas condiciones, es decir por cada calicata se prepararon 05 muestras a diferentes humedades para la formación de la curva de Peso unitario seco vs. Humedad, para la compactación se usó el Método C, que requiere utilizar el molde de 6'' de diámetro y se realizó 56 golpes/capa en 5 capas, este con el fin de poder relacionar el Peso unitario seco máximo al 95% con el ensayo de CBR. De la compactación se obtuvo los Pesos unitarios secos máximos en un rango de 20.35 KN/m³ a 21.84 KN/m³, de igual manera el óptimo contenido de humedad en un rango de 6.6% a 9.4%. En la Figura 29 y 30 se presenta los resultados obtenidos en cada una de las calicatas, asimismo se observa que el óptimo contenido de humedad es menor a los valores hallados del ensayo de contenido de humedad del suelo natural, interpretándose que el suelo natural con el contenido de humedad mayor que presenta, no llegaría a su Peso unitario seco máximo.

Figura 29.

Análisis del resultado de la densidad seca máxima de las 03 calicatas



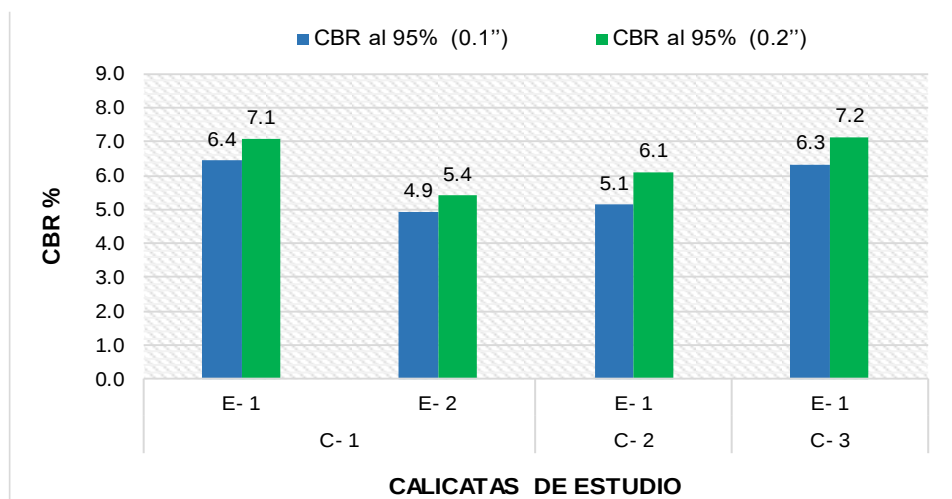
Nota: Elaboracion propia

Figura 30.
Análisis del resultado de Contenido de humedad óptima de las 03 calicatas


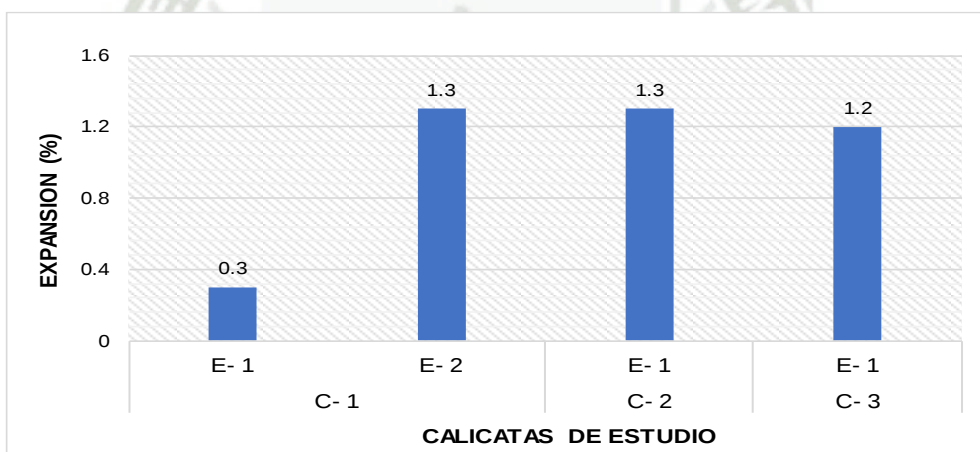
Nota: Elaboracion propia

VI. Relación de soporte de California (CBR)

Se observo en la Tabla 39, los resultados obtenidos del ensayo realizado a las 03 calicatas, dando un CBR de 6.4% (C1- E1), 4.9% (C1- E2), 5.1% (C2) y 6.3% (C3), estos valores hallados al 95% de la Densidad Seca Máxima (0.1”), obteniendo una categoría la C1 – E2 y C-2 como subrasante insuficiente ($3\% \leq \text{CBR} < 6\%$), C1- E1 y C- 3 como subrasante regular ($6\% \leq \text{CBR} < 10\%$), por lo cual este tramo requiere mejorar la calidad del suelo mediante la estabilización no convencional, propuesta en la presente investigación mediante la adición de CFL que permitirá medir el aumento del CBR. En la Figura 31 se observan los resultados de CBR al 95% de DSM, encontrándose que la C1- E1, presenta el mayor valor, en contraste con las otras muestras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), asimismo en la Figura 32 se observa porcentajes de expansión teniendo un promedio de $1.3\% < 5\%$, considerándose de baja expansión, según Federal Aviation Administration [FAA], 2021, p. [3- 7].

Figura 31.
Análisis del resultado de CBR (%) de las 03 calicatas


Nota: Elaboración propia

Figura 32.
Análisis del resultado de expansión de las 03 calicatas


Nota: Elaboración propia

6.1.2. Optimización del suelo con adición de CFL por porcentajes: Resultados de Proctor modificado, Compresión no confinada.

Obtenida la clasificación de suelos, mediante la metodología AASHTO y SUCS, las calicatas de estudio poseen una categoría subrasante insuficiente a regular, bajo esta premisa y la necesidad de mejorar mediante la estabilización con cenizas, se presentan los resultados de los ensayos realizados al suelo patrón y con adición de distintos porcentajes de CFL. Para la optimización de la mezcla estabilizadora, se realizó el ensayo de compresión no confinada, y según los valores obtenidos de la resistencia última a la compresión, se definió la mejor

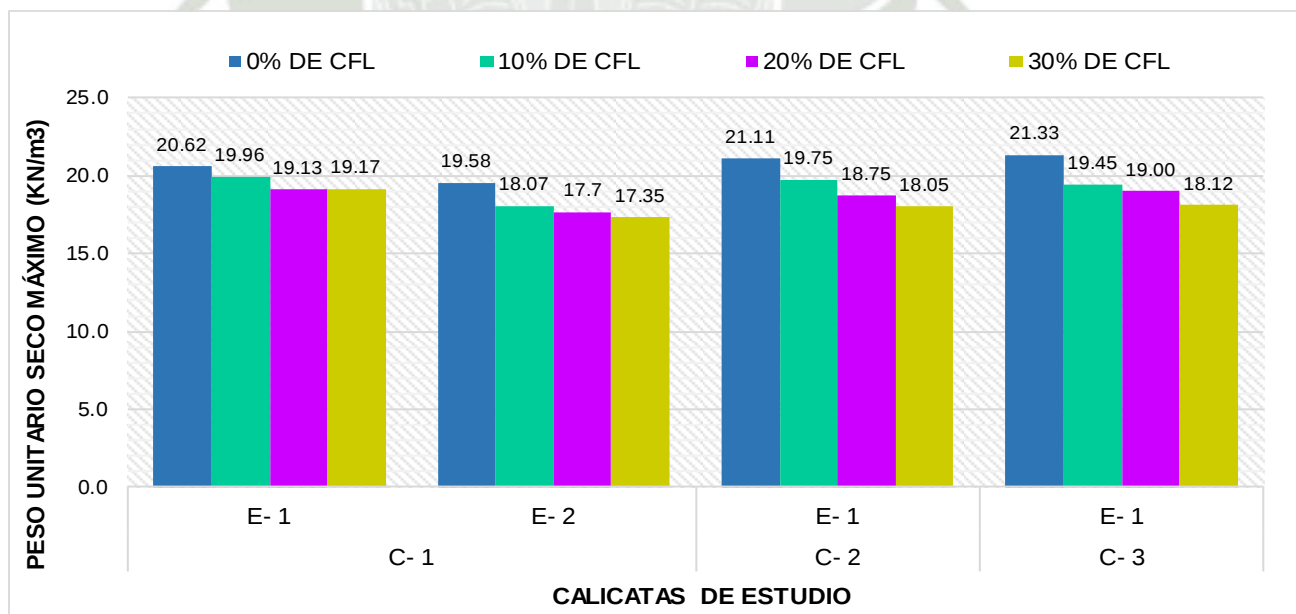
dosificación en porcentaje de CFL estabilizadora.

A. Proctor modificado

Se presento en la Tabla 44 los resultados obtenidos del ensayo de compactación del suelo de las 03 calicatas, con adición del 0%, 10%, 20% y 30% de CFL en cada una, para la realización de este ensayo se prepararon 05 muestras a diferentes humedades para la formación de la curva de Peso Unitario Seco vs. Humedad, para la compactación se usó el Método B y C, establecido por la granulometría de los suelos. En la Figura 33 y 34 se muestran la variación de los resultados, se obtuvo las Peso Unitario Seco Máximos en un rango de 19.58 KN/m³ a 21.33 KN/m³, para las 03 calicatas con una adición de 0% de CFL. De igual manera se obtuvieron valores de Peso Unitario Seco Máximos en un rango de 18.07 KN/m³ a 19.96 KN/m³, con una adición del 10% CFL, en un rango de 17.7 KN/m³ a 19.13 KN/m³ con una adición del 20% CFL y en un rango de 17.35 KN/m³ a 19.17 KN/m³ con una adición del 30% CFL, en cuanto al contenido de humedad presenta un aumento, teniendo el suelo patrón una humedad promedio de 9.0% y con una adición de 10%, 20% y 30% de CFL, se tiene 10.7%, 12.3% y 13.4%, respectivamente, debido a la mayor absorción de agua de la CFL.

Figura 33.

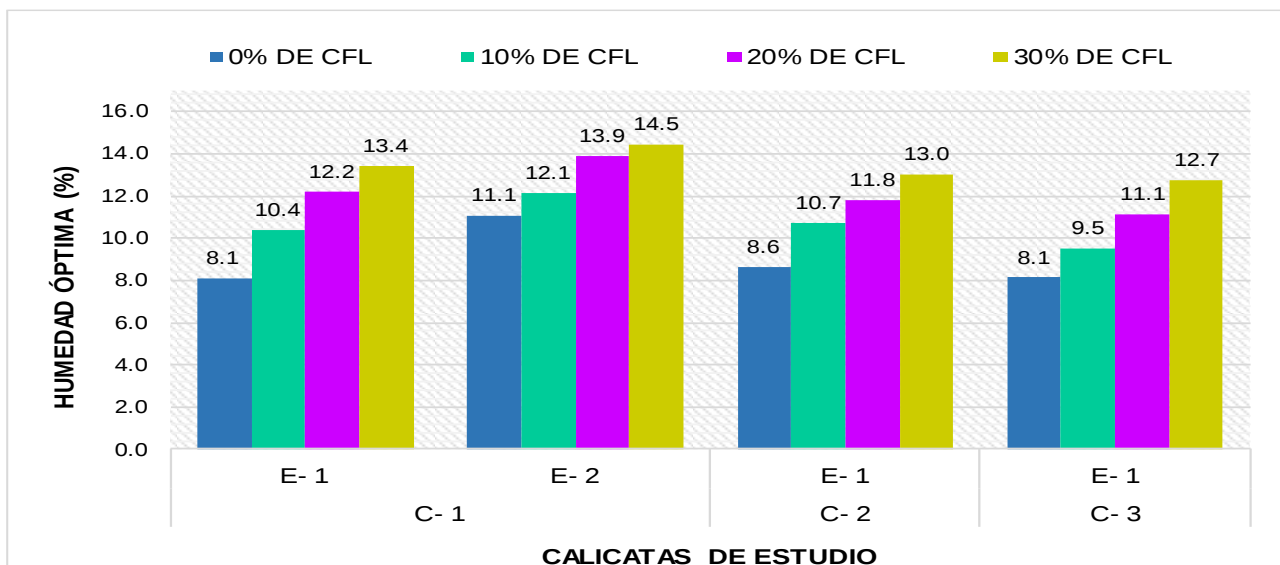
Análisis del resultado de Peso unitario seco máximo con adición de CFL de las 03 calicatas



Nota: Elaboracion propia

Figura 34.

Análisis del resultado de Optimo contenido de humedad con adición de CFL

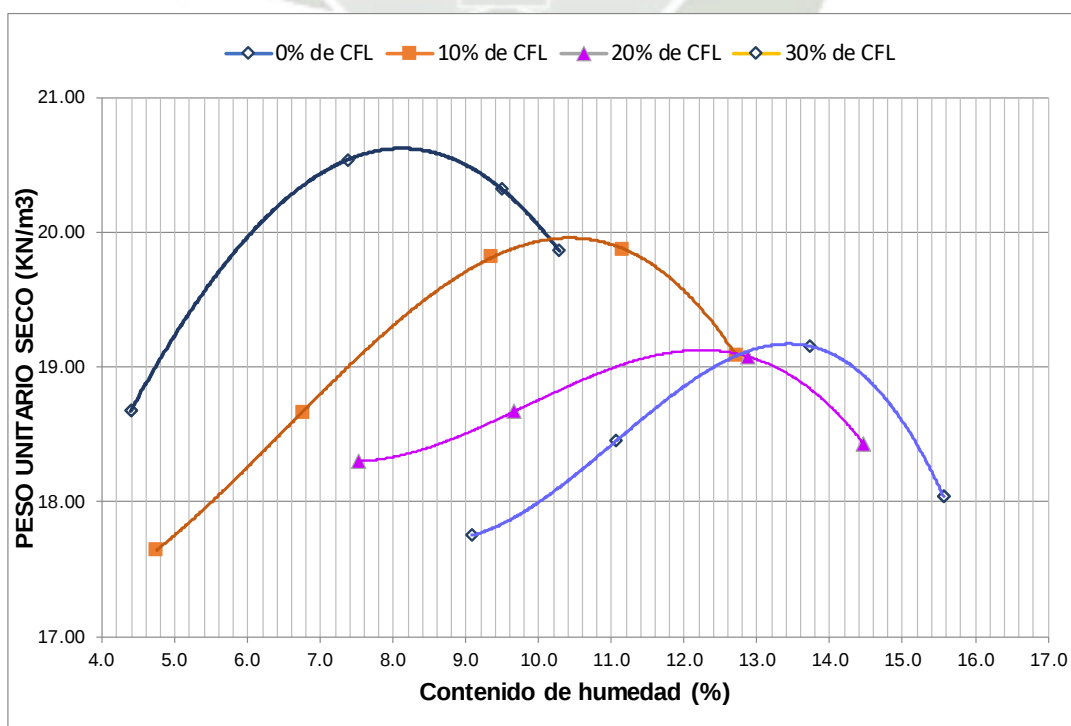


Nota: Elaboracion propia

En la Figura 35, 36 y 37 se observa la variación de los Pesos Unitarios Secos con respecto al contenido de humedad, a medida que va aumentando la adición de CFL para cada una de las calicatas, asimismo se puede interpretar que, a mayor contenido de humedad, disminuye el Peso Unitario Seco, esto debido a que la CFL es un material fino y liviano.

Figura 35.

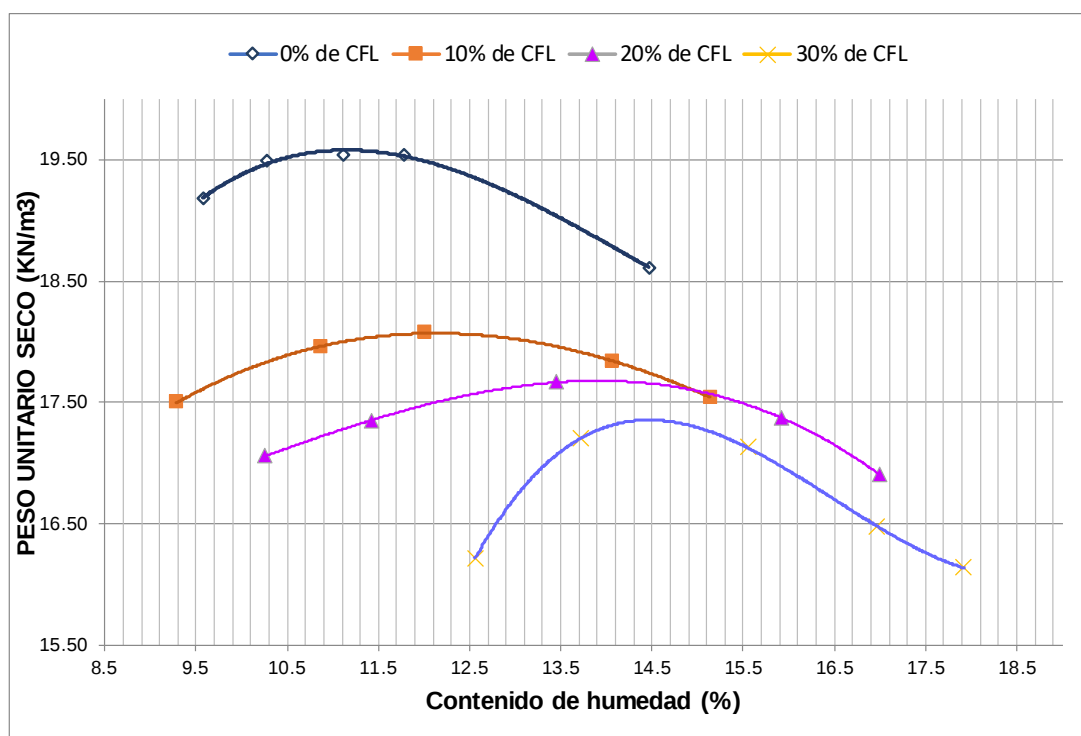
Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 01- E1



Nota: Elaboracion propia

Figura 36.

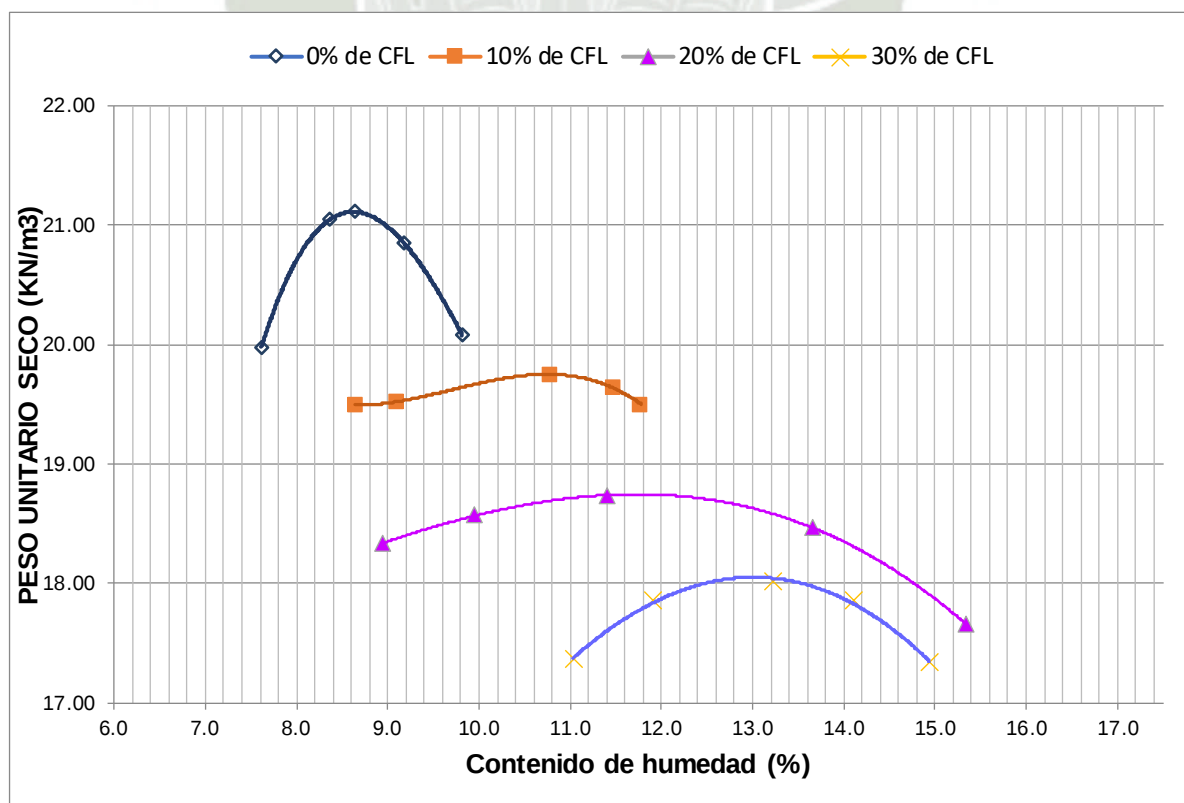
Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 01- E2



Nota: Elaboracion propia

Figura 37.

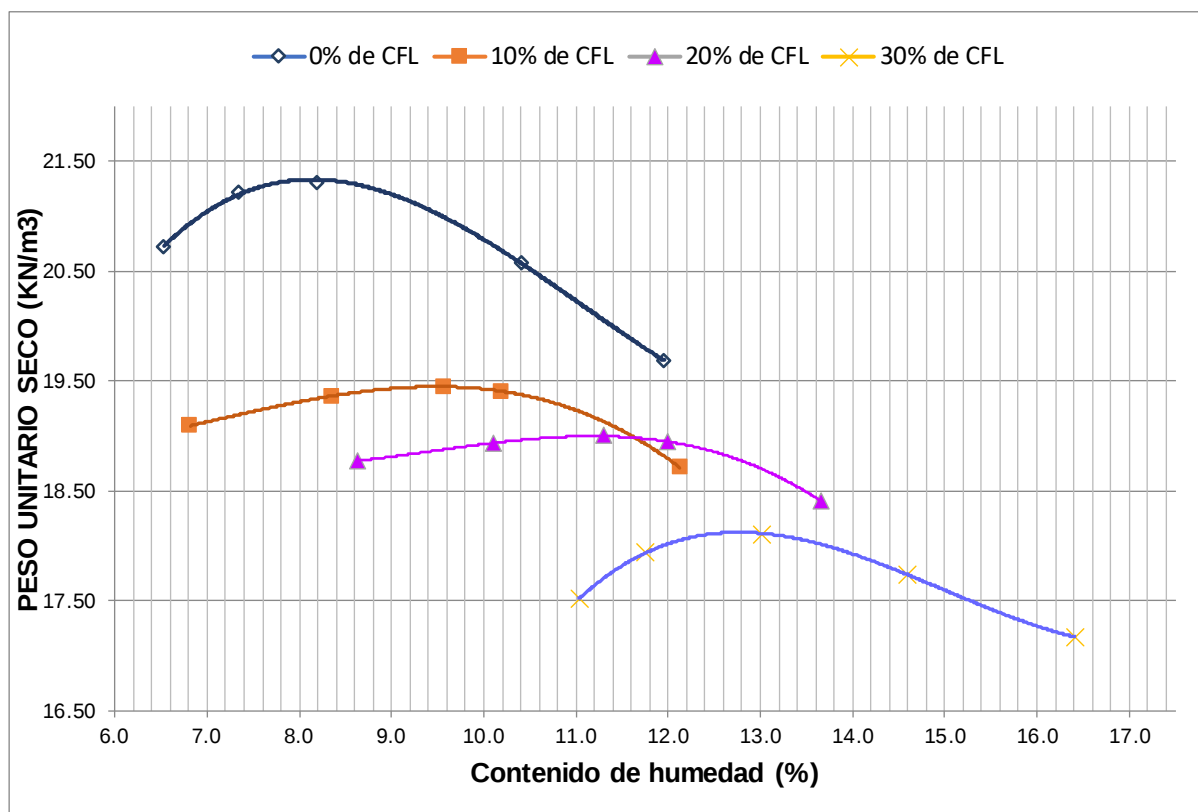
Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 02



Nota: Elaboracion propia

Figura 38.

Análisis de las curvas de Ensayo Proctor Modificado de la Calicata 03



Nota: Elaboracion propia

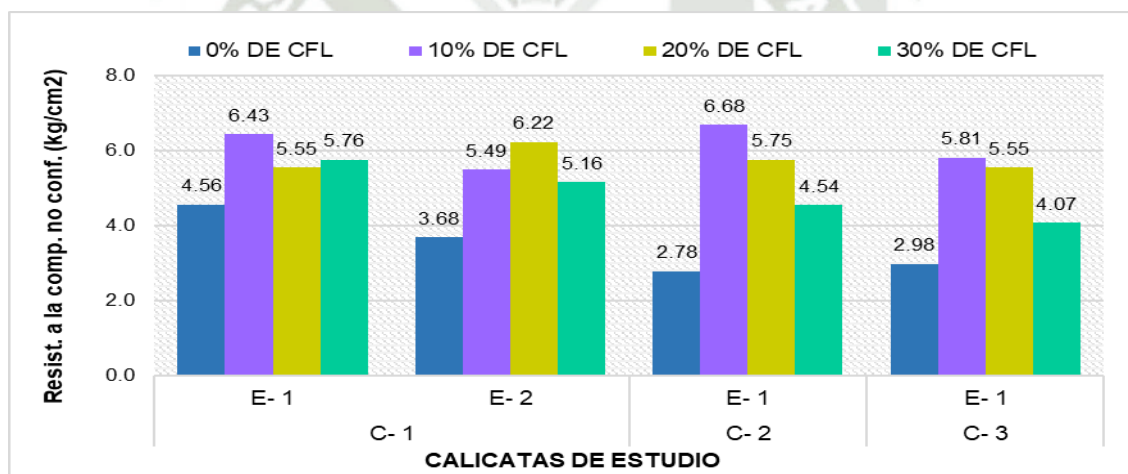
B. Compresión simple no confinada

Hallados los resultados obtenidos y mostrados en las Tablas 45, 46, 47 y 48 se observó las variaciones, con adición del 0%, 10%, 20% y 30% de CFL por cada calicata, en la Tabla 56 y Figura 39, se muestra los promedios del comportamiento de la resistencia a la compresión simple no confinada del suelo patrón y las adiciones de CFL con respecto al peso del suelo, se tuvo para 07 días de curado y una adición de 0% de CFL valores en un rango de 2.78 kg/cm² a 4.56 kg/cm², para una adición de 10% de CFL valores en un rango de 5.49 kg/cm² a 6.68 kg/cm², para una adición de 20% de CFL valores en un rango de 5.55 kg/cm² a 6.22 kg/cm² y para una adición de 30% de CFL valores en un rango de 4.07 kg/cm² a 5.76 kg/cm², por tanto se interpreta que para una adición de CFL, todas las calicatas presentan un aumento respecto al suelo patrón, sin embargo la mayor resistencia a la compresión no confinada en la calicata 01-E1, calicatas 02 y 03, se da al 10% de adición de CFL.

Tabla 56.
Resultados de ensayo de Compresión simple no confinada con adición de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	Días de curado	qu (kg/cm ²)			
				0% CFL	10% CFL	20% CFL	30% CFL
C- 1	E- 1	0.90	7	4.56	6.43	5.55	5.76
	E-2	1.50	7	3.68	5.49	6.22	5.16
C- 2	E- 1	1.50	7	2.78	6.68	5.75	4.54
C- 3	E- 1	1.50	7	2.98	5.81	5.55	4.07

Nota: Elaboración propia.

Figura 39.
Análisis del ensayo de la Resistencia a la Compresión simple no confinada con adición de CFL en las 03 calicatas


Nota: Elaboración propia

6.1.3. Resultados de Limite Liquido (LL), limite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP) con adición de CFL

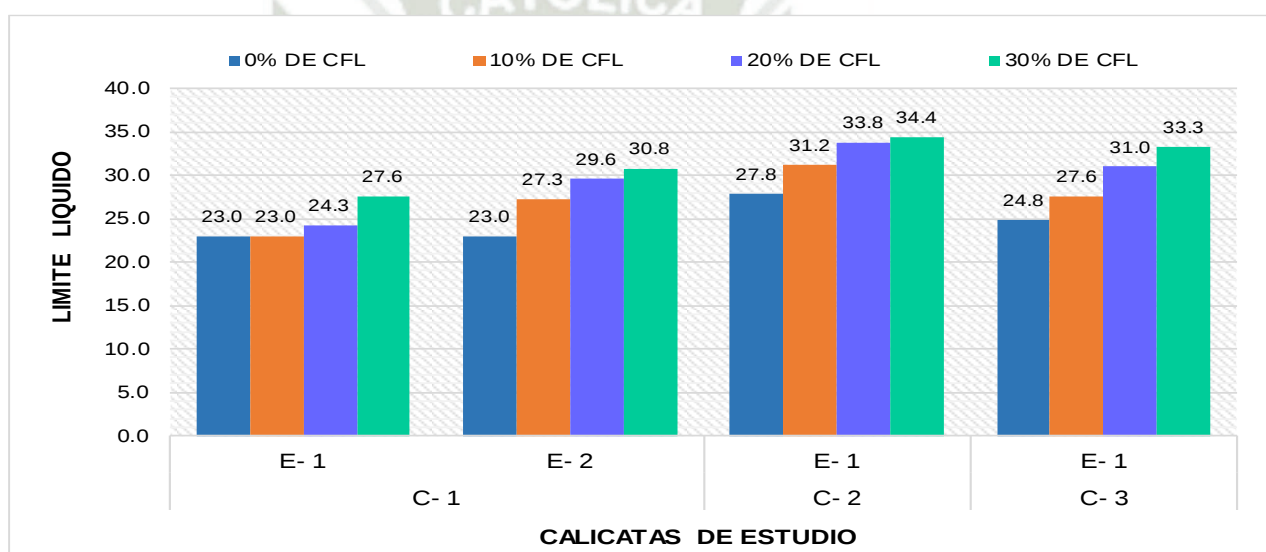
A. Límites de Atterberg

En la Tabla 49 se presentó los valores obtenidos luego de realizados los ensayos, determinándose los límites líquido y límite plástico para finalmente calcular el índice de plasticidad de las 03 calicatas, con adición del 10%, 20% y 30% de CFL en cada una. En la Figura 40, 41 y 42 se observa una variación del Límite líquido (L.L.) con adición de CFL con respecto al suelo patrón de las 03 calicatas, en un rango de 23.0% al 31.2%, 24.3% al 33.8% y 27.6% al 34.4%, con una adición de 10%, 20% y 30% respectivamente, asimismo existe una

variación del Limite Plástico (L.P.) con adición de CFL con respecto al suelo patrón de las 03 calicatas, en un rango de 18.6% al 20.6%, 17.2% al 24.3% y 19.8% al 23.5%, con una adición de 10%, 20% y 30% respectivamente, y por último se observa la variación del Índice de Plasticidad en un rango de 4.4% al 10.6%, 6.9% al 9.50% y 7.6% al 11.8%, con una adición de 10%, 20% y 30% respectivamente, se interpreta que a medida que aumenta el contenido de CFL, aumenta la humedad de los límites de consistencia, por tanto el índice de plasticidad disminuye debido a la diferencia de L.L y L.P, teniendo como valor promedio 7.7%, 7.8% y 9.3% con una adición de 10%, 20% y 30% respectivamente.

Figura 40.

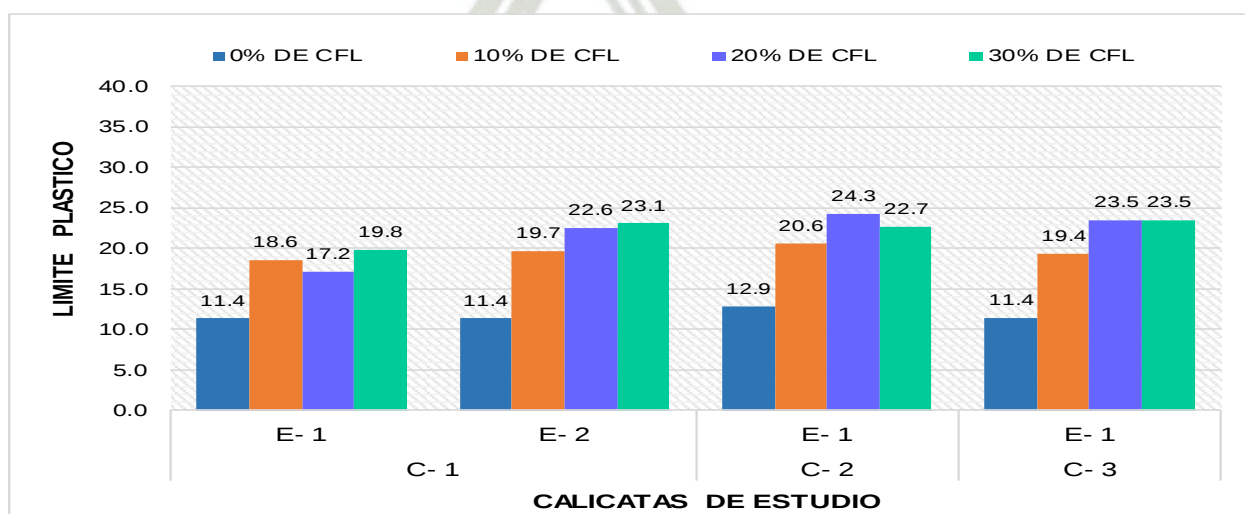
Análisis del resultado de Limite liquido con adición de CFL de las 03 calicatas



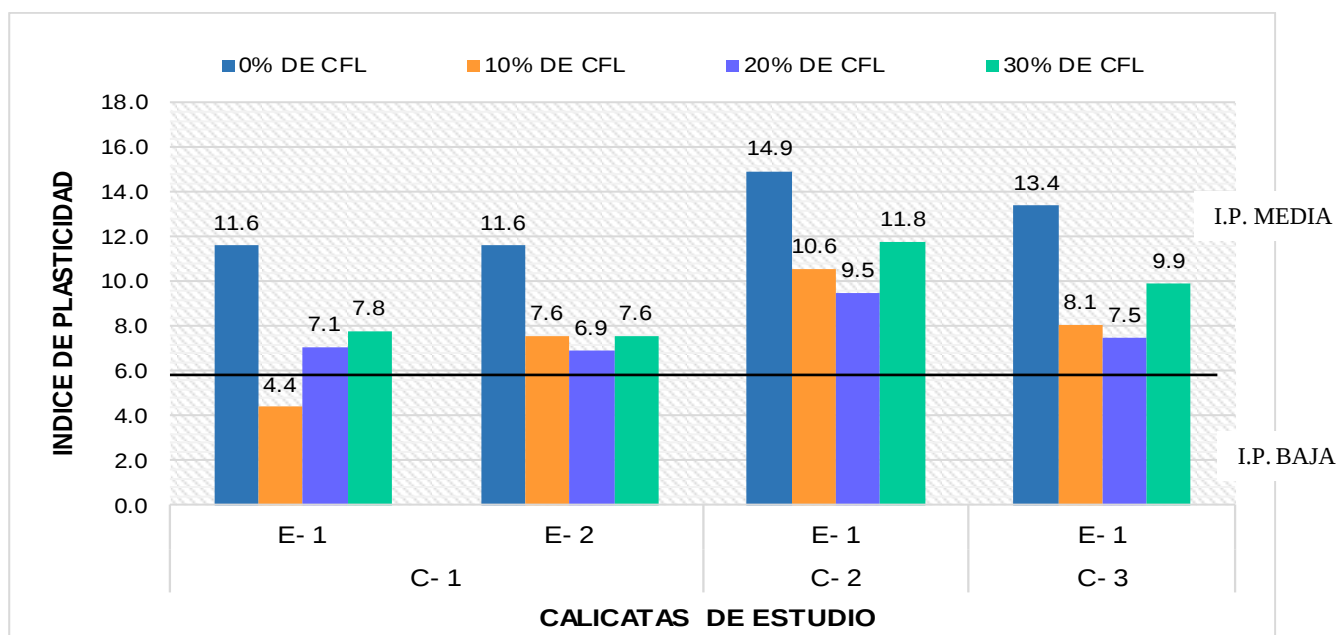
Nota: Elaboracion propia

Figura 41.

Análisis del resultado de Limite plástico con adición de CFL de las 03 calicatas



Nota: Elaboracion propia

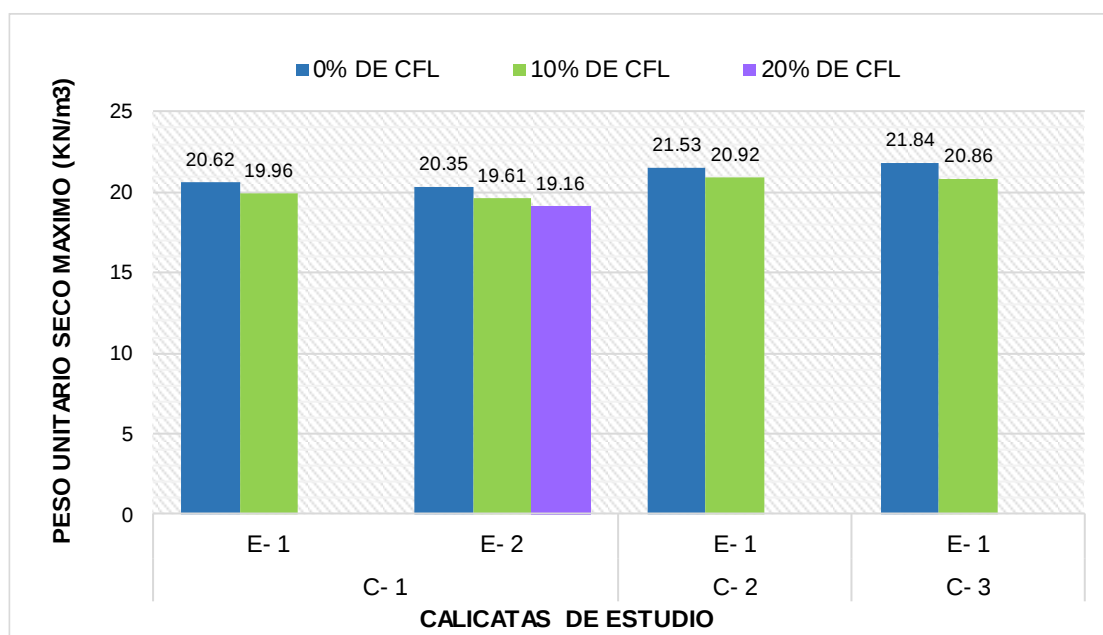
Figura 42.
Análisis del resultado de Índice de plasticidad con adición de CFL de las 03 calicatas


Nota: Elaboracion propia

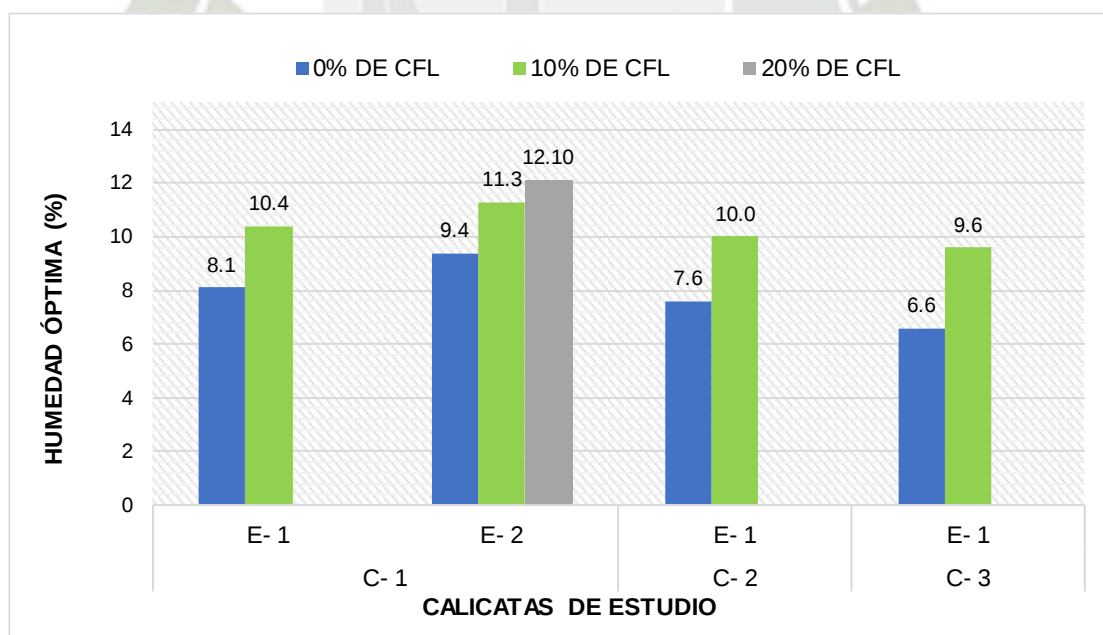
6.1.4. Resultados de Proctor modificado, CBR con adición de CFL

A. Resultados de Proctor modificado

En la Tabla 50, se presentó los resultados obtenidos del ensayo de compactación del suelo de las 03 calicatas, donde se tiene que la calicata 01 estrato 01, calicata 02 y 03 obtuvo la mayor resistencia con adición del 10% de CFL, de igual manera se realizó el ensayo para la calicata 01 estrato 02, obteniendo la mayor resistencia al 20% de CFL, como parte de la investigación y observar las diferencias en cuanto a la variación de los pesos unitarios secos para esta calicata, para la compactación se usó el Método C, el cual requiere utilizar el molde de 6'' de diámetro y se realizó 56 golpes/capa en 5 capas, este con el fin de poder relacionar el peso unitario seco máximo al 95% con el ensayo de CBR. En la Figura 43 se muestran los resultados de los pesos unitarios secos máximos, siendo para la calicata 01 estrato 01, 19.96 KN/m³ para la calicata 02 y 03 al 10% de CFL, valores de 20.92 KN/m³ y 20.86 KN/m³, respectivamente, En la Figura 44, se muestran el contenido de humedad presentando un aumento, teniendo la calicata 01 estrato 01, calicata 02 y 03 al 10% de CFL, una humedad de 10.4%, 10.0% y 9.6% respectivamente.

Figura 43.
Análisis del resultado de Densidad seca máxima con adición de CFL de las 03 calicatas


Nota: Elaboracion propia

Figura 44.
Análisis del resultado de Humedad Óptima con adición de CFL de las 03 calicatas


Nota: Elaboracion propia

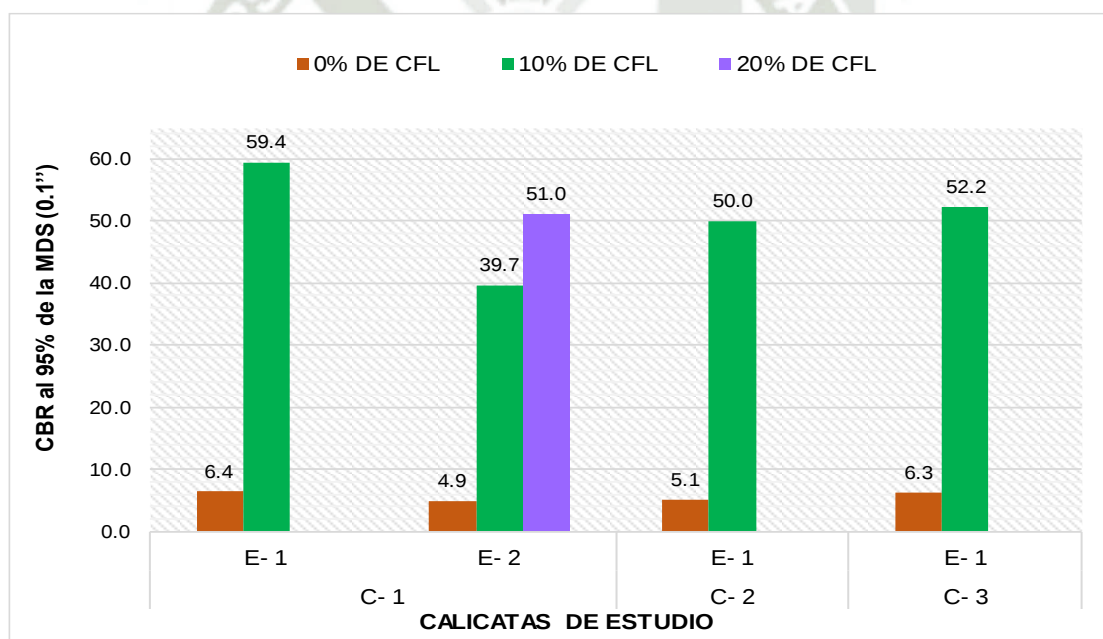
A. Resultados de Relación de Soporte de California (CBR)

En la Tabla 51 se detalló los valores hallados mediante el ensayo CBR, se observó que tienen un desempeño similar al ensayo de resistencia a compresión simple no confinada, además

se tiene que para la calicata 01- estrato 01, calicata 02 y 03, con adición del 10 % de CFL, presentaron incrementos significativos respecto al valor de CBR del suelo patrón teniendo un valor medio de 5.9% y con la adición de la mejor dosificación de CFL, tiene un valor de CBR medio de 53.9%, estos aumentos significativos se interpreta como producto de la reacción entre los óxidos que contiene la CFL y los que tiene el suelo arcilloso, en la Figura 45 se observa los valores hallados de CBR con adición de CFL, que cumplen con los criterios para que un material pueda ser utilizado como subrasante de acuerdo a la normatividad del MTC, mismo que indica que si el valor de $CBR \geq 30 \%$, es un subrasante excelente. En la Figura 46 se observa porcentajes de expansión con adición de CFL, teniendo un promedio de $0.3\% < 1\%$, considerándose de baja expansión.

Figura 45.

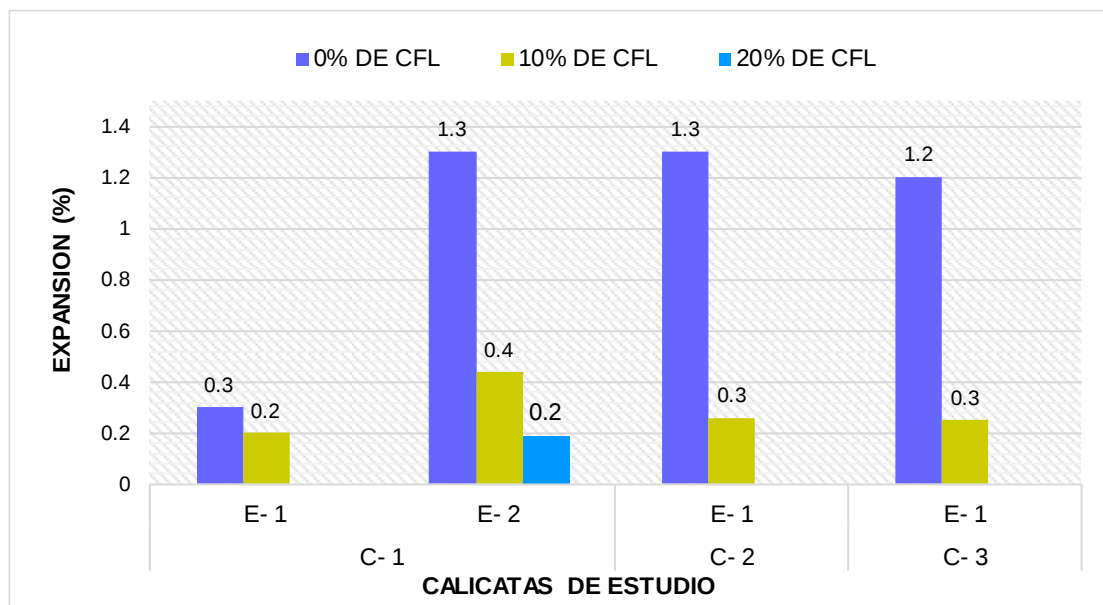
Comparación de los valores de CBR de suelo patrón con el CBR del suelo más adición de CFL



Nota: Elaboración propia.

Figura 46.

Comparación de los valores de expansión de suelo patrón y suelo con adición de CFL



Nota: Elaboración propia.

6.1.5. Caracterización microestructural del suelo con adición de CFL mediante SEM con Análisis de EDS (Espectroscopia de dispersión de energía de rayos X)

Para analizar las muestras mediante Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) y Espectroscopia de rayos X de energía dispersa (EDS), se requiere dos condiciones simples: que estén libres de humedad y sean conductoras, para lo cual se secaron las muestras sin alterar su estructura y se ajustaron a las dimensiones del tamaño del porta muestras del equipo de SEM y EDS.

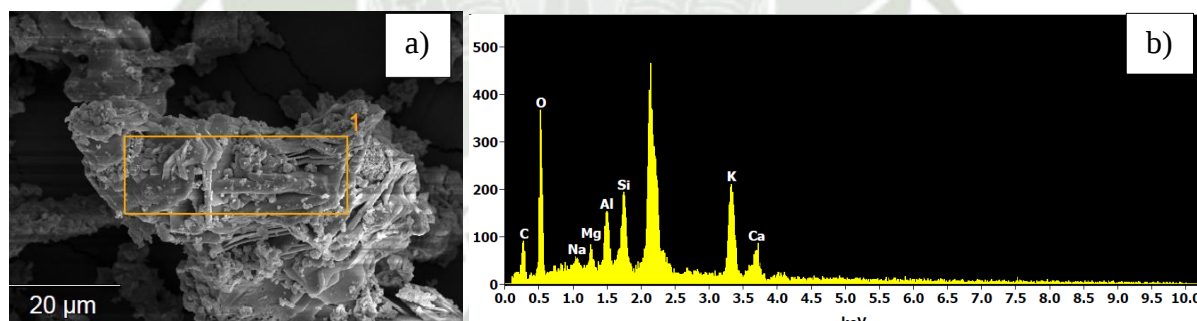
Los análisis de EDS, determinaron la composición de las muestras del suelo de la calicata 01, estos resultados se detallan en la Tabla 57, donde se observa que la adición del 10% de ceniza de fondo de ladrillera (CFL) el suelo presento óxido de calcio en 1.83% y aumento del oxido de magnesio, quienes colaboran en la estabilización del suelo, además con una adición del 20% tuvo un aumento del oxido de silicio de 61.77% a 67.33%, aumentando las propiedades puzolánicas, y también el aumento del oxido de calcio, respecto al suelo con adición del 10% de CFL, estos resultados concuerdan con los obtenidos de las propiedades mecánicas, ya que para la calicata 01 con una adición del 20% de CFL, se tienen los mayores valores, para esta calicata.

Tabla 57.
Composición química del suelo, CFL y adiciones

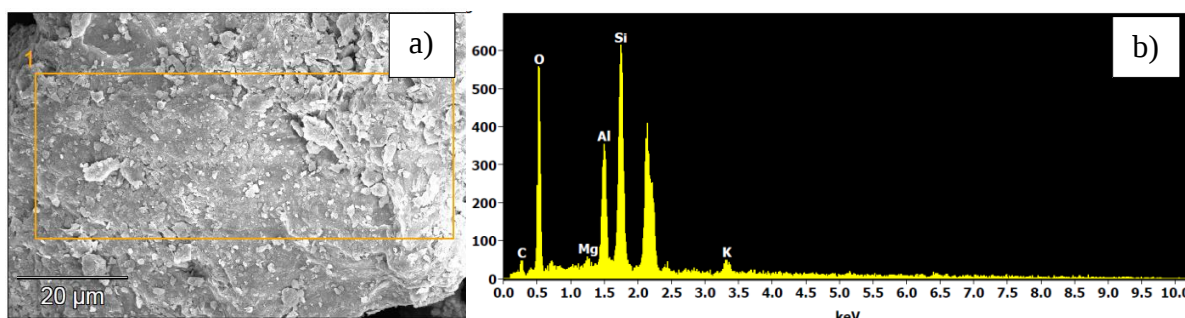
% DE OXIDO	CFL	SUELO	SUELO + 10% CFL	SUELO + 20% CFL
Na_2O	2.03			
MgO	3.27	1.54	4.30	1.97
Al_2O_3	11.55	25.31	21.10	16.55
SiO_2	24.97	61.77	61.67	67.33
K_2O	24.57	3.74	2.04	1.82
CaO	9.8		1.83	2.79

Nota: Elaboración propia.

La Figura 47 se observa una imagen de la ceniza de fondo de ladrillera y su espectro, con picos correspondientes a sus diferentes elementos, en la Figura 48 se observa la imagen de la muestra de suelo patrón y su espectro, donde se tiene picos pronunciados de silicio, aluminio, oxígeno, en la Figura 49 y 50 se muestra la imagen del suelo con adición de 10% y 20% de CFL, con sus espectros, teniendo picos altos de silicio, aluminio, oxígeno, además de pequeños picos de magnesio, potasio y calcio, que forman parte de su composición base.

Figura 47.
Resultado de EDS realizado a la ceniza de fondo de ladrillera (CFL)


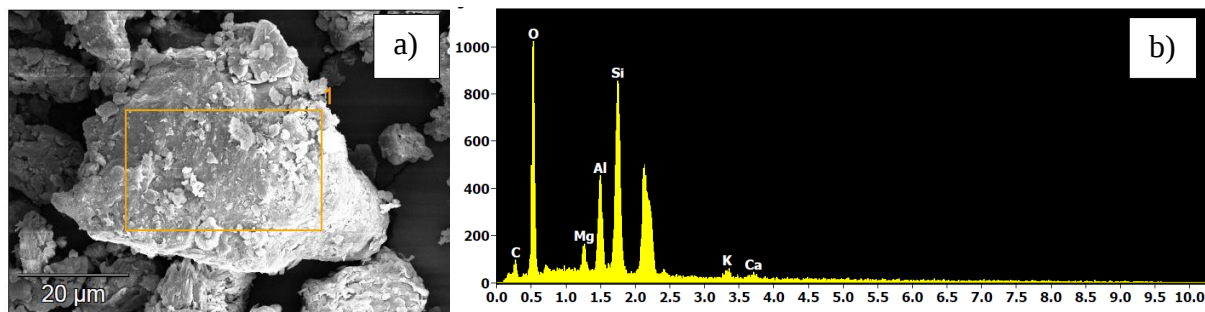
Nota: a) Imagen de SEM a CME UNSA 2500x aumentos de la muestras. b) Espectro EDS de la muestra. Fuente: CME UNSA

Figura 48.
Resultado de SEM con EDS realizado a la muestra de suelo patrón


Nota: a) Imagen de SEM a CME UNSA 2500x aumentos de la muestras. b) Espectro EDS de la muestra. Fuente: CME UNSA

Figura 49.

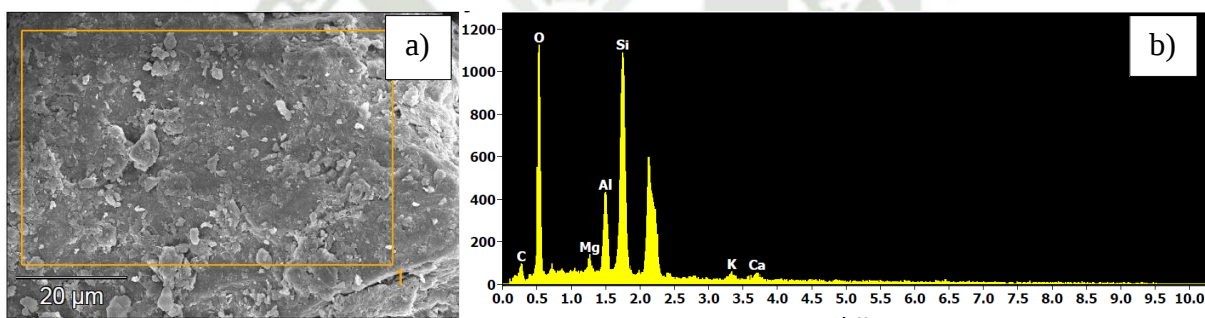
Resultado de SEM con EDS realizado a la muestra de suelo con adición de 10% de CFL



Nota: a) Imagen de SEM a CME UNSA 2500x aumentos de la muestras. b) Espectro EDS de la muestra. Fuente: CME UNSA

Figura 50.

Resultado de SEM con EDS realizado a la muestra de suelo con adición de 20% de CFL



Nota: a) Imagen de SEM a CME UNSA 2500x aumentos de la muestras. b) Espectro EDS de la muestra. Fuente: CME UNAS

6.1.6. Dimensionamiento de la carretera no pavimentada

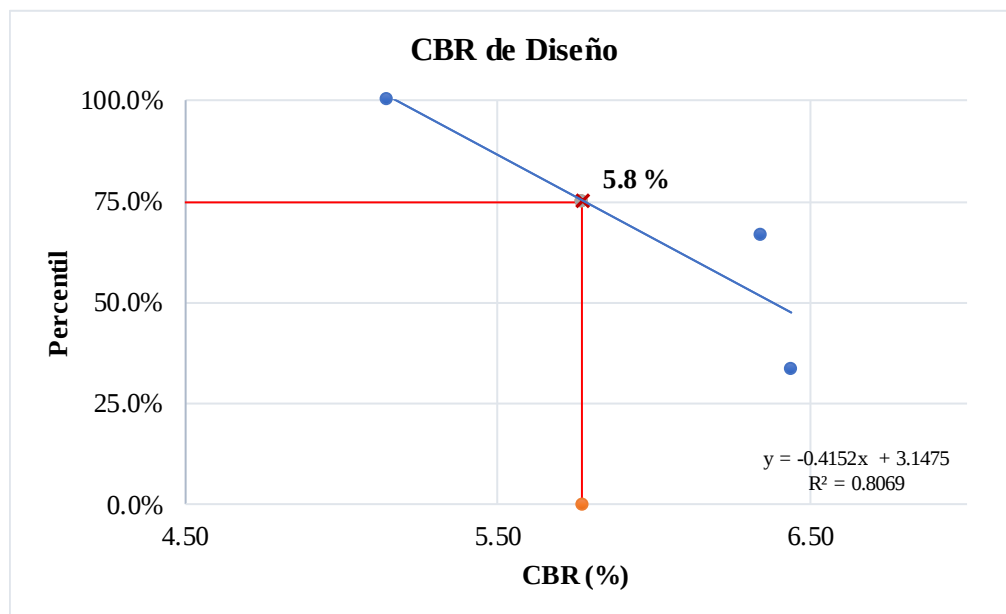
6.1.6.1.CBR de diseño

- 1) Se identifico los tramos homogéneos, teniendo en consideración una longitud mínima de 1500 m.
- 2) Se determino el volumen de Ejes Equivalentes (EE), que soportara el afirmado, durante el periodo de diseño elegido.
- 3) Se ordeno de menor a mayor todos los valores de CBR obtenidos en el tramo de estudio.
- 4) Se determino para cada valor de CBR el número de valores mayores o iguales existentes y se expresó en porcentajes al total.

- 5) Con el criterio del percentil se escogió el CBR de diseño para el tramo de estudio.

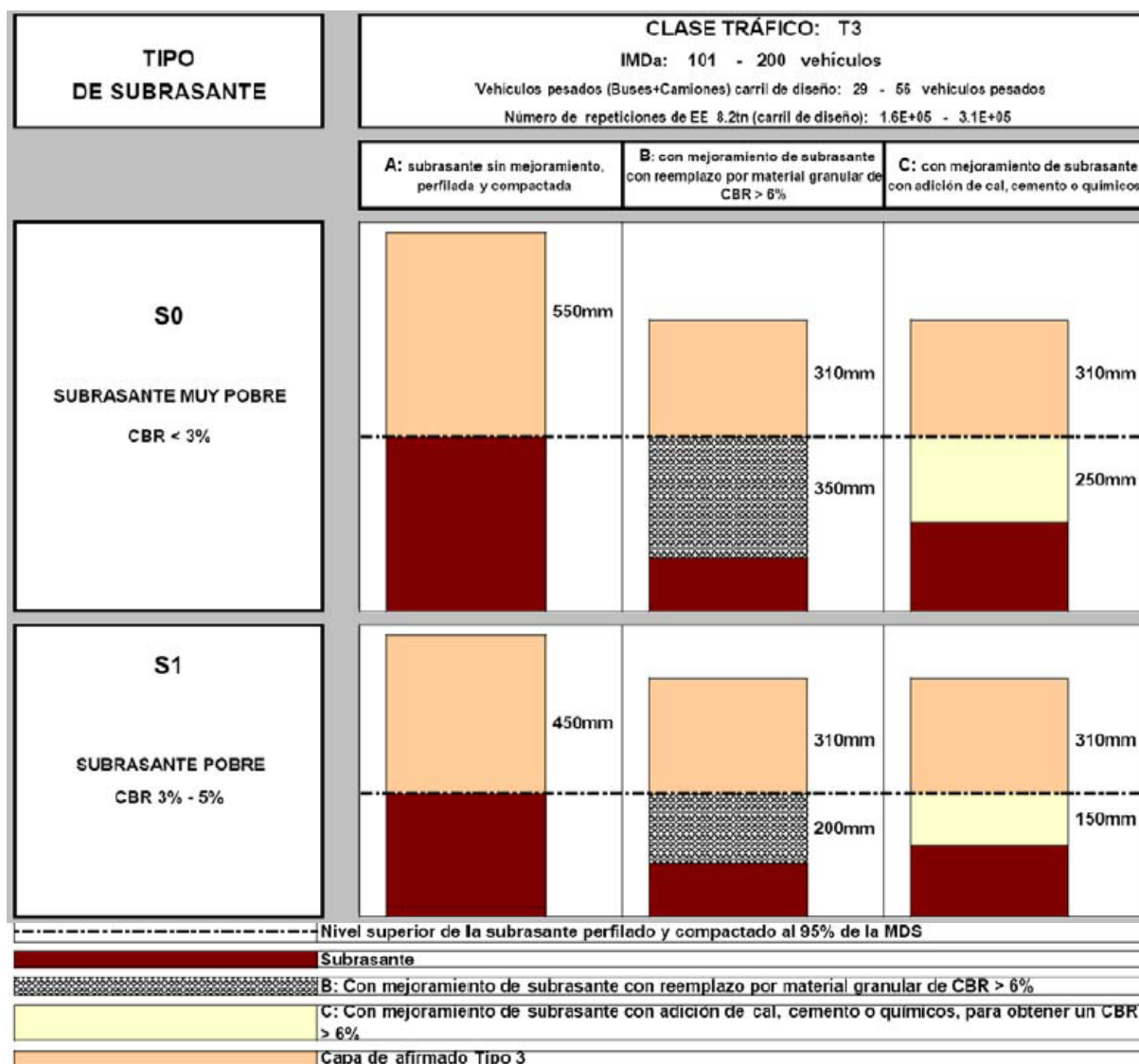
Figura 51.

Comparación de los valores de CBR de la vía vs Percentil



Nota: Elaboración propia.

Para la presente investigación se ha planteado la construcción de una carretera de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de Ejes equivalentes de hasta 300 000 EE en un periodo de diez años, según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC, (2014), teniendo estos datos se halló el CBR de diseño al percentil 75%, como se observa en la Figura 51, resultando un CBR de 5.8% clasificado como subrasante pobre o subrasante inadecuada para el tramo de estudio, asimismo teniendo un CBR menor al 6%, requiere un reemplazo de material, según indica la Figura 52.

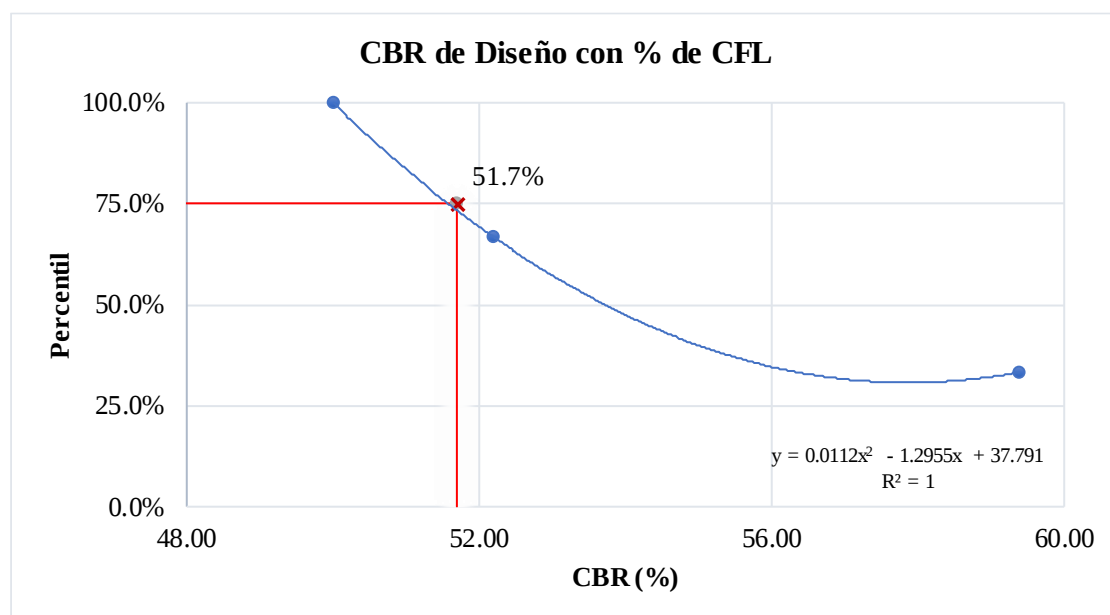
Figura 52.
Catálogo de capas de revestimiento granular TRAFICO T3


Nota: Adaptado de *Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008.

Se planteo la estabilizacion no convencional con adiccion de CFL el cual con fines constructivos se uso una adiccion al 10% de CFL en todo el tramo, considerando que el promedio de CBR fue de 53.9% con una adiccion de 10% CFL resultando un CBR >30%, clasificandose como subrasante excelente. En ese sentido por temas constructivo y economico, se uniformizo y analizo con una adiccion del 10% de CFL, en la Figura 53 se observa los valores de CBR con una adiccion del 10% de CFL vs el percentil 75%, dando un CBR de diseño de 51.7%.

Figura 53.

Comparación de los valores de CBR con adición de 10% en la vía vs Percentil



Nota: Elaboración propia.

Realizado el análisis, se planteo los formas de realizar el mejoramiento de la vía, en base a los CBR de diseño y el catalogo de capas de revestimiento, para luego calcular los espesores de cada capa como se observa en la Tabla 58

Tabla 58.

Resultados de espesores de capas para el mejoramiento de la vía en estudio

Capas	Subrasante sin mejoramiento	Reemplazo con material granular CBR > 6%	Mejoramiento con adición de 10% de CFL
	Espesores (cm)		
Subrasante – suelo patron	-	-	-
Capa granular CBR > 6%	-	20.0	-
Capa con 10% de CFL	-	-	15.0
Capa de afirmado CBR > 10%	45.0	31.0	31.0

Nota: Elaboración propia

6.1.7. Análisis comparativo de costos

Para determinar si es factible la estabilización con Ceniza de fondo de ladrillera (CFL),

se tuvo en cuenta la distancia a las canteras, la disponibilidad del material, la calidad del suelo, entre otros factores. Para el análisis de costos se tuvo en consideración que la vía en estudio tiene una longitud de 761.4 m, con un ancho de 5.4 m.

La ceniza de fondo de ladrillera al ser un residuo desechado por las industrias ladrilleras, tuvo un costo cero para el análisis de precios, sin embargo, se consideró un costo por la recolección, limpieza, tamizado y transporte, teniendo en cuenta la distancia desde la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo hasta el distrito de Caicay, siendo aproximadamente 27 km. Se realizó el análisis de costo unitario en base a rendimientos y costos del proyecto: “Creación del servicio de Transitabilidad a nivel de trocha carrozable del tramo Kankahuayco Kuliscancha de las comunidades campesinas de Huayllatambo y Pitucancha, distrito de Caicay, provincia de Paucartambo, departamento del Cusco” y Costos de los recursos, publicados en la revista Costos Edición de marzo 2023.

6.1.7.1. Dosificación de suelo con adición del 10% de CFL por metro cubico

Hallado el CBR de diseño del tramo, se calculó la densidad seca máxima al 95% corregida por sobretamaños y humedad para dicho CBR al 0.1”, como se observa en la Tabla 59

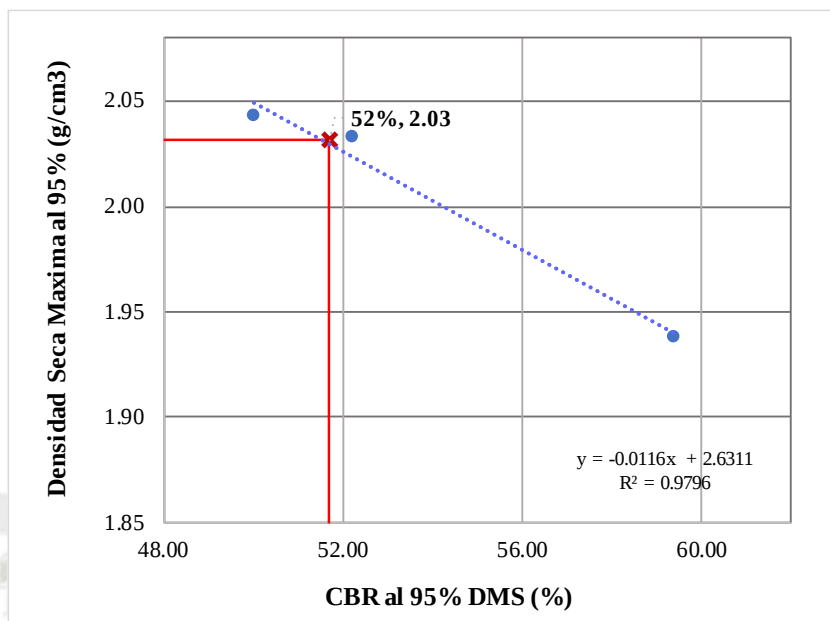
Tabla 59.

Resultados de compactación de los suelos de las calicatas en estudio con adición de CFL

CALICATA	ESTRATO	PROF (m)	% de CFL	OCH corregida (%)	DSM corregida (g/cm ³)	DSM corregido al 95 % (g/cm ³)
C- 1	E- 1	0.90	10	10.4	2.04	1.94
C- 2	E- 1	1.50	10	10.1	2.15	2.04
C- 3	E- 1	1.50	10	9.9	2.14	2.03

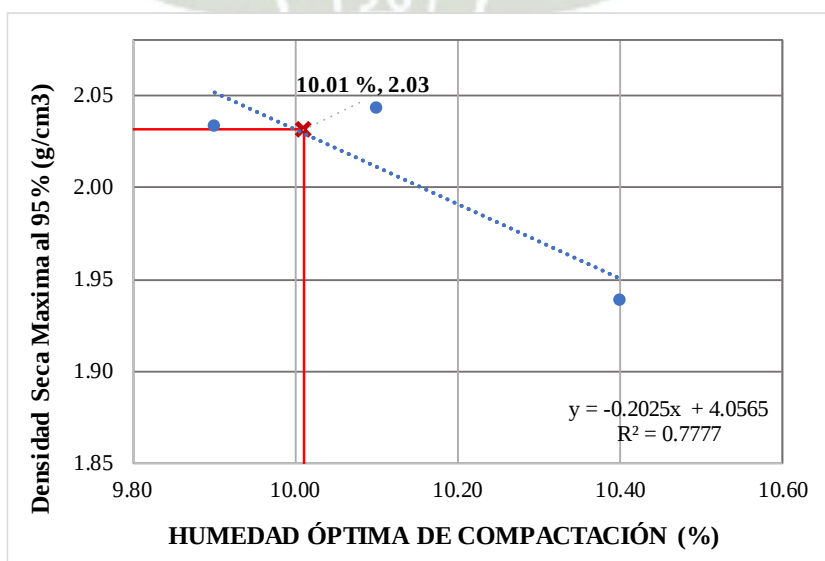
Nota: Elaboración propia.

En la Figura 54 se observa el resultado de la densidad seca máxima siendo 2.03 gr/ cm³, el cual se verificará en la construcción mediante la compactación.

Figura 54.
Resultado de la densidad seca máxima para el CBR de diseño


Nota: Elaboración propia.

Para hallar la dosificación del suelo con adición al 10% de CFL, se consideró que en un molde de Proctor Modificado con el método “C” tiene una capacidad de 0.0021246 m³, el cual será un referente para calcular la cantidad de CFL, asimismo se observa en la Figura 55 que para una densidad seca máxima de 2.03 gr/cm³, resultó un 10.0% de humedad óptima, el cual se verificará en campo.

Figura 55.
Resultado de la Humedad óptima de compactación para el CBR de diseño


Nota: Elaboración propia.

Hallado la humedad óptima de compactación y la densidad seca máxima del suelo estabilizado, en la Tabla 60 se muestra la dosificación para el tramo de estudio, usando los siguientes datos:

$$Volumen_{\text{suelo estabilizado}} = 0.0021246 \text{ m}^3 \rightarrow \text{molde 6" , Proctor Modificado, Metodo C}$$

$$Densidad\ Seca\ Maxima_{\text{suelo estabilizado}} = 2030 \text{ kg/m}^3$$

$$Peso_{\text{suelo estabilizado}} = 4.31 \text{ kg}$$

$$Optimo\ contenido\ de\ Humedad_{\text{suelo estabilizado}} = 10.0 \%$$

Tabla 60.

Dosificación de la mezcla estabilizante con adición del 10% CFL

	Suelo estabilizado (m3)	Suelo arcilloso (m3)	Ceniza de fondo de ladrillera (kg)	Agua (lt)
Peso (kg)	4.31	3.56	0.36	0.39
Volumen (m3)	0.00212	0.00175	0.00018	0.00019
Volumen (m3)	1.000	0.826	0.083	0.091
Dosificación	1 m3	0.83 m3	164.29 kg	90.91 lt.

Nota: Elaboración propia

6.1.7.2. Metrados de mejoramiento de subrasante

Obtenido la dosificación del material estabilizado se elabora los metrados detallados en la Tabla 61, considerando los 03 tipos de mejoramientos planteados a considerarse en el proceso constructivo del mejoramiento de la subrasante y la conformación de afirmado.

Tabla 61.

Metrados de la mezcla estabilizante con adición del 10% CFL

ITEM	DESCRIPCION	UND	TOTAL
01	<u>SUBRASANTE SIN MEJORAMIENTO, PERFILADA Y COMPACTADA</u>		
01.02	OBRAS PRELIMINARES		
01.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²	4,111.56
01.02	CONFORMACION DE AFIRMADO		
01.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	2,220.24
01.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ²	1,850.20
02	<u>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON REEMPLAZO POR MATERIAL GRANULAR DE CBR> 6%</u>		
02.01	OBRAS PRELIMINARES		
02.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	m ³	822.31

ITEM	DESCRIPCION	UND	TOTAL
02.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²	4,111.56
02.01.03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA	m ³	986.77
01.01.04	MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT DE CANTERA (e=20 cm)	m ³	822.31
02.02	CONFORMACION DE AFIRMADO		
02.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	1,726.86
02.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO (e= 31 cm)	m ²	1,439.05
03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICION DE 10% CFL		
03.01	OBRAS PRELIMINARES		
03.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	m ³	616.73
03.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²	4,111.56
03.01.03	RECOLECCION, LIMPIEZA Y TAMIZADO DE CFL	kg	101,323.23
03.01.04	TRANSPORTE DE CFL PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m ³	50.91
03.01.05	MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE ESTABILIZADO CON CFL	m ³	616.73
03.02	CONFORMACION DE AFIRMADO		
03.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	740.08
03.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO (e= 31 cm)	m ²	616.73

Nota: Elaboración propia

6.1.7.3. Costos estimados de mejoramiento de subrasante

Obtenido la dosificación del material estabilizado se elabora el presupuesto detallado en la Tabla 62, se observa los costos para los 03 tipos de mejoramientos planteados, asimismo se detalla las diferentes partidas a considerarse en el proceso constructivo del mejoramiento de la subrasante y la conformación de afirmado.

Tabla 62.

Presupuesto de la mezcla estabilizante con adición del 10% CFL

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio s/.	Parcial s/.	Sub Total s/.
1	SUBRASANTE SIN MEJORAMIENTO, PERFILADA Y COMPACTADA					170,133.31
1.1	OBRAS PRELIMINARES					18,131.98
1.1.1	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²	4,111.56	4.41	18,131.98	
1.2	CONFORMACION DE AFIRMADO					152,001.33
1.2.1	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	2,220.24	4.27	9,480.42	
1.2.2	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	1,850.20	77.03	142,520.91	
2	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON REEMPLAZO POR MATERIAL GRANULAR DE CBR> 6%					171,895.92
2.1	OBRAS PRELIMINARES					53,672.21
2.1.1	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	m ³	822.31	5.71	4,695.39	
2.1.2	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²	4,111.56	4.41	18,131.98	
2.1.3	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA	m ³	986.77	3.20	3,157.66	
2.1.4	MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT DE CANTERA (e=20 cm)	m ³	822.31	33.67	27,687.18	
2.2	CONFORMACION DE AFIRMADO					118,223.71
2.2.1	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	1726.86	4.27	7,373.69	

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio s/.	Parcial s/.	Sub Total s/.
2.2.2	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	1439.05	77.03	110,850.02	
3	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICION DE 10% CFL					153,353.39
3.1	OBRAS PRELIMINARES					102,686.54
3.1.1	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	m ³	616.73	5.71	3,521.53	
3.1.2	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²	4,111.56	4.41	18,131.98	
3.1.3	RECOLECCION, LIMPIEZA Y TAMIZADO DE CFL	kg	101,323.23	0.64	64,846.87	
3.1.4	TRANSPORTE DE CFL PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m ³	50.91	5.15	262.19	
3.1.5	MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE ESTABILIZADO CON CFL	m ³	616.73	25.82	15,923.97	
3.2	CONFORMACION DE AFIRMADO					50,666.85
3.2.1	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	740.08	4.27	3,160.14	
3.2.2	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³	616.73	77.03	47,506.71	

Nota: Elaboración propia. Adaptado del software Delphin Express BIM 2022.2

Con todos los supuestos ya mencionados, se observa la Tabla 63 donde se estima el costo directo para los distintos mejoramientos planteados.

Tabla 63.

Costo directo para la estabilización de subrasante

Mejoramiento de subrasante	Costo Directo
Subrasante sin mejoramiento, perfilada y compactada	S/. 170,133.31
Mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR> 6%	S/. 171,895.92
Mejoramiento de subrasante con adicion de 10% CFL	S/. 153,353.39

Nota: Elaboración propia

6.1.8. Validación de hipótesis mediante análisis estadístico IBM SPSS

Se realizó la validación de hipótesis mediante un contraste entre las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado con la adición de 10%, 20% y 30% de ceniza de fondo de ladrillera, para el caso de Límites de Atterberg y Resistencia a la compresión simple no confinada, a través de la prueba de Tukey. En el caso del ensayo de CBR, se realizó con adición del 10% de CFL, a través de la prueba de T Student, para ello se debe cumplir con dos criterios:

- ❖ **Criterio de normalidad**, la variable cuantitativa dentro de cada grupo a comparar debe distribuirse según la Ley Normal
- ❖ **Criterio de homocedasticidad**, las diferencias de los valores cuantitativos entre los grupos a comparar deben tener una distribución semejante, esto implica que la

dispersión de los datos en cada grupo debe ser similar, para poder realizar una comparación válida

I. **Variable respuesta:** LIMITE LIQUIDO (L.L.), LIMITE PLASTICO (L.P.) E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

Hipótesis nula (H_0) = la variable presenta una distribución normal

Hipótesis alternativa (H_1) = la variable no presenta una distribución normal

✓ **Prueba de normalidad**

Para verificar que la variable siguiera una distribución normal, se llevó a cabo la prueba de Shapiro-Wilk, los datos se introdujeron en el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante, lo cual permitió obtener los siguientes resultados, mostrados en la Tabla 64:

Tabla 64.

Prueba de normalidad

	ADICION	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LIMITE LIQUIDO	10%	0.199	3	.	0.995	3	0.866
	20%	0.276	3	.	0.942	3	0.537
	30%	0.335	3	.	0.859	3	0.264
LIMITE PLASTICO	10%	0.219	3	.	0.987	3	0.780
	20%	0.348	3	.	0.833	3	0.197
	30%	0.307	3	.	0.903	3	0.395
INDICE DE PLASTICIDAD	10%	0.218	3	.	0.988	3	0.787
	20%	0.328	3	.	0.871	3	0.298
	30%	0.180	3	.	0.999	3	0.945

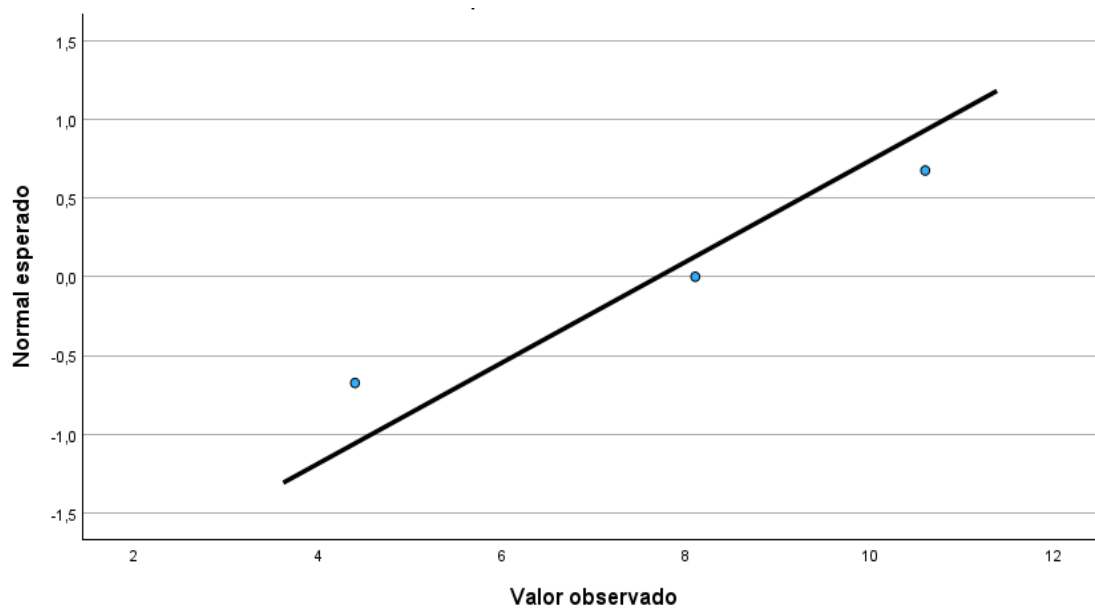
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Se ha verificado estadísticamente que los grupos presentan una distribución normal, ya que el nivel de significancia “p”, es superior a 0.05 en todos los casos. Es decir, se acepta la hipótesis nula, lo que indica que las variables “Limite Liquido (L.L.), Limite Plástico (L.P.) e Índice de Plasticidad (I.P.)” tienen una distribución normal en cada uno de los porcentajes de CFL analizados (10%, 20% y 30%), asimismo, se observa en las Figuras 56, 57 y 58, las gráficas de la distribución normal del Índice de Plasticidad para cada porcentaje de CFL.

Figura 56.

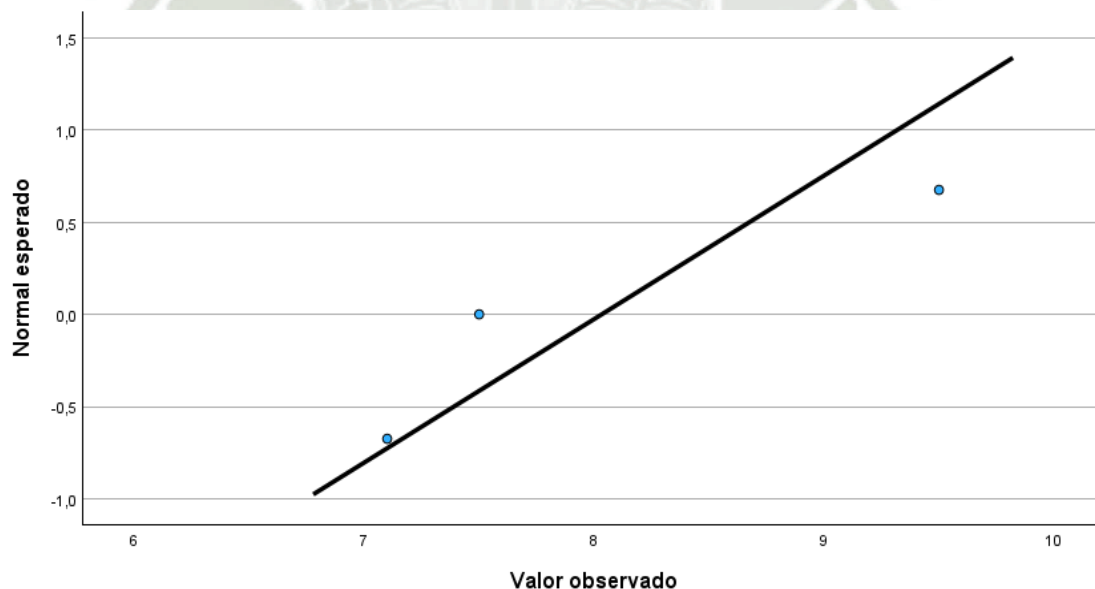
Gráfico Q- Q normal del Índice de plasticidad con 10% de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Figura 57.

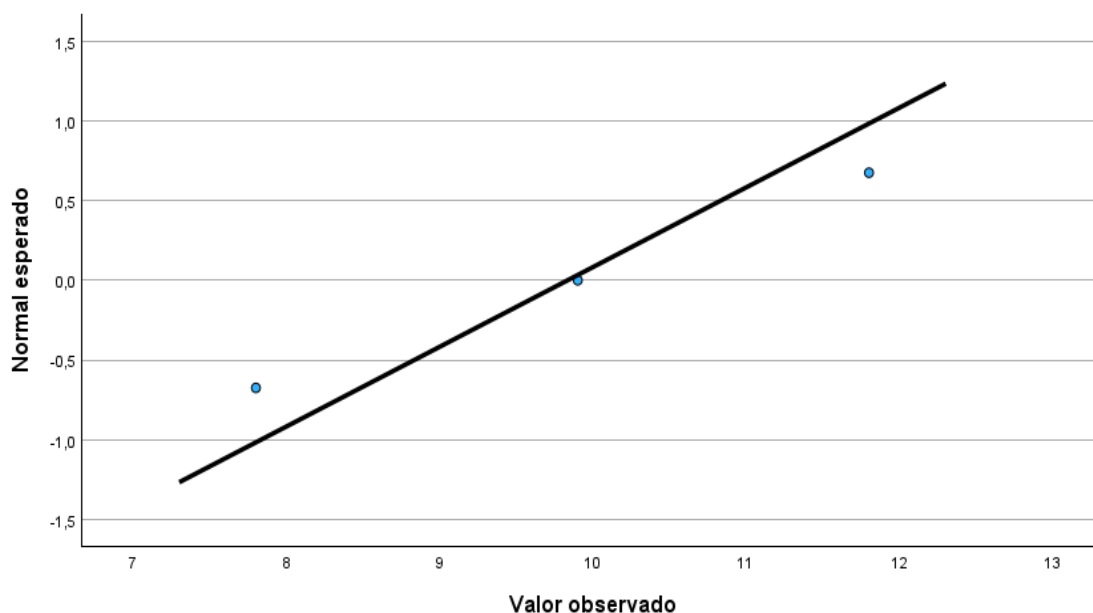
Gráfico Q- Q normal del Índice de plasticidad con 20% de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Figura 58.

Gráfico Q- Q normal del Índice de plasticidad con 30% de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

✓ Prueba de Homocedasticidad

Se usó la prueba de Levene para la prueba de igualdad de varianzas, mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante, por lo cual se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0) = la variable presenta igualdad de varianzas poblacionales

Hipótesis alternativa (H_1) = la variable no presenta igualdad de varianzas poblacionales

En la Tabla 65 se muestra, que mediante el análisis estadístico del programa se determinó que no se encuentra diferencia significativa entre los grupos, es decir, el valor “p” es no significativo ($p > 0.05$), para el Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad, lo que indica que las varianzas son homogéneas, lo cual permite aceptar la hipótesis nula.

Tabla 65.

Prueba de homogeneidad de varianzas de Limite líquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
LIMITE LIQUIDO	Se basa en la media	0.172	2	6	0.846
LIMITE PLASTICO	Se basa en la media	4.54	2	6	0.063
INDICE DE PLASTICIDAD	Se basa en la media	0.895	2	6	0.457

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

✓ ANOVA

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para evaluar si existe una diferencia significativa entre los grupos, este análisis permite contrastar la hipótesis nula, la cual afirma que “No hay diferencias significativas entre los grupos”, se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H0) = la adición de ceniza de fondo de ladrillera (CFL), no influye en los Límites de Atterberg de suelo arcilloso (0% = 10% = 20% = 30%)

Hipótesis alternativa (H1) = la adición de ceniza de fondo de ladrillera (CFL), si influye en los Límites de Atterberg de suelo arcilloso (al menos dos medias son distintas).

Tabla 66.

Prueba de ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
LIMITE LIQUIDO	Entre grupos	27.802	2	13.901	0.715	0.527
	Dentro de grupos	116.633	6	19.439		
	Total	144.436	8			
LIMITE PLASTICO	Entre grupos	10.747	2	5.373	0.809	0.489
	Dentro de grupos	39.853	6	6.642		
	Total	50.600	8			
INDICE DE PLASTICIDAD	Entre grupos	7.902	2	3.951	0.770	0.504
	Dentro de grupos	30.773	6	5.129		
	Total	38.676	8			

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

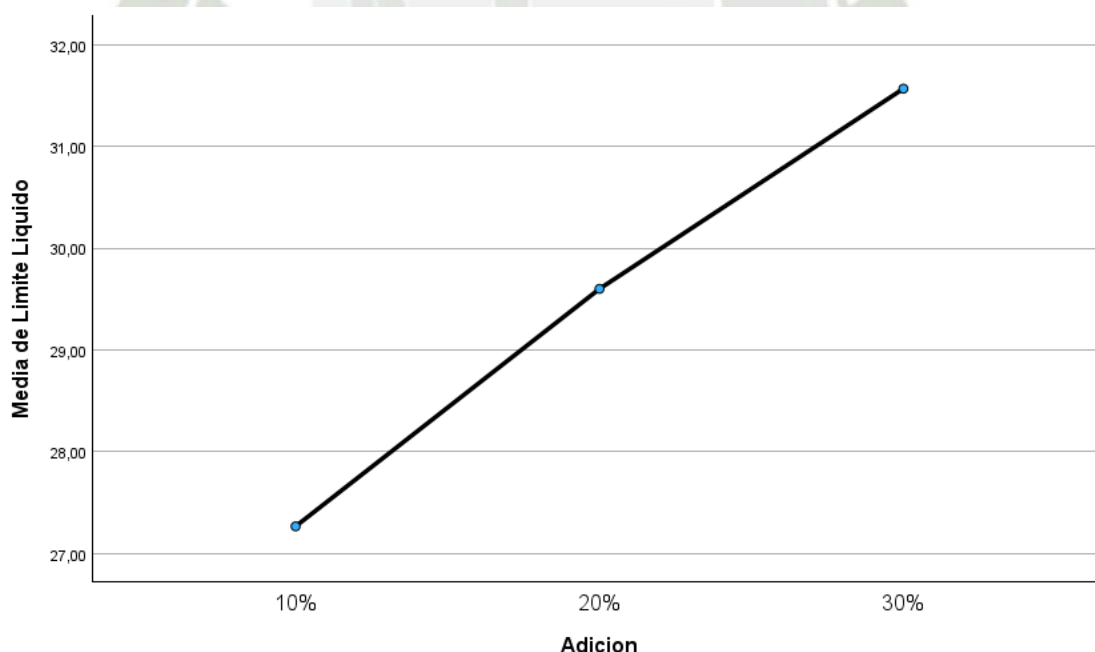
De la Tabla 66 se encontró, una significancia ($p > 0.05$), para el Limite Líquido, Limite

plástico e Índice de Plasticidad, respectivamente, que es mayor a 0.05, lo cual indica que no hay una diferencia significativa en los valores promedio de las variables respuestas, y entre los diversos porcentajes adicionados, lo que significa que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

Llevado a cabo el análisis estadístico entre los distintos porcentajes de adición para determinar la mejor dosificación que destaca entre los demás. Se observa en las Figuras 59, 60 y 61 las medias del Limite Liquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad donde se obtuvo para el Límite líquido con una adición del 10%, 20% y 30% valores de 27.3%, 29.6% y 31.6%, respectivamente, el cual, mediante el análisis de varianza, se interpretó que no tiene una diferencia significativa, de igual forma se analizó para el Limite Plástico para una adición del 10%, 20% y 30% obtuvo valores de 19.5%, 21.7% y 22%, respectivamente. Y por último se analizó el Índice de Plasticidad para una adición del 10%, 20% y 30% halló valores de 7.7%, 8.0% y 9.8%, el cual, mediante el análisis de varianza, se interpretó que no tiene una diferencia significativa, entre las adiciones de CFL, mas no con el suelo patrón.

Figura 59.

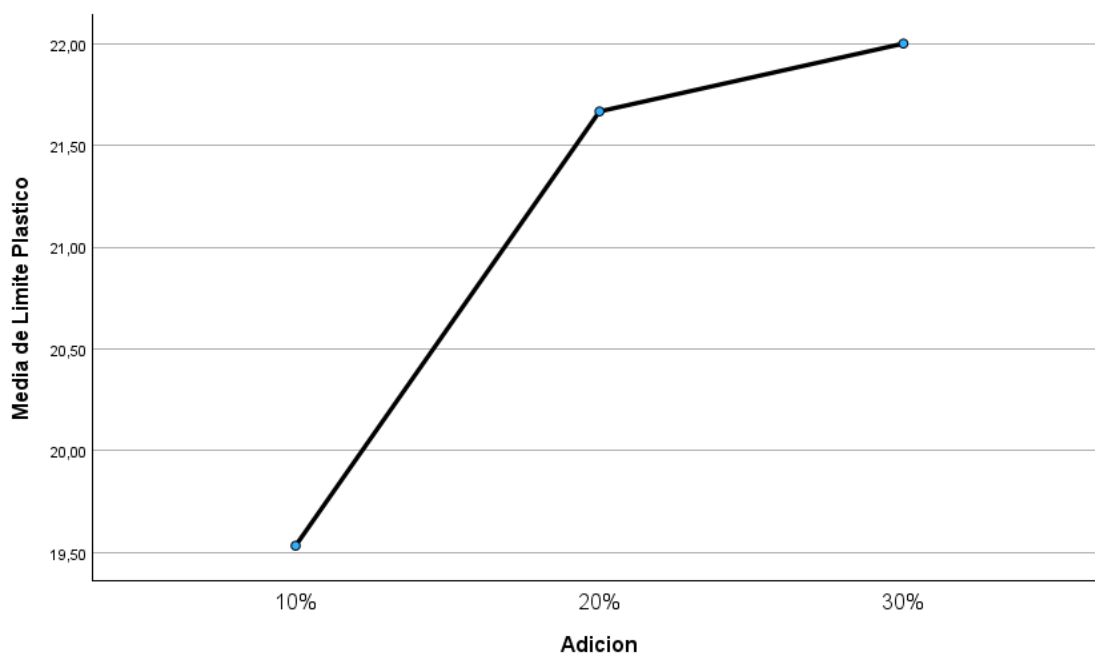
Gráfico de medias de Limite Liquido



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Figura 60.

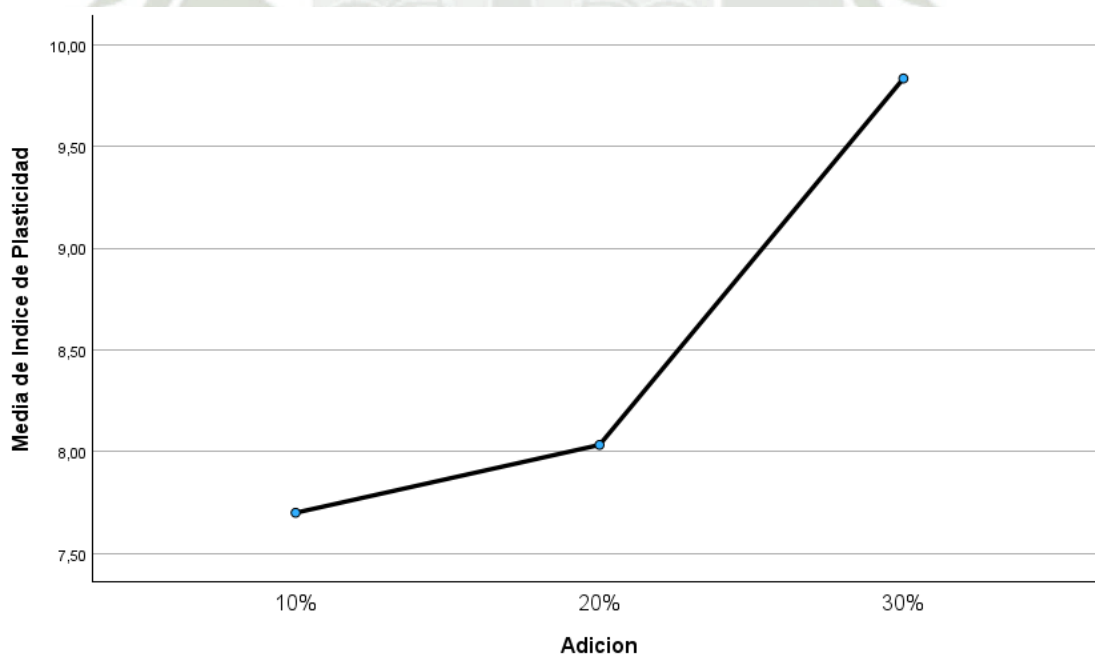
Gráfico de medias de Límite Plástico



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Figura 61.

Gráfico de medias de Índice de Plasticidad



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

II. **Variable respuesta:** RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE NO CONFINADA

Hipótesis nula (H0) = la variable presenta una distribución normal

Hipótesis alternativa (H1) = la variable no presenta una distribución normal

✓ **Prueba de normalidad**

Para verificar que la variable siguiera una distribución normal, se llevó a cabo la prueba de Shapiro- Wilk, los datos se introdujeron en el programa estadístico IBM SPSS, lo cual permitió obtener los siguientes resultados, mostrados en la Tabla 67:

Tabla 67.

Prueba de normalidad

	% CFL	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMP. NO CONFINADA	10%	0.212	6	0.200*	0.915	6	0.473
	20%	0.173	6	0.200*	0.938	6	0.642
	30%	0.278	6	0.164	0.852	6	0.164

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

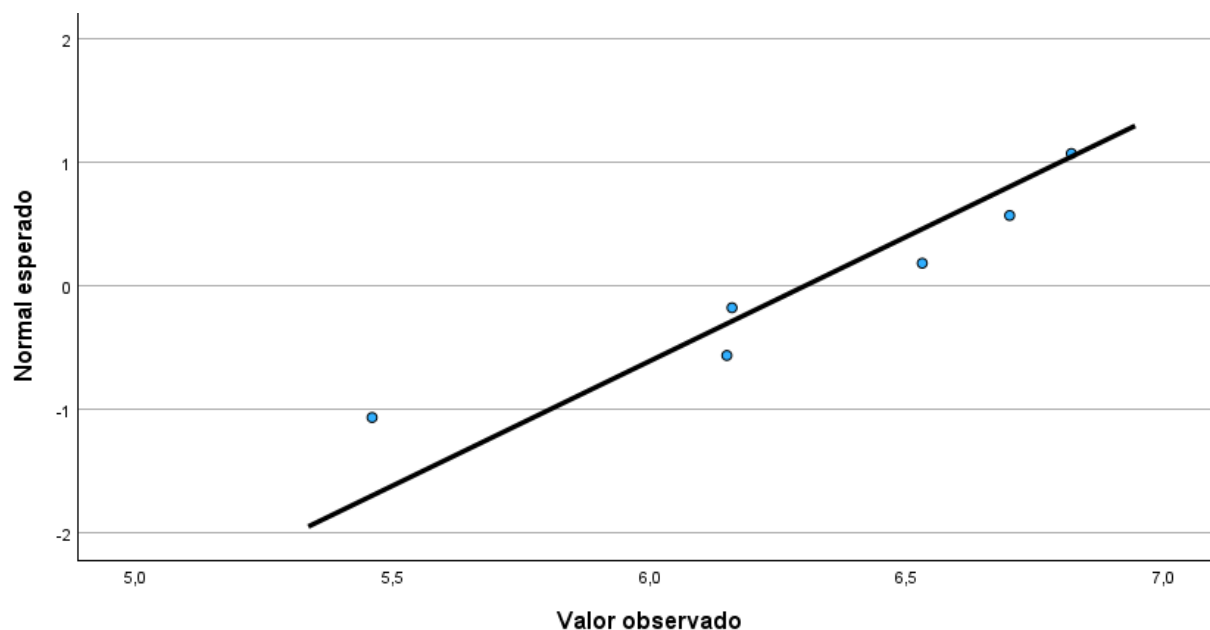
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Se ha verificado estadísticamente que los grupos presentan una distribución normal, ya que el nivel de significancia “p”, es superior a 0.05 en todos los casos. Es decir, se acepta la hipótesis nula, lo que indica que la variable “Resistencia a la compresión simple no confinada”, tiene una distribución normal en cada uno de los porcentajes de CFL analizados (10%, 20% y 30%), asimismo, en las Figuras 62, 63 y 64 se muestran las gráficas de la distribución normal de la variable respuesta para cada porcentaje de CFL.

Figura 62.

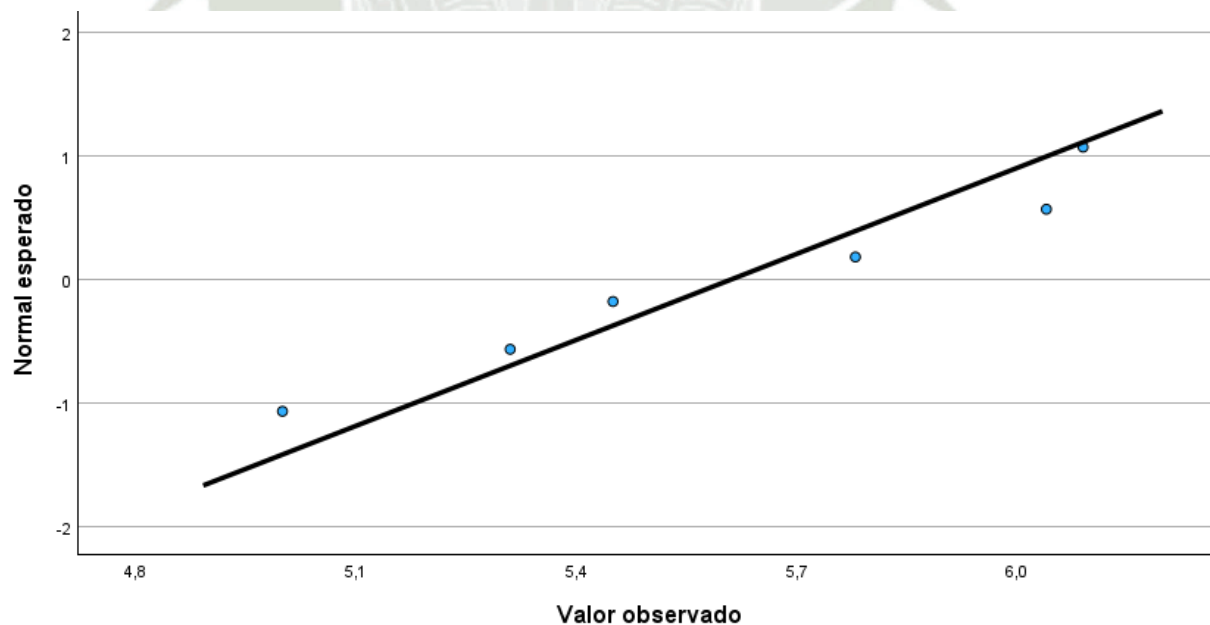
Gráfico Q- Q normal de la resistencia a la compresión simple no confinada con 10% de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Figura 63.

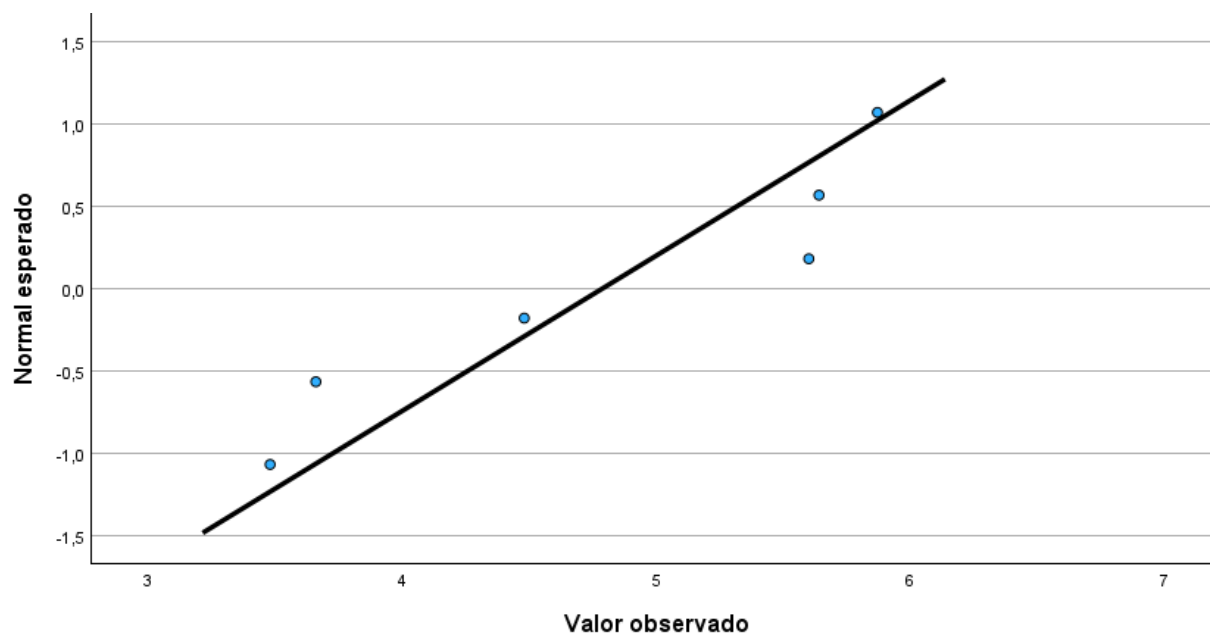
Gráfico Q- Q normal de la resistencia a la compresión simple no confinada con 20% de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Figura 64.

Gráfico Q- Q normal de la resistencia a la compresión simple no confinada con 30% de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

✓ Prueba de Homocedasticidad

Se uso la prueba de Levene para la prueba de igualdad de varianzas, mediante el programa estadístico IBM SPSS, por lo cual se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0) = la variable presenta igualdad de varianzas poblacionales

Hipótesis alternativa (H_1) = la variable no presenta igualdad de varianzas poblacionales.

Se observa en la Tabla 68, el análisis estadístico del programa mostro que se encuentra diferencia significativa entre los grupos, es decir, el valor “p” es significativo ($p = 0.005 < 0.05$), lo que indica que las varianzas no son homogéneas, lo cual permitió rechazar la hipótesis nula.

Tabla 68.

Prueba de homocedasticidad de la variable resistencia a la compresión simple no confinada

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMP. NO CONFINADA	Se basa en la media	7.872	2	15	0.005

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante

✓ Prueba de Kruskal – Wallis

Se realizó la prueba de Kruskal- Wallis para muestras independientes, evaluar si existe una diferencia significativa entre los grupos, este análisis permite contrastar la hipótesis nula, la cual afirma que “No hay diferencias significativas entre los grupos”, se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0) = la adición de ceniza de fondo de ladrillera (CFL), no influye en la resistencia a la compresión simple no confinada de suelo arcilloso ($0\% = 10\% = 20\% = 30\%$)

Hipótesis alternativa (H_1) = la adición de ceniza de fondo de ladrillera (CFL), si influye en la resistencia a la compresión simple no confinada de suelo arcilloso (al menos dos medias son distintas).

De la Tabla 69 se encontró, una significancia de 0.013 que es menor a 0.05, lo cual indica que hay una diferencia significativa en los valores promedio de la variable respuesta y entre los diversos porcentajes adicionados, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa.

Tabla 69.

Resumen de prueba Kruskal – Wallis de muestras independientes

N total	Hipotesis nula	Prueba	Sig.	Decision
1	La distribución de la Resistencia a la Compresión no Confinada es la misma entre categorías % de CFL	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.013	Rechace la hipótesis nula
a. El nivel de significancia es de 0.050				
b. Se muestra la significancia asintótica				

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

✓ Post Hoc

Luego de verificar los requisitos de normalidad y homocedasticidad de varianzas. Para determinar la mejor dosificación que proporciona la mayor resistencia a la compresión simple no confinada, se llevó a cabo el análisis de la prueba Kruskal – Wallis. En la Tabla 70 se observa el análisis que permitirá comparar las diferencias entre la adición de CFL y así identificar cuál de ellos ofrece la mayor resistencia para ello se utilizó el programa IBM SPSS.

Tabla 70.
Comparación por parejas de resistencia a la compresión simple no confinada

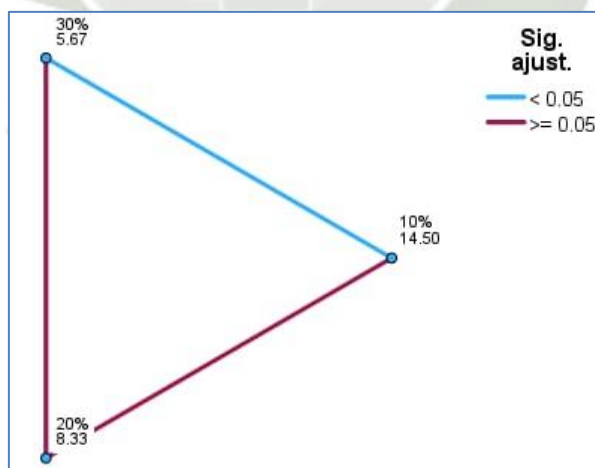
Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. a
30% - 20%	2.667	3.082	0.865	0.387	1.0
30% - 10%	8.833	3.082	2.866	0.004	0.012
20% - 10%	6.167	3.082	2.001	0.045	0.136

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se muestran las significancias asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de 0.05

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Llevado a cabo el análisis de la prueba Kruskal – Wallis entre los distintos porcentajes de adición para determinar la mejor dosificación que destaca entre los demás. Se determinó que la adición con el 10% de CFL, se encontró diferencias más significativas que con los otros porcentajes, asimismo en la Figura 65 se observa las medias de la resistencia simple no confinada, siendo para el 10%, 20% y 30% de CFL 6.30 kg/cm², 5.61 kg/cm² y 4.79 kg/cm², respectivamente. Por tanto, se determina que el porcentaje de 10% es el más adecuado y se distingue de los demás en el valor promedio de la resistencia.

Figura 65.
Gráfico de comparaciones por parejas de Resistencia a la Compresión no Confinada


Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

III. Variable respuesta: CBR

Para este análisis, se consideró los valores de CBR con el 10% de adición de CFL, se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0) = la variable presenta una distribución normal

Hipótesis alternativa (H_1) = la variable no presenta una distribución normal

✓ Prueba de normalidad

Para verificar que la variable siguiera una distribución normal, se llevó a cabo la prueba de Shapiro- Wilk, los datos se introdujeron en el programa estadístico IBM SPSS, lo cual permitió obtener los siguientes resultados, mostrados en la Tabla 71.

Tabla 71.

Prueba de normalidad

	ADICION	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR	0%	0.361	3	.	0.807	3	0.132
	10 % CFL	0.299	3	.	0.914	3	0.431

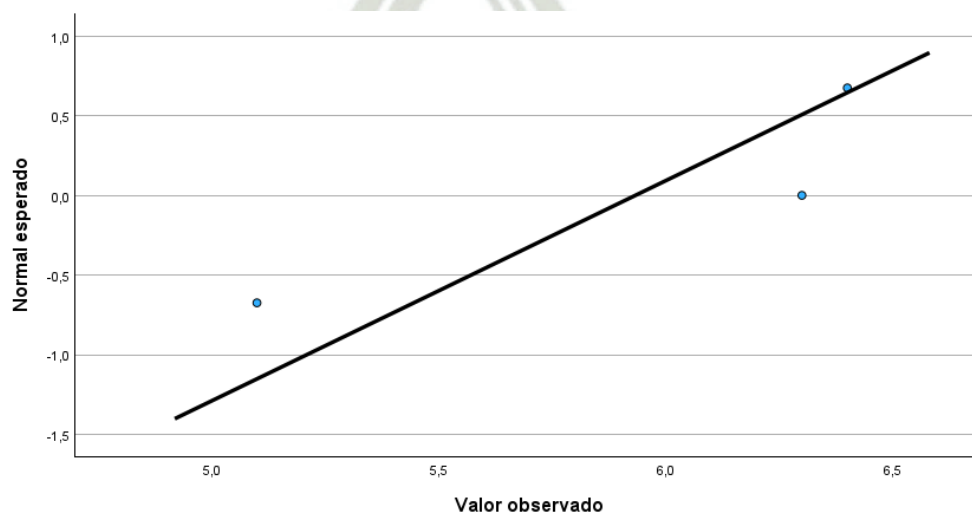
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Se ha verificado estadísticamente que este contraste presento una distribución normal, ya que el nivel de significancia “p”, es superior a 0.05 en ambos casos. Es decir, se acepta la hipótesis nula, lo que indica que la variable “CBR”, tiene una distribución normal para cada porcentaje de CFL analizados (0%, 10%), asimismo, se observa en la Figura 66 y 67 las gráficas de la distribución normal de la variable respuesta sin adición de CFL y con adición de la mejor dosificación de CFL.

Figura 66.

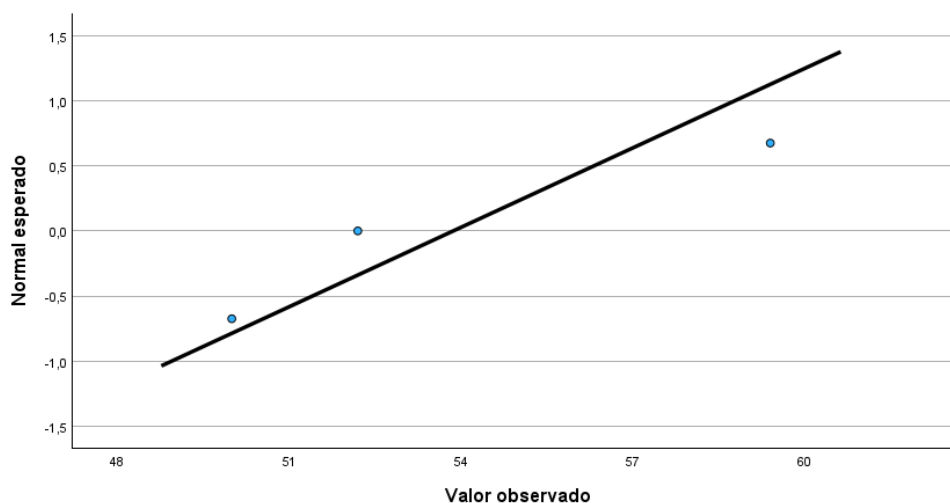
Gráfico Q- Q normal del ensayo de CBR sin adición de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Figura 67.

Gráfico Q- Q normal del ensayo de CBR con 10% de CFL



Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

✓ Prueba de T Student

Tras verificar que se cumplieran los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante el programa estadístico IBM SPSS, se realizó la prueba estadística T Student como se muestra en la Tabla 72, por lo cual se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0) = la variable presenta igualdad de varianzas poblacionales

Hipótesis alternativa (H_1) = la variable no presenta igualdad de varianzas poblacionales

Tabla 72.

Prueba T Student, estadística de grupo para CBR

	ADICION	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
CBR	0%	3	5.9333	0.72342	0.41767
	10 % de CFL	3	53.8667	4.91664	2.83862

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

En la Tabla 73 se observa el análisis estadístico del programa donde se muestra que no se encuentra diferencia significativa entre los grupos, es decir, el valor “p” es no significativo ($p = 0.051 > 0.05$), lo que indica que las varianzas son homogéneas, lo cual permite aceptar la hipótesis nula.

Tabla 73.
Prueba de muestras independientes

		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
CBR	Se asumen varianzas iguales	7.707	0.051	-16.706	4	<.001
	No se asumen varianzas iguales			-16.706	2.087	<.001

Nota: Elaboración propia. Adaptado de software estadístico IBM SPSS Statistics versión para estudiante.

Hipótesis nula (H0) = la adición de ceniza de fondo de ladrillera (CFL), no influye en la resistencia de la capacidad portante del suelo arcilloso (10%)

Hipótesis alternativa (H1) = la adición de ceniza de fondo de ladrillera (CFL), si influye en la resistencia de la capacidad portante del suelo arcilloso.

De la Tabla 73 se encontró mediante el análisis estadístico, una significancia de <0.001, dado que este valor es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, esto indica que la adición de CFL tuvo un efecto significativo en la estabilización de suelos arcillosos.

Luego de analizar los datos obtenidos, se logró verificar la hipótesis propuesta, esto significa que la adición de ceniza de fondo de ladrillera en una cantidad adecuada, mejora de manera significativa la estabilización de la vía en investigación, volviéndose más apto para usarse como una subrasante mejorada en la construcción de caminos.

6.2. CONCLUSIONES

Conclusión general:

Se concluye que el suelo estabilizado con ceniza de fondo proveniente de ladrilleras (CFL), mejora significativamente las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la subrasante, obteniendo un aumento notable de la resistencia y una reducción del índice de plasticidad, por todo lo mencionado la CFL es un estabilizador viable para suelos con presencia de arcillas o suelos cohesivos, debido a su características puzolánicas, lo que la hace apto para diversas aplicaciones en proyectos de estabilización de suelos.

Conclusiones específicas:

1. Se concluye que el valor de CBR de la calicata 02 es de 5.1% categorizándose como subrasante insuficiente ($3\% \leq \text{CBR} < 6\%$) y la calicata 01- E1 y 03, tuvo un valor de CBR de 6.4% y 6.3% , respectivamente siendo una subrasante regular ($6\% \leq \text{CBR} < 10\%$), determinado en base al análisis de las propiedades físicas, resultando la clasificación SUCS de la calicata 01- E1, 02 y 03, como una Arcilla limosa arenoso con bajo contenido de gravas de baja plasticidad (CL - ML), Arena arcillosa con grava de mediana plasticidad (SC), Arena arcillosa con mediana plasticidad (SC), respectivamente, asimismo se realizo la clasificacion AASHTO de la calicata 01- E1, 02 y 03 clasificándose como suelos A-4 (0), A-2-6 (1) y A-6 (1), respectivamente. Asimismo, el análisis de las propiedades mecánicas mediante el ensayo de Proctor Modificado para la calicata 01- E1, 02 y 03 obteniendo valores de 20.62, 21.53 y 21.84 KN/m³ de Peso Unitario Seco Máximo.
2. Se concluye, que el Índice de Plasticidad para una adición del 10%, 20% y 30% obtuvo valores de 7.70%, 8.03% y 9.83%, respectivamente, presentando una reducción respecto al suelo natural que tiene una media de Índice de plasticidad de 13.32%, estos índices se encuentra en un rango de $7 < \text{IP} (\%) \leq 20$, teniendo características de un suelo arcilloso de mediana plasticidad, asimismo esta reducción es debido a la presencia de óxido de calcio en las CFL, lo que conduce a más intercambio de cationes, floculación y reacciones puzolánicas.
3. Se concluye la reducción del Peso unitario seco determinado mediante los resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado “método B y C” con una adición de 0%, 10%, 20% y 30% de CFL, obteniéndose una media de Peso unitario seco máximo de 21.0, 19.7, 19.0 y 18.4 KN/m³, respectivamente, el cual se atribuye al peso ligero y a las partículas finas de la CFL, asimismo se debe a que parte de la energía de compactación se ha disipado

para superar la unión entre las partículas del suelo cementado.

Respecto a la resistencia a la compresión simple, se observó un aumento significativo con los porcentajes de adición de 10%, 20% y 30% de CFL, obteniendo valores medios de 6.30 kg/cm², 5.61 kg/cm² y 4.79 kg/cm² respectivamente, en comparación al valor medio del suelo patrón de 3.44 kg/cm², el cual se analizó a nivel de fundación, este aumento se debe a la unión entre el suelo y las partículas de CFL causando interacciones puzolánicas y de cementación, alcanzando la mayor resistencia con una adición de 10% de CFL.

4. Se concluye a partir de los resultados obtenidos, para una mezcla de suelo con adición del 10% de CFL se obtuvo un valor de CBR medio de 53.9%, que cumple con los criterios para que un material pueda ser utilizado como subrasante de acuerdo a la normatividad del MTC, mismo que indica que si el valor de $CBR \geq 30 \%$, es un subrasante excelente, presentando un incremento significativo respecto al valor medio del CBR del suelo patrón, siendo 5.97%, este aumento podría deberse a que el SiO₂ y Al₂O₃ que están presentes en el suelo interactúan con el CaO que está disponible en la CFL, causando la formación de un gel resistente de silicato de calcio hidratado y aluminato de calcio hidratado, teniendo un desempeño similar al ensayo de resistencia a compresión simple no confinada.
5. Se concluye según los resultados de la caracterización química de las cenizas de fondo proveniente de ladrilleras que parte de su composición son los dióxidos de sílice (SiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃) y óxido cálcico (CaO), quienes son responsables de la actividad puzolánica, asimismo se podría clasificar como una Ceniza de clase C. En caso del suelo se observó la presencia de Si y Al que están presentes en las láminas del suelo arcilloso, estos se disuelven y se combinan con el Ca²⁺ disponible, causando la formación de un gel resistente de silicato de calcio hidratado (CSH) y aluminato de calcio hidratado (CAH), los cuales presentan características puzolánicas, estos compuestos químicos son responsables de mejorar las propiedades mecánicas del suelo, así como reducir la expansividad por acción de la cementación.
6. Se concluye que hubo una reducción en los costos directos siendo factible económicamente, es por ello y con fines constructivos de homogenización de CFL se realizó el análisis de costos directos, basado en la dosificación del suelo con adición al 10% comparándolo con una Subrasante sin mejoramiento, perfilada y compactada y un Mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%, teniendo un costo de S/. 170,133.31 y S/. 171,895.92, respectivamente, por otro lado, la estabilización del suelo con adición del

10% de CFL, tiene un costo de S/. 153,353.39, reduciendo en un 9.86% y 10.79%, respecto a los mejoramientos mencionados, además presentando un aumento significativo de capacidad de soporte.



6.3. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios en suelos que presenten en su composición química, baja cantidad de dióxido de sílice y óxidos de aluminio, con el fin de investigar las interacciones químicas entre partículas, en cuanto a la ceniza se debe realizar un análisis de Fluorescencia de rayos X, asimismo se sugiere utilizar el Módulo resiliente (Mr), para caracterizar y cuantificar el comportamiento elástico de los materiales del suelo con propósitos de diseño de pavimentos.
2. Se recomienda cuartear bien el material para obtener una muestra representativa, para el desarrollo de los ensayos correspondientes, asimismo se debe considerar el secado del material, según indicado en la norma para suelos con presencia de arcillas, en cuanto al ensayo Proctor modificado se recomienda realizarlo con el método C.
3. Se recomienda usar el 20% de ceniza de fondo de ladrillera por peso de suelo seco, ya que, con esta mezcla, el suelo presenta una reducción en el índice de plasticidad disminuyendo de 13% a 7.97 %.
4. Se recomienda para la elaboración de mezclas de suelo con adicionantes de residuos puzolánicos, se realice en un periodo corto, desde el inicio de la preparación hasta realizarse el ensayo, debido a que estos residuos en contacto con el agua tienden a endurecerse debido a las reacciones cementantes que generan, asimismo durante el periodo de curado del ensayo de compresión simple, se debe mantener en un ambiente hermético, ya que los cambios en el ambiente por la humedad exterior y los niveles de temperatura, influirán en los resultados obtenidos, para ello se recomienda realizarse el curado para el ensayo de compresión simple no confinada a los 7, 14 y 21 días y observar el desarrollo de las reacciones puzolánicas, con fines investigativos.
5. Se recomienda realizar muestras en condición de curado por 7 días después de la compactación en un ambiente hermético, y luego sumergirlo por 96 horas, para obtener mejores resultados, asimismo se debe tener un control preciso del óptimo contenido de humedad, para obtener resultados fehacientes.
6. Se recomienda que los ensayos microestructurales, se realicen antes y después de la conformación de la subrasante estabilizada, para poder identificar si existen variaciones en el tiempo, de las propiedades mecánicas adquiridas, asimismo para la caracterización microestructural de la ceniza se recomienda un ensayo destructivo, para mejores resultados.

7. Se recomienda el uso de otros tipos de cenizas y/o combinaciones que presenten condiciones para mejorar las propiedades del suelo inadecuado, ya que la mayoría son desechadas produciendo contaminación ambiental, asimismo después de conformado la subrasante, se puede realizar la condición de curado, cubriendo el campo con una lona y dejándola secar al aire durante el periodo de curado establecido.



REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Abdullah, H., & Shahin, M. (2022). Geomechanical Behaviour of Clay Stabilised with Fly – Ash- Based Geopolymer for Deep Mixing. *Geosciences*, 12(207).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/geosciences12050207>
- Aedo Antezana, J., & Taco Panibra, W. (2023). *Uso de cal viva como estabilizante de la subrasante del suelo arcilloso en la construcción del aeropuerto Internacional Chincheros*.
- Aguilar Paravicino, H., & Bravo Gutierrez, J. (2020). *Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo - Cusco. [Tesis de Pregrado]*. Universidad Andina del Cusco.
- Andina. (2017). *Sector ladrillero mueve S/ 1,600 millones al año en todo el país*.
<https://andina.pe/agencia/noticia-sector-ladrillero-mueve-s-1600-millones-al-ano-todo-pais-684491.aspx>
- Arévalo, R. D., & Tananta, J. H. (2022). *Mejoramiento de afirmado con adición de cal estructural en el camino Vecinal SM 804 Alto Ponaza, Miraflores, Distrito de Shamboyacu, Picota–San Martín*. s/e.
- Arias, F.G. (2012). *El Proyecto de la Investigación*. Episteme.
- Barranzuala, J. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Region Piura*. Universidad de Piura. Repositorio institucional PIRHUA.
- Besoain, E. (1985). *Mineralogía de Arcillas de Suelos*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San jose. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/12993>
- Calero, V., Rivera, M., & Valdez, J. (2016). *Determinación del comportamiento al hinchamiento y retracción de suelos que tienen plasticidad, en algunos puntos de la carretera longitudinal del norte, en el tramo comprendido entre Metapan (dpto. Santa Ana) y Sensuntepeque (dpto. Cabañas). [Tesis de Pregrado]*. Universidad de El Salvador.
- Canario, C. (2020). *Mejoramiento del Suelo con Afirmado y Cloruro de Calcio Aplicado a la Planta del Grupo Santa Elena- Chancay Huaral. [Tesis de Pregrado]*. Universidad Privada del Norte.
- Coalicion Clima y Aire Limpio (CCAC). (marzo de 2016). *Manual de Capacitacion Sector*

Ladrillero en America Latina. Lima.

<http://infoandina.org/infoandina/sites/default/files/publication/files/manual-capacitacion-sector-ladrillero.pdf>

Cubas, K., & Falen, J.C. (2016). *Evaluación de las Cenizas de Carbón para la Estabilización de Suelos Mediante Activación Alcalina y Aplicación en Carreteras no Pavimentadas. [Tesis de Pregrado]*. Universidad Señor de Sipán.

Dirección General de Desarrollo Minero de México. (2017). *Perfil de mercado de la Bentonita*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287791/Perfil_Bentonita_2017.pdf

Duque, G., & Escobar, C. (2016). *Geomecánica*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57121>

Duran, G., Ayala, G., & Casas, A. (2019). *Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos*.

Escalante, Y. F., & Lipa, M. (2022). *Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con cenizas de hornos de ladrillera y pan – Cusco – 2021. [Tesis de Pregrado]*. Universidad César Vallejo.

ESAN Intelligence. (2023). *ESAN Intelligence*. Los desafíos actuales de la infraestructura vial en Perú: propuestas de cierre de brechas: <https://observatorio.esan.edu.pe/descargables/los-desafios-actuales-de-la-infraestructura-vial-en-peru-propuestas-de-cierre-de-brechas/>

Estefanero Pérez,, L., & Arque Cari, M. (2021). *Mejoramiento de la resistencia en la base granular con cal, en el pavimento articulado Arequipa - 2021*.

Federal Aviation Administration. (2021). Airport pavement design and evaluation (AC 150/5320-6G). U.S. Department of Transportation. https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.current/documentNumber/150_5320-6

Florez, G. C., Caicedo, O. Z., Zárate, C. R., & Contreras, O. B. (2016). Estabilización química de suelos expansivos de san josé de cúcuta (colombia) usando cenizas volantes. Respuestas. <https://doi.org/https://doi.org/10.22463/0122820X.536>

Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Michael, J. R., Ritchie, N. W. M., Scott, J. H. J., & Joy, D. C. (2017). *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*. Springer.

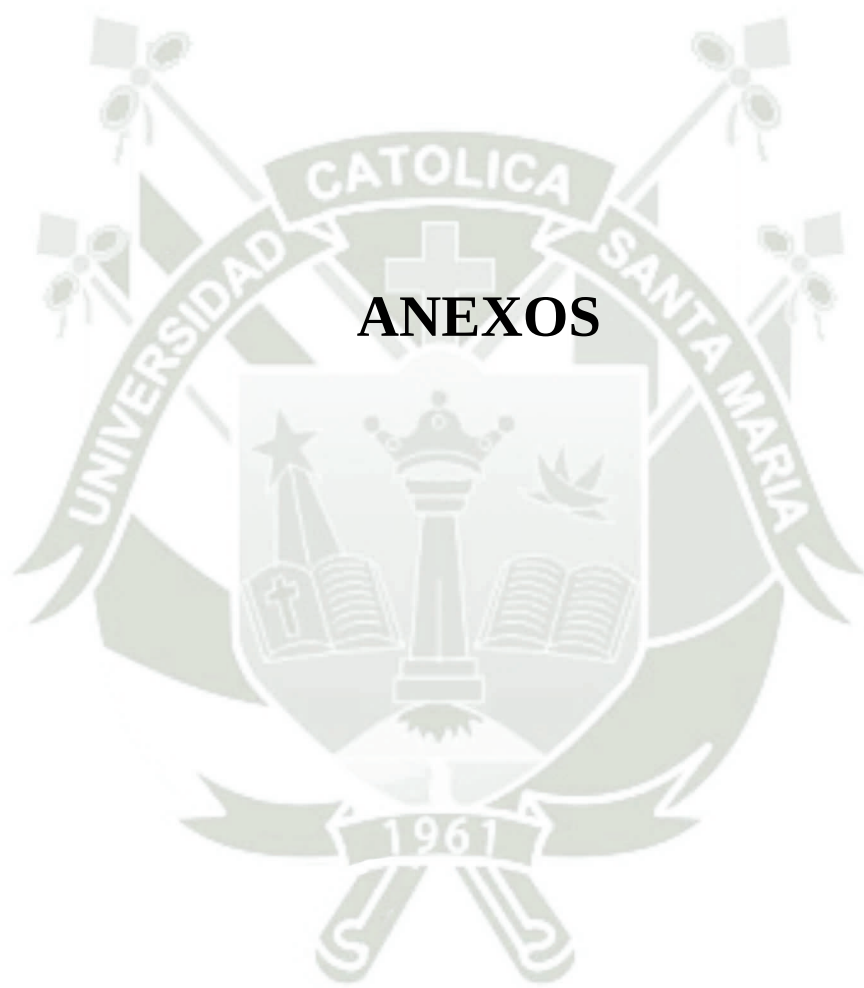
- Gómez, L., & Parra, Y. (2015). *Influencia de fluidos en el comportamiento de la doble capa difusa en arcillas. [Tesis de Pregrado]*. Universidad Católica de Colombia.
- Hemalatha, T., & Ramaswamy, A. (2017). A review on fly ash characteristics – Towards promoting high volume utilization in developing sustainable concrete. *Journal of Cleaner Production*, 147, 546-559.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- IBM Corp. Publicado en 2023. IBM SPSS Statistics para Windows, versión 29.0.2.0 Armonk, NY: IBM Corp.
- Karim, M., Sami Hassan, A., & Kaplan, A. (2020). Optimization of Soil to Fly-Ash Mix Ratio for Enhanced Engineering Properties of Clayey Sand for Subgrade Use. *MDPI*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app10207038>
- Ma, X., Bruckard, J., & Holmes, R. (2008). Effect of collector, pH and ionic strength on the cationic flotation of kaolinite. *Int. J. Miner. Process.*, 93(1), 54-58.
- Mamanchura, E. M. (2022). *Influencia del uso de cenizas volantes en la estabilización de suelos para la pavimentación en la Av. Alfonso Ugarte, distrito de San Antonio – Moquegua, 2021*.
- Maquera Flores, C., & Aquino Chura, Y. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera Acora – Jayujayu, Acora, Puno – 2021*.
- Mendoza, H. (2021). *Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes, Cajamarca 2020- [Tesis de Pregrado]*. Universidad Privada del Norte.
- Ministerio de transporte y comunicaciones. (2014a). *Manual de carrteras: Especificaciones Tecnicas generales para construccion*. Direccion de Normatividad Vial.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014b). *Manual de Carreteras Suelos Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2014c). *Manual de carreteras: Mantenimiento o conservacion vial*. Direccion de Normatividad Vial.
- MTC. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima.

- Newbury, D. E. (2005). Fundamentals of SEM and EDS. Microscopy and Microanalysis, 11(S02), 938-939.
- Nuruzzaman, M., Mahmudur, M., Liu, Y., & Naidu, R. (2016). Nanoencapsulation, Nano-guard for Pesticides: A New Window for Safe Application. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1447–1483. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05214>.
- Lechuga, W.J. (2022). *Determinación de gases contaminantes y de efecto invernadero del sector ladrillero artesanal de Piñipampa – cusco – año 2020. [Tesis de Maestría]*. Universidad Nacional Federico Villareal.
- Pérez, C. (2008). *Modificación de la capacidad de Intercambio Catiónico a través de la aplicación de coloides en el suelo. [Tesis de Pregrado]*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Petermann, J., Saeed, A., & Hammons, M. (2010). *Alkali-Activated Geopolymers: A Literature Review*. Applied Research Associates, Inc.
- Pineda Sapana, M., & Prado Ballon, O. (2022). *Caparazón de almejas, ceniza de eucalipto y cal en la sub-base para estabilizar suelos arcillosos, Avenida Arequipa, Yarabamba – Arequipa, 2022*.
- Santaella Valencia, L. (2001). Caracterizacion fisica, quimica y mineralogica de las cenizas volantes. *Ciencia y ingenieria Neogranadina*, 10, 47-62.
- Shirkhanloo, S., Najafi, M., & Kaushal, V. (2021). A Comparative Study on the Effect of Class C and Class F Fly Ashes on Geotechnical Properties of High-Plasticity Clay. *CivilEng*, 1009-1018. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/civileng2040054>
- Turan, C., Javadi, A., & Vinai, R. (2022). *Effects of Class C and Class F Fly Ash on Mechanical and Microstructural Behavior of Clay Soil- A Comparative Study*. no. 5: 1845. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma15051845>
- Universidad ESAN . (2023). *Los desafíos actuales de la infraestructura vial en Perú: propuestas de cierre de brechas*. <https://observatorio.esan.edu.pe/descargables/los-desafios-actuales-de-la-infraestructura-vial-en-peru-propuestas-de-cierre-de-brechas/>
- Zamora Nevado, R. M. (2022). *El yeso de Morrope como aditivo alternativo para la estabilización de suelos arcillosos expansivos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Williams, D. B., & Carter, C. B. (2009). Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science. Springer.



ANEXOS



ANEXO A: Reporte de ensayos de caracterización físico - mecánico del suelo

A.1 Ensayo de contenido de humedad

 INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 / ASTM D-2216			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	4/12/2023
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	5/12/2023
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1-E1
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD :	0.90 m

DESCRIPCIÓN	1	2	3
RECIPIENTE	C1- E1- M1	C1- E1- M2	C1- E1- M3
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	471.20	503.53	486.50
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	445.45	477.70	461.15
PESO DE RECIPIENTE (g)	51.03	86.74	75.64
PESO DEL AGUA (g)	25.75	25.83	25.35
PESO DEL SUELO SECO (g)	394.42	390.96	385.51
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7	7	7
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7		

 INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 / ASTM D-2216			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	4/12/2023
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	5/12/2023
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1-E2
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD :	1.50 m

DESCRIPCIÓN	1	2	3
RECIPIENTE	C1- E2- M1	C1- E2- M2	C1- E2- M3
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	388.56	552.32	513.64
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	347.53	503.80	462.65
PESO DE RECIPIENTE (g)	51.96	148.33	86.53
PESO DEL AGUA (g)	41.03	48.52	50.99
PESO DEL SUELO SECO (g)	295.57	355.47	376.12
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14	14	14
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14		

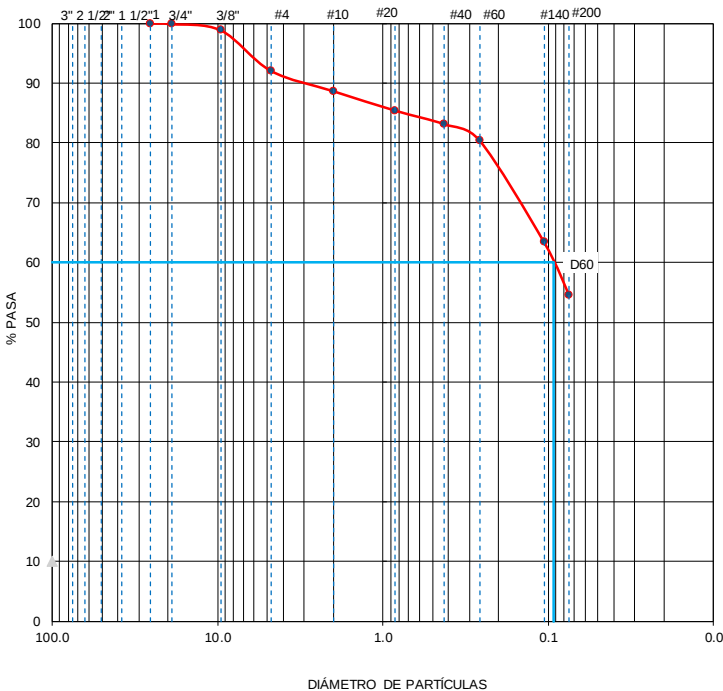
	INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 / ASTM D-2216		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	4/12/2023
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	5/12/2023
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C2
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD :	1.50 m

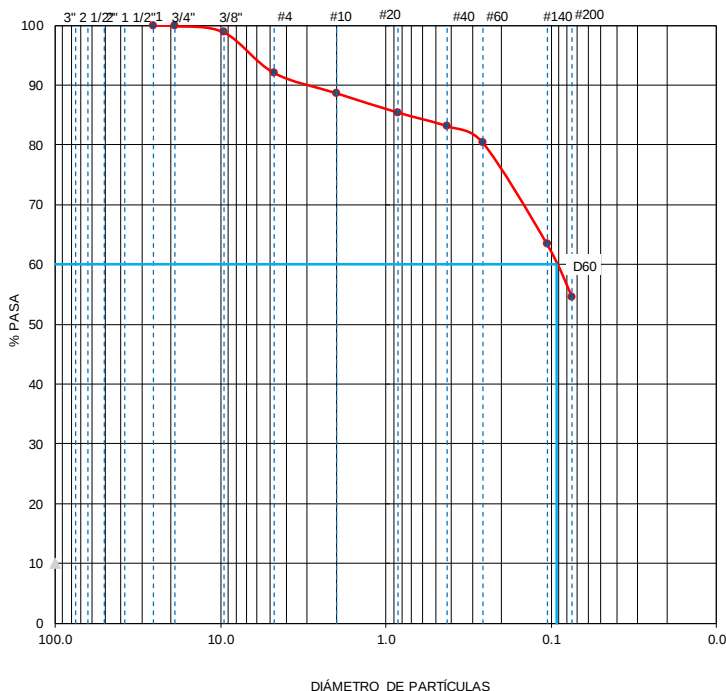
DESCRIPCIÓN	1	2	3
RECIPIENTE	C2 - M1	C2 - M2	C2 - M3
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	392.52	724.37	597.12
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	364.04	681.43	556.23
PESO DE RECIPIENTE (g)	53.27	124.76	86.53
PESO DEL AGUA (g)	28.48	42.94	40.89
PESO DEL SUELO SECO (g)	310.77	556.67	469.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9	8	9
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9	

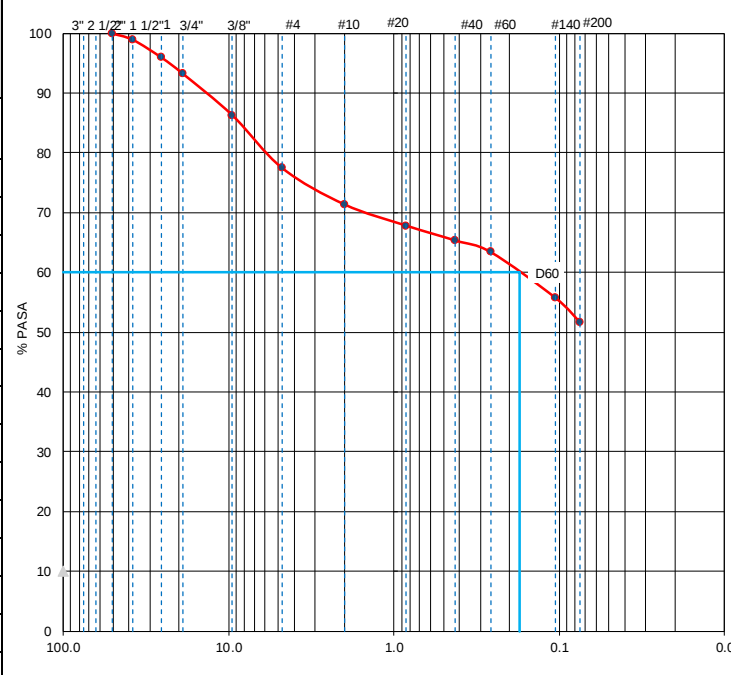
	INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108 / ASTM D-2216		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	4/12/2023
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	5/12/2023
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C3
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD :	1.50 m

DESCRIPCIÓN	1	2	3
RECIPIENTE	C3 - M1	C3 - M2	C3 - M3
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	511.73	592.93	496.31
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	472.22	548.71	461.23
PESO DE RECIPIENTE (g)	53.76	52.42	52.14
PESO DEL AGUA (g)	39.51	44.22	35.08
PESO DEL SUELO SECO (g)	418.46	496.29	409.09
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9	9	9
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9	

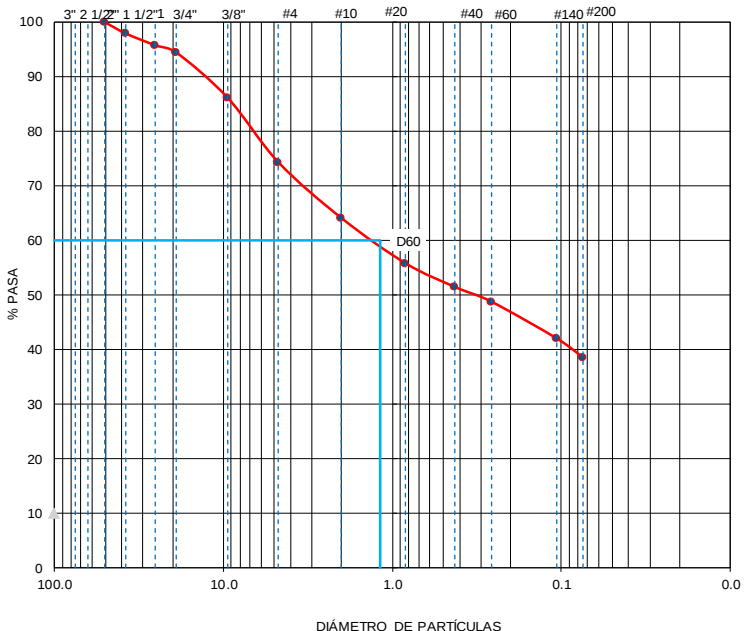
A.2.a Ensayo de análisis de granulometría por tamizado

		ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
MTC E - 107							
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.				FECHA:	5/12/2023	
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO				MUESTRA No	C1 - E1	
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO				PROFUNDIDAD, m	0.9 m	
LOCALIZACIÓN	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4						
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD						
ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO				CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA			
Masa húmeda total antes del lavado, g		9436.0		Masa seca Total antes del lavado, g		8854.3	
Masa seca después de lavar (g)		4017.65					
Tamiz		Peso Ret (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa		
(Pulg.)	(mm)						
3"	75.000		0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0		
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.000	8.5	0.1	0.1	99.9		
3/8"	9.510	94.0	1.1	1.2	98.8		
#4	4.760	596.5	6.7	7.9	92.1		
#10	2.000	301.1	3.4	11.3	88.7		
#20	0.840	289.3	3.3	14.6	85.4		
#40	0.425	200.8	2.3	16.8	83.2		
#60	0.260	242.1	2.7	19.6	80.4		
#140	0.106	1505.7	17.0	36.6	63.4		
#200	0.075	779.4	8.8	45.4	54.6		
Pasa #200	4836.7	54.6					
							
RESULTADOS				CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO			
% de Gravas:	D60(mm):	Cu	% Límite Líquido	19.1	CLASIFICACIÓN AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION)	A-4(0)	
7.9	0.09	0	% Límite Plástico	13.8			
% de Arena:	D30(mm):	Cc	% Índice de Plasticidad	5.2	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S.	CL-ML	
37.5	0.00	0.0					
% de Finos:	D10 mm (diámetro efectivo):						
54.6	0.00						



		ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
MTC E - 107						
TESIS:		EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.			FECHA:	5/12/2023
PROCEDENCIA:		CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO			MUESTRA No	C1 - E2
TESISTA:		YULIANA DEISY HUARCA HANCCO			PROFUNDIDAD, m	1.5 m
LOCALIZACIÓN		Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4				
DESCRIPCIÓN:		ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD				
ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO				CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA		
Masa húmeda total antes del lavado, g		8691.5		Masa seca Total antes del lavado, g		7737.8
Masa seca después de lavar (g)		3742.52				
Tamiz		Peso Ret (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	
(Pulg.)	(mm)					
3"	75.000		0.0	0.0	100.0	
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0	
2"	50.800		0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	80.6	1.0	1.0	99.0	
1"	25.400	234.8	3.0	4.1	95.9	
3/4"	19.000	204.1	2.6	6.7	93.3	
3/8"	9.510	540.8	7.0	13.7	86.3	
#4	4.760	681.8	8.8	22.5	77.5	
#10	2.000	471.4	6.1	28.6	71.4	
#20	0.840	276.7	3.6	32.2	67.8	
#40	0.425	191.8	2.5	34.7	65.3	
#60	0.260	150.2	1.9	36.6	63.4	
#140	0.106	589.7	7.6	44.2	55.8	
#200	0.075	320.6	4.1	48.4	51.6	
Pasa #200		3995.4	51.6			
						
				DIÁMETRO DE PARTÍCULAS		
RESULTADOS				CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO		
% de Gravas:	D60(mm):	Cu	% Límite Líquido	23.0	CLASIFICACIÓN AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION)	A-6(3)
22.5	0.17	0	% Límite Plástico	11.4		
% de Arena:	D30(mm):	Cc	% Índice de Plasticidad	11.6	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S.	CL
25.9	0.00					
% de Finos:	D10 mm (diámetro efectivo):	0.0				
51.6	0.00					

		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
MTC E - 107						
TESIS:		EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.			FECHA:	5/12/2023
PROCEDENCIA:		CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO			MUESTRA No	C2
TESISTA:		YULIANA DEISY HUARCA HANCCO			PROFUNDIDAD,	1.5
LOCALIZACIÓN		Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4				
DESCRIPCIÓN:		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA				
Masa húmeda total antes del lavado, g		9863.5		Masa seca Total antes del lavado, g		9150.8
Masa seca después de lavar (g)		5784.60				
Tamiz		Peso Ret (g)		% Retenido		% Retenido Acumulado
(Pulg.) (mm)						% Pasa
3"		75.000		0.0		0.0
2 1/2"		63.500		0.0		0.0
2"		50.800		0.0		0.0
1 1/2"		38.100		0.0		0.0
1"		25.400		3.3		3.3
3/4"		19.000		6.3		6.3
3/8"		9.510		17.1		17.1
#4		4.760		30.8		30.8
#10		2.000		43.5		43.5
#20		0.840		52.5		52.5
#40		0.425		57.4		57.4
#60		0.260		60.1		60.1
#140		0.106		64.5		64.5
#200		0.075		66.5		66.5
Pasa #200		3063.7		33.5		

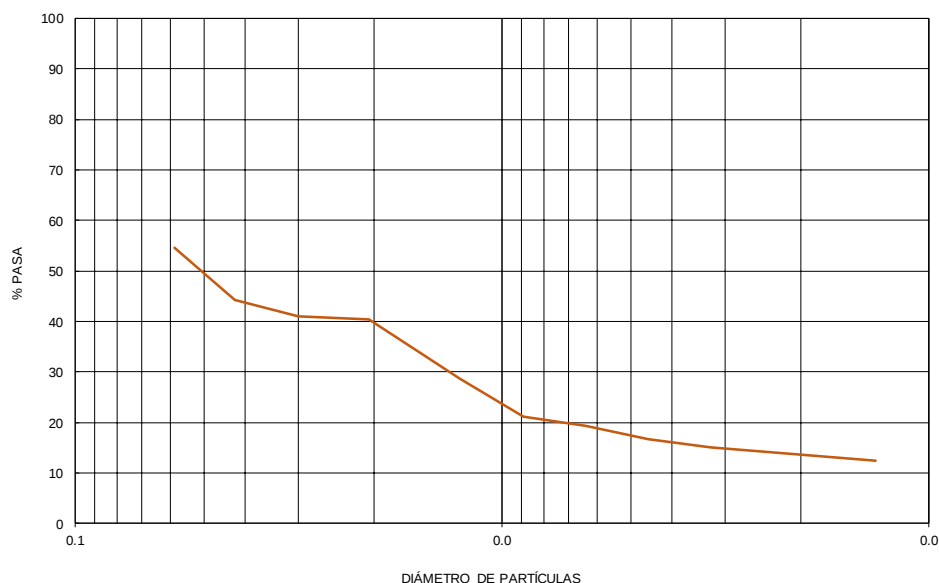
		ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
MTC E - 107						
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.			FECHA:	5/12/2023	
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO			MUESTRA No	C3	
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO			PROFUNDIDAD,	1.5	
LOCALIZACIÓN	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4					
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD					
ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO				CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA		
Masa húmeda total antes del lavado, g	8421.0	Masa seca Total antes del lavado, g	7497.0			
Masa seca después de lavar (g)	4285.84					
Tamiz	Peso Ret (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa		
(Pulg.)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0		
2"	50.800	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.100	156.7	2.1	97.9		
1"	25.400	163.4	2.2	95.7		
3/4"	19.000	103.0	1.4	94.4		
3/8"	9.510	616.2	8.2	86.1		
#4	4.760	885.9	11.8	74.3		
#10	2.000	771.9	10.3	64.0		
#20	0.840	615.4	8.2	55.8		
#40	0.425	328.1	4.4	51.4		
#60	0.260	200.3	2.7	48.8		
#140	0.106	509.5	6.8	42.0		
#200	0.075	255.6	3.4	38.6		
Pasa #200	2891.2	38.6				
						
RESULTADOS						
% de Gravas:	D60(mm):	Cu	% Límite Líquido	24.8	CLASIFICACIÓN AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION)	A-6(1)
25.7	1.18	0	% Límite Plástico	11.4		
% de Arena:	D30(mm):	Cc	% Índice de Plasticidad	13.4	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S.	SC
35.8	0.00	0.0				
% de Finos:	D10 mm (diámetro efectivo):					
38.6	0.00					

A.2.b Ensayo de análisis de granulometría por sedimentación

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO		
MTC E - 109			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA INICIO:	24/09/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA FIN:	26/09/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No	C1 - E1
LOCALIZACIÓN	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4	PROFUNDIDAD, m	0.90 m
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD		

ANÁLISIS POR SEDIMENTACION (HIDROMETRO) PARTICULAS < 0.074 mm												
Hidrometro:	152- H	Agente Dispersante:	NaPO3	Proporcion	40g/1 lt	Peso seco de los solidos W, g:					50	
Gravedad especifica de los solidos Gs:			2.70	Factor de Correccion por Gravedad Especifica (a):							0.99	
Tiempo (Min)	Temp. (°C)	Lect. Real Hidrometro (Rd)	Factor de Correccion Hidrometro			Corregida por menisco R	Lect. Hidrometro Corregido	Profundidad Efectiva (L), cm	Porcentaje mas fino P (%)	Velocidad de caída de la partícula de suelo (cm/min)	Constante K	Diametro Particulas
			Cm	Ct	Cd		Rc					mm
0.5	23.0	45.0	1	0.93	5	46.0	40.9	10.2	81.0	20.31	0.01298	0.0585
1	23.0	42.0	1	0.93	5	43.0	37.9	10.6	75.1	10.65	0.01298	0.0424
2	23.0	41.5	1	0.93	5	42.5	37.4	10.7	74.1	5.37	0.01298	0.0301
5	23.0	30.5	1	0.93	5	31.5	26.4	12.6	52.3	2.51	0.01298	0.0206
15	22.0	24.0	1	0.60	5	25.0	19.6	13.7	38.8	0.91	0.01314	0.0125
30	22.7	22.0	1	0.83	5	23.0	17.8	14.0	35.3	0.47	0.01303	0.0089
60	23.0	19.5	1	0.93	5	20.5	15.4	14.4	30.5	0.24	0.01298	0.0064
120	23.0	18.0	1	0.93	5	19.0	13.9	14.6	27.6	0.12	0.01298	0.0045
250	21.5	16.0	1	0.44	5	17.0	11.4	15.0	22.6	0.06	0.01321	0.0032
1440	22.8	15.5	1	0.86	5	16.5	11.4	15.0	22.5	0.01	0.01301	0.0013

CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA

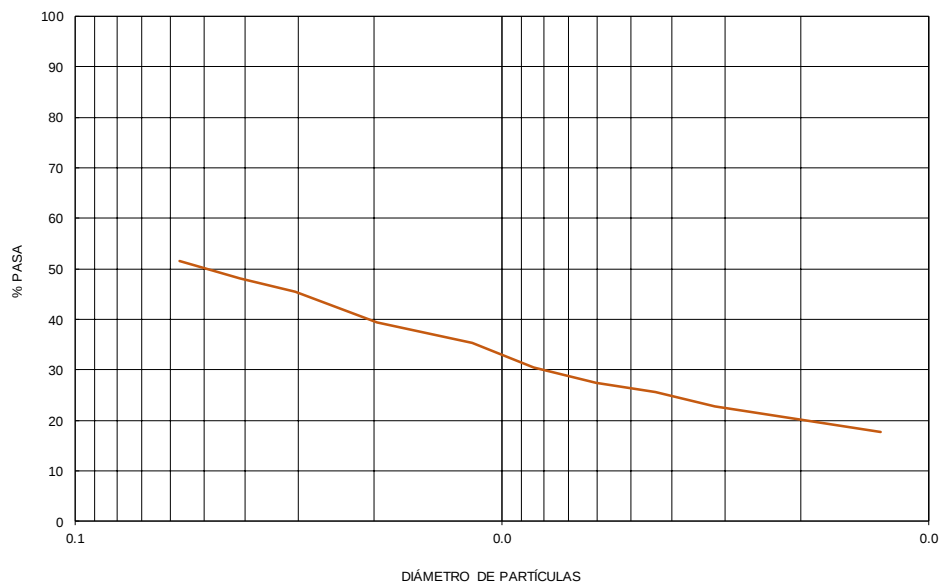


Grava (%)	7.9
Arena (%)	37.5
Limo (%)	39.6
Arcilla (%)	15.1

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO		
MTC E - 109			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA INICIO:	24/09/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA FIN:	26/09/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No	C1 - E2
LOCALIZACIÓN	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4	PROFUNDIDAD, m	1.50 m
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD		

ANÁLISIS POR SEDIMENTACION (HIDROMETRO) PARTICULAS < 0.074 mm												
Hidrometro:	152- H	Agente Dispersante:	NaPO3	Proporcion	40g/1 lt	Peso seco de los solidos W, g:					50	
Gravedad especifica de los solidos Gs:			2.68	Factor de Correccion por Gravedad Especifica (a):							0.99	
Tiempo (Min)	Temp. (°C)	Lect. Real Hidrometro (Rd)	Factor de Correccion Hidrometro			Corregida por menisco R	Lect. Hidrometro Corregido	Profundidad Efectiva (L), cm	Porcentaje mas fino P (%)	Velocidad de caida de la partacula de suelo (cm/min)	Constante K	Diametro Particulas
			Cm	Ct	Cd		Rc					mm
0.5	21.2	51.5	1	0.35	5	52.5	46.8	9.2	93.0	18.35	0.01332	0.0570
1	21.2	49.0	1	0.35	5	50.0	44.3	9.6	88.0	9.59	0.01332	0.0412
2	21.2	43.0	1	0.35	5	44.0	38.3	10.6	76.1	5.29	0.01332	0.0306
5	22.3	38.8	1	0.70	5	39.8	34.5	11.2	68.5	2.24	0.01314	0.0197
15	22.3	34.0	1	0.70	5	35.0	29.7	12.0	59.0	0.80	0.01314	0.0118
30	22.7	31.0	1	0.83	5	32.0	26.8	12.5	53.3	0.42	0.01308	0.0084
60	23.0	29.0	1	0.93	5	30.0	24.9	12.8	49.5	0.21	0.01304	0.0060
120	22.3	26.5	1	0.70	5	27.5	22.2	13.3	44.1	0.11	0.01314	0.0044
250	21.0	22.0	1	0.29	5	23.0	17.3	14.1	34.3	0.06	0.01335	0.0032
1440	22.5	21.0	1	0.76	5	22.0	16.8	14.1	33.3	0.01	0.01311	0.0013

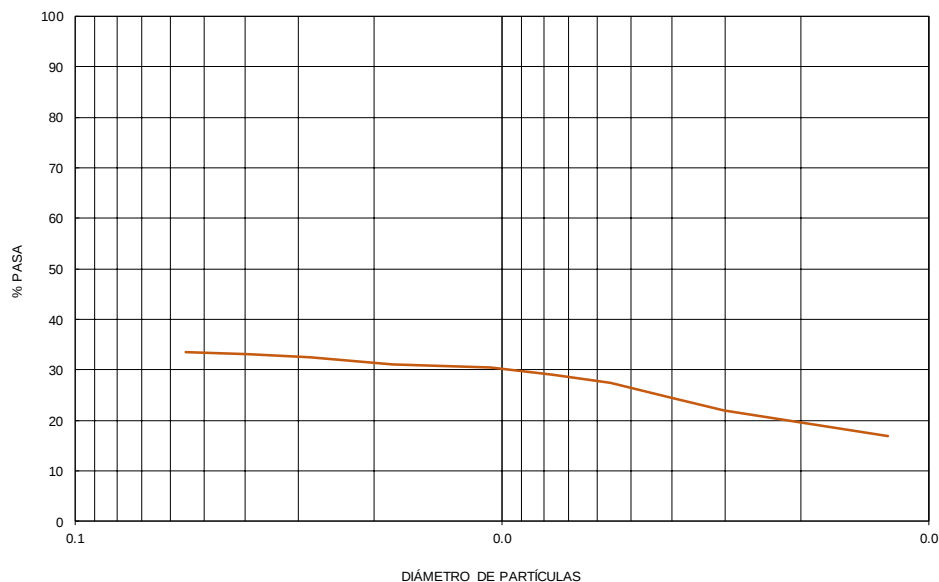
CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA



	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO		
MTC E - 109			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA INICIO:	24/09/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA FIN:	26/09/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No	C2
LOCALIZACIÓN	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4	PROFUNDIDAD, m	1.50 m
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD		

ANÁLISIS POR SEDIMENTACION (HIDROMETRO) PARTICULAS < 0.074 mm												
Hidrometro:	152- H	Agente Dispersante:	NaPO3	Proporcion	40g/1 lt	Peso seco de los solidos W, g:					50	
Gravedad especifica de los solidos Gs:			2.67	Factor de Correccion por Gravedad Especifica (a):							1.00	
Tiempo (Min)	Temp. (°C)	Lect. Real Hidrometro (Rd)	Factor de Correccion Hidrometro			Corregida por menisco R	Lect. Hidrometro Corregido	Profundidad Efectiva (L), cm	Porcentaje mas fino P (%)	Velocidad de caida de la partícula de suelo (cm/min)	Constante K	Diametro Particulas
			Cm	Ct	Cd		Rc					mm
0.5	22.3	54.0	1	0.70	5	55.0	49.7	8.7	99.0	17.41	0.01320	0.0551
1	22.3	53.0	1	0.70	5	54.0	48.7	8.9	97.0	8.87	0.01320	0.0393
2	22.3	51.0	1	0.70	5	52.0	46.7	9.2	93.0	4.60	0.01320	0.0283
5	22.3	50.0	1	0.70	5	51.0	45.7	9.4	91.0	1.87	0.01320	0.0181
15	22.3	48.0	1	0.70	5	49.0	43.7	9.7	87.0	0.65	0.01320	0.0106
30	22.7	45.2	1	0.83	5	46.2	41.0	10.1	81.7	0.34	0.01314	0.0076
60	22.7	41.0	1	0.83	5	42.0	36.8	10.8	73.4	0.18	0.01314	0.0056
120	22.7	37.0	1	0.83	5	38.0	32.8	11.5	65.4	0.10	0.01314	0.0041
250	21.3	30.0	1	0.38	5	31.0	25.4	12.7	50.6	0.05	0.01336	0.0030
1440	22.2	29.0	1	0.67	5	30.0	24.7	12.8	49.1	0.01	0.01322	0.0012

CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA

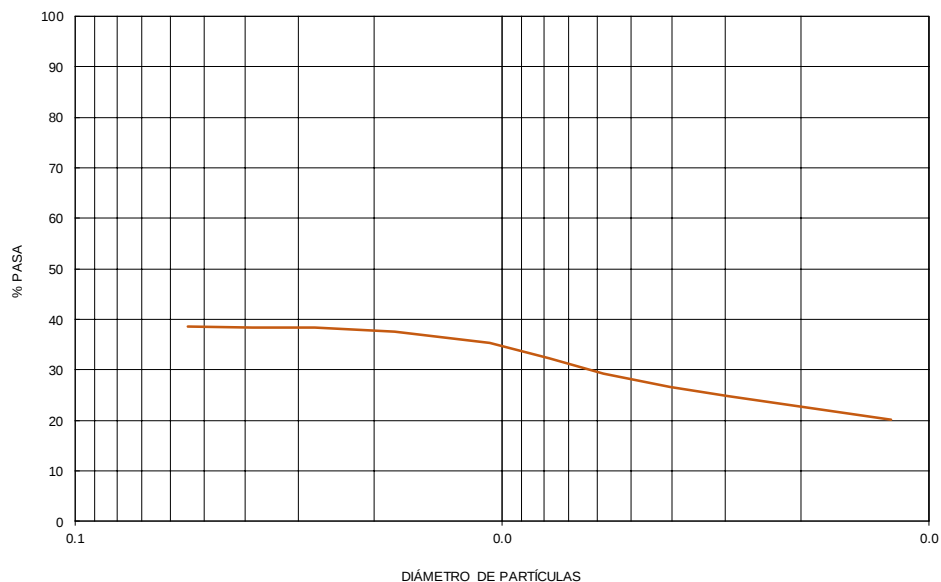


Grava (%)	30.8
Arena (%)	35.7
Limo (%) :	11.6
Arcilla (%)	21.9

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO		
MTC E - 109			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA INICIO:	24/09/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA FIN:	26/09/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No	C3
LOCALIZACIÓN	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 0+761.4	PROFUNDIDAD, m	1.50 m
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD		

ANÁLISIS POR SEDIMENTACION (HIDROMETRO) PARTICULAS < 0.074 mm												
Hidrometro:	152- H	Agente Dispersante:	NaPO3	Proporcion	40g/1 lt	Peso seco de los solidos W, g:					50	
Gravedad especifica de los solidos Gs:			2.71	Factor de Correccion por Gravedad Especifica (a):							0.99	
Tiempo (Min)	Temp. (°C)	Lect. Real Hidrometro (Rd)	Factor de Correccion Hidrometro			Corregida por menisco R	Lect. Hidrometro Corregido	Profundidad Efectiva (L), cm	Porcentaje mas fino P (%)	Velocidad de caida de la partícula de suelo (cm/min)	Constante K	Diametro Particulas
			Cm	Ct	Cd		Rc					mm
0.5	21.5	55.0	1	0.44	5	56.0	50.4	8.6	99.5	17.16	0.01316	0.0545
1	21.5	55.0	1	0.44	5	56.0	50.4	8.6	99.5	8.58	0.01316	0.0386
2	21.5	54.0	1	0.44	5	55.0	49.4	8.7	97.6	4.37	0.01316	0.0275
5	21.5	51.0	1	0.44	5	52.0	46.4	9.2	91.7	1.85	0.01316	0.0179
15	21.5	47.0	1	0.44	5	48.0	42.4	9.9	83.8	0.66	0.01316	0.0107
30	21.8	43.0	1	0.54	5	44.0	38.5	10.5	76.1	0.35	0.01312	0.0078
60	22.0	39.5	1	0.60	5	40.5	35.1	11.1	69.3	0.19	0.01349	0.0058
120	22.0	37.0	1	0.60	5	38.0	32.6	11.5	64.3	0.10	0.01308	0.0041
250	21.5	31.0	1	0.44	5	32.0	26.4	12.5	52.2	0.05	0.01316	0.0029
1440	22.0	30.0	1	0.60	5	31.0	25.6	12.7	50.5	0.01	0.01308	0.0012

CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA



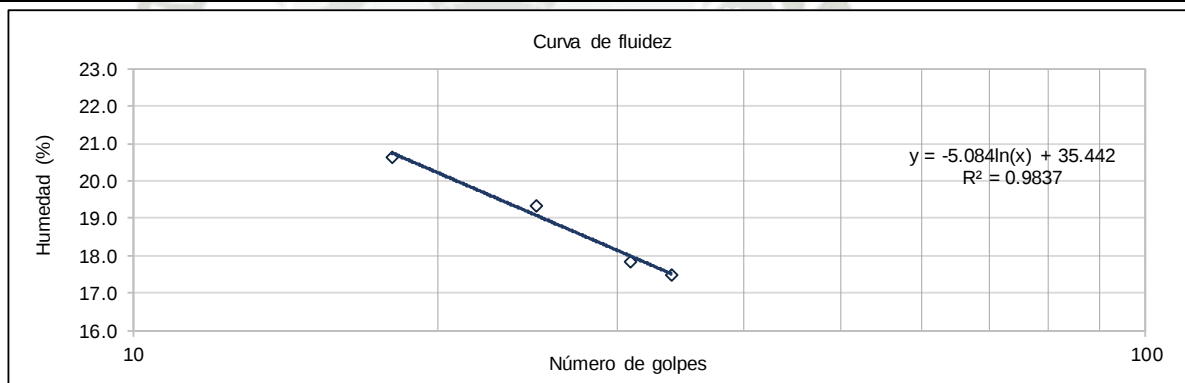
Grava (%)	25.7
Arena (%)	35.8
Limo (%) :	13.8
Arcilla (%)	24.8

A.3 Ensayo de Limites de Atterberg

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	5/12/2023
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	7/12/2023
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	0.90 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	CP- 5	CP- 3	CP- 1	CP- 7
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	18.61	16.72	15.70	17.22
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.32	15.78	14.99	16.31
PESO DE CÁPSULA (g)	11.07	10.92	11.01	11.11
PESO DEL AGUA (g)	1.29	0.94	0.71	0.91
PESO DEL SUELO SECO (g)	6.25	4.86	3.98	5.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.6	19.3	17.8	17.5
NÚMERO DE GOLPES	18	25	31	34



LÍMITE PLÁSTICO

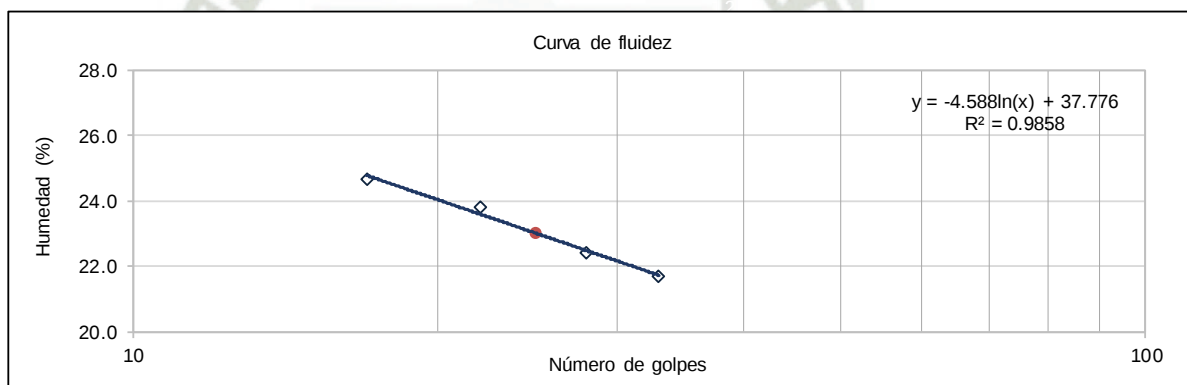
DESCRIPCIÓN	1	2	3
NUMERO DE CÁPSULA	CP- 7	CP- 8	CP- 9
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	17.24	17.39	17.13
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	16.48	16.64	16.40
PESO DE CÁPSULA (g)	11.04	11.16	11.12
PESO DEL AGUA (g)	0.76	0.75	0.73
PESO DEL SUELO SECO (g)	5.44	5.48	5.28
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.0	13.7	13.8

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	19.1
LÍMITE PLÁSTICO	13.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.2

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	5/12/2023
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	7/12/2023
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	CP- 11	CP- 8	CP- 9	CP-1
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	20.06	21.99	22.71	20.98
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	18.28	19.91	20.57	19.22
PESO DE CÁPSULA (g)	11.06	11.18	11.02	11.11
PESO DEL AGUA (g)	1.78	2.08	2.14	1.76
PESO DEL SUELO SECO (g)	7.22	8.73	9.55	8.11
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.7	23.8	22.4	21.7
NÚMERO DE GOLPES	17	22	28	33


LÍMITE PLÁSTICO

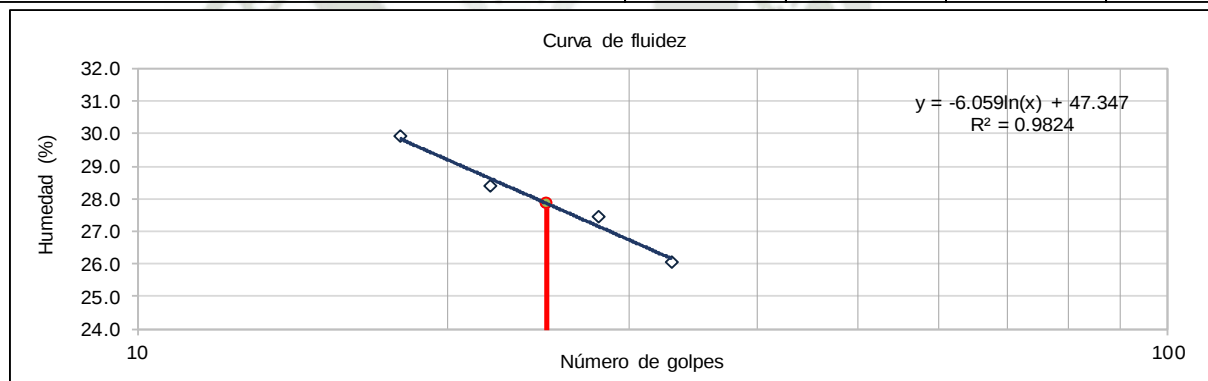
DESCRIPCIÓN	1	2	3
NUMERO DE CÁPSULA	CP- 100	CP- 110	CP- 80
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	16.49	17.58	16.98
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	15.94	16.90	16.38
PESO DE CÁPSULA (g)	11.12	10.90	11.12
PESO DEL AGUA (g)	0.55	0.68	0.60
PESO DEL SUELO SECO (g)	4.82	6.00	5.26
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.4	11.3	11.4

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23.0
LÍMITE PLÁSTICO	11.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.6

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	5/12/2023
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	7/12/2023
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	CP-9	CP- 12	C- 1	C-7
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	19.16	21.91	22.31	21.27
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.30	20.22	20.53	19.76
PESO DE CÁPSULA (g)	11.08	14.27	14.04	13.96
PESO DEL AGUA (g)	1.86	1.69	1.78	1.51
PESO DEL SUELO SECO (g)	6.22	5.95	6.49	5.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.90	28.40	27.43	26.03
NÚMERO DE GOLPES	18	22	28	33



LÍMITE PLÁSTICO

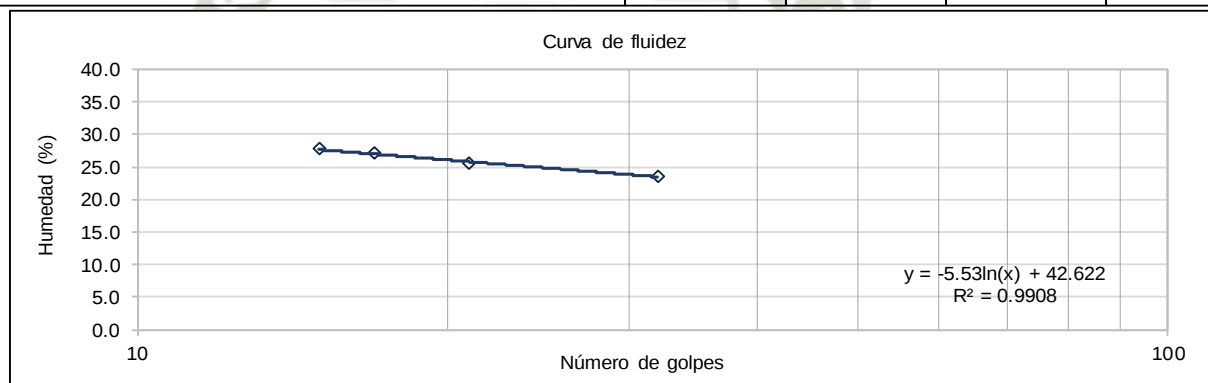
DESCRIPCIÓN	1	2	3
NUMERO DE CÁPSULA	CP- 120	CP- 121	CP- 122
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	17.43	17.77	17.96
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	16.70	17.00	17.17
PESO DE CÁPSULA (g)	11.11	10.95	11.05
PESO DEL AGUA (g)	0.73	0.77	0.79
PESO DEL SUELO SECO (g)	5.59	6.05	6.12
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.1	12.7	12.9

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.8
LÍMITE PLÁSTICO	12.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.9

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MT C E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	5/12/2023
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	7/12/2023
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 2	C- 2	C- 3	C- 4
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	24.10	26.77	25.67	27.43
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	21.94	24.11	22.73	24.32
PESO DE CÁPSULA (g)	14.15	14.27	11.21	11.12
PESO DEL AGUA (g)	2.16	2.66	2.94	3.11
PESO DEL SUELO SECO (g)	7.79	9.84	11.52	13.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.73	27.03	25.52	23.56
NÚMERO DE GOLPES	15	17	21	32



LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	1	2	3
NUMERO DE CÁPSULA	CP-9	CP- 11	CP- 12
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	16.55	15.55	17.01
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	16.03	15.06	16.40
PESO DE CÁPSULA (g)	11.12	11.07	11.05
PESO DEL AGUA (g)	0.52	0.49	0.61
PESO DEL SUELO SECO (g)	4.91	3.99	5.35
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.6	12.3	11.4

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.8
LÍMITE PLÁSTICO	11.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.4

A.4.a Ensayo de gravedad especifica finos

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	11/12/2023
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	12/12/2023
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1-E1
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	656.14	656.15	670.61
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	687.79	687.38	701.89
PESO DE PICNÓMETRO (g)	158.13	158.12	173.11
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	21.2	21.2	21.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99795	0.99795	0.99799
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	499.0	499.1	498.5
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	19.5	22.9	23.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99831	0.99756	0.99754
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	1.00010	0.99935	0.99933
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	656.3	656.0	670.4
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.70	2.69	2.70
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.70	2.69	2.70
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.70		

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
	TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO : 11/12/2023
	PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION: 12/12/2023
	TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. : C1-E2
	DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	689.78	663.38	680.17
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	720.84	694.36	711.16
PESO DE PICNÓMETRO (g)	192.41	166.08	183.02
TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN (°C)	26.2	25.5	25.1
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99676	0.99692	0.99702
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	499.0	498.8	498.6
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	28.5	28.9	28.1
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99611	0.99600	0.99623
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99790	0.99779	0.99802
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	689.5	662.9	679.8
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.69	2.69	2.69
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.68	2.69	2.68
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.68		

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
	TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO : 11/12/2023
	PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION: 12/12/2023
	TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. : C2
	DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	644.28	704.42	663.36
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	691.24	751.36	710.31
PESO DE PICNÓMETRO (g)	147.17	207.07	166.08
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	26.1	26.6	26.3
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99678	0.99665	0.99673
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	498.7	499.0	498.9
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	28.4	28.4	28.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99614	0.99614	0.99611
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99793	0.99793	0.99790
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	644.0	704.2	663.1
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.71	2.70	2.70
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.70	2.69	2.70
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.70		

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
	TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO : 12/12/2023
	PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION: 13/12/2023
	TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. : C3
	DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	646.35	675.23	680.47
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	693.27	722.20	727.60
PESO DE PICNÓMETRO (g)	149.01	177.80	183.02
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	26.5	26.1	26.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99668	0.99678	0.99668
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	499.0	499.0	499.1
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	28.3	28.5	28.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99617	0.99611	0.99611
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99796	0.99790	0.99790
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	646.1	674.9	680.2
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.70	2.71	2.72
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.69	2.70	2.71
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.71		

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
	TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO : 8/10/2024
	PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION: 9/10/2024
	TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. : Cen- 1
	DESCRIPCIÓN MUESTRA :	CENIZAS DE FONDO DE LADRILLERA	

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	664.00	664.00	651.00
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	697.50	697.00	684.00
PESO DE PICNÓMETRO (g)	166.00	166.00	152.50
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	21.0	21.0	21.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99799	0.99799	0.99799
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	499.0	499.0	499.5
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	18.0	23.5	23.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99860	0.99742	0.99754
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	1.00039	0.99921	0.99933
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	664.3	663.7	650.8
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.98	2.99	2.98
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.98	2.99	2.98
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.98		

A.4.a Ensayo de gravedad especifica gruesos

	INFORME DE ENSAYO			
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS			
	MTC E - 206/ NTP 400.021			
OBRA/PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE RECEPCIÓN :	4/12/2023	
PROCEDENCIA:	DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE ENSAYO :	5/12/2023	
LOCALIZACIÓN:	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 11+618	FECHA DE CULMINACION:	7/12/2023	
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1- E2	
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD			
ENSAYO NO.		1	2	TOTAL
Muestras		F1	F2	
Peso de la muestra seca en el aire (g) A		1417.5	1880.5	3298.0
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (g) B		1466.5	1945	3411.5
Peso en el agua de la muestra saturada (g) C		893.5	1185.5	2079.0
Peso especifico de masa		2.47	2.48	2.48
Peso especifico de masa saturada con superficie seca		2.56	2.56	2.56
Peso especifico aparente		2.71	2.71	2.71
Absorcion (Ab)		3.5	3.4	3.4

	INFORME DE ENSAYO			
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS			
	MTC E - 206/ NTP 400.021			
OBRA/PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE RECEPCIÓN :	4/12/2023	
PROCEDENCIA:	DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE ENSAYO :	5/12/2023	
LOCALIZACIÓN:	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 11+618	FECHA DE CULMINACION:	7/12/2023	
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C2	
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD			
ENSAYO NO.		1	2	TOTAL
Muestras		F1	F2	
Peso de la muestra seca en el aire (g) A		1827.5	1746	3573.5
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (g) B		1880.5	1793.5	3674.0
Peso en el agua de la muestra saturada (g) C		1162.0	1106	2268.0
Peso especifico de masa		2.54	2.54	2.54
Peso especifico de masa saturada con superficie seca		2.62	2.61	2.61
Peso especifico aparente		2.75	2.73	2.74
Absorcion (Ab)		2.9	2.7	2.8

	INFORME DE ENSAYO			
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS			
	MTC E - 206/ NTP 400.021			
OBRA/PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE RECEPCIÓN :	4/12/2023	
PROCEDENCIA:	DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE ENSAYO :	5/12/2023	
LOCALIZACIÓN:	Desde el Km 0+000 hasta el kilómetro 11+618	FECHA DE CULMINACION:	7/12/2023	
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C3	
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD			
ENSAYO NO.		1	2	TOTAL
Muestras		F1	F2	
Peso de la muestra seca en el aire (g) A		978.0	1023	2001.0
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (g) B		1004.0	1050	2054.0
Peso en el agua de la muestra saturada (g) C		611.0	635	1246.0
Peso especifico de masa		2.49	2.47	2.48
Peso especifico de masa saturada con superficie seca		2.55	2.53	2.54
Peso especifico aparente		2.66	2.64	2.65
Absorcion (Ab)		2.7	2.6	2.6

A.5 Ensayo de Proctor modificado

	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	0.90 m

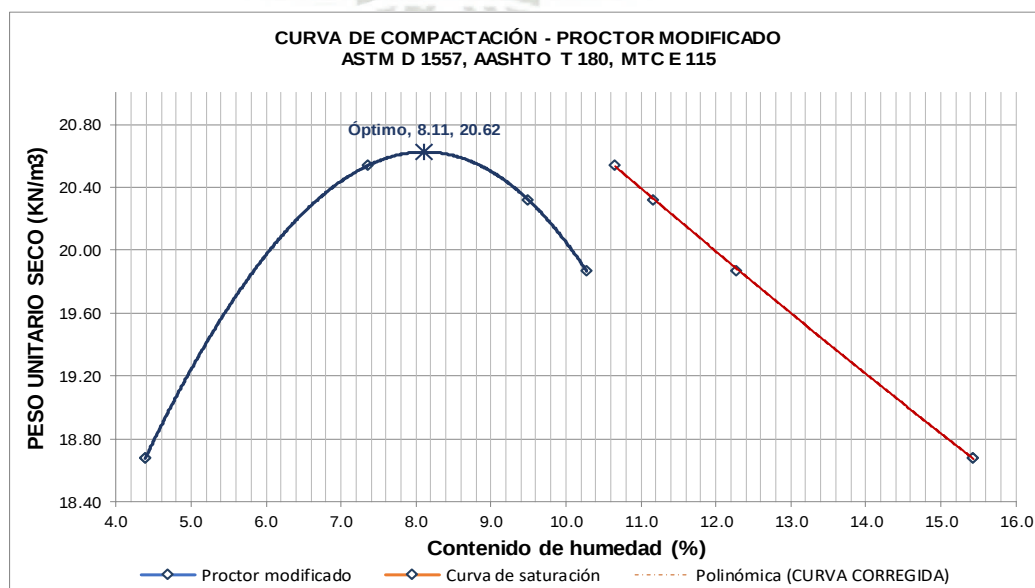
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.70
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAMAÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P _{FG} (%)	0.1	1.8	7.1	-	2.70
FINA P _{FE} (%)	99.9	7.1		2.70	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,573.0	10,573.0	11,127.0	11,170.0	11,095.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,223.5	4,223.5	4,777.5	4,820.5	4,746.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.99	1.99	2.25	2.27	2.23
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	406.5	406.5	407.5	363.0	394.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	394.5	394.5	387.5	341.5	368.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	121.0	121.0	116.0	115.0	115.0
PESO DE AGUA (g)	12.0	12.0	20.0	21.5	26.0
PESO DE SUELO SECO (g)	273.5	273.5	271.5	226.5	253.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.4	4.4	7.4	9.5	10.3
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.90	1.90	2.09	2.07	2.03
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	18.7	18.7	20.5	20.3	19.9
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	15.4	15.4	10.7	11.2	12.3
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m ³)	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m³)	20.62				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.1				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (KN/m³)	-				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	--

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

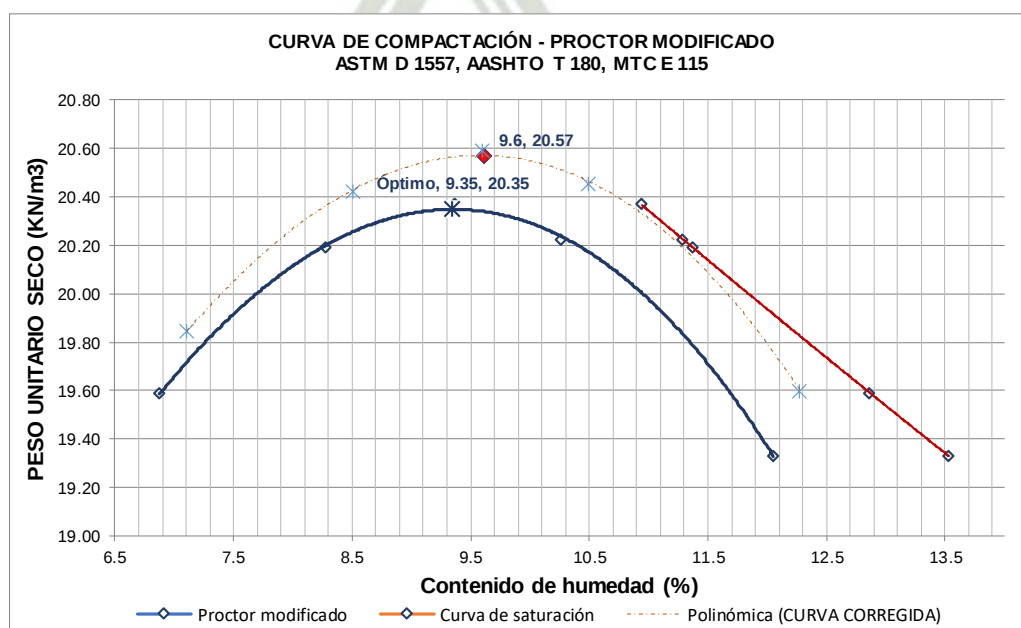
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.68
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAMAÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P _{FG} (%)	6.7	2.1	9.6	2.48	2.69
FINA P _{FE} (%)	93.3	10.2		2.68	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,885.0	11,085.5	11,175.5	11,180.5	11,042.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,535.5	4,736.0	4,826.0	4,831.0	4,692.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.13	2.23	2.27	2.27	2.21
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	452.0	467.0	513.0	564.2	551.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	430.0	440.0	479.0	522.0	504.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	110.0	114.0	116.0	111.0	114.0
PESO DE AGUA (g)	22.0	27.0	34.0	42.2	47.0
PESO DE SUELO SECO (g)	320.0	326.0	363.0	411.0	390.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.9	8.3	9.4	10.3	12.1
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.00	2.06	2.08	2.06	1.97
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	19.6	20.2	20.4	20.2	19.3
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	12.9	11.4	10.9	11.3	13.5
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m ³)	19.85	20.42	20.59	20.45	19.60
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m ³)	20.35				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.4				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (KN/m ³)	20.57				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

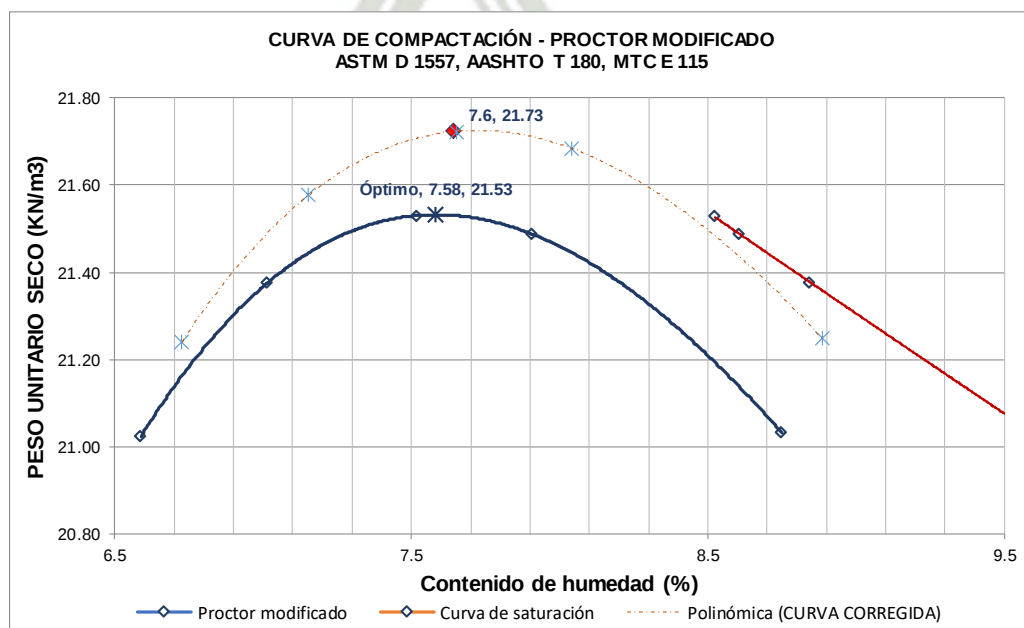
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.70
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAMAÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P_{FG} (%)	6.3	2.3	7.6	2.56	2.70
FINA P_{FE} (%)	93.7	8.0		2.70	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	11,204.0	11,305.5	11,364.0	11,373.0	11,304.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,854.5	4,956.0	5,014.5	5,023.5	4,955.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.28	2.33	2.36	2.36	2.33
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	521.0	413.5	400.0	370.0	463.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	496.0	394.0	380.0	351.5	435.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	116.5	116.0	114.0	117.5	115.0
PESO DE AGUA (g)	25.0	19.5	20.0	18.5	28.0
PESO DE SUELO SECO (g)	379.5	278.0	266.0	234.0	320.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.6	7.0	7.5	7.9	8.8
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.14	2.18	2.20	2.19	2.14
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	21.0	21.4	21.5	21.5	21.0
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	9.6	8.9	8.5	8.6	9.6
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m ³)	21.24	21.58	21.72	21.68	21.25
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m³)	21.53				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.6				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (KN/m³)	21.73				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

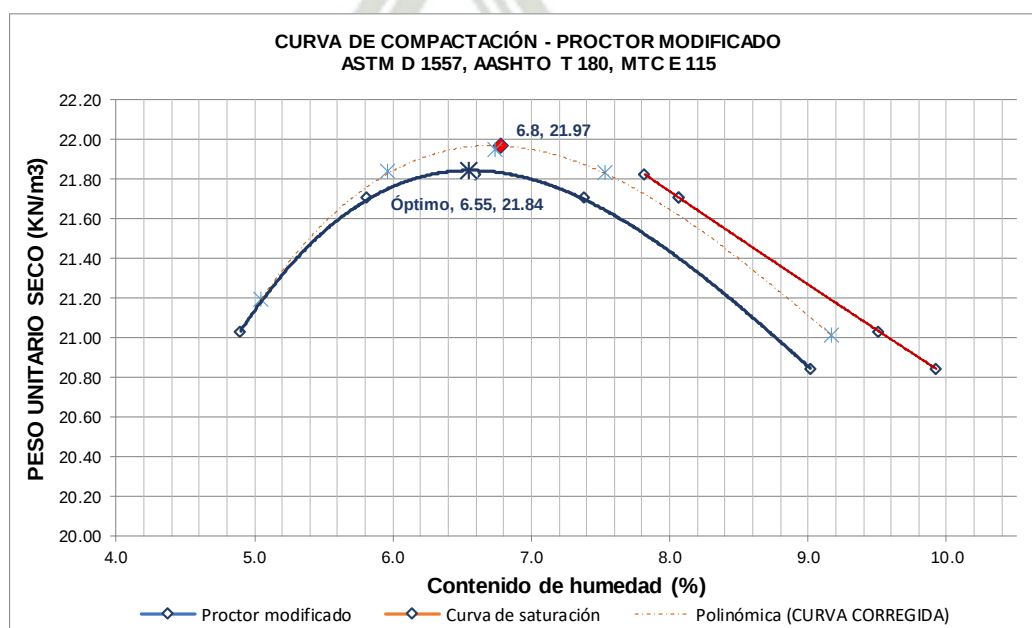
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.71
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAMAÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P _{FG} (%)	5.6	1.8	6.8	2.48	2.70
FINA P _{FE} (%)	94.4	7.1		2.71	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	11,129.0	11,325.5	11,390.0	11,399.0	11,272.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,779.5	4,976.0	5,040.5	5,049.5	4,922.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.25	2.34	2.37	2.38	2.32
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	352.0	382.0	465.5	416.0	396.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	341.0	367.5	444.0	395.5	373.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	116.5	118.0	118.0	118.0	118.0
PESO DE AGUA (g)	11.0	14.5	21.5	20.5	23.0
PESO DE SUELO SECO (g)	224.5	249.5	326.0	277.5	255.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.9	5.8	6.6	7.4	9.0
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.14	2.21	2.23	2.21	2.13
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	21.0	21.7	21.8	21.7	20.8
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	9.5	8.1	7.8	8.1	9.9
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m ³)	21.19	21.84	21.95	21.84	21.01
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m ³)	21.84				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.6				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (KN/m ³)	21.97				



A.6 Ensayo de CBR

	INFORME DE ENSAYO		
	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS		
	MTC E – 132 / ASTM D-1883		
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	26/09/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	30/09/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	0.90 m

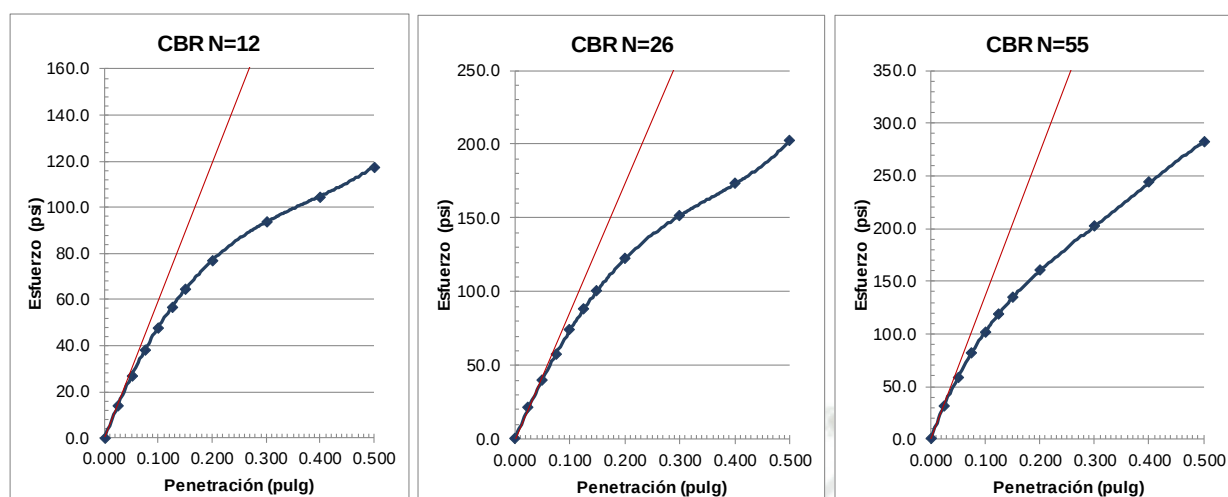
MOLDE N°	LS-H-011		LS-H-024		LS-H-019	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	9,084.5	9,084.5	8,792.0	8,792.0	8,583.0	8,583.0
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,124.9	2,124.9	2,137.5	2,137.5	2,122.8	2,122.8
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	13,507.0	13,748.5	13,483.5	13,634.5	13,410.0	13,501.5
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,422.5	4,664.0	4,691.5	4,842.5	4,827.0	4,918.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	2.08	2.19	2.19	2.27	2.27	2.32
TARRO N°	BP-10	BP-10	BP- 49	BP- 49	BP- 34	BP- 34
PESO DEL TARRO (g)	490.0	490.0	487.0	487.0	372.0	372.0
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	1,513.5	1,556.0	1,171.5	1,770.0	1,309.5	1,471.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	1,437.0	1,426.5	1,120.5	1,632.0	1,240.0	1,366.5
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	76.5	129.5	51.0	138.0	69.5	104.5
PESO DE SUELO SECO (g)	947.0	936.5	633.5	1,145.0	868.0	994.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.08	13.83	8.05	12.05	8.01	10.51
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	1.93	1.93	2.03	2.02	2.11

EXPANSIÓN

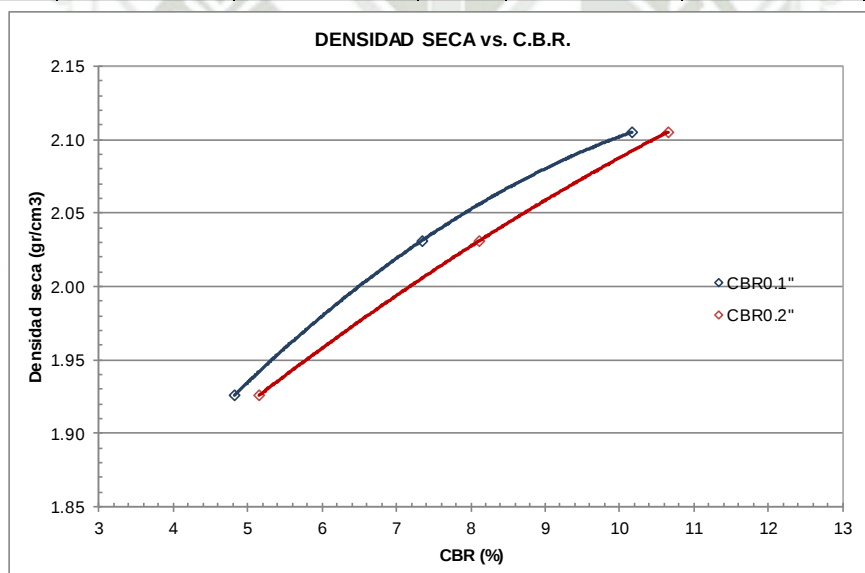
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión
0.0	09:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	09:30:00	13.0	0.0130	0.330	0.28%	14.0	0.0140	0.356	0.31%	8.0	0.0080	0.203	0.17%
48.0	09:30:00	14.0	0.0140	0.356	0.31%	15.0	0.0150	0.381	0.33%	9.0	0.0090	0.229	0.20%
72.0	09:30:00	14.5	0.0145	0.368	0.32%	15.5	0.0155	0.394	0.34%	9.5	0.0095	0.241	0.21%
96.0	09:30:00	15.0	0.0150	0.381	0.33%	16.0	0.0160	0.406	0.35%	10.0	0.0100	0.254	0.22%

PENETRACIÓN

δ	Carga	N = 12				N = 26				N = 55			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		21.3	15.6	14.1		29.7	21.8	20.9		42.4	31.2	31.6	
0.050		36.1	26.5	26.8		50.8	37.4	40.1		80.4	59.1	58.6	
0.075		50.8	37.4	38.1		76.1	56.0	57.7		114.1	83.9	81.8	
0.100	1000.0	65.6	48.2	48.0	4.8	97.2	71.5	73.6	7.3	139.4	102.5	101.7	10.2
0.125		78.3	57.5	56.8		122.6	90.1	87.9		160.5	118.0	118.9	
0.150		88.8	65.3	64.5		139.4	102.5	100.7		181.7	133.5	134.0	
0.200	1500.0	105.7	77.7	77.0	5.1	164.8	121.1	122.1	8.1	215.4	158.3	159.6	10.6
0.300		126.8	93.2	93.7		202.8	149.0	151.5		278.7	204.9	202.2	
0.400		143.7	105.6	104.9		236.5	173.8	172.9		329.4	242.1	243.2	
0.500		160.5	118.0	117.8		274.5	201.8	202.5		384.2	282.4	281.9	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	48.14	4.81	0.2	77.23	5.15
26	0.1	73.44	7.34	0.2	121.82	8.12
55	0.1	101.75	10.17	0.2	159.74	10.65



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm³)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.103	10.01	10.56
95 % DSM	1.998	6.44	7.07

	INFORME DE ENSAYO MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS MTC E – 132 / ASTM D-1883		
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO: 13/05/2024
	TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION: 17/05/2024
	LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No: C1 - E2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD: 1.50 M

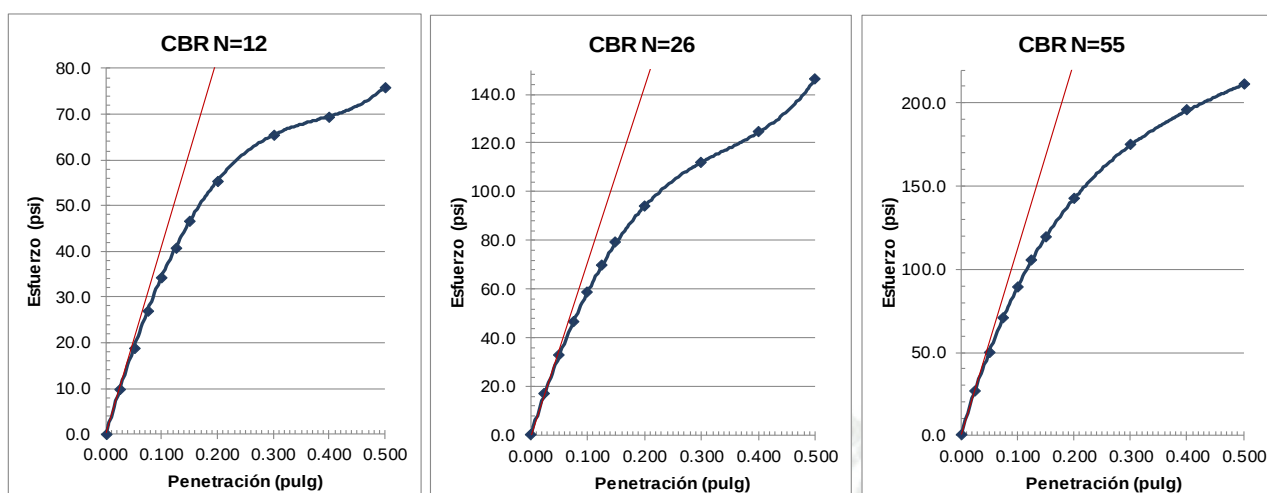
MOLDE N°	CBR- 9		CBR- 1		CBR- 30	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	9,078.5	9,078.5	7,076.5	7,076.5	8,578.0	8,578.0
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,124.9	2,124.9	2,124.6	2,124.6	2,121.4	2,121.4
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	13,504.0	13,696.0	11,765.5	11,878.0	13,394.0	13,499.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,425.5	4,617.5	4,689.0	4,801.5	4,816.0	4,921.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	2.08	2.17	2.21	2.26	2.27	2.32
TARRO N°	BP- 1	BP- 12	BP- 45	BP- 10	BP- 8	BP- 2
PESO DEL TARRO (g)	175.5	489.0	168.7	435.5	260.9	440.5
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	750.5	2,701.5	845.6	3,356.0	833.6	3,493.5
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	701.3	2,393.0	784.3	2,990.0	784.5	3,150.0
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	49.2	308.5	61.4	366.0	49.1	343.5
PESO DE SUELO SECO (g)	525.8	1,904.0	615.6	2,554.5	523.6	2,709.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.37	16.20	9.97	14.33	9.38	12.68
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	1.90	1.87	2.01	1.98	2.06

EXPANSIÓN

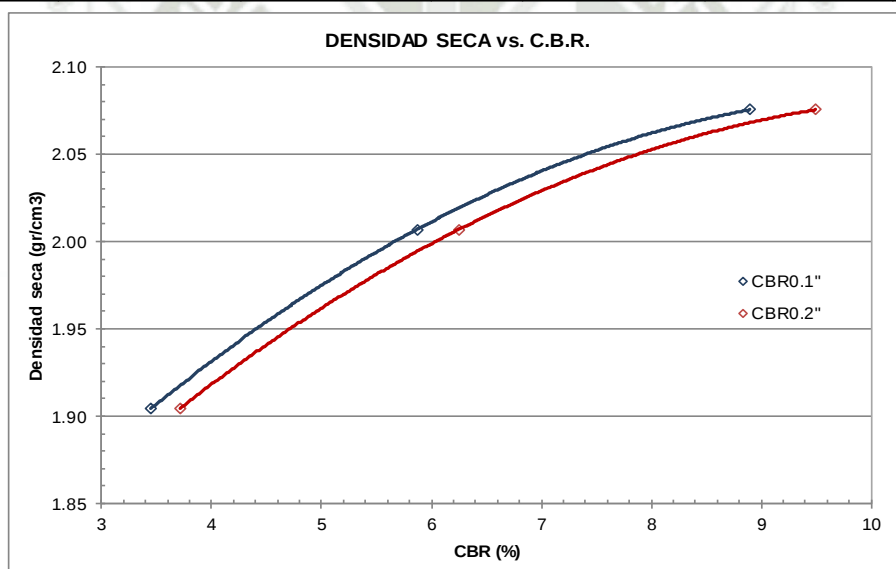
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión
0.0	11:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	11:30:00	56.0	0.0560	1.422	1.22%	43.0	0.0430	1.092	0.94%	49.0	0.0490	1.245	1.07%
48.0	11:30:00	61.0	0.0610	1.549	1.33%	46.0	0.0460	1.168	1.00%	51.0	0.0510	1.295	1.11%
72.0	11:30:00	68.0	0.0680	1.727	1.48%	50.0	0.0500	1.270	1.09%	53.5	0.0535	1.359	1.17%
96.0	11:30:00	74.0	0.0740	1.880	1.61%	55.5	0.0555	1.410	1.21%	54.1	0.0541	1.374	1.18%

PENETRACIÓN

δ	Carga	N = 12				N = 26				N = 55			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		14.1	10.4	9.9		23.0	16.9	17.1		35.2	25.9	26.5	
0.050		25.9	19.1	18.9		43.7	32.1	32.6		69.0	50.7	50.0	
0.075		37.3	27.4	27.1		62.6	46.0	46.5		95.3	70.1	70.8	
0.100	1000.0	47.0	34.6	34.4	3.5	79.5	58.4	58.8	5.9	120.5	88.5	89.0	8.9
0.125		55.9	41.1	40.9		95.1	69.9	69.6		142.8	105.0	105.1	
0.150		63.5	46.7	46.6		107.8	79.2	79.0		162.2	119.2	119.2	
0.200	1500.0	75.7	55.7	55.5	3.7	126.8	93.2	93.9	6.3	194.3	142.8	142.5	9.5
0.300		89.7	65.9	65.5		152.1	111.8	112.0		236.5	173.8	174.6	
0.400		94.7	69.6	69.6		169.0	124.2	124.3		266.1	195.6	195.4	
0.500		103.6	76.1	75.9		198.5	145.9	146.1		287.2	211.1	211.3	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	34.50	3.45	0.2	55.64	3.71
26	0.1	58.70	5.87	0.2	93.76	6.25
55	0.1	88.98	8.90	0.2	142.39	9.49



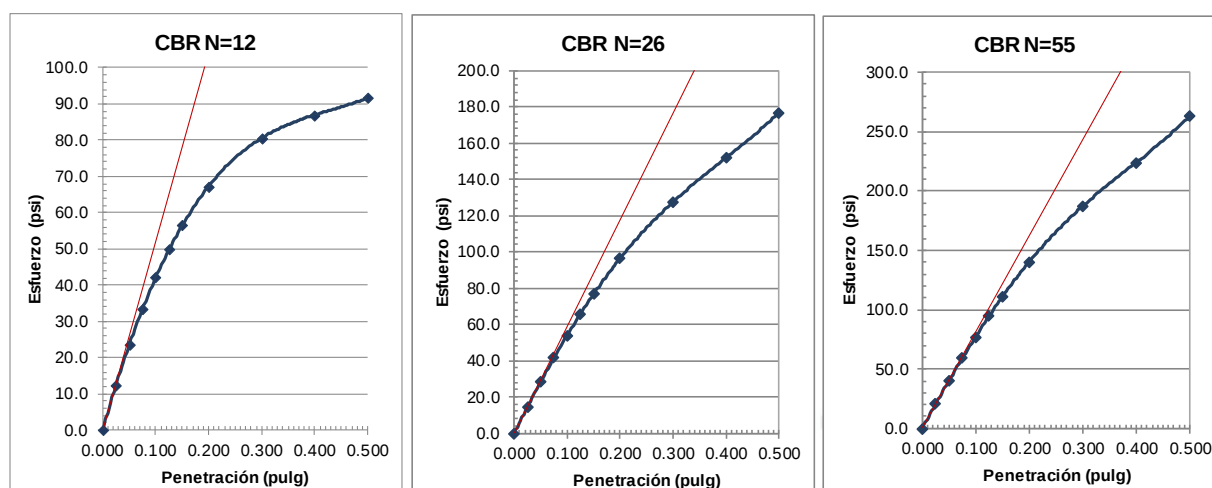
VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm3)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.075	8.83	9.28
95 % DSM	1.971	4.92	5.41

	INFORME DE ENSAYO		
	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS		
	MTC E – 132 / ASTM D-1883		
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	13/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	17/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

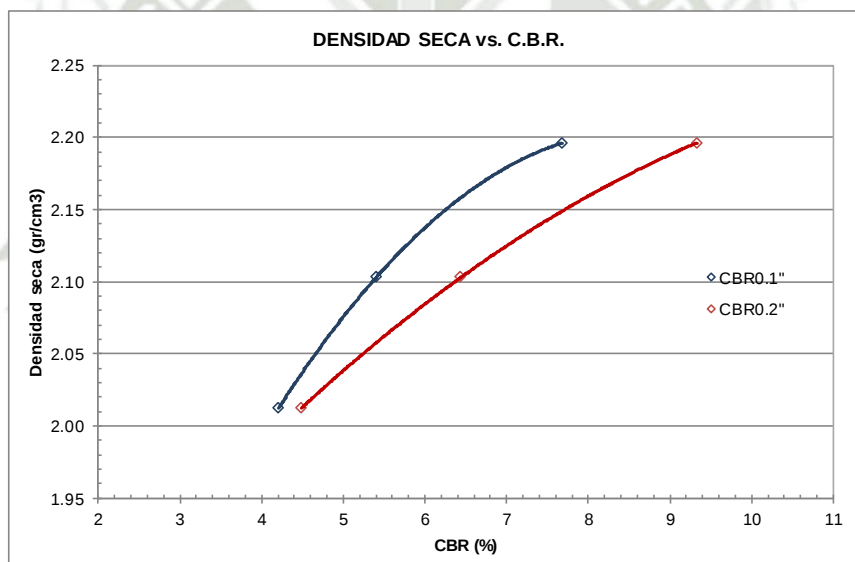
MOLDE N°	CBR- 5		CBR- 4		CBR- 9	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	8,290.0	8,290.0	8,650.0	8,650.0	9,078.5	9,078.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,113.6	2,113.6	2,125.5	2,125.5	2,124.9	2,124.9
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	12,830.0	13,020.0	13,480.0	13,640.0	14,100.0	14,165.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,540.0	4,730.0	4,830.0	4,990.0	5,021.5	5,086.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	2.15	2.24	2.27	2.35	2.36	2.39
TARRO N°	BP- 1	BP- 12	BP- 45	BP- 10	BP- 8	BP- 2
PESO DEL TARRO (g)	172.0	246.0	169.4	438.0	170.0	380.0
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	410.0	1,986.0	596.1	2,118.0	524.7	1,865.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	395.0	1,792.0	564.2	1,925.0	499.7	1,729.0
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	15.0	194.0	31.8	193.0	25.1	136.0
PESO DE SUELO SECO (g)	223.0	1,546.0	394.8	1,487.0	329.7	1,349.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.73	12.55	8.06	12.98	7.60	10.08
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	2.01	1.99	2.10	2.20	2.17

EXPANSIÓN													
Tiempo		N = 12				N = 26				N = 55			
		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
		DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansió	0.001"	Pulg	mm	Expansió	0.001"	Pulg
0.0	13:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	13:30:00	49.0	0.0490	1.245	1.07%	53.0	0.0530	1.346	1.15%	46.0	0.0460	1.168	1.00%
48.0	13:30:00	53.0	0.0530	1.346	1.15%	57.0	0.0570	1.448	1.24%	50.0	0.0500	1.270	1.09%
72.0	13:30:00	61.0	0.0610	1.549	1.33%	60.0	0.0600	1.524	1.31%	52.0	0.0520	1.321	1.13%
96.0	13:30:00	67.5	0.0675	1.715	1.47%	62.0	0.0620	1.575	1.35%	53.0	0.0530	1.346	1.15%

PENETRACIÓN													
δ	Carga	N = 12				N = 26				N = 55			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		17.1	12.5	12.4		19.2	14.1	14.4		29.7	21.8	20.8	
0.050		31.8	23.4	23.4		38.2	28.1	28.3		55.0	40.5	40.4	
0.075		45.3	33.3	33.3		55.9	41.1	41.5		80.4	59.1	59.3	
0.100	1000.0	57.2	42.0	42.1	4.2	73.2	53.8	54.1	5.4	105.7	77.7	77.5	7.7
0.125		68.1	50.1	49.8		88.8	65.3	65.8		128.9	94.7	94.8	
0.150		77.0	56.6	56.5		105.7	77.7	76.9		150.0	110.2	111.0	
0.200	1500.0	91.3	67.1	67.3	4.5	131.0	96.3	96.7	6.4	191.4	140.6	140.4	9.3
0.300		109.9	80.8	80.6		173.2	127.3	127.3		255.5	187.8	187.3	
0.400		118.3	87.0	87.0		207.0	152.1	152.1		304.0	223.5	223.8	
0.500		124.7	91.6	91.6		240.7	176.9	176.9		358.9	263.8	263.7	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	42.09	4.21	0.2	67.34	4.49
26	0.1	54.02	5.40	0.2	96.57	6.44
55	0.1	76.87	7.69	0.2	139.96	9.33



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm³)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.20	7.66	9.28
95 % DSM	2.09	5.14	6.10

	INFORME DE ENSAYO		
	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS		
	MTC E – 132 / ASTM D-1883		
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	17/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	21/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR ROJIZO CLARO	PROFUNDIDAD:	1.50 M

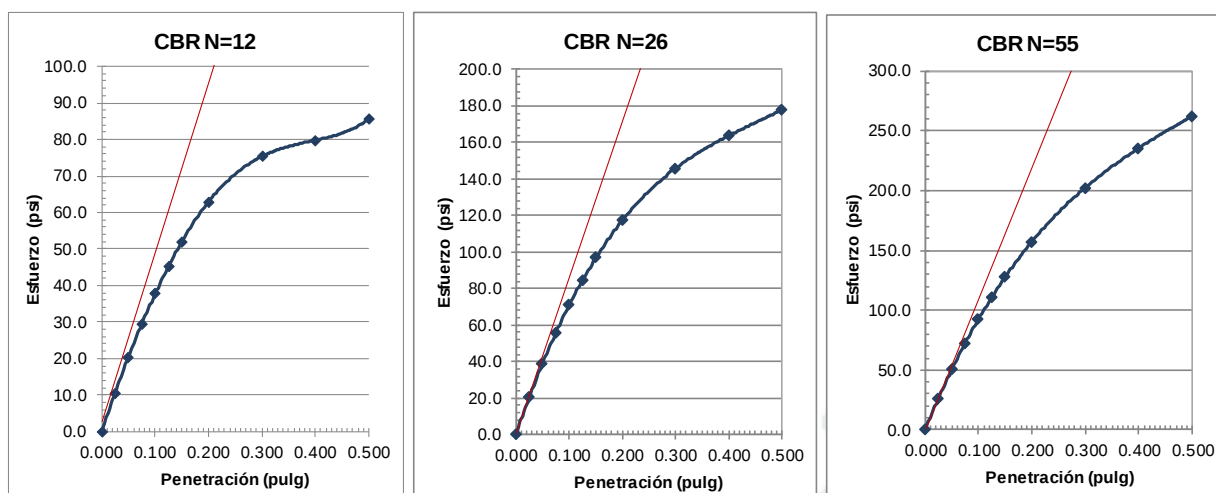
MOLDE N°	CBR- 40		CBR- 3		CBR- 41	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	7,047.5	7,047.5	8,334.5	8,334.5	9,118.5	9,118.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,121.5	2,121.5	2,120.0	2,120.0	2,122.6	2,122.6
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	11,735.0	11,896.0	13,165.0	13,307.0	14,150.0	14,241.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,687.5	4,848.5	4,830.5	4,972.5	5,031.5	5,122.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	2.21	2.29	2.28	2.35	2.37	2.41
TARRO N°	BP- 1	BP- 12	BP- 45	BP- 10	BP- 8	BP- 2
PESO DEL TARRO (g)	169.7	485.5	169.6	486.5	234.3	487.0
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	532.4	2,949.5	405.6	2,963.5	760.3	2,433.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	509.9	2,670.0	391.1	2,717.5	728.1	2,239.5
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	22.5	279.5	14.5	246.0	32.3	193.5
PESO DE SUELO SECO (g)	340.3	2,184.5	221.5	2,231.0	493.7	1,752.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.62	12.79	6.57	11.03	6.54	11.04
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	2.07	2.03	2.14	2.22	2.17

EXPANSIÓN

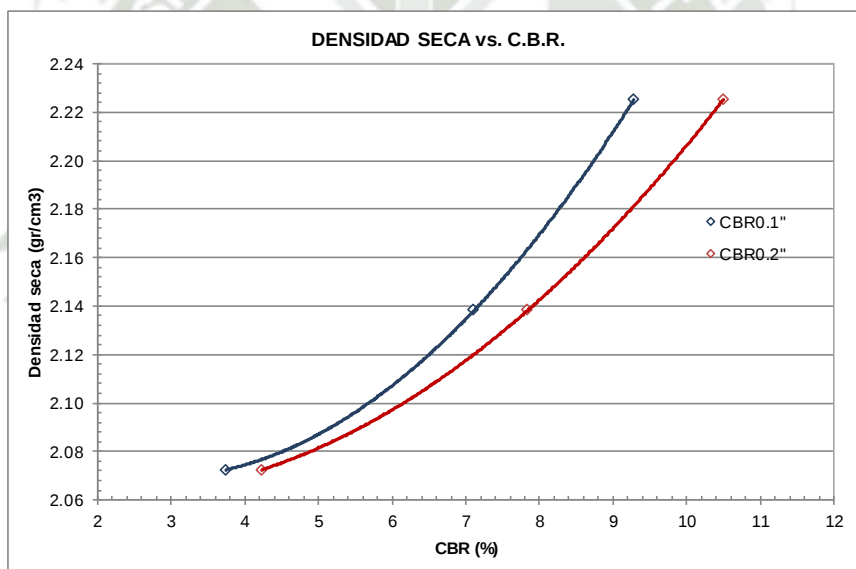
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión
0.0	11:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	11:30:00	55.0	0.0550	1.397	1.20%	45.0	0.0450	1.143	0.98%	39.0	0.0390	0.991	0.85%
48.0	11:30:00	61.0	0.0610	1.549	1.33%	48.0	0.0480	1.219	1.05%	43.0	0.0430	1.092	0.94%
72.0	11:30:00	65.0	0.0650	1.651	1.42%	50.0	0.0500	1.270	1.09%	45.0	0.0450	1.143	0.98%
96.0	11:30:00	67.0	0.0670	1.702	1.46%	50.2	0.0502	1.275	1.09%	47.0	0.0470	1.194	1.02%

PENETRACIÓN

δ	Carga	N = 12				N = 26				N = 55			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		18.8	13.8	10.4		29.7	21.8	20.4		36.1	26.5	26.4	
0.050		31.8	23.4	20.2		55.0	40.5	39.0		68.1	50.1	50.5	
0.075		42.4	31.2	29.3		76.1	56.0	55.8		98.5	72.4	72.6	
0.100	1000.0	50.8	37.4	37.7	3.7	93.0	68.4	70.9	7.1	125.9	92.6	92.8	9.3
0.125		63.5	46.7	45.2		118.3	87.0	84.5		152.1	111.8	111.2	
0.150		71.9	52.9	52.0		133.1	97.8	96.7		173.2	127.3	128.1	
0.200	1500.0	88.8	65.3	62.9	4.2	160.5	118.0	117.3	7.8	215.4	158.3	157.5	10.5
0.300		105.7	77.7	75.4		198.5	145.9	145.9		274.5	201.8	202.6	
0.400		109.9	80.8	79.8		223.9	164.5	163.7		320.9	235.9	235.5	
0.500		118.8	87.3	85.5		242.8	178.5	178.0		356.8	262.2	262.4	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	37.43	3.74	0.2	63.38	4.23
26	0.1	71.11	7.11	0.2	117.58	7.84
55	0.1	92.78	9.28	0.2	157.44	10.50



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm3)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.23	9.33	10.59
95 % DSM	2.12	6.34	7.15

ANEXO B: Reporte de ensayos de optimización mecánica del suelo con adición de %CFL

B.1 Ensayo de Gravedad Especifica

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1 - E1 + 10%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	CL - ML + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	636.0	651.0	636.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	667.5	682.5	667.5
PESO DE PICNÓMETRO (g)	138.0	152.5	138.0
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	21.0	20.8	21.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99799	0.99804	0.99799
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	499.0	499.5	499.0
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	20.9	21.8	22.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99802	0.99782	0.99777
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99981	0.99961	0.99956
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	636.0	650.9	635.9
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.70	2.72	2.72
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.70	2.72	2.72
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.71		

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
	TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO : 18/04/2024
	PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION: 19/04/2024
	TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. : C1 - E1 + 20%
	DESCRIPCIÓN MUESTRA :	CL - ML + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	671.0	651.0	671.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	702.7	682.6	702.5
PESO DE PICNÓMETRO (g)	173.0	152.5	173.0
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	21.5	20.8	21.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99789	0.99804	0.99789
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	499.1	499.5	499.1
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	21.0	21.8	23.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99799	0.99782	0.99754
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99978	0.99961	0.99933
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	671.0	650.9	670.8
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.72	2.73	2.73
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.72	2.73	2.73
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.72		

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
	TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO : 18/04/2024
	PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION: 19/04/2024
	TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. : C1 - E1 + 30%
	DESCRIPCIÓN MUESTRA :	CL - ML + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA	

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	650.7	648.2	636.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	682.7	680.0	667.8
PESO DE PICNÓMETRO (g)	152.5	152.1	138.0
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	20.8	22.0	21.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99804	0.99777	0.99799
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	499.1	497.2	499.0
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	19.0	22.0	22.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99841	0.99777	0.99777
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	1.00020	0.99956	0.99956
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	650.8	648.2	635.8
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.76	2.75	2.76
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.76	2.75	2.76
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.76		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1 - E2 + 10%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	CL + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	661.7	648.3	642.6
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	693.3	680.0	674.7
PESO DE PICNÓMETRO (g)	165.5	152.2	146.6
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	22.9	22.5	23.8
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99756	0.99766	0.99735
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.4	497.3	497.3
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	24.0	23.5	23.7
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99730	0.99742	0.99737
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99909	0.99921	0.99916
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	661.5	648.2	642.6
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.74	2.75	2.78
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.73	2.75	2.78
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.75		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1-E2 + 20%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	CL + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	678.7	668.4	687.8
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	710.4	700.5	720.0
PESO DE PICNÓMETRO (g)	182.4	172.5	191.7
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	22.9	24.9	23.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99756	0.99707	0.99742
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.6	497.4	497.4
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	24.7	24.1	24.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99712	0.99727	0.99717
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99891	0.99906	0.99896
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	678.5	668.5	687.7
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.76	2.78	2.83
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.76	2.78	2.82
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.79		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C1 - E2 + 30%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	CL + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	50.0	50.0	50.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	661.7	648.3	642.6
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	694.0	680.6	675.2
PESO DE PICNÓMETRO (g)	165.5	152.2	146.6
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	22.9	22.5	23.8
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99756	0.99766	0.99735
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.4	497.3	497.3
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	22.0	22.5	22.3
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99777	0.99766	0.99770
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99956	0.99945	0.99949
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	661.8	648.3	642.8
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.81	2.82	2.85
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.81	2.82	2.84
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.82		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C2 + 10%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	SC + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	661.3	648.0	661.2
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	709.6	696.3	709.5
PESO DE PICNÓMETRO (g)	165.9	152.7	166.0
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	22.6	22.4	22.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99764	0.99768	0.99766
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	496.6	496.5	496.3
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	23.6	23.5	23.7
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99740	0.99742	0.99737
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99919	0.99921	0.99916
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	661.2	647.9	661.0
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.82	2.82	2.82
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.82	2.82	2.82
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.82		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C2 + 20%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	SC + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	642.6	678.7	648.3
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	688.7	726.8	696.5
PESO DE PICNÓMETRO (g)	146.6	182.4	152.2
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	23.8	22.9	22.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99735	0.99756	0.99766
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.3	497.6	497.3
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	22.8	23.3	22.0
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99759	0.99747	0.99777
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99938	0.99926	0.99956
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	642.7	678.7	648.4
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.58	2.79	2.79
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.58	2.79	2.79
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.72		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C2 + 30%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	SC + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	668.4	687.8	642.6
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	716.6	736.2	690.9
PESO DE PICNÓMETRO (g)	172.5	191.7	146.6
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	24.9	23.5	23.8
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm3)	0.99707	0.99742	0.99735
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.4	497.4	497.3
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	23.0	23.3	21.1
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm3)	0.99754	0.99747	0.99797
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99933	0.99926	0.99976
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	668.6	687.8	642.9
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.77	2.82	2.78
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.77	2.82	2.78
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.79		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C3 + 10%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	SC + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	678.6	668.3	687.7
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	727.3	717.2	736.4
PESO DE PICNÓMETRO (g)	182.4	172.5	191.7
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	22.9	24.9	23.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99756	0.99707	0.99742
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.5	497.3	497.3
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	21.4	21.9	22.2
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99791	0.99780	0.99773
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99970	0.99959	0.99952
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	678.8	668.7	687.9
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.83	2.83	2.83
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.83	2.83	2.83
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.83		

 INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854			
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C3 + 20%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	SC + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	661.7	648.3	642.6
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	709.7	696.4	690.8
PESO DE PICNÓMETRO (g)	165.5	152.2	146.6
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	22.9	22.5	23.8
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99756	0.99766	0.99735
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.4	497.3	497.3
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	21.5	21.5	21.6
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99789	0.99789	0.99786
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99968	0.99968	0.99965
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	661.8	648.4	642.9
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.77	2.78	2.77
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.77	2.78	2.77
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.77		

	INFORME DE ENSAYO METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDO MTC E - 113/ ASTM D 854		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO :	18/04/2024
PROCEDENCIA:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	FECHA DE CULMINACION:	19/04/2024
TESISTA :	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	MUESTRA No. :	C3 + 30%
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	SC + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA		

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	75.0	75.0	75.0
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA (g)	678.7	668.4	687.8
PESO DE PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA (g)	726.8	716.7	735.9
PESO DE PICNÓMETRO (g)	182.4	172.5	191.7
TEMPERATURA DE CALIBRACION (°C)	22.9	24.9	23.5
DENSIDAD DE MASA DE AGUA (g/cm ³)	0.99756	0.99707	0.99742
VOLUMEN PROMEDIO DE CALIBRACION DEL PICNOMETRO ml	497.6	497.4	497.4
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	21.5	21.6	21.8
DENSIDAD DE MASA DE AGUA TEMPERATURA DE ENSAYO(g/cm ³)	0.99789	0.99786	0.99782
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99968	0.99965	0.99961
PESO DEL PICNOMETRO CON AGUA A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	678.9	668.8	688.0
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A LA TEMPERATURA DE ENSAYO	2.77	2.77	2.77
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS A 20 (°C)	2.77	2.77	2.77
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (METODO DEL PICNÓMETRO)	2.77		

B.2 Ensayo de Proctor modificado

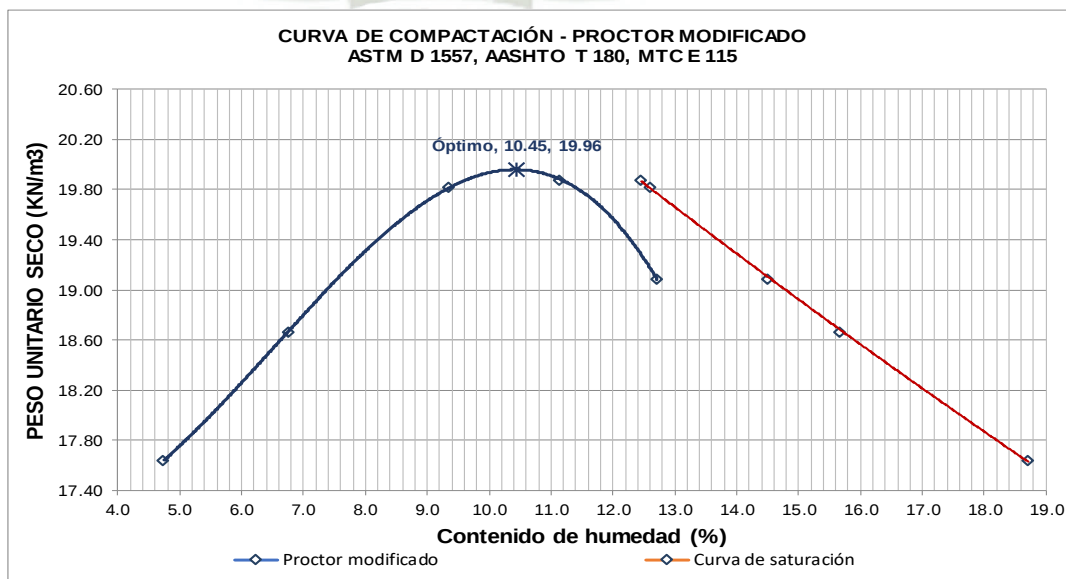
INFORME DE ENSAYO			
RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN)			
MTC E - 115			
			
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 10% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C	GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.71
PESO DEL MOLDE (g)	6,350	NÚMERO DE CAPAS	5
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2,125	NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAMAÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P _{FG} (%)	0.1	-	-	-	2.71
FINA P _{FE} (%)	99.9	-	-	2.71	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,352.5	10,666.5	11,043.5	11,136.0	11,010.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,003.0	4,317.0	4,694.0	4,786.5	4,660.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.88	2.03	2.21	2.25	2.19
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	553.5	629.0	375.0	448.5	442.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	536.0	600.0	353.0	415.0	405.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	167.0	170.5	117.5	114.5	114.5
PESO DE AGUA (g)	17.5	29.0	22.0	33.5	37.0
PESO DE SUELO SECO (g)	369.0	429.5	235.5	300.5	291.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.7	6.8	9.3	11.1	12.7
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.80	1.90	2.02	2.03	1.95
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	17.6	18.7	19.8	19.9	19.1
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	18.7	15.7	12.6	12.5	14.5
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m ³)	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m ³)	19.96				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.4				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (KN/m ³)	-				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	--

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 20% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 20% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

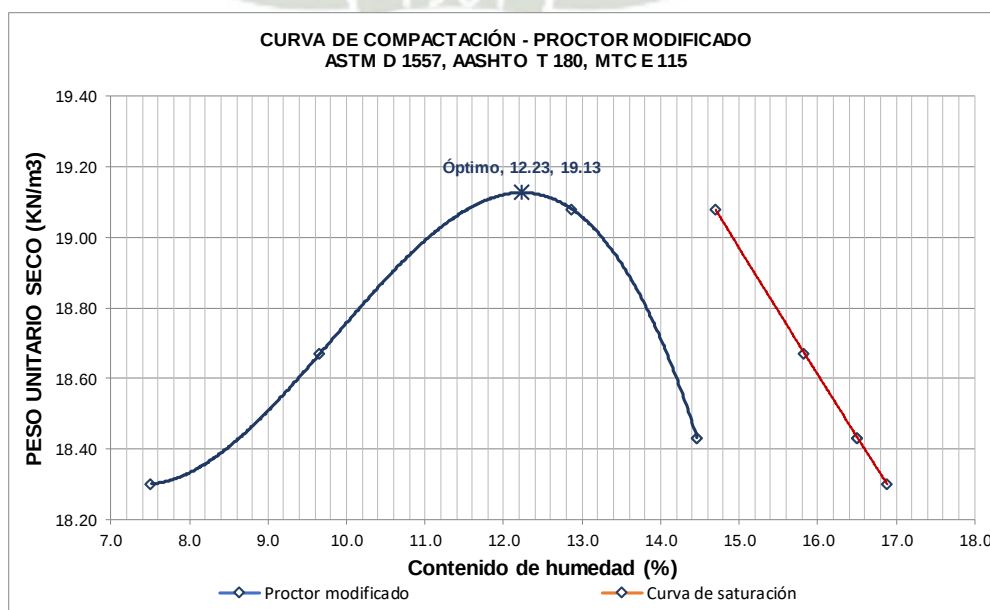
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.72
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAM AÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P _{FG} (%)	0.1	-	-	-	2.72
FINA P _{FE} (%)	99.9	-		2.72	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,612.0	10,785.0	11,015.0	10,920.0	10,920.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,262.5	4,435.5	4,665.5	4,570.5	4,570.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.01	2.09	2.20	2.15	2.15
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	328.0	328.0	530.5	433.5	433.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	313.5	309.5	483.5	393.5	393.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	120.5	118.0	118.5	117.0	117.0
PESO DE AGUA (g)	14.5	18.5	47.0	40.0	40.0
PESO DE SUELO SECO (g)	193.0	191.5	365.0	276.5	276.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.5	9.7	12.9	14.5	14.5
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.87	1.90	1.95	1.88	1.88
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	18.3	18.7	19.1	18.4	18.4
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	16.9	15.8	14.7	16.5	16.5
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m ³)	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m ³)	19.13				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.2				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (h	-				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	--

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 30% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 30% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

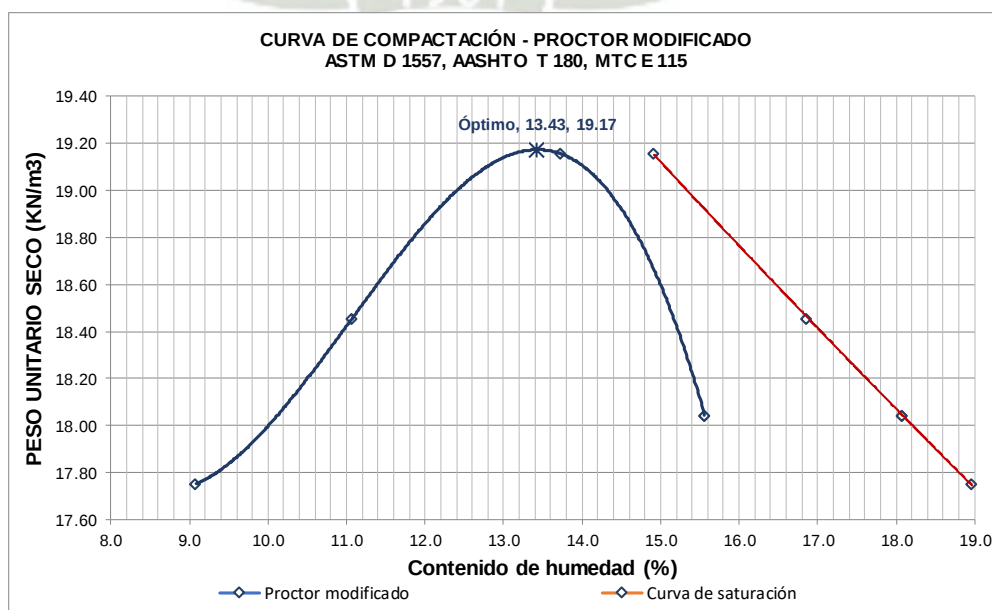
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.76
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAM AÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P_{FG} (%)	0.1	-	-	-	2.76
FINA P_{FE} (%)	99.9	-		2.76	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,544.0	10,789.5	11,069.0	10,866.5	10,866.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,194.5	4,440.0	4,719.5	4,517.0	4,517.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.97	2.09	2.22	2.13	2.13
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	471.0	379.5	474.5	498.5	498.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	441.5	353.5	431.0	448.0	448.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	116.5	118.5	114.0	123.5	123.5
PESO DE AGUA (g)	29.5	26.0	43.5	50.5	50.5
PESO DE SUELO SECO (g)	325.0	235.0	317.0	324.5	324.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.1	11.1	13.7	15.6	15.6
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.81	1.88	1.95	1.84	1.84
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	17.8	18.5	19.2	18.0	18.0
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	19.0	16.9	14.9	18.1	18.1
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m3)	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	19.17				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.4				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (h	-				



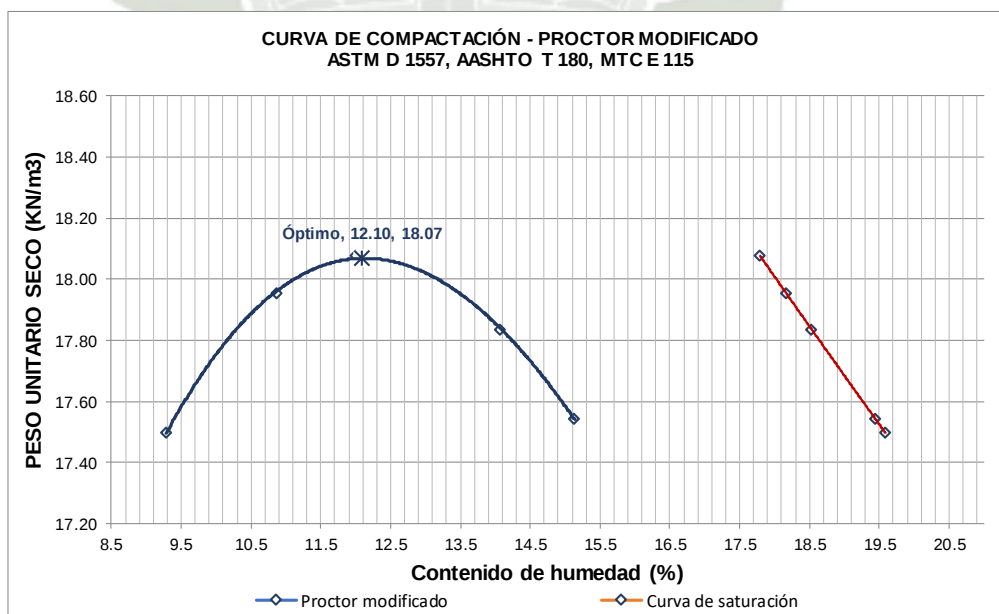
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.75
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,633.0	5,708.5	5,741.5	5,750.5	5,736.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,840.5	1,916.0	1,949.0	1,958.0	1,944.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.95	2.03	2.06	2.07	2.06
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,212.5	2,261.0	2,154.5	2,007.5	1,759.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	2,066.0	2,087.0	1,972.0	1,820.0	1,585.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	488.5	487.0	453.0	487.0	435.5
PESO DE AGUA (g)	146.5	174.0	182.5	187.5	174.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,577.5	1,600.0	1,519.0	1,333.0	1,149.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.3	10.9	12.0	14.1	15.1
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.78	1.83	1.84	1.82	1.79
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	17.5	18.0	18.1	17.8	17.5
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	19.6	18.2	17.8	18.5	19.4
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	18.07				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.1				



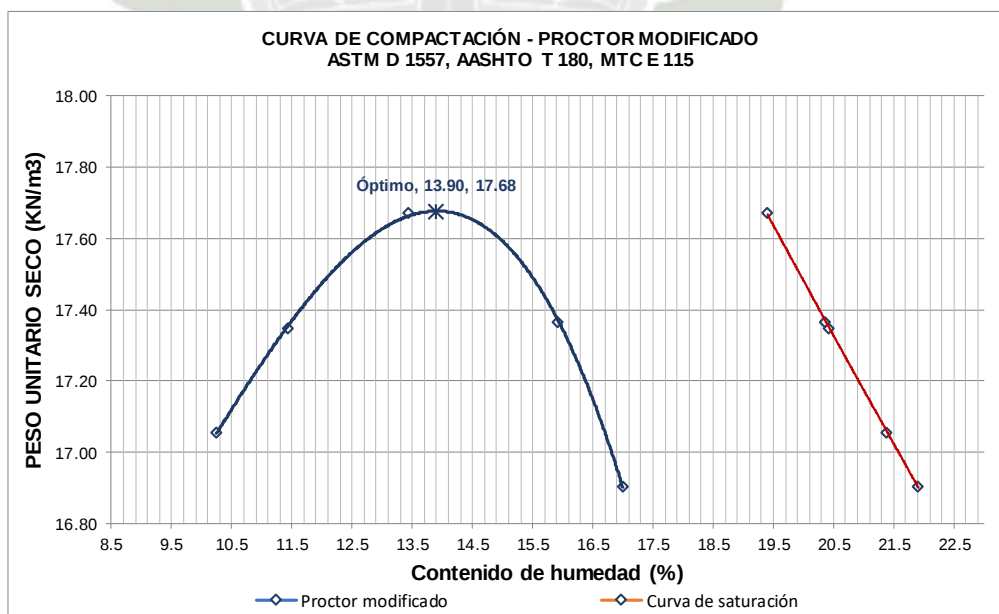
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2 + 20% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.78
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,602.5	5,653.0	5,722.0	5,730.0	5,696.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,810.0	1,860.5	1,929.5	1,937.5	1,903.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.92	1.97	2.04	2.05	2.02
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,015.6	1,848.5	1,992.0	1,826.0	2,061.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	1,873.6	1,704.0	1,807.5	1,642.5	1,832.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	488.5	440.0	435.5	489.5	485.5
PESO DE AGUA (g)	142.0	144.5	184.5	183.5	229.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,385.1	1,264.0	1,372.0	1,153.0	1,347.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.3	11.4	13.4	15.9	17.0
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.74	1.77	1.80	1.77	1.72
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	17.1	17.3	17.7	17.4	16.9
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	21.4	20.4	19.4	20.4	21.9
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	17.68				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.9				



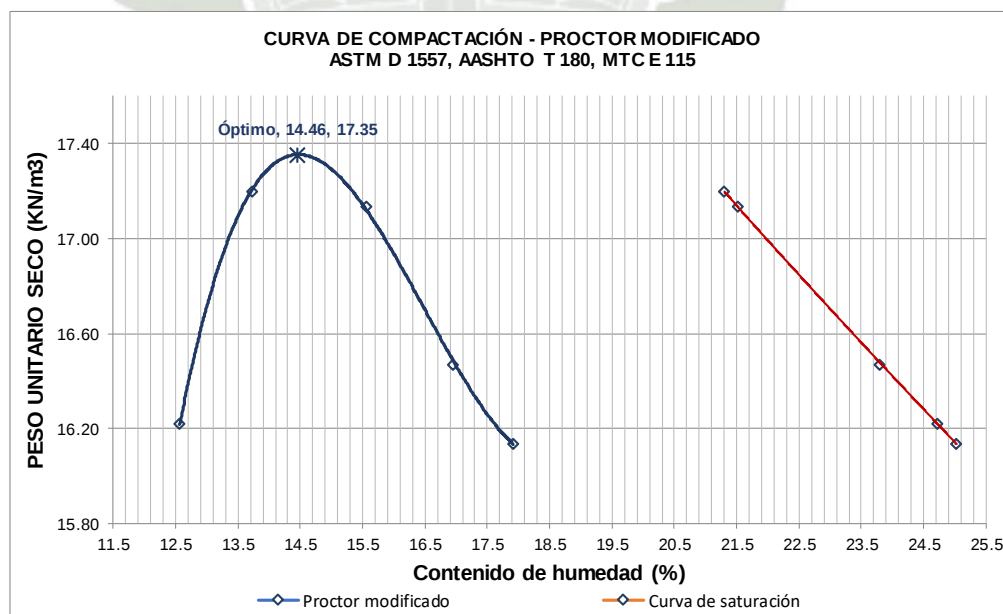
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2 + 30% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.81
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,549.5	5,675.0	5,698.0	5,646.5	5,624.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,757.0	1,882.5	1,905.5	1,854.0	1,831.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.86	1.99	2.02	1.96	1.94
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	1,957.5	1,692.0	2,321.5	1,568.0	1,560.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	1,793.5	1,546.5	2,067.5	1,394.5	1,374.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	488.0	486.5	435.5	371.5	339.5
PESO DE AGUA (g)	164.0	145.5	254.0	173.5	185.5
PESO DE SUELO SECO (g)	1,305.5	1,060.0	1,632.0	1,023.0	1,035.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.6	13.7	15.6	17.0	17.9
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.65	1.75	1.75	1.68	1.65
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	16.2	17.2	17.1	16.5	16.1
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	24.7	21.3	21.5	23.8	25.0
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	17.35				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.5				



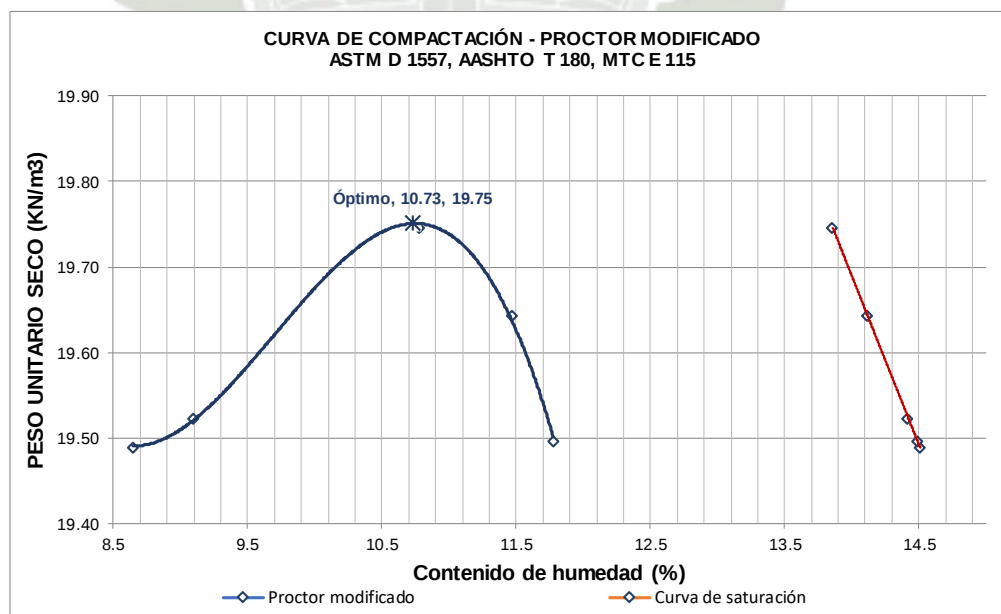
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.82
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,830.5	5,842.5	5,898.0	5,900.0	5,890.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	2,038.0	2,050.0	2,105.5	2,107.5	2,097.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	2.16	2.17	2.23	2.23	2.22
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,149.0	2,146.0	2,235.5	2,231.5	1,949.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	2,005.0	1,995.0	2,054.0	2,052.0	1,783.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	339.5	335.0	371.0	488.0	374.0
PESO DE AGUA (g)	144.0	151.0	181.5	179.5	166.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,665.5	1,660.0	1,683.0	1,564.0	1,409.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6	9.1	10.8	11.5	11.8
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.99	1.99	2.01	2.00	1.99
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	19.5	19.5	19.7	19.6	19.5
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	14.5	14.4	13.9	14.1	14.5
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	19.75				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.7				



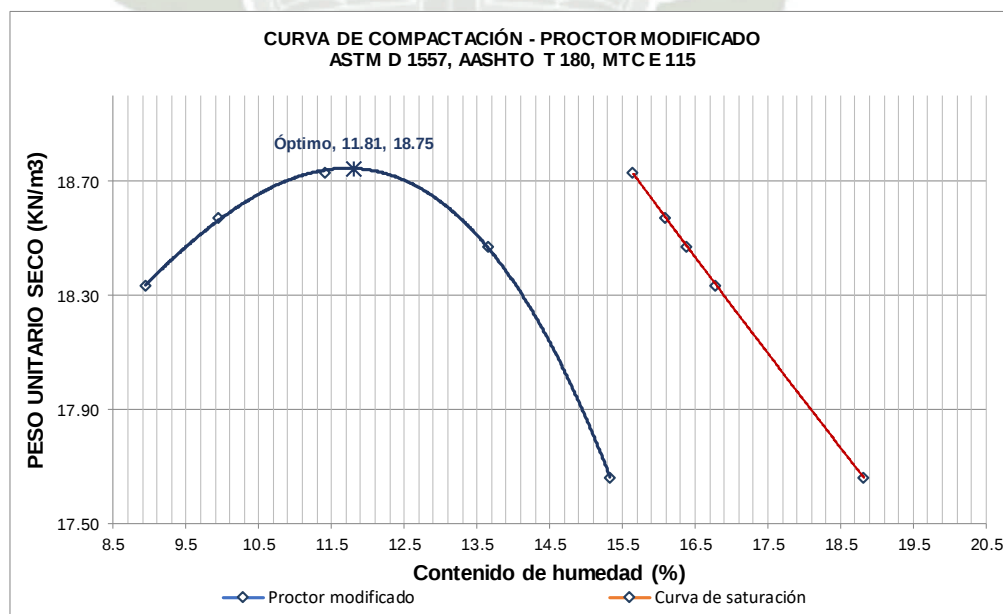
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 20% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.72
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,715.0	5,758.0	5,801.0	5,813.0	5,753.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,922.5	1,965.5	2,008.5	2,020.5	1,960.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	2.04	2.08	2.13	2.14	2.08
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,056.5	2,272.5	2,065.5	2,060.5	2,073.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	1,915.5	2,111.0	1,888.5	1,857.5	1,862.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	339.5	487.0	337.5	371.0	486.5
PESO DE AGUA (g)	141.0	161.5	177.0	203.0	211.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,576.0	1,624.0	1,551.0	1,486.5	1,376.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.9	9.9	11.4	13.7	15.3
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.87	1.89	1.91	1.88	1.80
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	18.3	18.6	18.7	18.5	17.7
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	16.8	16.1	15.7	16.4	18.8
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	18.75				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.8				



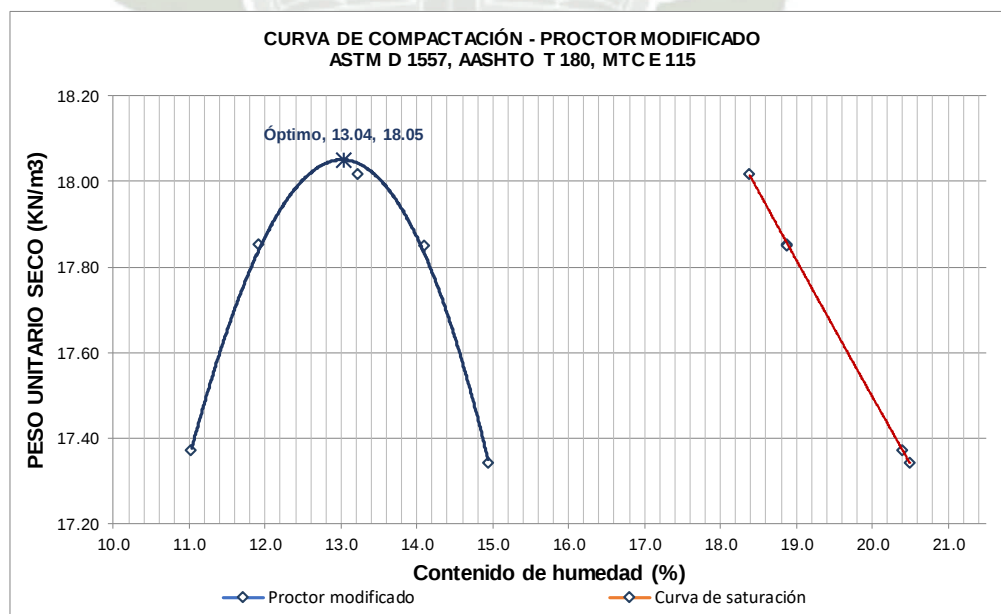
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 30% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.79
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,649.0	5,715.5	5,756.0	5,753.0	5,711.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,856.5	1,923.0	1,963.5	1,960.5	1,918.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.97	2.04	2.08	2.08	2.03
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,090.0	2,049.5	1,737.0	2,059.5	1,817.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	1,931.0	1,883.0	1,578.0	1,855.0	1,629.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	490.0	485.5	376.0	405.0	371.0
PESO DE AGUA (g)	159.0	166.5	159.0	204.5	188.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,441.0	1,397.5	1,202.0	1,450.0	1,258.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.0	11.9	13.2	14.1	14.9
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.77	1.82	1.84	1.82	1.77
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	17.4	17.9	18.0	17.9	17.3
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	20.4	18.9	18.4	18.9	20.5
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	18.05				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.0				



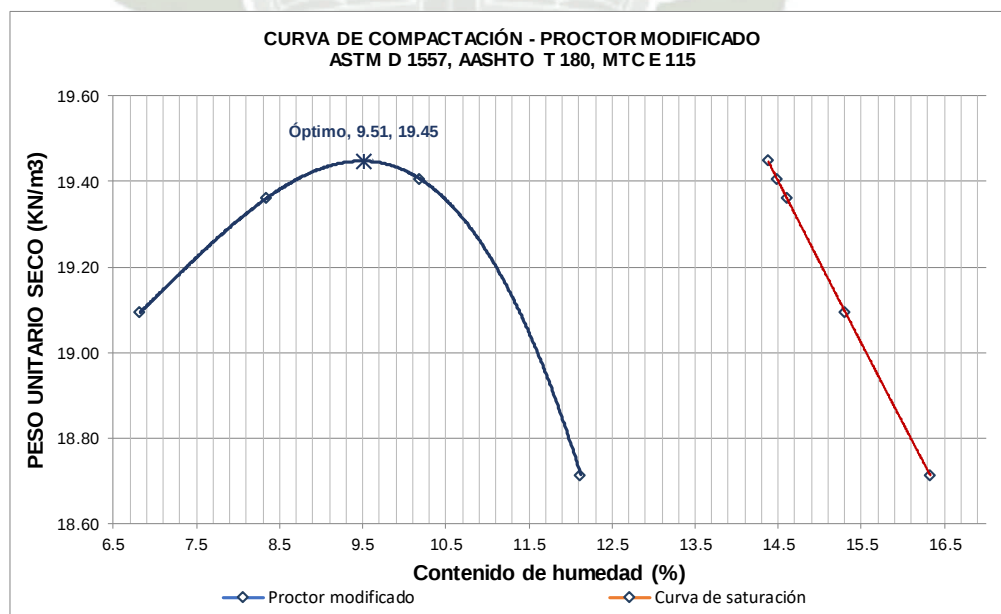
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.83
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,755.5	5,811.5	5,843.5	5,850.5	5,812.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,963.0	2,019.0	2,051.0	2,058.0	2,019.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	2.08	2.14	2.17	2.18	2.14
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,475.5	2,444.5	2,358.5	2,292.0	2,339.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	2,348.5	2,294.0	2,180.5	2,125.0	2,139.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	486.0	491.0	320.0	485.0	489.5
PESO DE AGUA (g)	127.0	150.5	178.0	167.0	200.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,862.5	1,803.0	1,860.5	1,640.0	1,649.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.8	8.3	9.6	10.2	12.1
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.95	1.97	1.98	1.98	1.91
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	19.1	19.4	19.4	19.4	18.7
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	15.3	14.6	14.4	14.5	16.3
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	19.45				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.5				



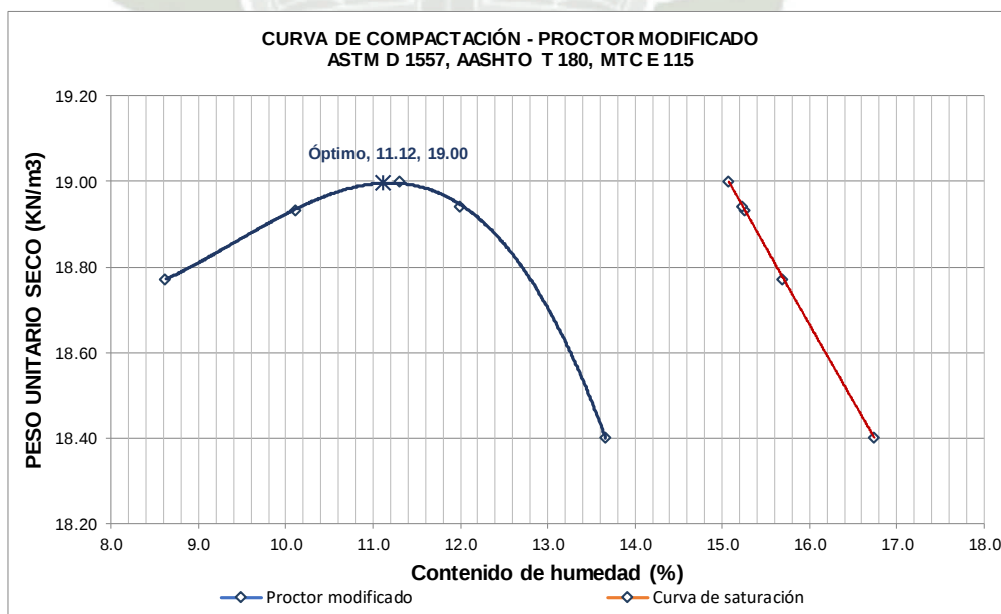
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 20% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.77
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,755.0	5,799.0	5,828.0	5,834.5	5,805.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,962.5	2,006.5	2,035.5	2,042.0	2,013.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	2.08	2.13	2.16	2.16	2.13
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,320.5	1,908.0	2,123.5	1,935.0	1,893.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	2,175.0	1,764.0	1,950.0	1,768.0	1,706.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	487.5	339.5	415.5	376.5	338.0
PESO DE AGUA (g)	145.5	144.0	173.5	167.0	187.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,687.5	1,424.5	1,534.5	1,391.5	1,368.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6	10.1	11.3	12.0	13.7
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.91	1.93	1.94	1.93	1.88
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	18.8	18.9	19.0	18.9	18.4
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	15.7	15.3	15.1	15.2	16.7
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	19.00				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.1				



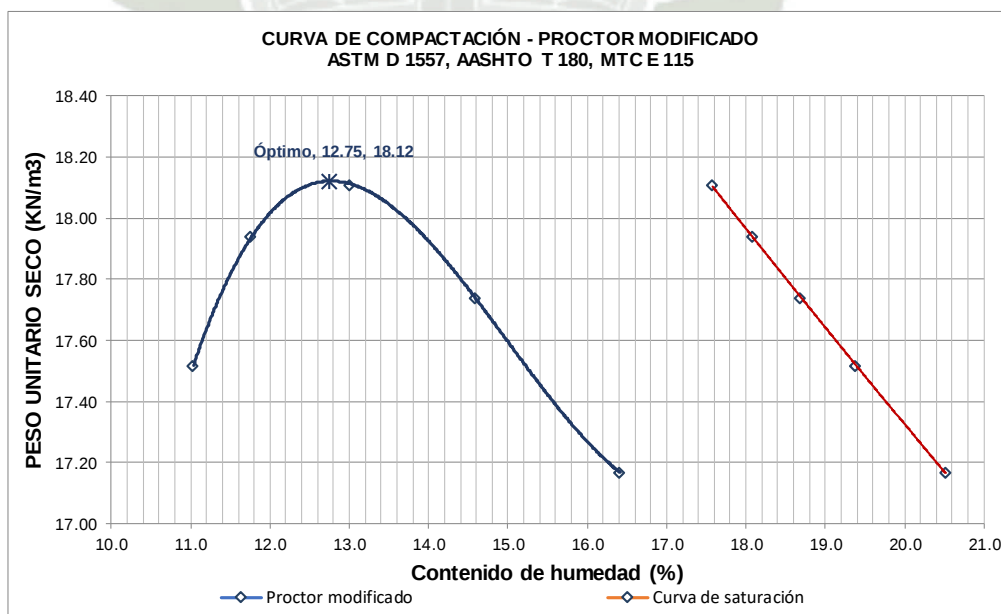
	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 30% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	B
PESO DEL MOLDE (g)	3,793
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.74
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	5,664.5	5,722.0	5,762.0	5,749.0	5,716.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	1,872.0	1,929.5	1,969.5	1,956.5	1,923.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.98	2.04	2.09	2.07	2.04
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	2,097.0	2,135.5	2,117.0	2,052.0	1,935.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	1,925.5	1,953.5	1,929.5	1,852.5	1,731.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	371.5	405.0	488.5	485.5	488.5
PESO DE AGUA (g)	171.5	182.0	187.5	199.5	204.0
PESO DE SUELO SECO (g)	1,554.0	1,548.5	1,441.0	1,367.0	1,243.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.0	11.8	13.0	14.6	16.4
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.79	1.83	1.85	1.81	1.75
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	17.5	17.9	18.1	17.7	17.2
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	19.4	18.1	17.6	18.7	20.5
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	18.12				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.7				

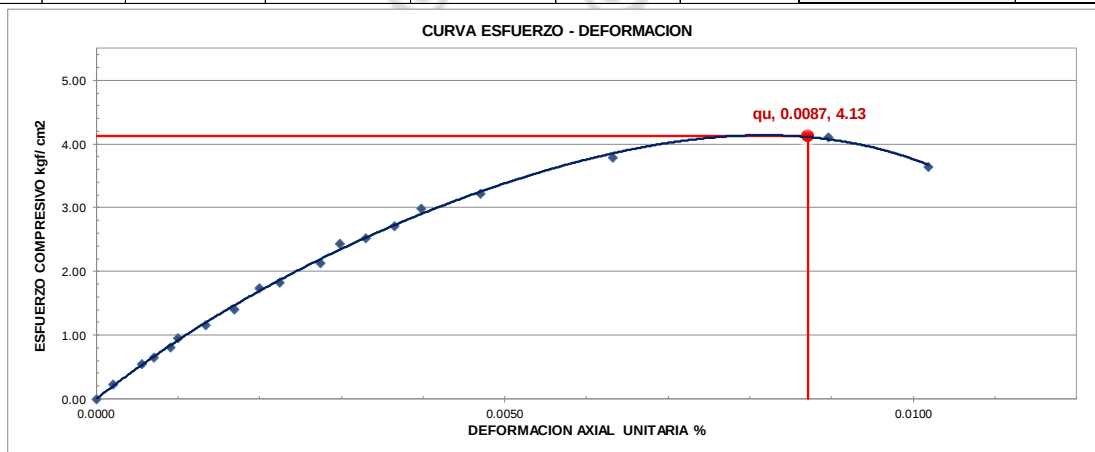


B.2 Ensayo de Compresión no Confinada sin adición

	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1, M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	0.90 M

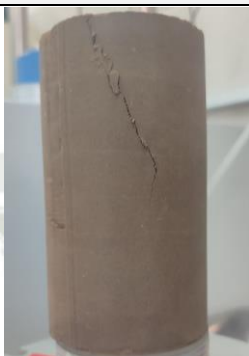
DATOS DE LA PROBETA

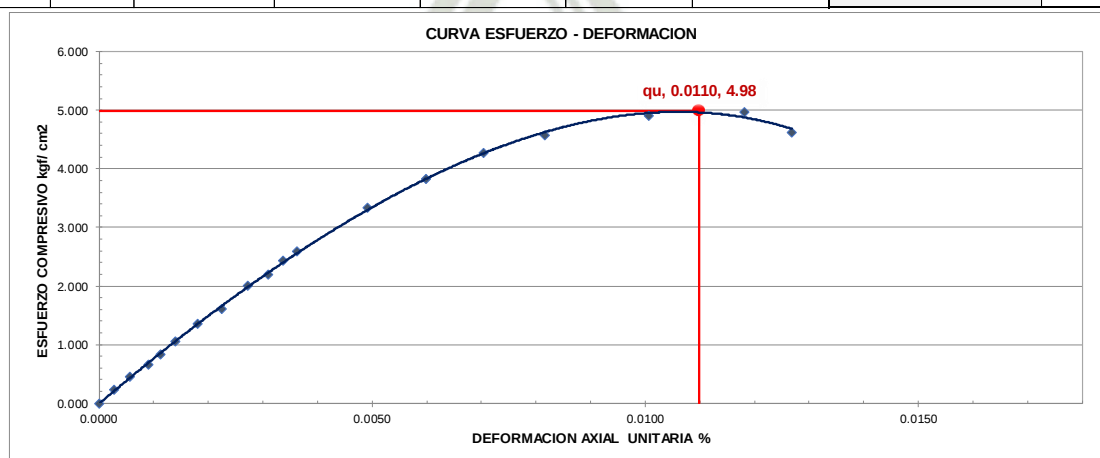
CODIGO		C1- E1, M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.47	mm	AREA (A ₀)	40.12	cm2			
ALTURA INICIAL (L ₀)		142.33	mm	VOLUMEN	571.05	cm3			
RELACION L ₀ /D		2.00		PESO	1285.95	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.12	0.00	0.000			
89.00	9.076	0.03	0.0002	40.13	0.23	0.113			
214.50	21.873	0.08	0.0006	40.14	0.54	0.272			
258.50	26.360	0.10	0.0007	40.15	0.66	0.328			
319.50	32.580	0.13	0.0009	40.16	0.81	0.406			
379.71	38.720	0.14	0.0010	40.16	0.96	0.482	CONTENIDO DE HUMEDAD		
458.50	46.754	0.19	0.0013	40.17	1.16	0.582	Especimen humedo + Tara	1059.89	gr.
554.00	56.492	0.24	0.0017	40.19	1.41	0.703	Especimen seco + Tara	1017	gr.
684.30	69.779	0.28	0.0020	40.20	1.74	0.868	Peso de la tara	488.29	gr.
720.50	73.471	0.32	0.0022	40.21	1.83	0.914	Peso especimen humedo	42.89	gr.
844.00	86.064	0.39	0.0027	40.23	2.14	1.070	Peso especimen seco	528.71	gr.
962.74	98.172	0.43	0.0030	40.24	2.44	1.220	% de Humedad	8.11	%
996.00	101.564	0.47	0.0033	40.25	2.52	1.262	DENSIDAD		
1073.50	109.467	0.52	0.0037	40.27	2.72	1.359	Densidad humeda	2.25	gr/cm3
1184.32	120.768	0.57	0.0040	40.28	3.00	1.499	Densidad seca	2.08	gr/cm3
1273.00	129.810	0.67	0.0047	40.31	3.22	1.610	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		4.13
1500.00	152.958	0.90	0.0063	40.38	3.79	1.894			kgf/ cm2
1638.00	167.030	1.24	0.0087	40.47	4.13	2.063	RESISTENCIA AL CORTE		2.06
1629.52	166.166	1.28	0.0090	40.48	4.10	2.052	Deformacion al instante de la falla		
1452.00	148.063	1.45	0.0102	40.53	3.65	1.826	0.0087	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1, M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML DE BAJA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	0.90 M

DATOS DE LA PROBETA

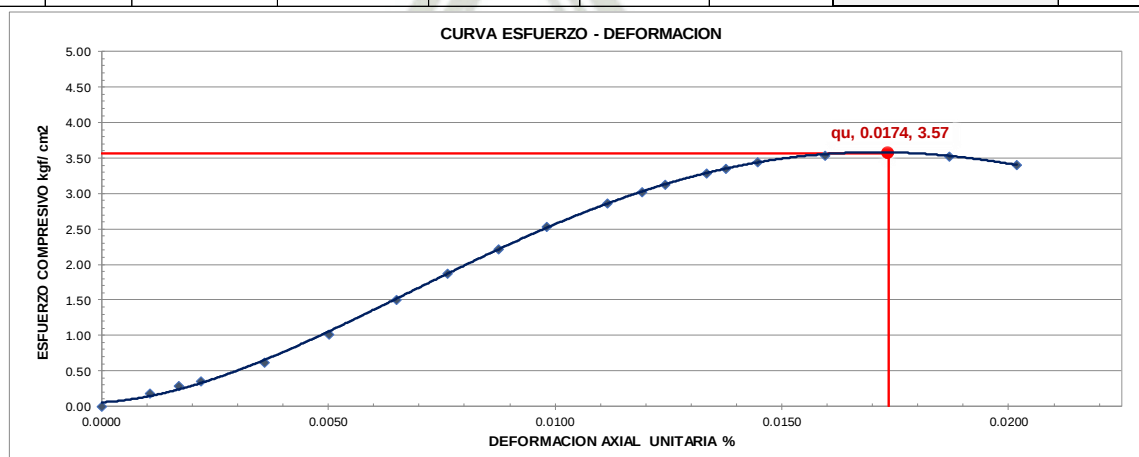
CODIGO		C1- E1, M2		VELOCIDAD		0.71		mm/min		ESQUEMA DE FALLA 				
DIAMETRO (D)		71.50		mm		AREA (Ao)		40.15					cm2	
ALTURA INICIAL (Lo)		142.09		mm		VOLUMEN		570.51					cm3	
RELACION Lo/D		2.00				PESO		1279.61					gr	
CARGA APLICADA		DEFORMACION		DEFORMACION AXIAL UNITARIA		AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL		ESFUERZO COMPRESIVO		RESISTENCIA AL CORTE				
N	kgf	mm		mm/mm		cm2		kgf/ cm2		kgf/ cm2				
0.00	0.000	0.00		0.0000		40.15		0.000		0.000				
92.50	9.432	0.04		0.0003		40.16		0.235		0.117				
177.50	18.100	0.08		0.0006		40.18		0.451		0.225				
259.91	26.504	0.13		0.0009		40.19		0.659		0.330				
327.50	33.396	0.16		0.0011		40.20		0.831		0.415				
414.50	42.267	0.20		0.0014		40.21		1.051		0.526				
535.81	54.638	0.26		0.0018		40.23		1.358		0.679				
638.50	65.109	0.32		0.0023		40.24		1.618		0.809				
790.14	80.572	0.39		0.0027		40.26		2.001		1.001				
869.00	88.614	0.44		0.0031		40.28		2.200		1.100				
964.50	98.352	0.48		0.0034		40.29		2.441		1.221				
1023.91	104.410	0.52		0.0036		40.30		2.591		1.295				
1318.50	134.450	0.70		0.0049		40.35		3.332		1.666				
1518.00	154.793	0.85		0.0060		40.39		3.832		1.916				
1692.00	172.537	1.00		0.0070		40.44		4.267		2.133				
1817.50	185.334	1.16		0.0082		40.48		4.578		2.289				
1951.50	198.998	1.43		0.0101		40.56		4.906		2.453				
1983.50	202.261	1.56		0.0110		40.60		4.982		2.491				
1982.00	202.109	1.68		0.0118		40.63		4.974		2.487				
1842.50	187.883	1.80		0.0127		40.67		4.620		2.310				
										CONTENIDO DE HUMEDAD				
										Especimen humedo + Tara	1582.01	gr.		
										Especimen seco + Tara	1500.44	gr.		
										Peso de la tara	485.89	gr.		
										Peso especimen humedo	81.57	gr.		
										Peso especimen seco	1014.55	gr.		
										% de Humedad	8.04	%		
										DENSIDAD				
										Densidad humeda	2.24	gr/cm3		
										Densidad seca	2.08	gr/cm3		
										RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		4.98	kgf/ cm2	
										RESISTENCIA AL CORTE		2.49	kgf/ cm2	
										Deformacion al instante de la falla				
										0.0110	%			



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	22/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	29/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

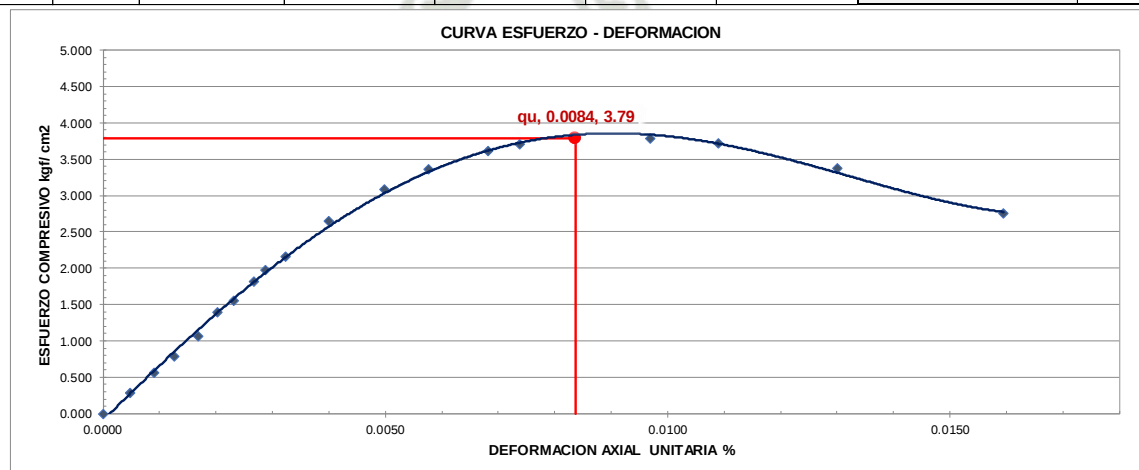
CODIGO	C1 -M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA 		
DIAMETRO (D)	71.13	mm	AREA (Ao)	39.73	cm ²			
ALTURA INICIAL (Lo)	141.68	mm	VOLUMEN	562.95	cm ³			
RELACION Lo/D	2.00		PESO	1242.50	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE	CONTENIDO DE HUMEDAD	
N	kgf	mm	mm/mm	cm ²	kgf/ cm ²	kgf/ cm ²		
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.73	0.00	0.000	Especimen humedo + Tara	242.44 gr.
73.00	7.444	0.15	0.0011	39.78	0.19	0.094	Especimen seco + Tara	230.02 gr.
111.00	11.319	0.24	0.0017	39.80	0.28	0.142	Peso de la tara	118.18 gr.
137.00	13.970	0.31	0.0022	39.82	0.35	0.175	Peso especimen humedo	12.42 gr.
242.00	24.677	0.51	0.0036	39.88	0.62	0.309	Peso especimen seco	111.84 gr.
397.00	40.483	0.71	0.0050	39.93	1.01	0.507	% de Humedad	11.11 %
589.00	60.062	0.92	0.0065	39.99	1.50	0.751	DENSIDAD	
735.00	74.949	1.08	0.0076	40.04	1.87	0.936	Densidad humeda	2.21 gr/cm ³
871.00	88.818	1.24	0.0088	40.09	2.22	1.108	Densidad seca	1.99 gr/cm ³
997.00	101.666	1.39	0.0098	40.13	2.53	1.267	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	
1129.00	115.126	1.58	0.0112	40.18	2.87	1.433		
1195.00	121.857	1.69	0.0119	40.21	3.03	1.515	RESISTENCIA AL CORTE	
1237.00	126.139	1.76	0.0124	40.23	3.14	1.568		
1300.00	132.564	1.89	0.0133	40.27	3.29	1.646	Deformacion al instante de la falla	
1326.00	135.215	1.95	0.0138	40.29	3.36	1.678		
1362.00	138.886	2.05	0.0145	40.32	3.44	1.722	0.0174 %	
1403.00	143.067	2.26	0.0160	40.38	3.54	1.772		
1416.00	144.392	2.46	0.0174	40.44	3.57	1.785		
1398.00	142.557	2.65	0.0187	40.49	3.52	1.760		
1357.00	138.376	2.86	0.0202	40.55	3.41	1.706		



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	22/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	29/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

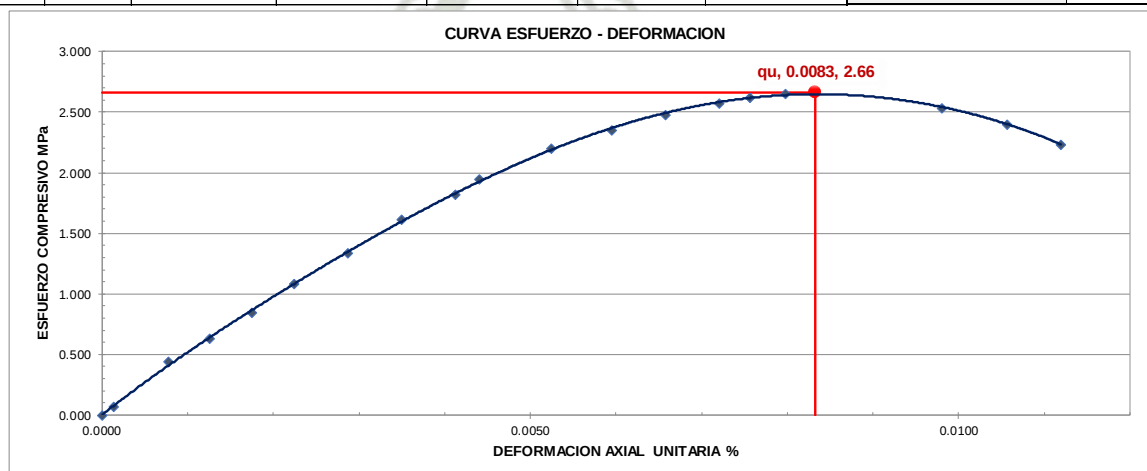
DATOS DE LA PRUEBA							ESQUEMA DE FALLA		
CODIGO		C1 -M3		VELOCIDAD	0.71	mm/min			
DIAMETRO (D)		71.16	mm	AREA (Ao)	39.76	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		142.27	mm	VOLUMEN	565.72	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1260.50	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.76	0.000	0.000			
110.00	11.217	0.07	0.0005	39.78	0.282	0.141			
219.00	22.332	0.13	0.0009	39.80	0.561	0.281			
307.00	31.305	0.18	0.0013	39.82	0.786	0.393			
415.00	42.318	0.24	0.0017	39.83	1.062	0.531			
543.00	55.371	0.29	0.0020	39.85	1.390	0.695	CONTENIDO DE HUMEDAD		
609.00	62.101	0.33	0.0023	39.86	1.558	0.779	Especimen humedo + Tara	206.98	gr.
710.00	72.400	0.38	0.0027	39.87	1.816	0.908	Especimen seco + Tara	198	gr.
772.00	78.722	0.41	0.0029	39.88	1.974	0.987	Peso de la tara	116.34	gr.
848.00	86.472	0.46	0.0032	39.89	2.168	1.084	Peso especimen humedo	8.98	gr.
1039.00	105.949	0.57	0.0040	39.92	2.654	1.327	Peso especimen seco	81.66	gr.
1208.00	123.182	0.71	0.0050	39.96	3.082	1.541	% de Humedad	11.00	%
1319.00	134.501	0.82	0.0058	40.00	3.363	1.681	DENSIDAD		
1421.00	144.902	0.97	0.0068	40.04	3.619	1.810	Densidad humeda	2.23	gr/cm3
1456.00	148.471	1.05	0.0074	40.06	3.706	1.853	Densidad seca	2.01	gr/cm3
1482.00	151.123	1.19	0.0084	40.10	3.769	1.884	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	3.79	kgf/ cm2
1491.00	152.040	1.38	0.0097	40.15	3.786	1.893	RESISTENCIA AL CORTE	1.89	kgf/ cm2
1466.00	149.491	1.55	0.0109	40.20	3.718	1.859	Deformacion al instante de la falla		
1334.00	136.031	1.85	0.0130	40.29	3.376	1.688	0.0084	%	
1092.00	111.353	2.27	0.0160	40.41	2.756	1.378			



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	22/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	30/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

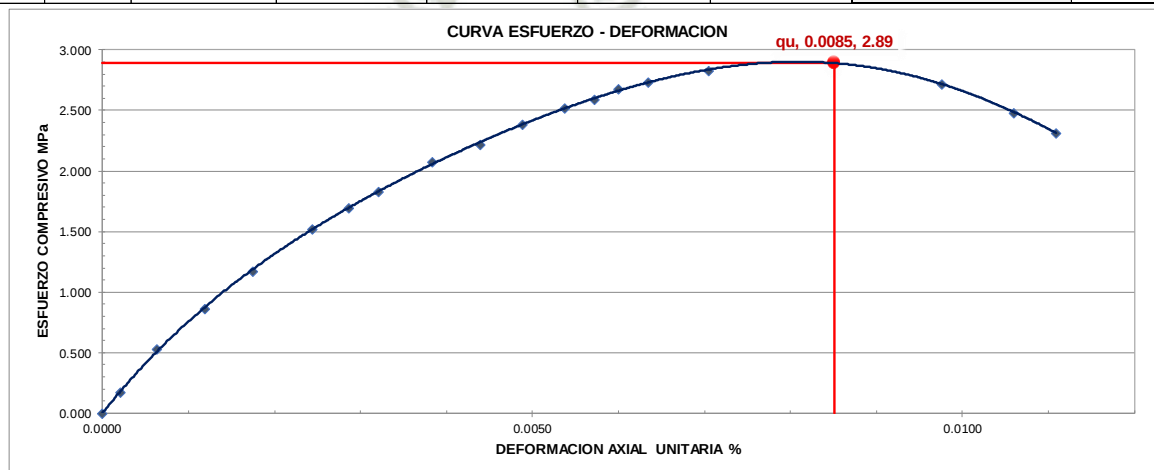
CODIGO		C2 - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.27	mm	AREA (Ao)	39.89	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		142.85	mm	VOLUMEN	569.91	cm3			
RELACION Lo/D		2.0		PESO	1338.24	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.89	0.000	0.000			
27.00	2.753	0.02	0.0001	39.90	0.069	0.035			
174.00	17.743	0.11	0.0008	39.93	0.444	0.222			
247.00	25.187	0.18	0.0013	39.94	0.631	0.315			
331.00	33.753	0.25	0.0018	39.96	0.845	0.422			
425.00	43.338	0.32	0.0022	39.98	1.084	0.542	CONTENIDO DE HUMEDAD		
524.00	53.433	0.41	0.0029	40.01	1.336	0.668	Especimen humedo + Tara	262.4	gr.
634.00	64.650	0.50	0.0035	40.03	1.615	0.807	Especimen seco + Tara	250.5	gr.
716.00	73.012	0.59	0.0041	40.06	1.823	0.911	Peso de la tara	114.5	gr.
767.00	78.213	0.63	0.0044	40.07	1.952	0.976	Peso especimen humedo	11.9	gr.
866.00	88.308	0.75	0.0053	40.10	2.202	1.101	Peso especimen seco	136	gr.
925.00	94.324	0.85	0.0060	40.13	2.350	1.175	% de Humedad	8.75	%
976.00	99.525	0.94	0.0066	40.16	2.478	1.239	DENSIDAD		
1016.00	103.604	1.03	0.0072	40.18	2.578	1.289	Densidad humeda	2.35	gr/cm3
1033.00	105.337	1.08	0.0076	40.20	2.620	1.310	Densidad seca	2.16	gr/cm4
1046.00	106.663	1.14	0.0080	40.22	2.652	1.326	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	2.66	kgf/ cm2
1050.00	107.071	1.19	0.0083	40.23	2.661	1.331	RESISTENCIA AL CORTE	1.33	kgf/ cm2
1002.00	102.176	1.40	0.0098	40.29	2.536	1.268	Deformacion al instante de la falla		
948.00	96.669	1.51	0.0106	40.32	2.398	1.199			
885.00	90.245	1.60	0.0112	40.35	2.237	1.118	0.0083	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	22/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	30/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

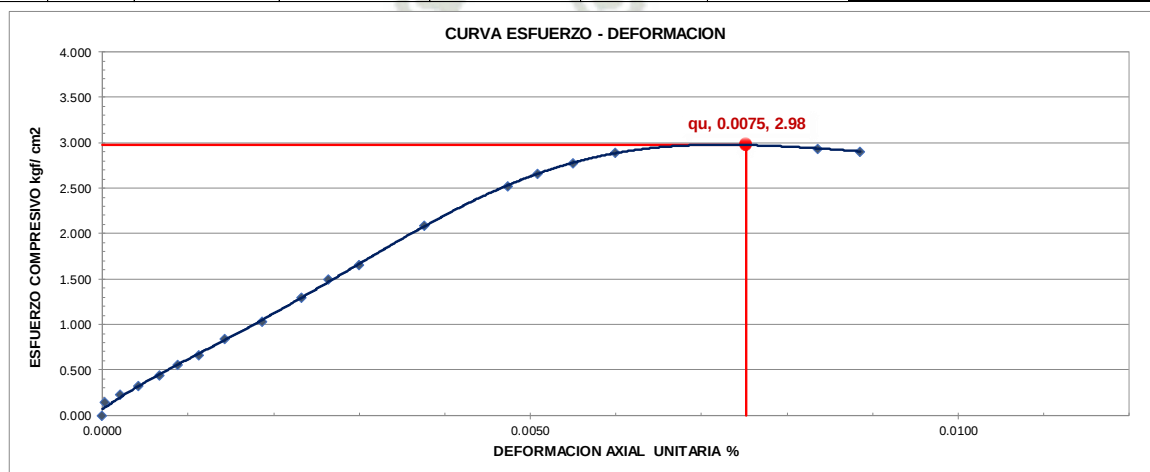
CODIGO		C2 - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.28	mm	AREA (Ao)	39.91	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		143.37	mm	VOLUMEN	572.18	cm3			
RELACION Lo/D		2.0		PESO	1350.45	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION		DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE		
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.91	0.000	0.000			
68.00	6.934	0.03	0.0002	39.92	0.174	0.087			
207.00	21.108	0.09	0.0006	39.93	0.529	0.264			
338.00	34.467	0.17	0.0012	39.96	0.863	0.431			
461.00	47.009	0.25	0.0017	39.98	1.176	0.588			
597.00	60.877	0.35	0.0024	40.01	1.522	0.761	CONTENIDO DE HUMEDAD		
666.00	67.913	0.41	0.0029	40.02	1.697	0.848	Especimen humedo + Tara	251.99	gr.
720.00	73.420	0.46	0.0032	40.04	1.834	0.917	Especimen seco + Tara	241.2	gr.
816.00	83.209	0.55	0.0038	40.06	2.077	1.038	Peso de la tara	116.62	gr.
872.00	88.920	0.63	0.0044	40.08	2.218	1.109	Peso especimen humedo	10.79	gr.
938.00	95.650	0.70	0.0049	40.10	2.385	1.193	Peso especimen seco	124.58	gr.
990.00	100.952	0.77	0.0054	40.12	2.516	1.258	% de Humedad	8.66	%
1019.00	103.909	0.82	0.0057	40.14	2.589	1.294	DENSIDAD		
1055.00	107.580	0.86	0.0060	40.15	2.680	1.340	Densidad humeda	2.36	gr/cm3
1077.00	109.824	0.91	0.0063	40.16	2.734	1.367	Densidad seca	2.17	gr/cm4
1115.00	113.699	1.01	0.0070	40.19	2.829	1.414	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
1142.00	116.452	1.22	0.0085	40.25	2.893	1.447	2.89	kgf/ cm2	
1074.00	109.518	1.40	0.0098	40.30	2.717	1.359	RESISTENCIA AL CORTE		
982.00	100.137	1.52	0.0106	40.34	2.483	1.241	Deformacion al instante de la falla		
916.00	93.406	1.59	0.0111	40.36	2.315	1.157	0.0085	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	23/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	30/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

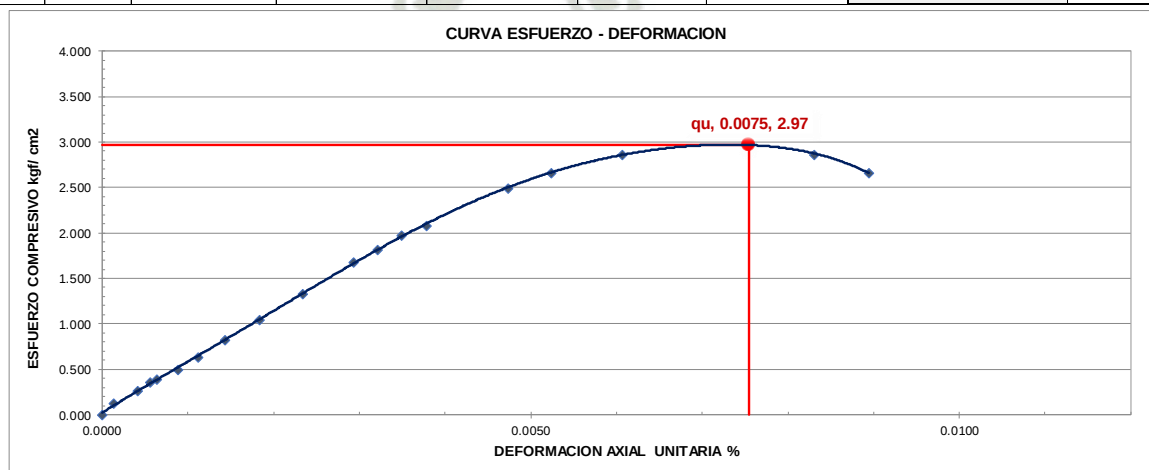
CODIGO		C3 - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.31	mm	AREA (Ao)	39.94	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		143.48	mm	VOLUMEN	573.12	cm3			
RELACION Lo/D		2.0		PESO	1355.00	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.94	0.000	0.000			
55.00	5.608	0.01	0.0000	39.95	0.140	0.070			
89.00	9.076	0.03	0.0002	39.95	0.227	0.114			
128.00	13.052	0.06	0.0004	39.96	0.327	0.163			
172.78	17.618	0.10	0.0007	39.97	0.441	0.220			
218.53	22.283	0.13	0.0009	39.98	0.557	0.279	CONTENIDO DE HUMEDAD		
261.05	26.619	0.16	0.0011	39.99	0.666	0.333	Especimen humedo + Tara	241.64	gr.
328.33	33.480	0.20	0.0014	40.00	0.837	0.418	Especimen seco + Tara	232.4	gr.
406.37	41.439	0.27	0.0019	40.02	1.035	0.518	Peso de la tara	116.69	gr.
510.79	52.086	0.33	0.0023	40.04	1.301	0.650	Peso especimen humedo	9.24	gr.
587.00	59.858	0.38	0.0026	40.05	1.495	0.747	Peso especimen seco	115.71	gr.
651.81	66.466	0.43	0.0030	40.06	1.659	0.829	% de Humedad	7.99	%
822.97	83.920	0.54	0.0038	40.09	2.093	1.047	DENSIDAD		
992.52	101.209	0.68	0.0047	40.13	2.522	1.261	Densidad humeda	2.36	gr/cm3
1047.00	106.765	0.73	0.0051	40.15	2.659	1.330	Densidad seca	2.19	gr/cm3
1095.00	111.659	0.79	0.0055	40.16	2.780	1.390	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	2.98	kgf/ cm2
1139.99	116.247	0.86	0.0060	40.18	2.893	1.446	RESISTENCIA AL CORTE	1.49	kgf/ cm2
1174.98	119.815	1.08	0.0075	40.25	2.977	1.489	Deformacion al instante de la falla		
1158.00	118.084	1.20	0.0084	40.28	2.932	1.466	0.0075	%	
1149.00	117.166	1.27	0.0089	40.30	2.907	1.454			



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	23/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	30/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

CODIGO		C3 - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.26	mm	AREA (Ao)	39.88	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		143.15	mm	VOLUMEN	570.89	cm3			
RELACION Lo/D		2.0		PESO	1345.00	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.88	0.000	0.000			
48.00	4.895	0.02	0.0001	39.89	0.123	0.061			
105.00	10.707	0.06	0.0004	39.90	0.268	0.134			
139.00	14.174	0.08	0.0006	39.90	0.355	0.178			
153.40	15.642	0.09	0.0006	39.91	0.392	0.196			
195.92	19.978	0.13	0.0009	39.92	0.500	0.250	CONTENIDO DE HUMEDAD		
249.21	25.412	0.16	0.0011	39.93	0.636	0.318	Especimen humedo + Tara	255.9	gr.
323.48	32.986	0.20	0.0014	39.94	0.826	0.413	Especimen seco + Tara	245.51	gr.
409.06	41.713	0.26	0.0018	39.96	1.044	0.522	Peso de la tara	115.82	gr.
521.02	53.129	0.33	0.0023	39.98	1.329	0.665	Peso especimen humedo	10.39	gr.
658.27	67.125	0.42	0.0029	40.00	1.678	0.839	Peso especimen seco	129.69	gr.
713.00	72.706	0.46	0.0032	40.01	1.817	0.909	% de Humedad	8.01	%
777.00	79.232	0.50	0.0035	40.02	1.980	0.990	DENSIDAD		
818.13	83.426	0.54	0.0038	40.03	2.084	1.042	Densidad humeda	2.36	gr/cm3
979.60	99.892	0.68	0.0047	40.07	2.493	1.246	Densidad seca	2.18	gr/cm3
1048.00	106.867	0.75	0.0052	40.09	2.666	1.333	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
1127.08	114.930	0.87	0.0061	40.13	2.864	1.432	RESISTENCIA AL CORTE		
1170.67	119.376	1.08	0.0075	40.19	2.971	1.485	Deformacion al instante de la falla		
1131.00	115.330	1.19	0.0083	40.22	2.868	1.434	0.0075 %		
1050.00	107.071	1.28	0.0089	40.24	2.661	1.330			

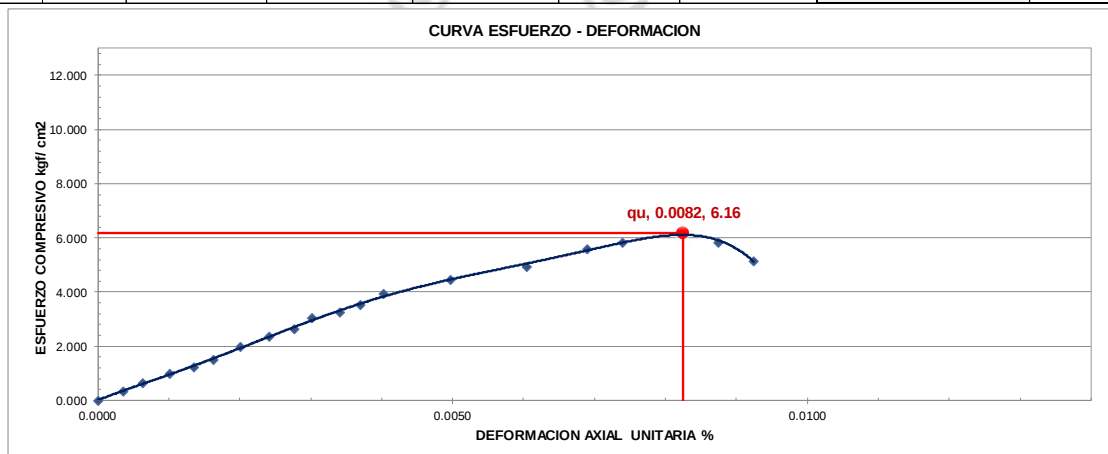


C.3 Ensayo de Compresión simple no confinada con adición

	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 10 % - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 10% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

DATOS DE LA PROBETA

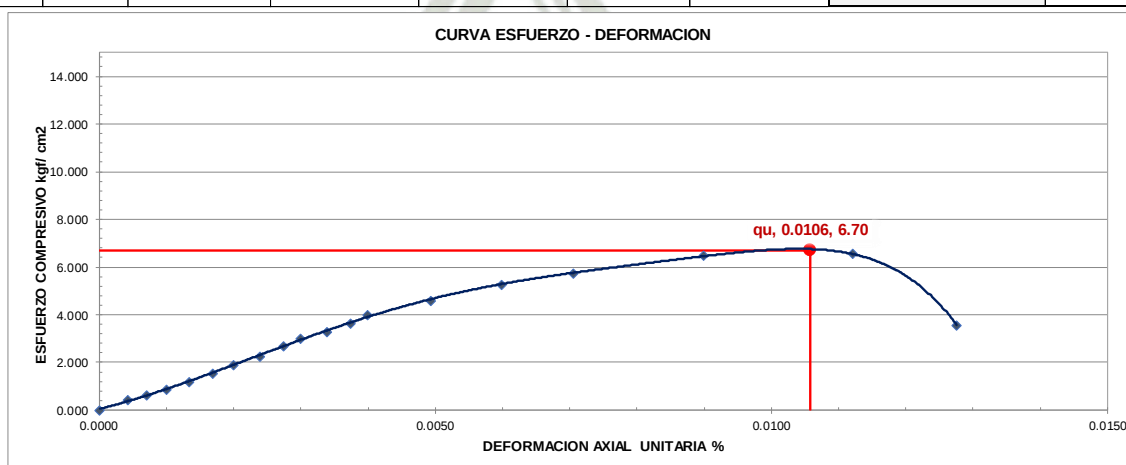
CODIGO		C1- E1 + 10 % - M1		VELOCIDAD	0.70	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.74	mm	AREA (Ao)	40.42	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		140.61	mm	VOLUMEN	568.32	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1265.34	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.42	0.000	0.000			
138.50	14.123	0.05	0.0004	40.43	0.349	0.175			
253.50	25.850	0.09	0.0006	40.44	0.639	0.320			
394.18	40.196	0.14	0.0010	40.46	0.994	0.497			
487.00	49.660	0.19	0.0014	40.47	1.227	0.614			
606.00	61.795	0.23	0.0016	40.48	1.526	0.763	CONTENIDO DE HUMEDAD		
793.44	80.909	0.28	0.0020	40.50	1.998	0.999	Especimen humedo + Tara	1618.94	gr.
934.50	95.293	0.34	0.0024	40.51	2.352	1.176	Especimen seco + Tara	1512.33	gr.
1049.50	107.020	0.39	0.0028	40.53	2.641	1.320	Peso de la tara	492.84	gr.
1207.67	123.149	0.43	0.0030	40.54	3.038	1.519	Peso especimen humedo	106.61	gr.
1295.50	132.105	0.48	0.0034	40.56	3.257	1.629	Peso especimen seco	1019.49	gr.
1401.00	142.863	0.52	0.0037	40.57	3.522	1.761	% de Humedad	10.46	%
1576.98	160.808	0.57	0.0040	40.58	3.963	1.981	DENSIDAD		
1783.00	181.816	0.70	0.0050	40.62	4.476	2.238	Densidad humeda	2.23	gr/cm3
1974.00	201.293	0.85	0.0060	40.66	4.950	2.475	Densidad seca	2.02	gr/cm3
2234.50	227.856	0.97	0.0069	40.70	5.599	2.799	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	6.16	kgf/ cm2
2327.50	237.340	1.04	0.0074	40.72	5.829	2.914			
2463.00	251.157	1.16	0.0082	40.75	6.163	3.081	RESISTENCIA AL CORTE	3.08	kgf/ cm2
2328.50	237.442	1.23	0.0087	40.77	5.823	2.912	Deformacion al instante de la falla		
2061.00	210.164	1.30	0.0092	40.79	5.152	2.576	0.0082	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 10 % - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 10% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

DATOS DE LA PROBETA

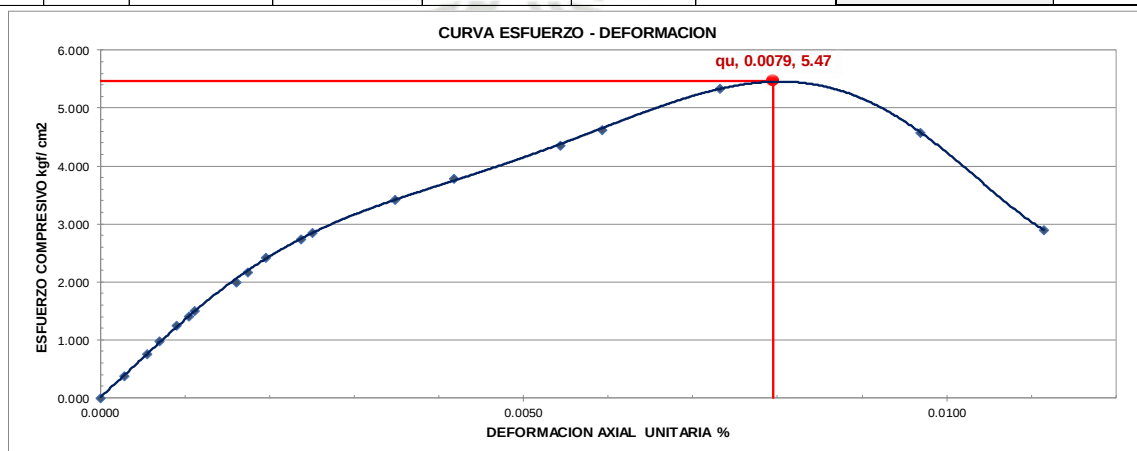
CODIGO		C1- E1 + 10 % - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		72.01	mm	AREA (Ao)	40.72	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		141.88	mm	VOLUMEN	577.73	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1289.23	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.72	0.000	0.000			
169.50	17.284	0.06	0.0004	40.74	0.424	0.212			
260.50	26.564	0.10	0.0007	40.75	0.652	0.326			
351.79	35.873	0.14	0.0010	40.76	0.880	0.440			
468.50	47.774	0.19	0.0013	40.78	1.172	0.586			
613.50	62.560	0.24	0.0017	40.79	1.534	0.767	CONTENIDO DE HUMEDAD		
757.65	77.259	0.28	0.0020	40.80	1.893	0.947	Especimen humedo + Tara	1546.29	gr.
908.50	92.642	0.34	0.0024	40.82	2.270	1.135	Especimen seco + Tara	1445.37	gr.
1085.00	110.640	0.39	0.0027	40.83	2.710	1.355	Peso de la tara	437.66	gr.
1207.93	123.175	0.43	0.0030	40.84	3.016	1.508	Peso especimen humedo	100.92	gr.
1324.50	135.062	0.48	0.0034	40.86	3.306	1.653	Peso especimen seco	1007.71	gr.
1456.50	148.522	0.53	0.0037	40.87	3.634	1.817	% de Humedad	10.01	%
1604.39	163.603	0.57	0.0040	40.88	4.002	2.001	DENSIDAD		
1849.00	188.546	0.70	0.0049	40.92	4.607	2.304	Densidad humeda	2.23	gr/cm3
2119.00	216.079	0.85	0.0060	40.97	5.275	2.637	Densidad seca	2.03	gr/cm3
2317.50	236.320	1.00	0.0070	41.01	5.762	2.881	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	6.70	kgf/ cm2
2613.33	266.486	1.28	0.0090	41.09	6.485	3.243	RESISTENCIA AL CORTE	3.35	kgf/ cm2
2704.00	275.732	1.50	0.0106	41.16	6.700	3.350	Deformacion al instante de la falla		
2660.00	271.246	1.59	0.0112	41.18	6.586	3.293			
1442.50	147.095	1.81	0.0128	41.25	3.566	1.783	0.0106	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	22/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	29/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 - 10% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

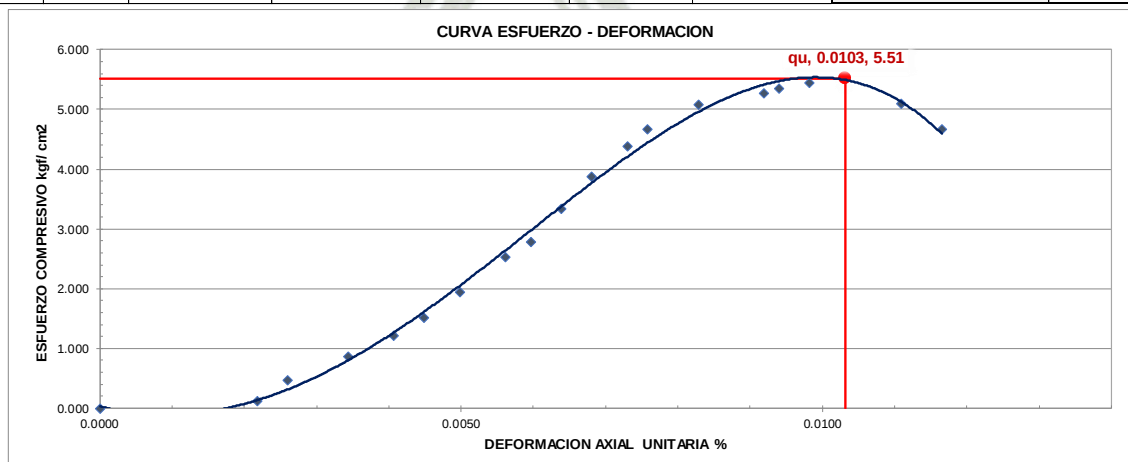
CODIGO	C1- E2 - 10% - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	
DIAMETRO (D)	71.12	mm	AREA (Ao)	39.73	cm ²	
ALTURA INICIAL (Lo)	143.48	mm	VOLUMEN	570.07	cm ³	
RELACION Lo/D	2.0		PESO	1172.82	gr	
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE
N	kgf	mm	mm/mm	cm ²	kgf/ cm ²	kgf/ cm ²
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.73	0.000	0.000
147.00	14.990	0.04	0.0003	39.74	0.377	0.189
299.26	30.516	0.08	0.0006	39.75	0.768	0.384
383.77	39.133	0.10	0.0007	39.76	0.984	0.492
486.57	49.616	0.13	0.0009	39.77	1.248	0.624
552.00	56.289	0.15	0.0010	39.77	1.415	0.708
586.00	59.756	0.16	0.0011	39.77	1.502	0.751
776.68	79.200	0.23	0.0016	39.79	1.990	0.995
848.00	86.472	0.25	0.0017	39.80	2.173	1.086
945.00	96.364	0.28	0.0020	39.81	2.421	1.210
1071.00	109.212	0.34	0.0024	39.82	2.742	1.371
1115.00	113.699	0.36	0.0025	39.83	2.855	1.427
1340.00	136.642	0.50	0.0035	39.87	3.427	1.714
1480.00	150.919	0.60	0.0042	39.90	3.783	1.891
1710.00	174.372	0.78	0.0054	39.95	4.365	2.183
1813.00	184.875	0.85	0.0059	39.97	4.626	2.313
2095.00	213.631	1.05	0.0073	40.02	5.338	2.669
2148.00	219.036	1.14	0.0079	40.05	5.469	2.735
1800.00	183.550	1.39	0.0097	40.12	4.575	2.288
1141.07	116.357	1.60	0.0112	40.18	2.896	1.448
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Especimen humedo + Tara						222.66 gr.
Especimen seco + Tara						211 gr.
Peso de la tara						115.27 gr.
Peso especimen humedo						11.66 gr.
Peso especimen seco						95.73 gr.
% de Humedad						12.18 %
DENSIDAD						
Densidad humeda						2.06 gr/cm ³
Densidad seca						1.83 gr/cm ³
RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu						5.47 kgf/ cm ²
RESISTENCIA AL CORTE						2.73 kgf/ cm ²
Deformacion al instante de la falla						
0.0079						%



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	22/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	29/04/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 - 10% - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

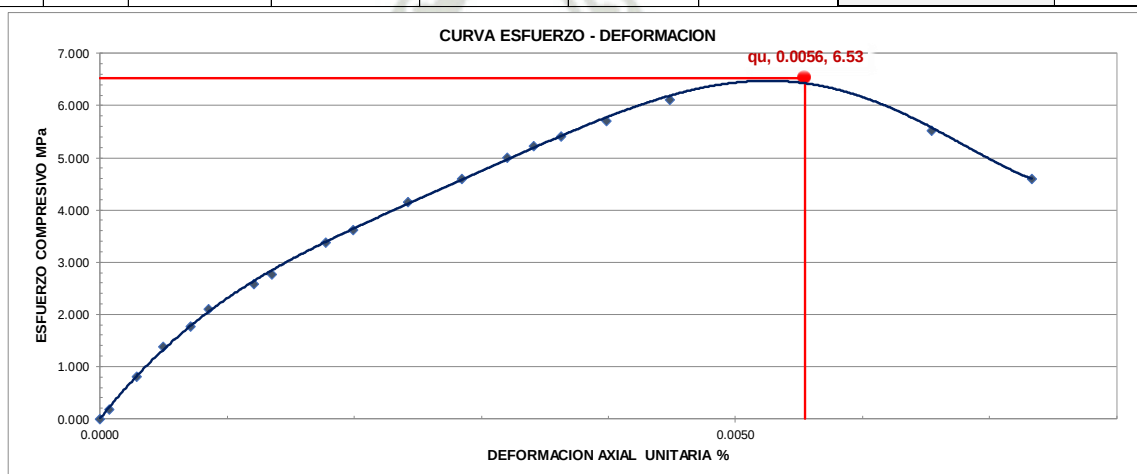
CODIGO		C1- E2 - 10% - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.28	mm	AREA (Ao)	39.90	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		142.48	mm	VOLUMEN	568.56	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1172.29	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.90	0.000	0.000			
51.00	5.201	0.31	0.0022	39.99	0.130	0.065			
184.00	18.763	0.37	0.0026	40.01	0.469	0.234			
341.00	34.772	0.49	0.0034	40.04	0.868	0.434			
479.00	48.845	0.58	0.0041	40.07	1.219	0.610			
600.00	61.183	0.64	0.0045	40.08	1.526	0.763	CONTENIDO DE HUMEDAD		
767.00	78.213	0.71	0.0050	40.10	1.950	0.975	Especimen humedo + Tara	222.09	gr.
999.00	101.870	0.80	0.0056	40.13	2.538	1.269	Especimen seco + Tara	211.08	gr.
1100.00	112.169	0.85	0.0060	40.14	2.794	1.397	Peso de la tara	120.42	gr.
1318.00	134.399	0.91	0.0064	40.16	3.346	1.673	Peso especimen humedo	11.01	gr.
1531.00	156.119	0.97	0.0068	40.18	3.886	1.943	Peso especimen seco	90.66	gr.
1733.00	176.717	1.04	0.0073	40.20	4.396	2.198	% de Humedad	12.14	%
1841.00	187.730	1.08	0.0076	40.21	4.669	2.334	DENSIDAD		
2004.00	204.352	1.18	0.0083	40.24	5.079	2.539	Densidad humeda	2.06	gr/cm3
2082.00	212.306	1.31	0.0092	40.28	5.271	2.636	Densidad seca	1.84	gr/cm3
2113.00	215.467	1.34	0.0094	40.28	5.349	2.674	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
2157.00	219.954	1.40	0.0098	40.30	5.458	2.729			5.51 kgf/ cm2
2179.00	222.197	1.47	0.0103	40.32	5.511	2.755	RESISTENCIA AL CORTE		2.76 kgf/ cm2
2017.00	205.678	1.58	0.0111	40.35	5.097	2.549	Deformacion al instante de la falla		
1849.00	188.546	1.66	0.0117	40.38	4.670	2.335	0.0103	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	25/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	2/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - 10% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

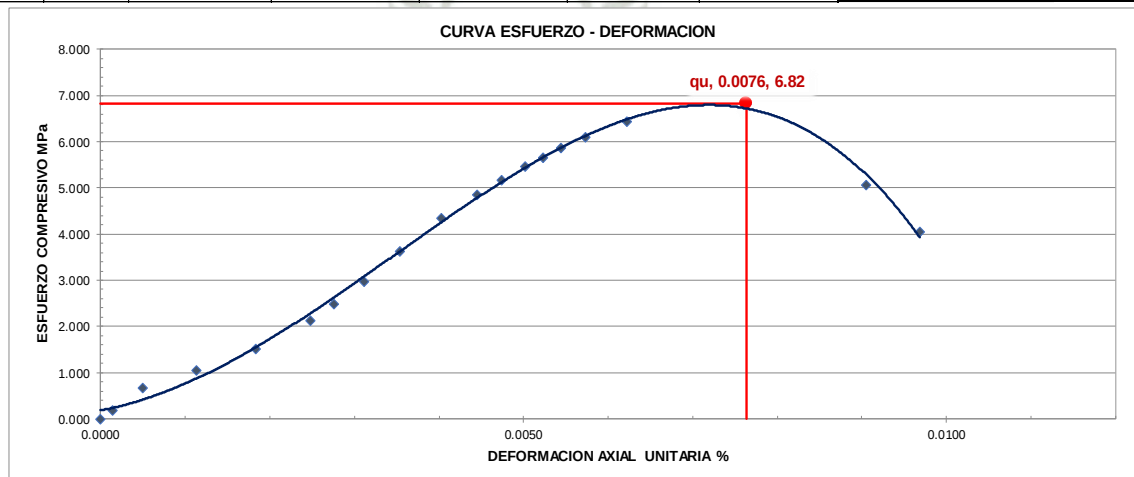
CODIGO		C2 - 10% - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.31	mm	AREA (Ao)	39.94	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		140.51	mm	VOLUMEN	561.21	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1252.06	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.94	0.000	0.000			
75.00	7.648	0.01	0.0001	39.94	0.191	0.096			
318.00	32.427	0.04	0.0003	39.95	0.812	0.406			
540.00	55.065	0.07	0.0005	39.96	1.378	0.689			
699.00	71.278	0.10	0.0007	39.97	1.783	0.892			
826.00	84.229	0.12	0.0009	39.97	2.107	1.054	CONTENIDO DE HUMEDAD		
1016.00	103.604	0.17	0.0012	39.99	2.591	1.295	Especimen humedo + Tara	180.96	gr.
1088.00	110.946	0.19	0.0014	39.99	2.774	1.387	Especimen seco + Tara	174.71	gr.
1325.00	135.113	0.25	0.0018	40.01	3.377	1.688	Peso de la tara	117.67	gr.
1424.00	145.208	0.28	0.0020	40.02	3.628	1.814	Peso especimen humedo	6.25	gr.
1636.00	166.826	0.34	0.0024	40.04	4.167	2.083	Peso especimen seco	57.04	gr.
1806.00	184.161	0.40	0.0028	40.05	4.598	2.299	% de Humedad	10.96	%
1965.00	200.375	0.45	0.0032	40.07	5.001	2.500	DENSIDAD		
2059.00	209.960	0.48	0.0034	40.08	5.239	2.619	Densidad humeda	2.23	gr/cm3
2129.00	217.098	0.51	0.0036	40.09	5.416	2.708	Densidad seca	2.01	gr/cm3
2245.00	228.927	0.56	0.0040	40.10	5.709	2.854	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	6.53	kgf/ cm2
2405.00	245.243	0.63	0.0045	40.12	6.113	3.056			
2572.00	262.272	0.78	0.0056	40.16	6.530	3.265	RESISTENCIA AL CORTE	3.27	kgf/ cm2
2177.00	221.993	0.92	0.0065	40.20	5.522	2.761	Deformacion al instante de la falla		
1819.00	185.487	1.03	0.0073	40.23	4.610	2.305	0.0056	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	25/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	2/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - 10% - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

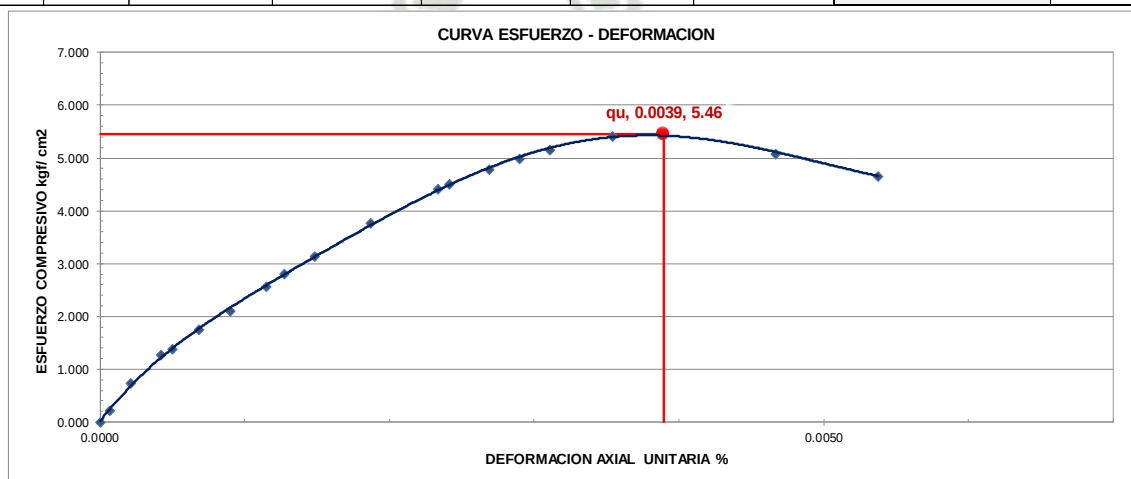
CODIGO	C2 - 10% - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA 
DIAMETRO (D)	71.26	mm	AREA (Ao)	39.88	cm ²	
ALTURA INICIAL (Lo)	141.41	mm	VOLUMEN	563.91	cm ³	
RELACION Lo/D	2.00		PESO	1253.25	gr	
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE
N	kgf	mm	mm/mm	cm ²	kgf/ cm ²	kgf/ cm ²
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.88	0.000	0.000
72.00	7.342	0.02	0.0001	39.88	0.184	0.092
266.00	27.125	0.07	0.0005	39.90	0.680	0.340
411.00	41.910	0.16	0.0011	39.92	1.050	0.525
592.00	60.367	0.26	0.0018	39.95	1.511	0.755
840.00	85.656	0.35	0.0025	39.98	2.143	1.071
981.00	100.035	0.39	0.0028	39.99	2.502	1.251
1167.00	119.001	0.44	0.0031	40.00	2.975	1.487
1424.00	145.208	0.50	0.0035	40.02	3.628	1.814
1711.00	174.474	0.57	0.0040	40.04	4.357	2.179
1905.00	194.257	0.63	0.0045	40.06	4.849	2.425
2032.00	207.207	0.67	0.0047	40.07	5.171	2.586
2149.00	219.138	0.71	0.0050	40.08	5.468	2.734
2226.00	226.990	0.74	0.0052	40.09	5.662	2.831
2306.00	235.147	0.77	0.0054	40.10	5.864	2.932
2401.00	244.835	0.81	0.0057	40.11	6.104	3.052
2538.00	258.805	0.88	0.0062	40.13	6.449	3.225
2689.00	274.203	1.08	0.0076	40.19	6.823	3.412
2000.00	203.944	1.28	0.0091	40.24	5.068	2.534
1599.00	163.053	1.37	0.0097	40.27	4.049	2.025
				CONTENIDO DE HUMEDAD		
				Especimen humedo + Tara		189.82 gr.
				Especimen seco + Tara		182.46 gr.
				Peso de la tara		115.26 gr.
				Peso especimen humedo		7.36 gr.
				Peso especimen seco		67.2 gr.
				% de Humedad		10.95 %
				DENSIDAD		
				Densidad humeda		2.22 gr/cm ³
				Densidad seca		2.00 gr/cm ³
				RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		6.82 kgf/ cm ²
				RESISTENCIA AL CORTE		3.41 kgf/ cm ²
				Deformacion al instante de la falla		
				0.0076		%



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	26/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	3/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - 10% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10% CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

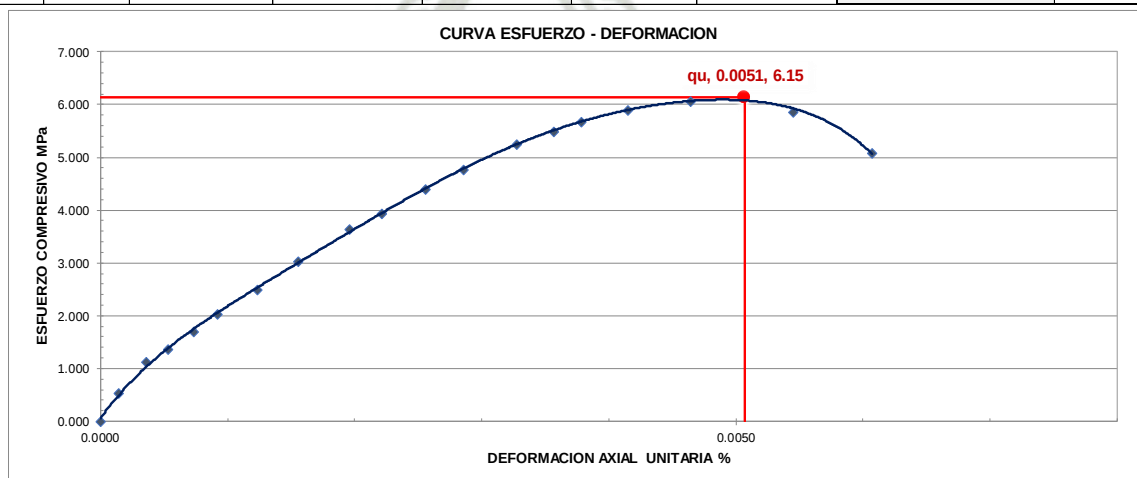
CODIGO		C3 - 10% - M1				VELOCIDAD		0.71		mm/min		ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.24		mm		AREA (Ao)		39.86		cm2				
ALTURA INICIAL (Lo)		141.31		mm		VOLUMEN		563.26		cm3				
RELACION Lo/D		2.00				PESO		1224.06		gr				
CARGA APLICADA		DEFORMACION		DEFORMACION AXIAL UNITARIA		AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL		ESFUERZO COMPRESIVO		RESISTENCIA AL CORTE				
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2								
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.86	0.000	0.000								
85.00	8.668	0.01	0.0001	39.86	0.217	0.109								
290.00	29.572	0.03	0.0002	39.87	0.742	0.371								
497.00	50.680	0.06	0.0004	39.88	1.271	0.635								
544.16	55.489	0.07	0.0005	39.88	1.391	0.696								
685.18	69.869	0.10	0.0007	39.89	1.752	0.876								
825.66	84.194	0.13	0.0009	39.90	2.110	1.055								
1008.66	102.855	0.16	0.0011	39.91	2.577	1.289								
1097.00	111.863	0.18	0.0013	39.91	2.803	1.401	CONTENIDO DE HUMEDAD							
1227.19	125.139	0.21	0.0015	39.92	3.135	1.567	Especimen humedo + Tara		193.25		gr.			
1474.24	150.331	0.26	0.0019	39.93	3.765	1.882	Especimen seco + Tara		186.85		gr.			
1732.00	176.616	0.33	0.0023	39.95	4.421	2.210	Peso de la tara		120.42		gr.			
1765.97	180.079	0.34	0.0024	39.96	4.507	2.253	Peso especimen humedo		6.4		gr.			
1880.00	191.707	0.38	0.0027	39.97	4.797	2.398	Peso especimen seco		66.43		gr.			
1955.00	199.355	0.41	0.0029	39.98	4.987	2.493	% de Humedad		9.63		%			
2021.63	206.150	0.44	0.0031	39.98	5.156	2.578	DENSIDAD							
2126.00	216.792	0.50	0.0035	40.00	5.420	2.710	Densidad humeda		2.17		gr/cm3			
2143.00	218.526	0.55	0.0039	40.02	5.461	2.731	Densidad seca		1.98		gr/cm3			
2000.00	203.944	0.66	0.0047	40.05	5.093	2.546	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		5.46		kgf/ cm2			
1832.00	186.813	0.76	0.0054	40.07	4.662	2.331	RESISTENCIA AL CORTE		2.73		kgf/ cm2			
							Deformacion al instante de la falla							
							0.0039		%					



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	26/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	3/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - 10% - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10% CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

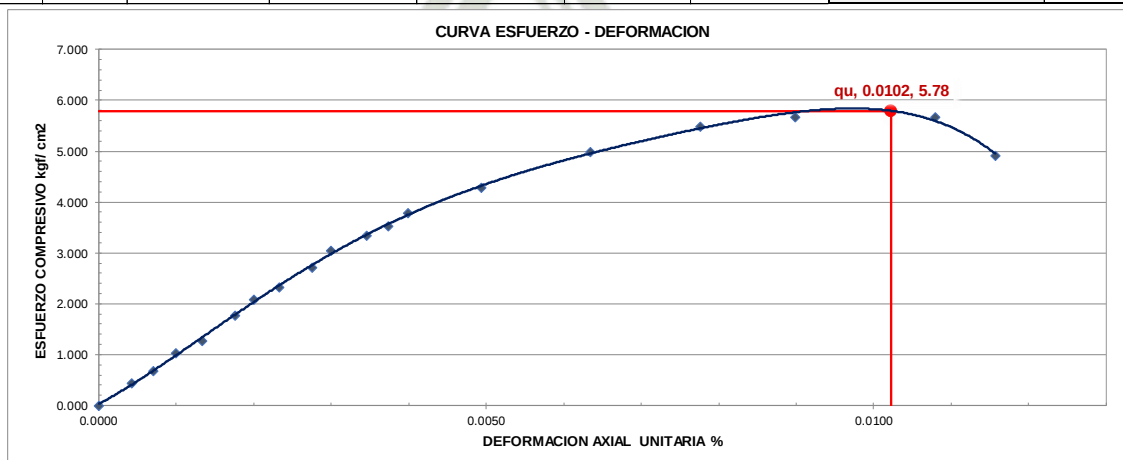
CODIGO		C3 - 10% - M2		VELOCIDAD		0.71		mm/min		ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.19		mm		AREA (Ao)		39.80		cm2		
ALTURA INICIAL (Lo)		140.01		mm		VOLUMEN		557.28		cm3		
RELACION Lo/D		2.00				PESO		1216.66		gr		
CARGA APLICADA		DEFORMACION		DEFORMACION AXIAL UNITARIA		AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL		ESFUERZO COMPRESIVO		RESISTENCIA AL CORTE		
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2						
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.80	0.000	0.000						
208.00	21.210	0.02	0.0001	39.81	0.533	0.266						
439.00	44.766	0.05	0.0004	39.82	1.124	0.562						
532.32	54.282	0.07	0.0005	39.82	1.363	0.682						
664.19	67.729	0.10	0.0007	39.83	1.700	0.850						
792.83	80.846	0.13	0.0009	39.84	2.029	1.015	CONTENIDO DE HUMEDAD					
974.75	99.398	0.17	0.0012	39.85	2.494	1.247	Especimen humedo + Tara		178.84	gr.		
1184.13	120.748	0.22	0.0016	39.87	3.029	1.514	Especimen seco + Tara		173.44	gr.		
1422.57	145.062	0.27	0.0020	39.88	3.637	1.819	Peso de la tara		116.68	gr.		
1542.00	157.241	0.31	0.0022	39.89	3.942	1.971	Peso especimen humedo		5.4	gr.		
1725.06	175.908	0.36	0.0026	39.91	4.408	2.204	Peso especimen seco		56.76	gr.		
1869.00	190.586	0.40	0.0029	39.92	4.775	2.387	% de Humedad		9.51	%		
2058.77	209.937	0.46	0.0033	39.93	5.257	2.629	DENSIDAD					
2151.00	219.342	0.50	0.0036	39.95	5.491	2.745	Densidad humeda		2.18	gr/cm3		
2221.00	226.480	0.53	0.0038	39.95	5.668	2.834	Densidad seca		1.99	gr/cm3		
2311.74	235.733	0.58	0.0041	39.97	5.898	2.949	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		6.15	kgf/ cm2		
2381.00	242.795	0.65	0.0046	39.99	6.072	3.036	RESISTENCIA AL CORTE		3.07	kgf/ cm2		
2411.00	245.854	0.71	0.0051	40.01	6.145	3.073	Deformacion al instante de la falla					
2300.44	234.580	0.76	0.0055	40.02	5.861	2.931	0.0051		%			
1995.00	203.434	0.85	0.0061	40.05	5.080	2.540						



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 20 % - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 20% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

DATOS DE LA PROBETA

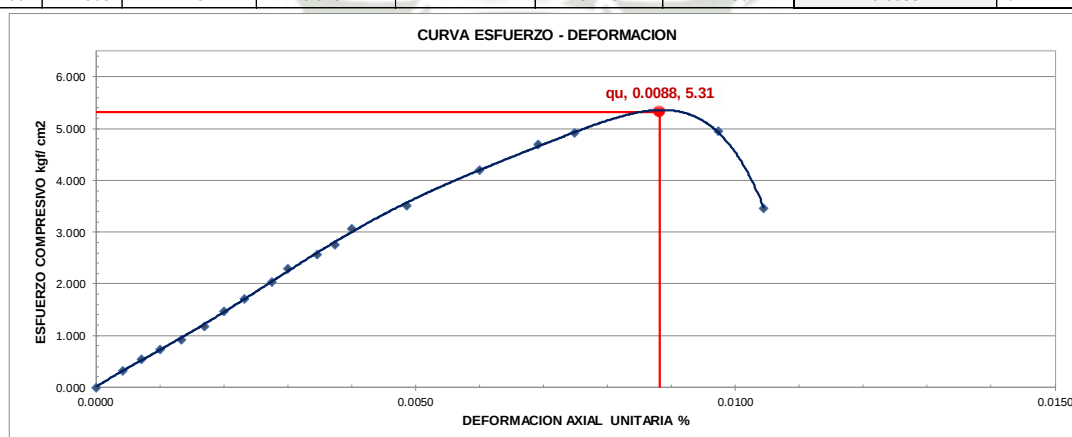
CODIGO		C1- E1 + 20 % - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		72.03	mm	AREA (Ao)	40.75	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		141.80	mm	VOLUMEN	577.88	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1253.21	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.75	0.000	0.000			
177.50	18.100	0.06	0.0004	40.77	0.444	0.222			
270.50	27.583	0.10	0.0007	40.78	0.676	0.338			
414.74	42.292	0.14	0.0010	40.79	1.037	0.518			
514.00	52.414	0.19	0.0013	40.81	1.284	0.642			
713.00	72.706	0.25	0.0018	40.83	1.781	0.890	CONTENIDO DE HUMEDAD		
835.07	85.153	0.28	0.0020	40.84	2.085	1.043	Especimen humedo + Tara	1551.98	gr.
932.00	95.038	0.33	0.0023	40.85	2.327	1.163	Especimen seco + Tara	1429.43	gr.
1092.50	111.404	0.39	0.0028	40.87	2.726	1.363	Peso de la tara	433.19	gr.
1220.87	124.495	0.43	0.0030	40.88	3.046	1.523	Peso especimen humedo	122.55	gr.
1339.00	136.541	0.49	0.0035	40.89	3.339	1.669	Peso especimen seco	996.24	gr.
1413.50	144.137	0.53	0.0037	40.91	3.524	1.762	% de Humedad	12.30	%
1520.13	155.010	0.57	0.0040	40.92	3.788	1.894	DENSIDAD		
1725.50	175.953	0.70	0.0049	40.96	4.296	2.148	Densidad humeda	2.17	gr/cm3
2009.00	204.862	0.90	0.0063	41.01	4.995	2.497	Densidad seca	1.93	gr/cm3
2209.00	225.256	1.10	0.0078	41.07	5.484	2.742	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	5.78	kgf/ cm2
2291.99	233.719	1.28	0.0090	41.12	5.683	2.842	RESISTENCIA AL CORTE	2.89	kgf/ cm2
2334.00	238.003	1.45	0.0102	41.17	5.780	2.890			
2295.50	234.077	1.53	0.0108	41.20	5.682	2.841	Deformacion al instante de la falla		
1989.00	202.822	1.64	0.0116	41.23	4.919	2.460	0.0102	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 20 % - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 20% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

DATOS DE LA PROBETA

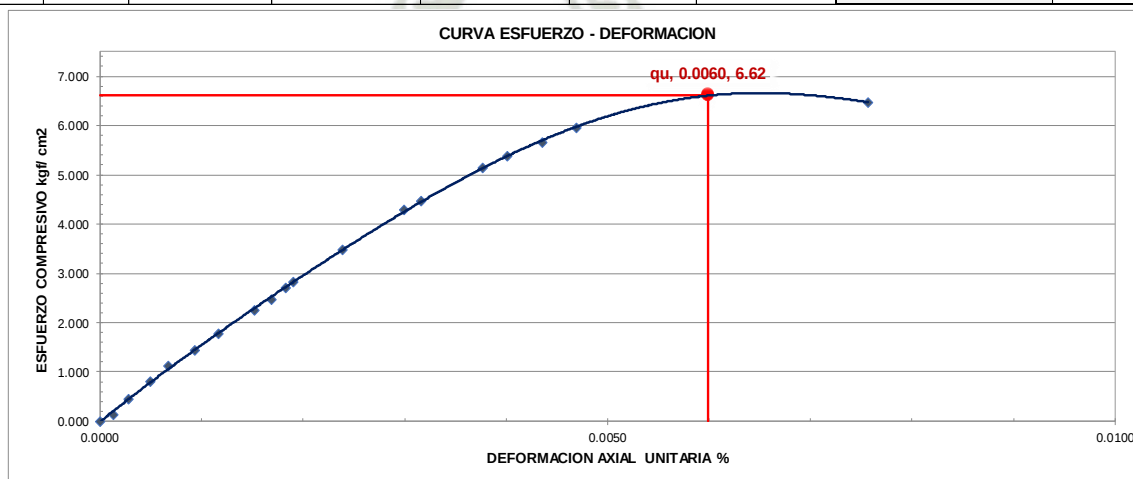
CODIGO		C1- E1 + 20 % - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		72.02	mm	AREA (Ao)	40.74	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		141.76	mm	VOLUMEN	577.52	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1249.73	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.74	0.000	0.000			
127.00	12.950	0.06	0.0004	40.76	0.318	0.159			
216.50	22.077	0.10	0.0007	40.77	0.542	0.271			
293.42	29.920	0.14	0.0010	40.78	0.734	0.367			
373.50	38.087	0.19	0.0013	40.79	0.934	0.467			
471.00	48.029	0.24	0.0017	40.81	1.177	0.588	CONTENIDO DE HUMEDAD		
590.38	60.203	0.28	0.0020	40.82	1.475	0.737	Especimen humedo + Tara	1488.15	gr.
687.00	70.055	0.33	0.0023	40.83	1.716	0.858	Especimen seco + Tara	1363.44	gr.
821.00	83.719	0.39	0.0028	40.85	2.049	1.025	Peso de la tara	371.42	gr.
918.57	93.669	0.43	0.0030	40.86	2.292	1.146	Peso especimen humedo	124.71	gr.
1032.50	105.286	0.49	0.0035	40.88	2.575	1.288	Peso especimen seco	992.02	gr.
1106.50	112.832	0.53	0.0037	40.89	2.759	1.380	% de Humedad	12.57	%
1234.32	125.867	0.57	0.0040	40.90	3.077	1.539	DENSIDAD		
1411.00	143.882	0.69	0.0049	40.94	3.515	1.757	Densidad humeda	2.16	gr/cm3
1690.00	172.333	0.85	0.0060	40.99	4.205	2.102	Densidad seca	1.92	gr/cm3
1890.00	192.727	0.98	0.0069	41.02	4.698	2.349	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		5.31
1982.00	202.109	1.06	0.0075	41.05	4.924	2.462	RESISTENCIA AL CORTE		2.66
2141.98	218.422	1.25	0.0088	41.10	5.314	2.657	Deformacion al instante de la falla		
2003.50	204.301	1.38	0.0097	41.14	4.966	2.483			
1402.00	142.965	1.48	0.0104	41.17	3.473	1.736	0.0088	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	25/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	2/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2 + 20 % - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

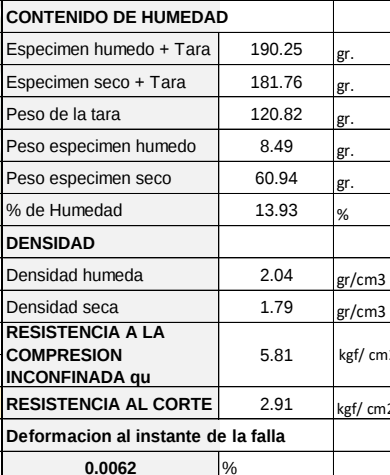
DATOS DE LA PROBETA

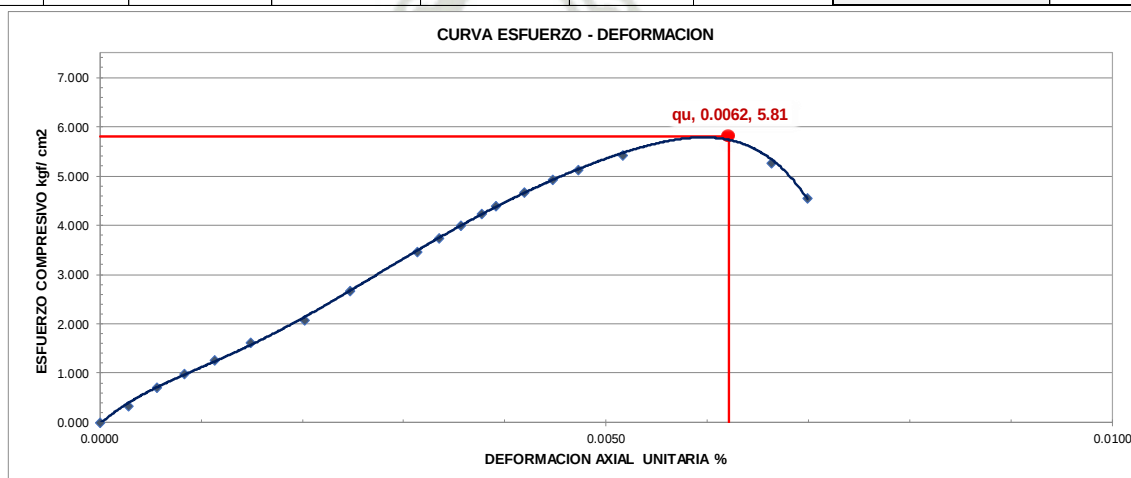
CODIGO		C1 - E2 + 20 % - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.51	mm	AREA (Ao)	40.16	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		142.22	mm	VOLUMEN	571.22	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1172.21	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.16	0.000	0.000			
52.75	5.379	0.02	0.0001	40.17	0.134	0.067			
181.00	18.457	0.04	0.0003	40.18	0.459	0.230			
316.00	32.223	0.07	0.0005	40.18	0.802	0.401			
442.97	45.171	0.10	0.0007	40.19	1.124	0.562			
571.07	58.233	0.13	0.0009	40.20	1.449	0.724	CONTENIDO DE HUMEDAD		
704.56	71.845	0.17	0.0012	40.21	1.787	0.893	Especimen humedo + Tara	201.15	gr.
887.02	90.451	0.22	0.0015	40.23	2.249	1.124	Especimen seco + Tara	191.04	gr.
980.00	99.933	0.24	0.0017	40.23	2.484	1.242	Peso de la tara	118.16	gr.
1071.00	109.212	0.26	0.0018	40.24	2.714	1.357	Peso especimen humedo	10.11	gr.
1114.70	113.668	0.27	0.0019	40.24	2.825	1.412	Peso especimen seco	72.88	gr.
1374.67	140.177	0.34	0.0024	40.26	3.482	1.741	% de Humedad	13.87	%
1697.07	173.054	0.43	0.0030	40.29	4.296	2.148	DENSIDAD		
1767.00	180.185	0.45	0.0032	40.29	4.472	2.236	Densidad humeda	2.05	gr/cm3
2037.24	207.741	0.54	0.0038	40.32	5.153	2.576	Densidad seca	1.80	gr/cm3
2128.00	216.996	0.57	0.0040	40.33	5.381	2.691	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
2238.00	228.213	0.62	0.0044	40.34	5.657	2.829	INCONFINADA qu		
2359.65	240.618	0.67	0.0047	40.35	5.963	2.981	RESISTENCIA AL CORTE	3.31	kgf/ cm2
2624.46	267.622	0.85	0.0060	40.41	6.623	3.312	Deformacion al instante de la falla		
2567.95	261.859	1.08	0.0076	40.47	6.470	3.235	0.0060	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	25/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	2/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2 + 20 % - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

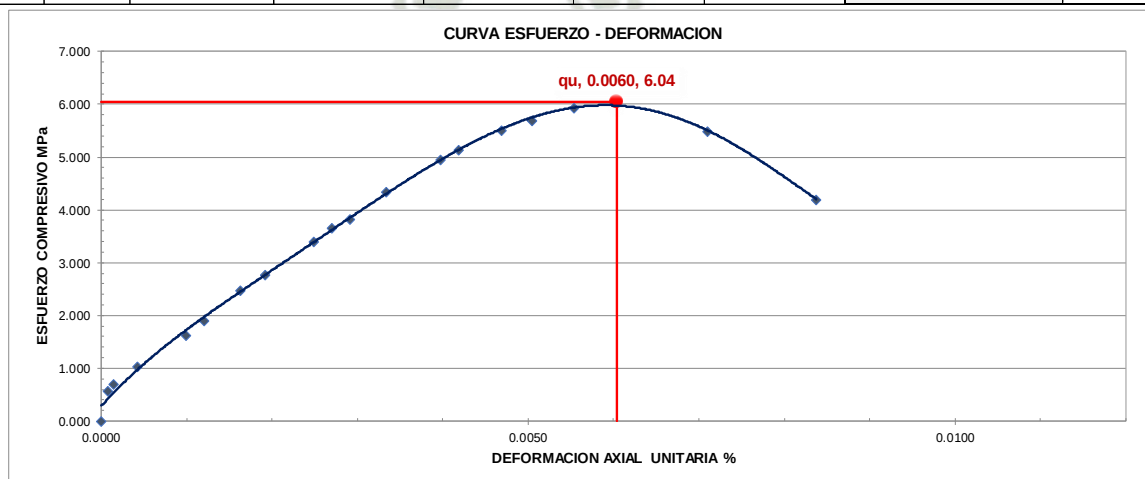
CODIGO		C1 - E2 + 20 % - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.42	mm	AREA (Ao)	40.06	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		143.17	mm	VOLUMEN	573.56	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1170.05	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.06	0.000	0.000			
129.00	13.154	0.04	0.0003	40.07	0.328	0.164			
279.89	28.540	0.08	0.0006	40.09	0.712	0.356			
388.07	39.572	0.12	0.0008	40.10	0.987	0.493			
495.72	50.550	0.16	0.0011	40.11	1.260	0.630			
635.12	64.765	0.21	0.0015	40.12	1.614	0.807			
818.13	83.426	0.29	0.0020	40.14	2.078	1.039			
1054.41	107.521	0.35	0.0025	40.16	2.677	1.339			
1369.82	139.683	0.45	0.0031	40.19	3.476	1.738			
1477.00	150.613	0.48	0.0034	40.20	3.747	1.873			
1580.00	161.116	0.51	0.0036	40.21	4.007	2.004			
1673.00	170.599	0.54	0.0038	40.21	4.242	2.121			
1731.00	176.514	0.56	0.0039	40.22	4.389	2.194			
1843.00	187.934	0.60	0.0042	40.23	4.671	2.336			
1948.00	198.641	0.64	0.0045	40.24	4.936	2.468			
2021.09	206.095	0.68	0.0047	40.25	5.120	2.560			
2140.00	218.220	0.74	0.0052	40.27	5.419	2.709			
2298.00	234.332	0.89	0.0062	40.31	5.813	2.906			
2084.00	212.510	0.95	0.0066	40.33	5.269	2.635			
1804.00	183.957	1.00	0.0070	40.34	4.560	2.280			
							CONTENIDO DE HUMEDAD		
							Especimen humedo + Tara	190.25	gr.
							Especimen seco + Tara	181.76	gr.
							Peso de la tara	120.82	gr.
							Peso especimen humedo	8.49	gr.
							Peso especimen seco	60.94	gr.
							% de Humedad	13.93	%
							DENSIDAD		
							Densidad humeda	2.04	gr/cm3
							Densidad seca	1.79	gr/cm3
							RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	5.81	kgf/ cm2
							RESISTENCIA AL CORTE	2.91	kgf/ cm2
							Deformacion al instante de la falla		
							0.0062	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	26/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	3/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - 20% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

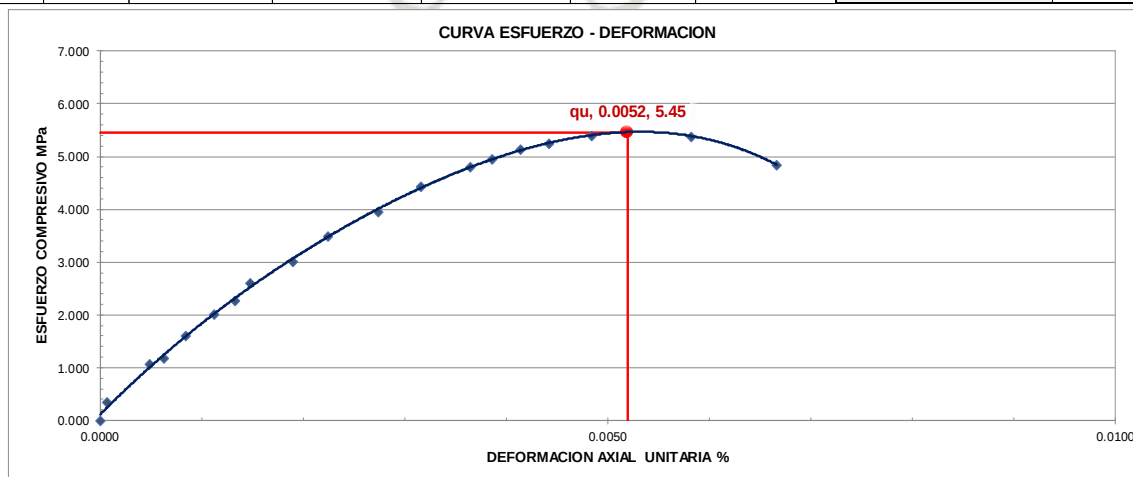
CODIGO	C2 - 20% - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	
DIAMETRO (D)	71.31	mm	AREA (Ao)	39.94	cm ²	
ALTURA INICIAL (Lo)	140.83	mm	VOLUMEN	562.42	cm ³	
RELACION Lo/D	2.00		PESO	1202.81	gr	
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE
N	kgf	mm	mm/mm	cm ²	kgf/ cm ²	kgf/ cm ²
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.94	0.000	0.000
223.00	22.740	0.01	0.0001	39.94	0.569	0.285
276.00	28.144	0.02	0.0001	39.94	0.705	0.352
405.00	41.299	0.06	0.0004	39.95	1.034	0.517
640.00	65.262	0.14	0.0010	39.98	1.633	0.816
750.00	76.479	0.17	0.0012	39.98	1.913	0.956
973.00	99.219	0.23	0.0016	40.00	2.480	1.240
1085.00	110.640	0.27	0.0019	40.01	2.765	1.383
1332.00	135.827	0.35	0.0025	40.03	3.393	1.696
1438.00	146.636	0.38	0.0027	40.04	3.662	1.831
1506.00	153.570	0.41	0.0029	40.05	3.834	1.917
1704.00	173.760	0.47	0.0033	40.07	4.337	2.168
1946.00	198.438	0.56	0.0040	40.09	4.949	2.475
2024.00	206.391	0.59	0.0042	40.10	5.146	2.573
2166.00	220.871	0.66	0.0047	40.12	5.505	2.752
2244.00	228.825	0.71	0.0050	40.14	5.701	2.850
2338.00	238.411	0.78	0.0055	40.16	5.937	2.968
2381.00	242.795	0.85	0.0060	40.18	6.043	3.022
2163.00	220.565	1.00	0.0071	40.22	5.484	2.742
1660.00	169.274	1.18	0.0084	40.27	4.203	2.102
		CONTENIDO DE HUMEDAD				
		Especimen humedo + Tara		188.71	gr.	
		Especimen seco + Tara		181.28	gr.	
		Peso de la tara		118.39	gr.	
		Peso especimen humedo		7.43	gr.	
		Peso especimen seco		62.89	gr.	
		% de Humedad		11.81	%	
		DENSIDAD				
		Densidad humeda		2.14	gr/cm ³	
		Densidad seca		1.91	gr/cm ³	
		RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		6.04	kgf/ cm ²	
		RESISTENCIA AL CORTE		3.02	kgf/ cm ²	
		Deformacion al instante de la falla				
		0.0060		%		



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	26/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	3/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - 20% - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

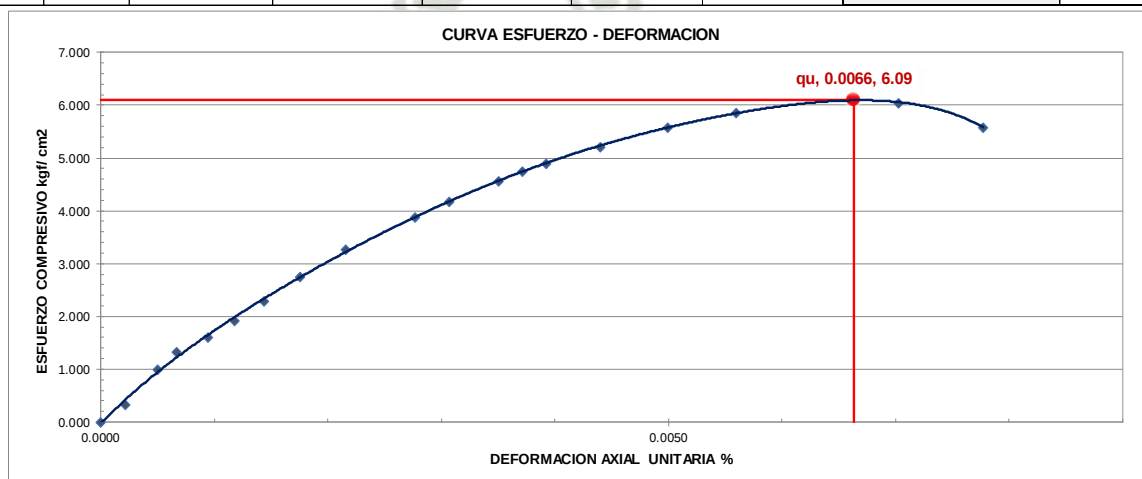
CODIGO		C2 - 20% - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.26	mm	AREA (Ao)	39.88	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		142.47	mm	VOLUMEN	568.23	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1208.28	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	39.88	0.000	0.000			
140.00	14.276	0.01	0.0001	39.89	0.358	0.179			
423.00	43.134	0.07	0.0005	39.90	1.081	0.540			
460.00	46.907	0.09	0.0006	39.91	1.175	0.588			
628.00	64.038	0.12	0.0008	39.92	1.604	0.802			
791.00	80.660	0.16	0.0011	39.93	2.020	1.010	CONTENIDO DE HUMEDAD		
892.00	90.959	0.19	0.0013	39.94	2.278	1.139	Especimen humedo + Tara	172.75	gr.
1023.00	104.317	0.21	0.0015	39.94	2.612	1.306	Especimen seco + Tara	166.73	gr.
1178.00	120.123	0.27	0.0019	39.96	3.006	1.503	Peso de la tara	116.31	gr.
1370.00	139.702	0.32	0.0022	39.97	3.495	1.747	Peso especimen humedo	6.02	gr.
1553.00	158.363	0.39	0.0027	39.99	3.960	1.980	Peso especimen seco	50.42	gr.
1743.00	177.737	0.45	0.0032	40.01	4.442	2.221	% de Humedad	11.94	%
1886.00	192.319	0.52	0.0036	40.03	4.804	2.402	DENSIDAD		
1946.00	198.438	0.55	0.0039	40.04	4.956	2.478	Densidad humeda	2.13	gr/cm3
2021.00	206.085	0.59	0.0041	40.05	5.146	2.573	Densidad seca	1.90	gr/cm3
2062.00	210.266	0.63	0.0044	40.06	5.249	2.624	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
2120.00	216.181	0.69	0.0048	40.08	5.394	2.697			
2144.00	218.628	0.74	0.0052	40.09	5.453	2.727	RESISTENCIA AL CORTE	2.73	kgf/ cm2
2120.00	216.181	0.83	0.0058	40.12	5.389	2.694	Deformacion al instante de la falla		
1908.00	194.563	0.95	0.0067	40.15	4.846	2.423	0.0052	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	2/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	9/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - 20% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20% CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

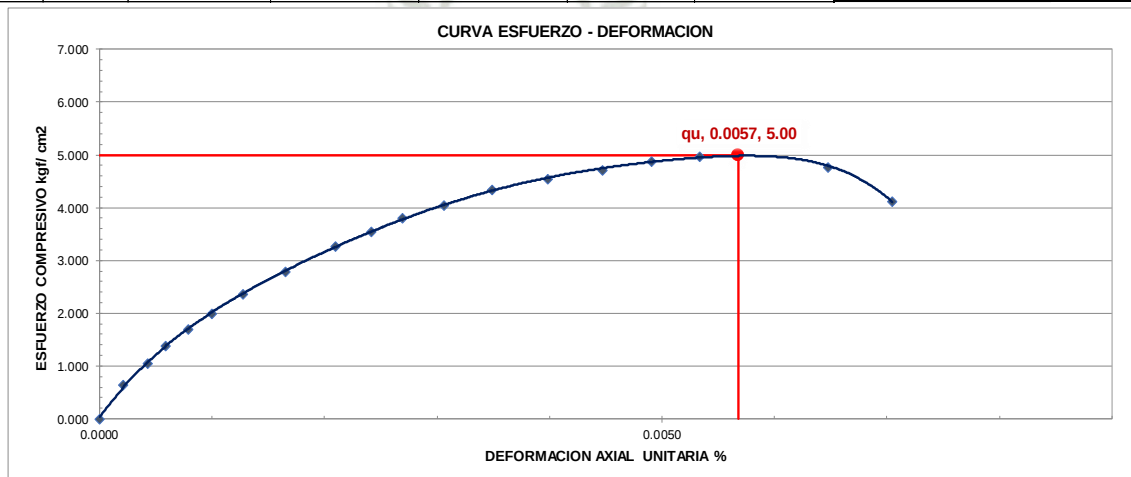
CODIGO		C3 - 20% - M1			VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.43		mm	AREA (Ao)	40.07	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		140.18		mm	VOLUMEN	561.75	cm3			
RELACION Lo/D		2.0			PESO	1204.58	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION		DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2				
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.07	0.000	0.000				
130.00	13.256	0.03	0.0002	40.08	0.331	0.165				
392.00	39.973	0.07	0.0005	40.09	0.997	0.499				
521.02	53.129	0.09	0.0007	40.10	1.325	0.662				
635.12	64.765	0.13	0.0009	40.11	1.615	0.807				
759.46	77.443	0.16	0.0012	40.12	1.930	0.965	CONTENIDO DE HUMEDAD			
901.55	91.933	0.20	0.0014	40.13	2.291	1.145	Especimen humedo + Tara	179.38	gr.	
1085.09	110.649	0.25	0.0018	40.14	2.756	1.378	Especimen seco + Tara	173.41	gr.	
1285.32	131.066	0.30	0.0022	40.16	3.264	1.632	Peso de la tara	119.99	gr.	
1531.83	156.204	0.39	0.0028	40.18	3.887	1.944	Peso especimen humedo	5.97	gr.	
1644.00	167.642	0.43	0.0031	40.20	4.171	2.085	Peso especimen seco	53.42	gr.	
1797.72	183.317	0.49	0.0035	40.21	4.559	2.279	% de Humedad	11.18	%	
1871.00	190.790	0.52	0.0037	40.22	4.743	2.372	DENSIDAD			
1936.00	197.418	0.55	0.0039	40.23	4.907	2.454	Densidad humeda	2.14	gr/cm3	
2058.77	209.937	0.62	0.0044	40.25	5.216	2.608	Densidad seca	1.93	gr/cm3	
2206.00	224.950	0.70	0.0050	40.27	5.586	2.793	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu			
2314.97	236.062	0.78	0.0056	40.30	5.858	2.929	RESISTENCIA AL CORTE			
2411.00	245.854	0.93	0.0066	40.34	6.095	3.047	RESISTENCIA AL CORTE			
2395.17	244.240	0.99	0.0070	40.36	6.052	3.026	Deformacion al instante de la falla			
2213.00	225.664	1.09	0.0078	40.39	5.588	2.794	0.0066	%		



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	2/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	9/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - 20% - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20% CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

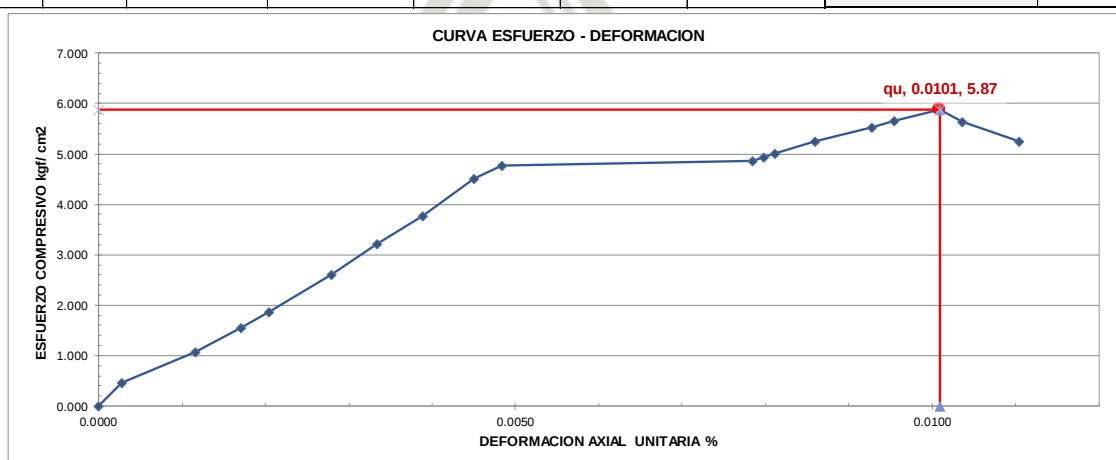
CODIGO	C3 - 20% - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA			
DIAMETRO (D)	71.40	mm	AREA (Ao)	40.04	cm2				
ALTURA INICIAL (Lo)	140.53	mm	VOLUMEN	562.69	cm3				
RELACION Lo/D	2.0		PESO	1201.24	gr				
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.04	0.000	0.000			
253.00	25.799	0.03	0.0002	40.05	0.644	0.322			
417.00	42.522	0.06	0.0004	40.06	1.062	0.531			
547.93	55.873	0.08	0.0006	40.06	1.395	0.697			
670.65	68.387	0.11	0.0008	40.07	1.707	0.853			
782.06	79.749	0.14	0.0010	40.08	1.990	0.995	CONTENIDO DE HUMEDAD		
930.62	94.897	0.18	0.0013	40.09	2.367	1.183	Especimen humedo + Tara	211.94	gr.
1097.47	111.911	0.23	0.0016	40.11	2.790	1.395	Especimen seco + Tara	202.16	gr.
1286.39	131.176	0.29	0.0021	40.12	3.269	1.635	Peso de la tara	115.34	gr.
1395.00	142.251	0.34	0.0024	40.14	3.544	1.772	Peso especimen humedo	9.78	gr.
1499.00	152.856	0.38	0.0027	40.15	3.807	1.904	Peso especimen seco	86.82	gr.
1596.00	162.747	0.43	0.0031	40.16	4.052	2.026	% de Humedad	11.26	%
1708.91	174.261	0.49	0.0035	40.18	4.337	2.168	DENSIDAD		
1790.00	182.530	0.56	0.0040	40.20	4.540	2.270	Densidad humeda	2.13	gr/cm3
1859.08	189.574	0.63	0.0045	40.22	4.713	2.357	Densidad seca	1.92	gr/cm3
1929.00	196.704	0.69	0.0049	40.24	4.888	2.444	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		5.00
1960.00	199.865	0.75	0.0053	40.26	4.965	2.482	RESISTENCIA AL CORTE		2.50
1973.19	201.210	0.80	0.0057	40.27	4.997	2.498	Deformacion al instante de la falla		
1886.00	192.319	0.91	0.0065	40.30	4.772	2.386			
1629.00	166.112	0.99	0.0070	40.32	4.119	2.060	0.0057	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 30 % - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 30% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

DATOS DE LA PROBETA

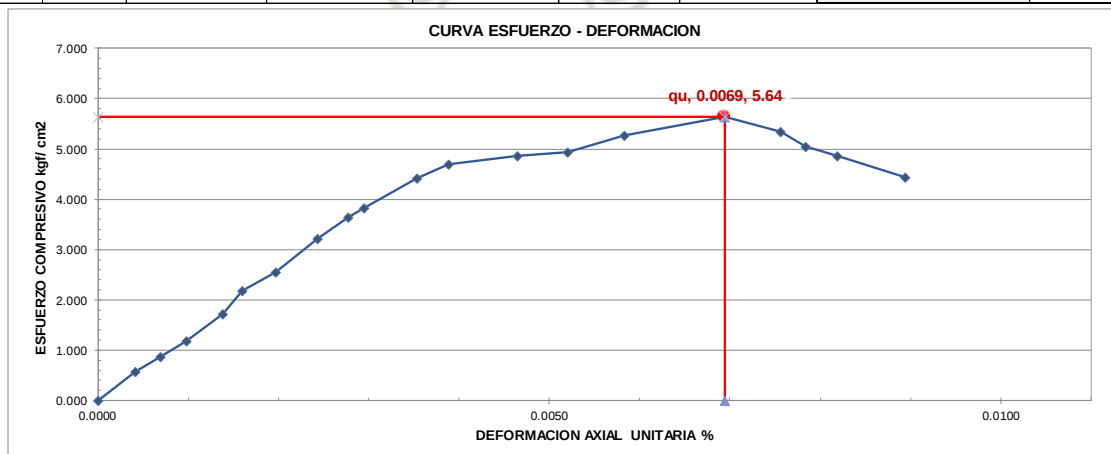
CODIGO		C1- E1 + 30 % - M1		VELOCIDAD	0.73	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		72.58	mm	AREA (Ao)	41.37	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		146.65	mm	VOLUMEN	606.72	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1275.76	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	41.37	0.000	0.000			
183.75	18.737	0.04	0.0003	41.38	0.453	0.226			
437.25	44.587	0.17	0.0012	41.42	1.076	0.538			
630.75	64.319	0.25	0.0017	41.44	1.552	0.776			
759.75	77.473	0.30	0.0020	41.46	1.869	0.934			
1058.25	107.912	0.41	0.0028	41.49	2.601	1.301	CONTENIDO DE HUMEDAD		
1310.25	133.609	0.49	0.0033	41.51	3.219	1.609	Especimen humedo + Tara	1443.35	gr.
1532.25	156.247	0.57	0.0039	41.53	3.762	1.881	Especimen seco + Tara	1316.43	gr.
1838.25	187.450	0.66	0.0045	41.56	4.511	2.255	Peso de la tara	370	gr.
1947.00	198.539	0.71	0.0048	41.57	4.776	2.388	Peso especimen humedo	126.92	gr.
1988.25	202.746	1.15	0.0078	41.70	4.862	2.431	Peso especimen seco	946.43	gr.
2017.50	205.729	1.17	0.0080	41.70	4.933	2.467	% de Humedad	13.41	%
2050.50	209.094	1.19	0.0081	41.71	5.013	2.507	DENSIDAD		
2145.75	218.806	1.26	0.0086	41.73	5.243	2.622	Densidad humeda	2.10	gr/cm3
2262.75	230.737	1.36	0.0093	41.76	5.525	2.763	Densidad seca	1.85	gr/cm3
2320.50	236.626	1.40	0.0095	41.77	5.665	2.832	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
2407.50	245.498	1.48	0.0101	41.79	5.874	2.937	5.87 kgf/ cm2		
2313.75	235.938	1.52	0.0104	41.80	5.644	2.822	RESISTENCIA AL CORTE		
2156.25	219.877	1.62	0.0110	41.83	5.256	2.628	2.94 kgf/ cm2		
							Deformacion al instante de la falla		
							0.0101	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/11/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	15/11/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 30 % - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 30% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

DATOS DE LA PROBETA

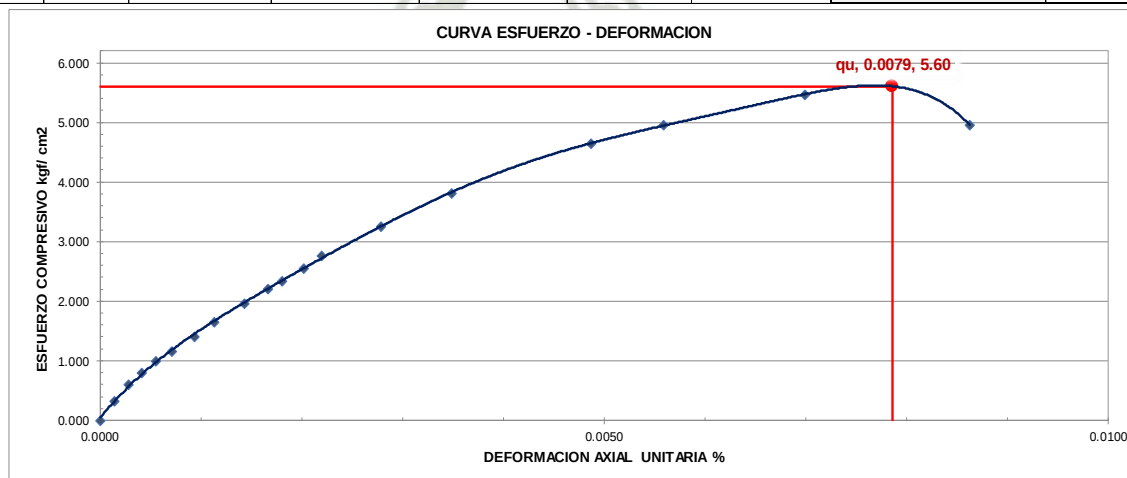
CODIGO		C1- E1 + 30 % - M2		VELOCIDAD	0.72	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		72.80	mm	AREA (Ao)	41.63	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		144.07	mm	VOLUMEN	599.73	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1275.59	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	41.63	0.000	0.000			
237.50	24.218	0.06	0.0004	41.64	0.582	0.291			
358.50	36.557	0.10	0.0007	41.66	0.878	0.439			
481.24	49.073	0.14	0.0010	41.67	1.178	0.589			
700.50	71.431	0.20	0.0014	41.68	1.714	0.857			
888.50	90.602	0.23	0.0016	41.69	2.173	1.087	CONTENIDO DE HUMEDAD		
1043.96	106.455	0.28	0.0020	41.71	2.552	1.276	Especimen humedo + Tara	1524.4	gr.
1316.00	134.195	0.35	0.0024	41.73	3.216	1.608	Especimen seco + Tara	1397.36	gr.
1488.00	151.734	0.40	0.0028	41.74	3.635	1.818	Peso de la tara	441.83	gr.
1567.34	159.824	0.43	0.0030	41.75	3.828	1.914	Peso especimen humedo	127.04	gr.
1808.00	184.365	0.51	0.0035	41.77	4.413	2.207	Peso especimen seco	955.53	gr.
1925.22	196.319	0.56	0.0039	41.79	4.698	2.349	% de Humedad	13.30	%
1991.00	203.026	0.67	0.0047	41.82	4.855	2.427	DENSIDAD		
2027.50	206.748	0.75	0.0052	41.84	4.941	2.470	Densidad humeda	2.13	gr/cm3
2163.50	220.616	0.84	0.0058	41.87	5.269	2.635	Densidad seca	1.88	gr/cm3
2319.50	236.524	1.00	0.0069	41.92	5.643	2.821	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	5.64	kgf/ cm2
2197.00	224.032	1.09	0.0076	41.94	5.341	2.671	RESISTENCIA AL CORTE	2.82	kgf/ cm2
2076.00	211.694	1.13	0.0078	41.96	5.046	2.523	Deformacion al instante de la falla		
1999.00	203.842	1.18	0.0082	41.97	4.857	2.428	0.0069	%	
1827.50	186.354	1.29	0.0089	42.00	4.437	2.218			



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	3/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 + 30 % - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

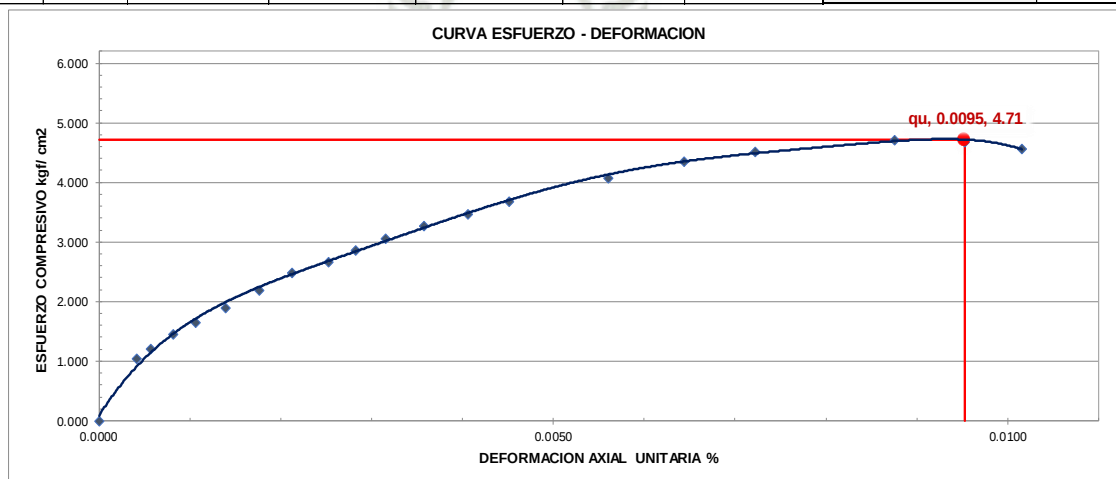
CODIGO		C1- E2 + 30 % - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.87	mm	AREA (Ao)	40.56	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		143.75	mm	VOLUMEN	583.10	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1173.60	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.56	0.000	0.000			
132.00	13.460	0.02	0.0001	40.57	0.332	0.166			
239.00	24.371	0.04	0.0003	40.58	0.601	0.300			
317.00	32.325	0.06	0.0004	40.58	0.797	0.398			
396.00	40.381	0.08	0.0006	40.59	0.995	0.497			
463.43	47.256	0.10	0.0007	40.59	1.164	0.582	CONTENIDO DE HUMEDAD		
559.23	57.026	0.13	0.0009	40.60	1.405	0.702	Especimen humedo + Tara	236.35	gr.
660.96	67.399	0.16	0.0011	40.61	1.660	0.830	Especimen seco + Tara	227.95	gr.
785.29	80.078	0.21	0.0014	40.62	1.971	0.986	Peso de la tara	169.92	gr.
878.00	89.531	0.24	0.0017	40.63	2.203	1.102	Peso especimen humedo	8.4	gr.
931.69	95.007	0.26	0.0018	40.64	2.338	1.169	Peso especimen seco	58.03	gr.
1019.00	103.909	0.29	0.0020	40.65	2.556	1.278	% de Humedad	14.48	%
1101.24	112.296	0.32	0.0022	40.65	2.762	1.381	DENSIDAD		
1299.85	132.548	0.40	0.0028	40.68	3.258	1.629	Densidad humeda	2.01	gr/cm3
1521.07	155.106	0.50	0.0035	40.71	3.810	1.905	Densidad seca	1.76	gr/cm3
1857.00	189.362	0.70	0.0049	40.76	4.645	2.323	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
1982.34	202.143	0.80	0.0056	40.79	4.955	2.478	RESISTENCIA AL CORTE		
2192.25	223.548	1.00	0.0070	40.85	5.472	2.736	Deformacion al instante de la falla		
2247.00	229.131	1.13	0.0079	40.89	5.604	2.802	0.0079 %		
1991.00	203.026	1.24	0.0086	40.92	4.962	2.481			



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	3/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2 + 30 % - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

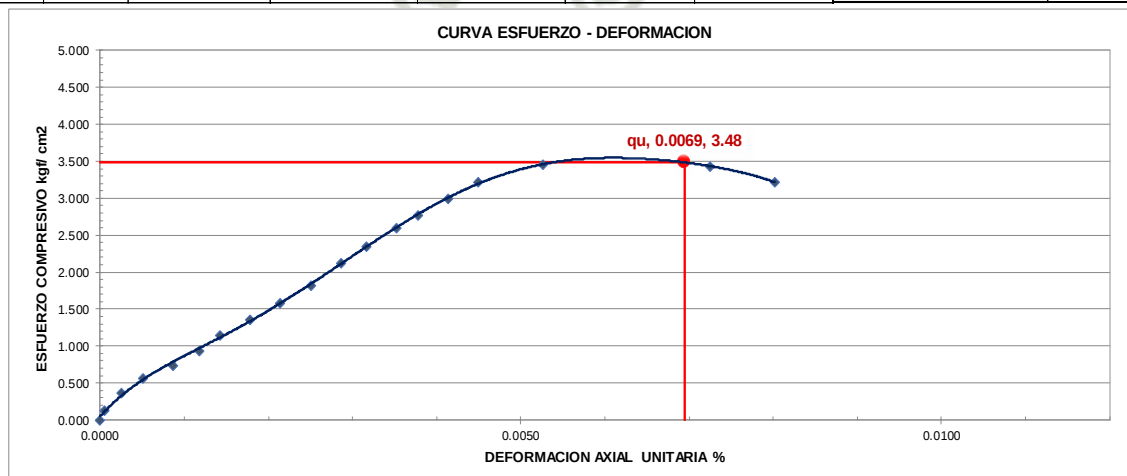
CODIGO		C1 - E2 + 30 % - M2		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.86	mm	AREA (Ao)	40.56	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		142.77	mm	VOLUMEN	579.04	cm3			
RELACION Lo/D		2		PESO	1160.92	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.56	0.000	0.000			
420.00	42.828	0.06	0.0004	40.57	1.056	0.528			
484.95	49.452	0.08	0.0006	40.58	1.219	0.609			
580.22	59.167	0.12	0.0008	40.59	1.458	0.729			
660.96	67.399	0.15	0.0011	40.60	1.660	0.830			
756.23	77.114	0.20	0.0014	40.61	1.899	0.949	CONTENIDO DE HUMEDAD		
874.10	89.134	0.25	0.0018	40.63	2.194	1.097	Especimen humedo + Tara	186.94	gr.
993.59	101.319	0.30	0.0021	40.64	2.493	1.246	Especimen seco + Tara	178.15	gr.
1066.00	108.702	0.36	0.0025	40.66	2.674	1.337	Peso de la tara	117.78	gr.
1142.68	116.522	0.40	0.0028	40.67	2.865	1.432	Peso especimen humedo	8.79	gr.
1224.00	124.814	0.45	0.0032	40.68	3.068	1.534	Peso especimen seco	60.37	gr.
1307.92	133.372	0.51	0.0036	40.70	3.277	1.638	% de Humedad	14.56	%
1389.00	141.639	0.58	0.0041	40.72	3.478	1.739	DENSIDAD		
1471.01	150.002	0.64	0.0045	40.74	3.682	1.841	Densidad humeda	2.00	gr/cm3
1632.00	166.418	0.80	0.0056	40.78	4.080	2.040	Densidad seca	1.75	gr/cm3
1742.00	177.635	0.92	0.0064	40.82	4.352	2.176	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
1811.72	184.744	1.03	0.0072	40.85	4.522	2.261			
1891.00	192.829	1.25	0.0088	40.91	4.713	2.356	RESISTENCIA AL CORTE		
1878.00	191.503	1.36	0.0095	40.95	4.677	2.338	Deformacion al instante de la falla		
1837.00	187.323	1.45	0.0102	40.97	4.572	2.286	0.0095	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	27/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	4/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - 30% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

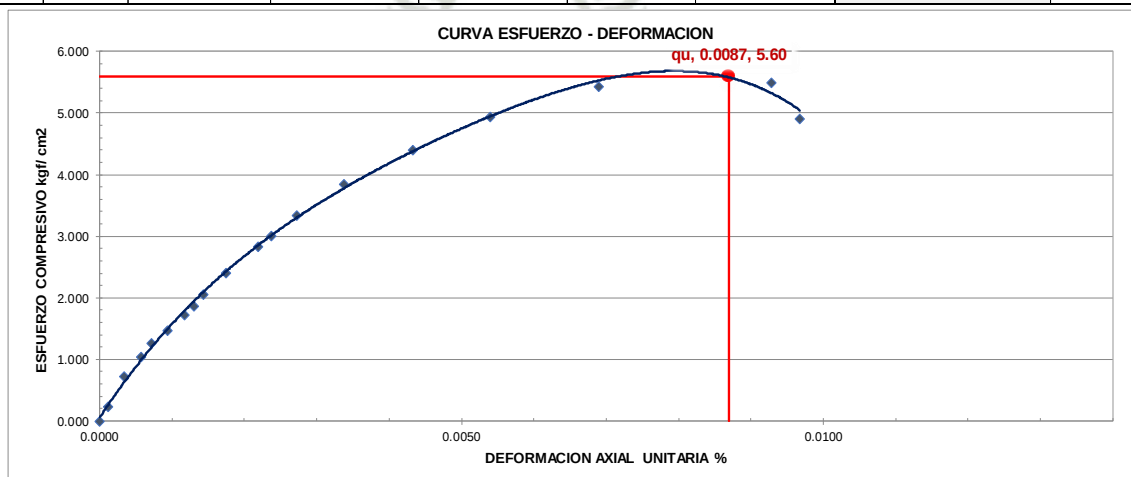
CODIGO		C2 - 30% - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.77	mm	AREA (Ao)	40.46	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		141.00	mm	VOLUMEN	570.45	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1181.09	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.46	0.000	0.000			
54.00	5.506	0.01	0.0001	40.46	0.136	0.068			
147.00	14.990	0.04	0.0003	40.47	0.370	0.185			
223.00	22.740	0.07	0.0005	40.48	0.562	0.281			
295.00	30.082	0.12	0.0009	40.49	0.743	0.371			
370.00	37.730	0.17	0.0012	40.50	0.932	0.466	CONTENIDO DE HUMEDAD		
455.00	46.397	0.20	0.0014	40.51	1.145	0.573	Especimen humedo + Tara	221.84	gr.
538.00	54.861	0.25	0.0018	40.53	1.354	0.677	Especimen seco + Tara	209.5	gr.
632.00	64.446	0.30	0.0021	40.54	1.590	0.795	Peso de la tara	118.16	gr.
727.00	74.134	0.35	0.0025	40.56	1.828	0.914	Peso especimen humedo	12.34	gr.
844.00	86.064	0.40	0.0029	40.57	2.121	1.061	Peso especimen seco	91.34	gr.
933.00	95.140	0.45	0.0032	40.58	2.344	1.172	% de Humedad	13.51	%
1033.00	105.337	0.50	0.0035	40.60	2.595	1.297	DENSIDAD		
1103.00	112.475	0.53	0.0038	40.61	2.770	1.385	Densidad humeda	2.07	gr/cm3
1194.00	121.755	0.58	0.0041	40.62	2.997	1.499	Densidad seca	1.82	gr/cm3
1284.00	130.932	0.63	0.0045	40.64	3.222	1.611	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu	3.48	kgf/ cm2
1378.00	140.517	0.74	0.0053	40.67	3.455	1.728			
1391.00	141.843	0.98	0.0069	40.74	3.482	1.741	RESISTENCIA AL CORTE	1.74	kgf/ cm2
1373.00	140.008	1.02	0.0073	40.75	3.436	1.718	Deformacion al instante de la falla		
1286.00	131.136	1.13	0.0080	40.78	3.215	1.608	0.0069	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	27/04/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	4/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 - 30% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

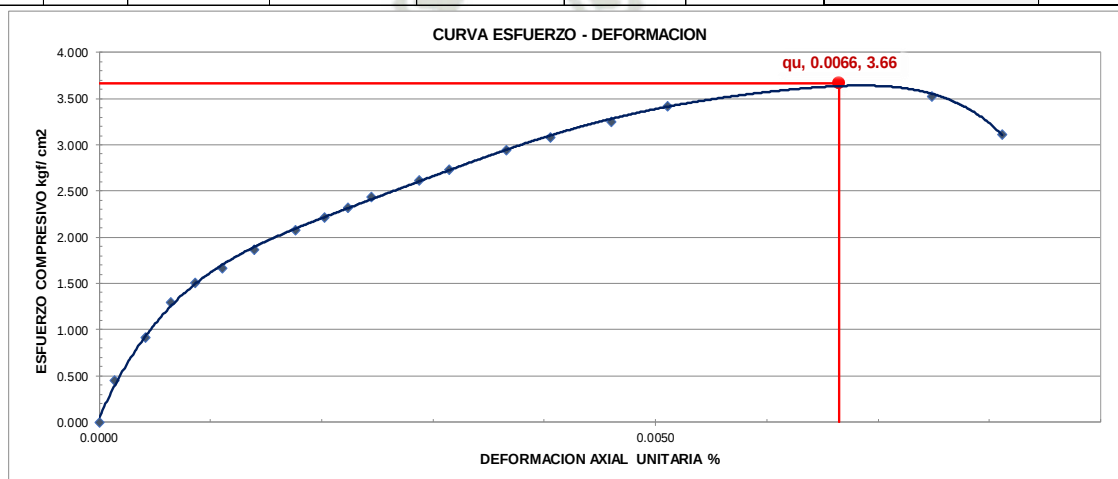
CODIGO		C2 - 30% - M1		VELOCIDAD	0.71	mm/min	ESQUEMA DE FALLA		
DIAMETRO (D)		71.94	mm	AREA (Ao)	40.65	cm2			
ALTURA INICIAL (Lo)		141.38	mm	VOLUMEN	574.65	cm3			
RELACION Lo/D		2.00		PESO	1189.03	gr			
CARGA APLICADA		DEFORMACION	DEFORMACION AXIAL UNITARIA	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL	ESFUERZO COMPRESIVO	RESISTENCIA AL CORTE			
N	kgf	mm	mm/mm	cm2	kgf/ cm2	kgf/ cm2			
0.00	0.000	0.00	0.0000	40.65	0.000	0.000			
94.00	9.585	0.02	0.0001	40.65	0.236	0.118			
288.00	29.368	0.05	0.0003	40.66	0.722	0.361			
418.75	42.701	0.08	0.0006	40.67	1.050	0.525			
505.95	51.592	0.10	0.0007	40.68	1.268	0.634			
586.68	59.825	0.13	0.0009	40.69	1.470	0.735	CONTENIDO DE HUMEDAD		
688.95	70.253	0.17	0.0012	40.69	1.726	0.863	Especimen humedo + Tara	192.52	gr.
744.00	75.867	0.18	0.0013	40.70	1.864	0.932	Especimen seco + Tara	183.52	gr.
824.05	84.030	0.20	0.0014	40.71	2.064	1.032	Peso de la tara	115.4	gr.
959.68	97.861	0.25	0.0017	40.72	2.403	1.202	Peso especimen humedo	9	gr.
1135.15	115.753	0.31	0.0022	40.74	2.842	1.421	Peso especimen seco	68.12	gr.
1204.00	122.774	0.34	0.0024	40.74	3.013	1.507	% de Humedad	13.21	%
1333.76	136.006	0.38	0.0027	40.76	3.337	1.668	DENSIDAD		
1542.60	157.302	0.48	0.0034	40.78	3.857	1.928	Densidad humeda	2.07	gr/cm3
1765.43	180.024	0.61	0.0043	40.82	4.410	2.205	Densidad seca	1.83	gr/cm3
1978.57	201.759	0.76	0.0054	40.87	4.937	2.468	RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		
2181.49	222.451	0.97	0.0069	40.93	5.435	2.717	RESISTENCIA AL CORTE		
2249.85	229.421	1.23	0.0087	41.00	5.595	2.798	RESISTENCIA AL CORTE		
2210.00	225.358	1.31	0.0093	41.03	5.493	2.746	Deformacion al instante de la falla		
1979.00	201.803	1.37	0.0097	41.04	4.917	2.458	0.0087	%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	3/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - 30% - M1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 30% CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

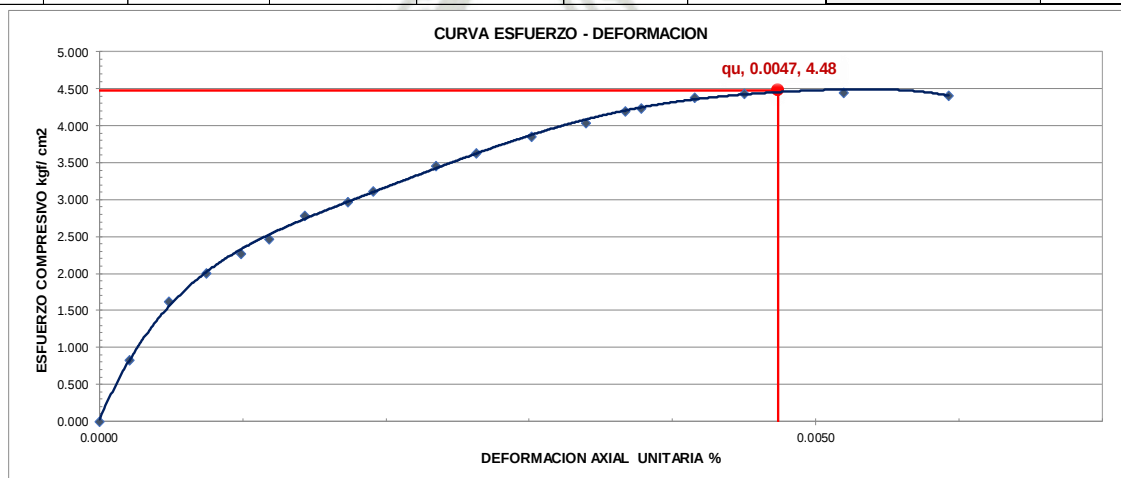
CODIGO		C3 - 30% - M1				VELOCIDAD		0.71		mm/min		ESQUEMA DE FALLA			
DIAMETRO (D)		72.08		mm		AREA (Ao)		40.81		cm2					
ALTURA INICIAL (Lo)		142.91		mm		VOLUMEN		583.14		cm3					
RELACION Lo/D		2.0				PESO		1202.33		gr					
CARGA APLICADA		DEFORMACION		DEFORMACION AXIAL UNITARIA		AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL		ESFUERZO COMPRESIVO		RESISTENCIA AL CORTE					
N	kgf	mm		mm/mm		cm2		kgf/ cm2		kgf/ cm2					
0.00	0.000	0.00		0.0000		40.81		0.000		0.000					
180.00	18.355	0.02		0.0001		40.81		0.450		0.225					
367.20	37.444	0.06		0.0004		40.82		0.917		0.459					
518.65	52.888	0.09		0.0006		40.83		1.295		0.648					
604.55	61.647	0.12		0.0009		40.84		1.509		0.755					
667.20	68.036	0.16		0.0011		40.85		1.665		0.833		CONTENIDO DE HUMEDAD			
747.94	76.269	0.20		0.0014		40.86		1.866		0.933		Especimen humedo + Tara		184.89	gr.
833.20	84.963	0.25		0.0018		40.88		2.078		1.039		Especimen seco + Tara		177.06	gr.
888.00	90.551	0.29		0.0020		40.89		2.215		1.107		Peso de la tara		116.34	gr.
932.66	95.106	0.32		0.0022		40.90		2.325		1.163		Peso especimen humedo		7.83	gr.
976.80	99.606	0.35		0.0024		40.91		2.435		1.218		Peso especimen seco		60.72	gr.
1050.21	107.093	0.41		0.0029		40.92		2.617		1.308		% de Humedad		12.90	%
1100.40	112.210	0.45		0.0031		40.93		2.741		1.371		DENSIDAD			
1185.21	120.858	0.52		0.0037		40.96		2.951		1.475		Densidad humeda		2.06	gr/cm3
1239.60	126.404	0.58		0.0041		40.97		3.085		1.543		Densidad seca		1.83	gr/cm3
1307.92	133.372	0.66		0.0046		40.99		3.253		1.627		RESISTENCIA A LA COMPRESION			
1377.60	140.477	0.73		0.0051		41.02		3.425		1.712		INCONFINADA qu			
1474.80	150.388	0.95		0.0066		41.08		3.661		1.830		RESISTENCIA AL CORTE		1.83	kgf/ cm2
1422.00	145.004	1.07		0.0075		41.11		3.527		1.763		Deformacion al instante de la falla			
1257.60	128.240	1.16		0.0081		41.14		3.117		1.559		0.0066		%	



	INFORME DE ENSAYO		
	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS		
	MTC E - 121		
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	3/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 - 30% - M2
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 30% CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

DATOS DE LA PROBETA

CODIGO		C3 - 30% - M2				VELOCIDAD		0.71		mm/min		ESQUEMA DE FALLA			
DIAMETRO (D)		72.08		mm		AREA (Ao)		40.81		cm2					
ALTURA INICIAL (Lo)		144.30		mm		VOLUMEN		588.86		cm3					
RELACION Lo/D		2.0				PESO		1222.49		gr					
CARGA APLICADA		DEFORMACION		DEFORMACION AXIAL UNITARIA		AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL		ESFUERZO COMPRESIVO		RESISTENCIA AL CORTE					
N	kgf	mm		mm/mm		cm2		kgf/ cm2		kgf/ cm2					
0.00	0.000	0.00		0.0000		40.81		0.000		0.000					
334.00	34.059	0.03		0.0002		40.82		0.834		0.417					
652.00	66.486	0.07		0.0005		40.83		1.628		0.814					
805.21	82.109	0.11		0.0007		40.84		2.011		1.005					
908.55	92.647	0.14		0.0010		40.85		2.268		1.134					
990.36	100.989	0.17		0.0012		40.86		2.472		1.236		CONTENIDO DE HUMEDAD			
1118.46	114.052	0.21		0.0014		40.87		2.791		1.395		Especimen humedo + Tara		199.94	gr.
1192.00	121.551	0.25		0.0017		40.88		2.973		1.487		Especimen seco + Tara		190.23	gr.
1248.72	127.334	0.28		0.0019		40.89		3.114		1.557		Peso de la tara		114.62	gr.
1388.66	141.604	0.34		0.0023		40.90		3.462		1.731		Peso especimen humedo		9.71	gr.
1456.00	148.471	0.38		0.0026		40.92		3.629		1.814		Peso especimen seco		75.61	gr.
1549.06	157.960	0.44		0.0030		40.93		3.859		1.930		% de Humedad		12.84	%
1624.00	165.603	0.49		0.0034		40.95		4.044		2.022		DENSIDAD			
1688.00	172.129	0.53		0.0037		40.96		4.202		2.101		Densidad humeda		2.08	gr/cm3
1701.92	173.548	0.55		0.0038		40.96		4.237		2.118		Densidad seca		1.84	gr/cm3
1760.00	179.471	0.60		0.0042		40.98		4.380		2.190		RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA qu		4.48	kgf/ cm2
1786.00	182.122	0.65		0.0045		40.99		4.443		2.221					
1800.95	183.647	0.68		0.0047		41.00		4.479		2.239		RESISTENCIA AL CORTE		2.24	kgf/ cm2
1792.00	182.734	0.75		0.0052		41.02		4.455		2.227		Deformacion al instante de la falla			
1776.19	181.122	0.86		0.0059		41.05		4.412		2.206		0.0047		%	



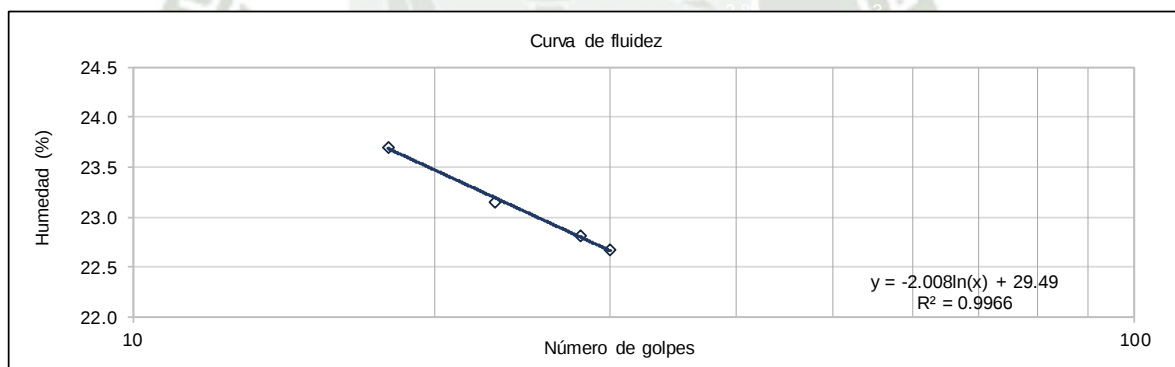
ANEXO C: Reporte de ensayos de caracterización físico- mecánica del suelo con adición de %CFL

C.1 Ensayo de Limites de Atterberg

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	9/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL-ML + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	0.90 m

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C-12	CP- 8	C- 32	CP-1
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	28.35	26.86	26.85	29.35
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	25.70	24.51	24.53	26.56
PESO DE CÁPSULA (g)	14.52	14.36	14.36	14.25
PESO DEL AGUA (g)	2.65	2.35	2.32	2.79
PESO DEL SUELO SECO (g)	11.18	10.15	10.17	12.31
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.70	23.15	22.81	22.66
NÚMERO DE GOLPES	18	23	28	30



LÍMITE PLÁSTICO

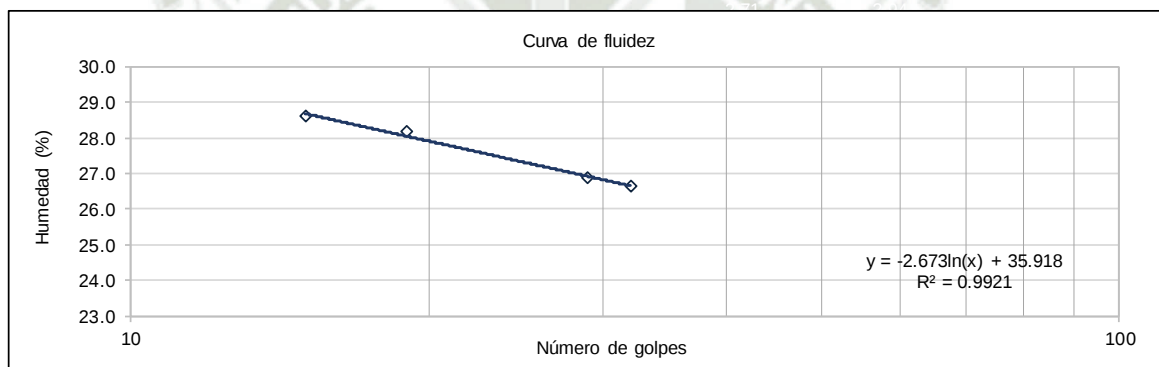
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	CP- 11	CP- 4	CP- 18	CP- 9
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	15.65	15.71	15.12	15.44
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	14.93	14.97	14.48	14.76
PESO DE CÁPSULA (g)	11.06	11.01	11.04	11.12
PESO DEL AGUA (g)	0.72	0.74	0.64	0.68
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.87	3.96	3.44	3.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.6	18.7	18.6	18.7

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23.0
LÍMITE PLÁSTICO	18.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4.4

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	9/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 m

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C-12	CP- 8	C- 32	CP-1
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	25.37	28.01	25.92	26.03
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	22.81	24.92	23.38	23.49
PESO DE CÁPSULA (g)	13.86	13.95	13.93	13.96
PESO DEL AGUA (g)	2.56	3.09	2.54	2.54
PESO DEL SUELO SECO (g)	8.95	10.97	9.45	9.53
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.60	28.17	26.88	26.65
NÚMERO DE GOLPES	15	19	29	32


LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 35	C- 38	C- 14	C- 20
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	18.66	19.25	19.43	18.70
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.94	18.41	18.56	18.00
PESO DE CÁPSULA (g)	14.21	14.16	14.19	14.46
PESO DEL AGUA (g)	0.72	0.84	0.87	0.70
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.73	4.25	4.37	3.54
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.3	19.8	19.9	19.8

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.3
LÍMITE PLÁSTICO	19.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.6

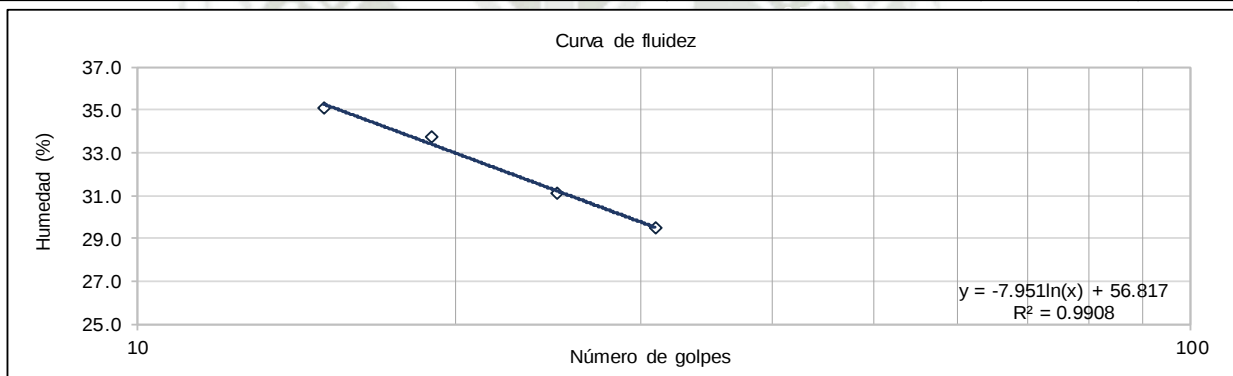

INFORME DE ENSAYO
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS**

MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318

TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	9/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 25	C- 20	C- 5	C- 41
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	25.41	26.67	23.10	28.79
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	22.48	23.46	20.19	25.41
PESO DE CÁPSULA (g)	14.13	13.95	10.83	13.95
PESO DEL AGUA (g)	2.93	3.21	2.91	3.38
PESO DEL SUELO SECO (g)	8.35	9.51	9.36	11.46
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.09	33.75	31.09	29.49
NÚMERO DE GOLPES	15	19	25	31


LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 39	C- 14	C- 61	C- 3
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	18.43	18.68	18.35	14.67
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.71	17.91	17.64	14.06
PESO DE CÁPSULA (g)	14.23	14.19	14.20	11.09
PESO DEL AGUA (g)	0.72	0.77	0.71	0.61
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.48	3.72	3.44	2.97
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.7	20.7	20.6	20.5

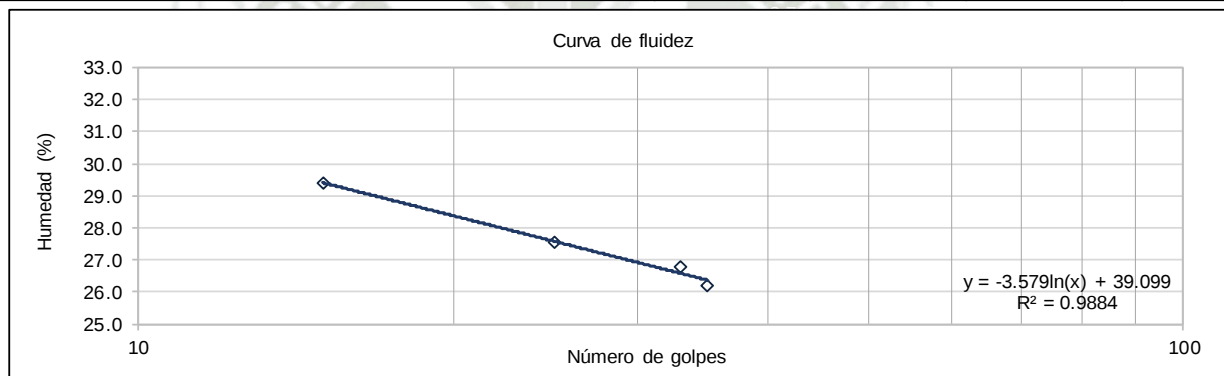
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	31.2
LÍMITE PLÁSTICO	20.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.6

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
TESIS:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	8/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	9/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10 % DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 9	C- 6	E- 3	C- 25
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	26.31	30.67	31.13	26.85
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	23.51	27.05	27.49	24.21
PESO DE CÁPSULA (g)	13.99	13.90	13.90	14.14
PESO DEL AGUA (g)	2.80	3.62	3.64	2.64
PESO DEL SUELO SECO (g)	9.52	13.15	13.59	10.07
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.41	27.53	26.78	26.22
NÚMERO DE GOLPES	15	25	33	35



LÍMITE PLÁSTICO

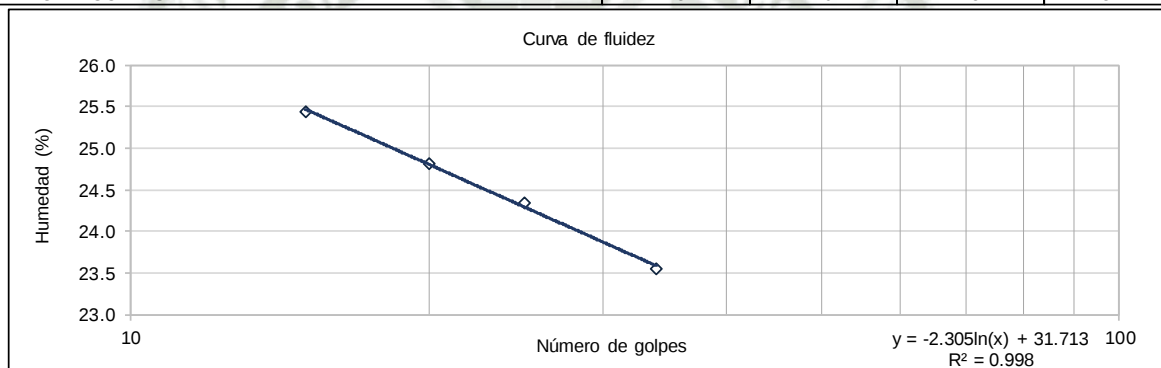
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 61	C- 18	C- 51	C- 5
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	17.77	18.19	17.94	14.48
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.19	17.53	17.30	13.89
PESO DE CÁPSULA (g)	14.20	14.15	14.00	10.85
PESO DEL AGUA (g)	0.58	0.66	0.64	0.59
PESO DEL SUELO SECO (g)	2.99	3.38	3.30	3.04
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.4	19.5	19.4	19.4

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.6
LÍMITE PLÁSTICO	19.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.1

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 20%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL-ML + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	0.90 m

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 10	C- 90	C- 7	C- 331
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	28.00	29.67	29.44	32.00
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	25.16	26.58	26.49	28.62
PESO DE CÁPSULA (g)	14.00	14.13	14.37	14.27
PESO DEL AGUA (g)	2.84	3.09	2.95	3.38
PESO DEL SUELO SECO (g)	11.16	12.45	12.12	14.35
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.45	24.82	24.34	23.55
NÚMERO DE GOLPES	15	20	25	34



LÍMITE PLÁSTICO

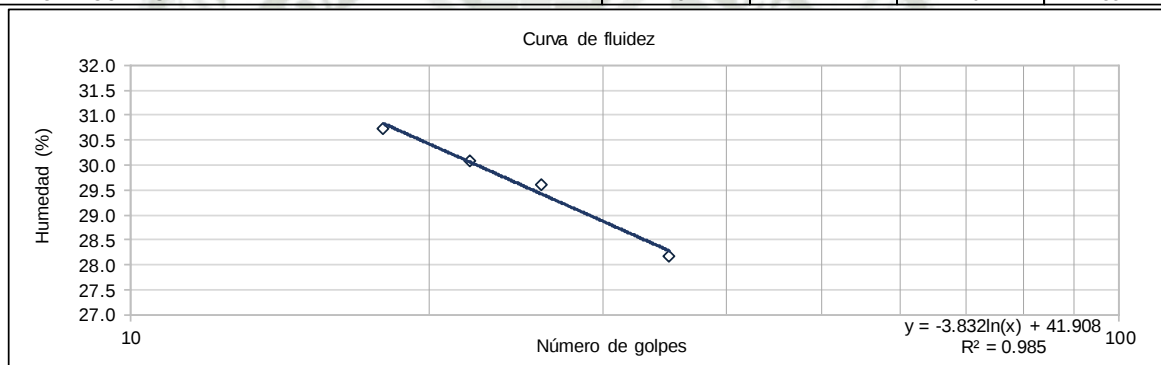
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	CP-3	CP-4	CP-5	CP-6
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	15.30	14.83	15.54	15.30
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	14.65	14.28	14.88	14.67
PESO DE CÁPSULA (g)	10.86	11.10	11.04	11.03
PESO DEL AGUA (g)	0.65	0.55	0.66	0.63
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.79	3.18	3.84	3.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.2	17.3	17.2	17.3

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.3
LÍMITE PLÁSTICO	17.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.1

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 + 20%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 m

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 10	C- 90	C- 7	C- 331
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	28.11	25.63	26.76	26.46
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	24.88	22.94	23.88	23.71
PESO DE CÁPSULA (g)	14.37	14.00	14.15	13.95
PESO DEL AGUA (g)	3.23	2.69	2.88	2.75
PESO DEL SUELO SECO (g)	10.51	8.94	9.73	9.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.73	30.09	29.60	28.18
NÚMERO DE GOLPES	18	22	26	35


LÍMITE PLÁSTICO

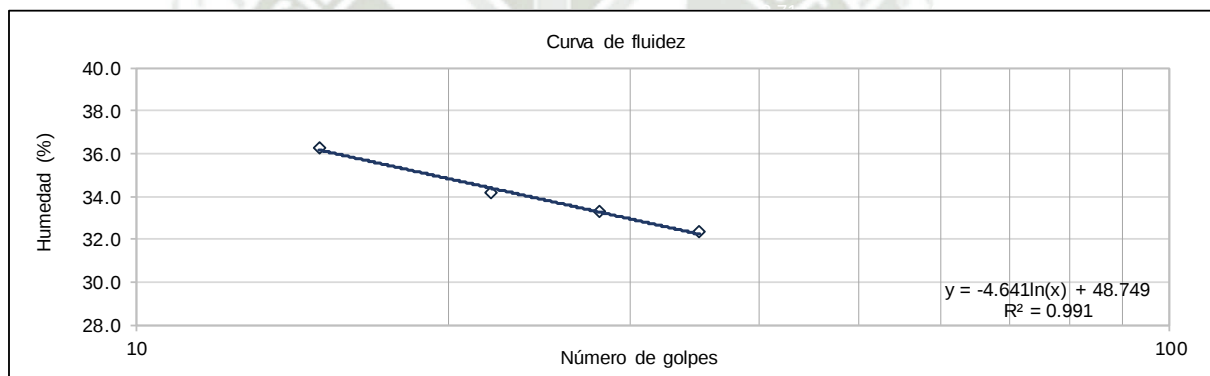
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 44	C- 11	C- 26	C- 17
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	18.68	19.29	18.17	18.54
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.79	18.41	17.43	17.76
PESO DE CÁPSULA (g)	13.85	14.51	14.17	14.33
PESO DEL AGUA (g)	0.89	0.88	0.74	0.78
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.94	3.90	3.26	3.43
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.6	22.6	22.7	22.7

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	29.6
LÍMITE PLÁSTICO	22.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.9

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 20%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 2	C- 42	C- 6	C-17
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	26.87	24.79	23.31	26.39
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	23.61	22.08	20.96	23.44
PESO DE CÁPSULA (g)	14.63	14.15	13.90	14.32
PESO DEL AGUA (g)	3.26	2.71	2.35	2.95
PESO DEL SUELO SECO (g)	8.98	7.93	7.06	9.12
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.30	34.17	33.29	32.35
NÚMERO DE GOLPES	15	22	28	35



LÍMITE PLÁSTICO

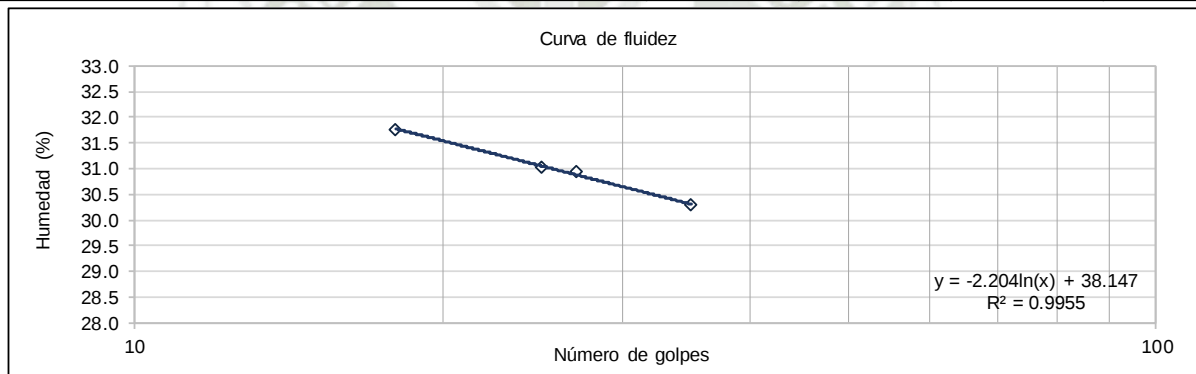
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 7	C- 27	C- 23	C- 71
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	18.68	17.77	18.28	17.30
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.84	17.08	17.43	16.64
PESO DE CÁPSULA (g)	14.37	14.25	13.93	13.93
PESO DEL AGUA (g)	0.84	0.69	0.85	0.66
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.47	2.83	3.50	2.71
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.2	24.4	24.3	24.4

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	33.8
LÍMITE PLÁSTICO	24.3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.5

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 20%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20 % DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 18	C- 25	C- 6	C- 41
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	30.10	28.69	29.34	22.79
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	26.25	25.24	25.76	20.04
PESO DE CÁPSULA (g)	14.13	14.12	14.19	10.96
PESO DEL AGUA (g)	3.85	3.45	3.58	2.75
PESO DEL SUELO SECO (g)	12.12	11.12	11.57	9.08
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.77	31.03	30.94	30.29
NÚMERO DE GOLPES	18	25	27	35



LÍMITE PLÁSTICO

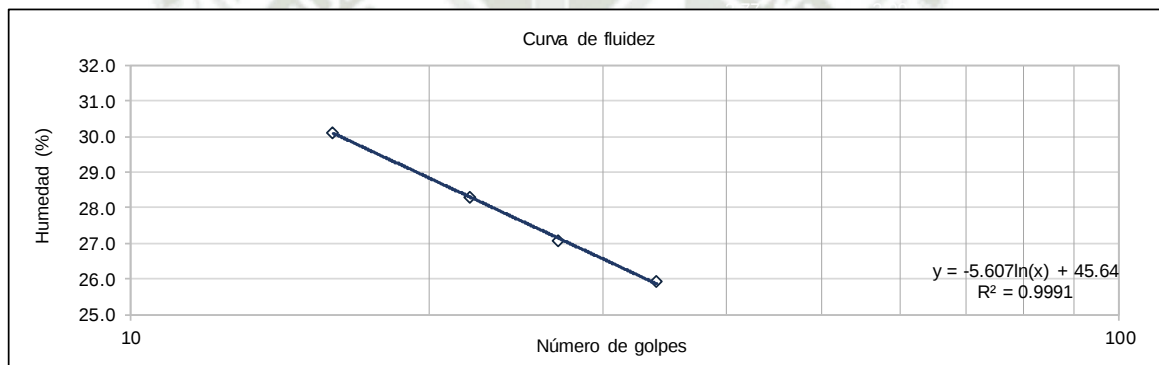
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 3	C- 5	C- 24	C- 45
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	15.12	13.93	19.40	18.97
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	14.35	13.34	18.41	18.06
PESO DE CÁPSULA (g)	11.09	10.83	14.20	14.19
PESO DEL AGUA (g)	0.77	0.59	0.99	0.91
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.26	2.51	4.21	3.87
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.6	23.5	23.5	23.5

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	31.1
LÍMITE PLÁSTICO	23.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.5

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	10/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	11/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 30%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL-ML + 30%	PROFUNDIDAD:	0.90 m

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 34	C- 71	C- 41	C- 37
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	29.28	31.40	28.68	32.50
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	25.78	27.60	25.57	28.69
PESO DE CÁPSULA (g)	14.16	14.17	14.09	13.99
PESO DEL AGUA (g)	3.50	3.80	3.11	3.81
PESO DEL SUELO SECO (g)	11.62	13.43	11.48	14.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.12	28.29	27.09	25.92
NÚMERO DE GOLPES	16	22	27	34


LÍMITE PLÁSTICO

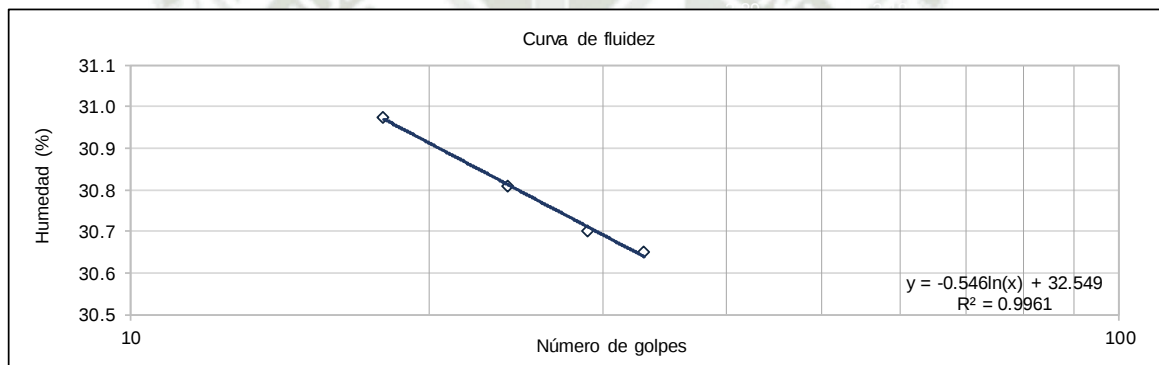
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 41	C- 42	C- 43	C- 44
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	18.97	18.65	20.10	16.20
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	18.18	17.92	19.14	15.36
PESO DE CÁPSULA (g)	14.19	14.25	14.28	11.11
PESO DEL AGUA (g)	0.79	0.73	0.96	0.84
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.99	3.67	4.86	4.25
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.8	19.9	19.8	19.8

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.6
LÍMITE PLÁSTICO	19.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.8

	INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318		
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	10/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	11/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 + 30%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 30% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 34	C- 71	C- 41	C- 37
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	28.01	28.45	24.08	27.13
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	24.77	25.03	21.01	24.16
PESO DE CÁPSULA (g)	14.31	13.93	11.01	14.47
PESO DEL AGUA (g)	3.24	3.42	3.07	2.97
PESO DEL SUELO SECO (g)	10.46	11.10	10.00	9.69
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.98	30.81	30.70	30.65
NÚMERO DE GOLPES	18	24	29	33


LÍMITE PLÁSTICO

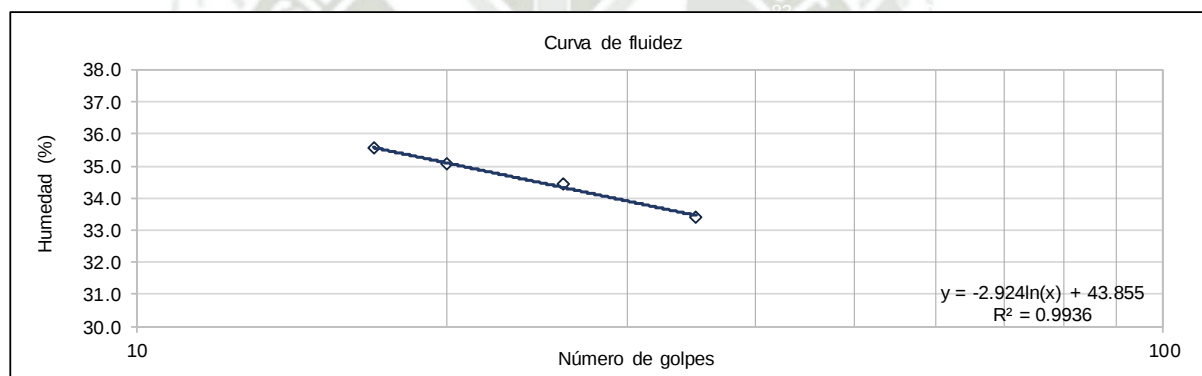
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 42	C- 39	C- 4	CP- 10
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	18.92	19.31	18.46	15.27
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	18.03	18.36	17.63	14.48
PESO DE CÁPSULA (g)	14.17	14.25	14.06	11.07
PESO DEL AGUA (g)	0.89	0.95	0.83	0.79
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.86	4.11	3.57	3.41
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.1	23.1	23.2	23.2

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30.8
LÍMITE PLÁSTICO	23.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.6

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	10/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	11/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 30%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 18	C- 12	C- 35	C- 44
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	25.55	25.33	27.20	26.89
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	22.56	22.35	23.87	23.66
PESO DE CÁPSULA (g)	14.15	13.85	14.20	13.99
PESO DEL AGUA (g)	2.99	2.98	3.33	3.23
PESO DEL SUELO SECO (g)	8.41	8.50	9.67	9.67
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.55	35.06	34.44	33.40
NÚMERO DE GOLPES	17	20	26	35


LÍMITE PLÁSTICO

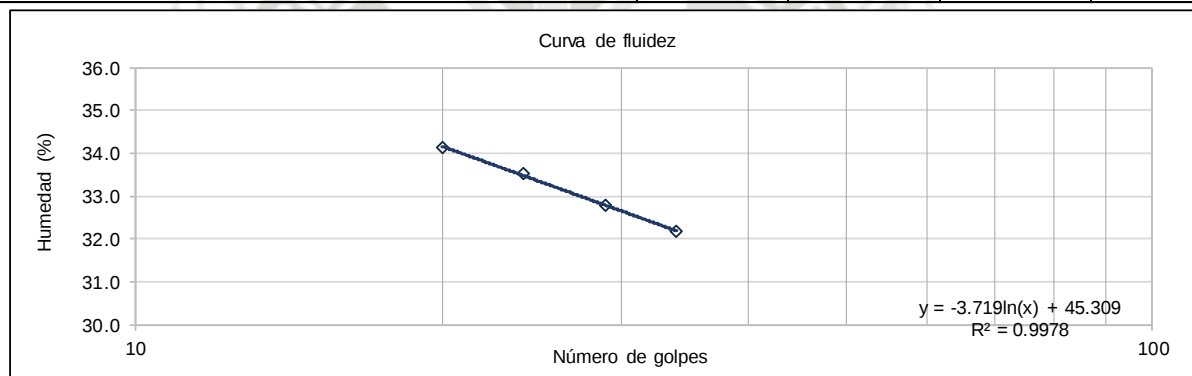
DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C-38	C- 4	C- 37	C- 10
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	17.89	17.74	18.00	17.55
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	17.23	17.07	17.34	16.93
PESO DE CÁPSULA (g)	14.16	14.04	14.46	14.36
PESO DEL AGUA (g)	0.66	0.67	0.66	0.62
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.07	3.03	2.88	2.57
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.5	22.1	22.9	24.1

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	34.4
LÍMITE PLÁSTICO	22.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.8

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS MTC E - 110 / E - 111 / ASTM D 4318	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	10/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	11/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 30%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 20 % DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 33	C- 2	C- 51	C- 32
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	27.39	31.33	28.86	27.90
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	23.96	27.02	25.19	24.59
PESO DE CÁPSULA (g)	13.91	14.17	14.00	14.30
PESO DEL AGUA (g)	3.43	4.31	3.67	3.31
PESO DEL SUELO SECO (g)	10.05	12.85	11.19	10.29
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	34.13	33.54	32.80	32.17
NÚMERO DE GOLPES	20	24	29	34


LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
NUMERO DE CÁPSULA	C- 33	C- 8	C- 9	E- 10
PESO DE CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (g)	16.80	18.13	17.88	14.68
PESO DE CÁPSULA + SUELO SECO (g)	16.26	17.39	17.12	14.01
PESO DE CÁPSULA (g)	13.97	14.17	14.02	11.07
PESO DEL AGUA (g)	0.54	0.74	0.76	0.67
PESO DEL SUELO SECO (g)	2.29	3.22	3.10	2.94
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.6	23.0	24.5	22.8

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	33.3
LÍMITE PLÁSTICO	23.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.9

C.2 Ensayo de Proctor modificado

	INFORME DE ENSAYO		
	RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN)		
	MTC E - 115		

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E1 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	0.90 m

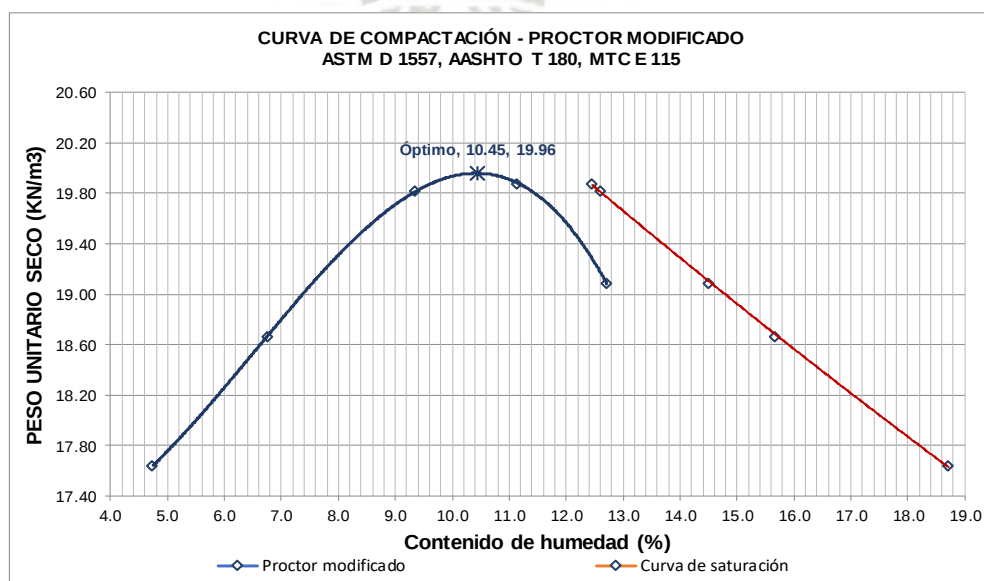
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.71
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAMAYOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P _{FG} (%)	0.1	-	-	-	2.71
FINA P _{FE} (%)	99.9	-	-	2.71	-

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,352.5	10,666.5	11,043.5	11,136.0	11,010.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,003.0	4,317.0	4,694.0	4,786.5	4,660.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.88	2.03	2.21	2.25	2.19
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	553.5	629.0	375.0	448.5	442.5
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	536.0	600.0	353.0	415.0	405.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	167.0	170.5	117.5	114.5	114.5
PESO DE AGUA (g)	17.5	29.0	22.0	33.5	37.0
PESO DE SUELO SECO (g)	369.0	429.5	235.5	300.5	291.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.7	6.8	9.3	11.1	12.7
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.80	1.90	2.02	2.03	1.95
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	17.6	18.7	19.8	19.9	19.1
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	18.7	15.7	12.6	12.5	14.5
DENSIDAD SECA CORREGIDO (g/cm3)	-	-	-	-	-
DENSIDAD SECA MÁXIMA (KN/m3)	19.96				
HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN (%)	10.4				
DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDO (KN/m3)	-				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	--

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E2 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA CON ARENA Y GRAVAS CL DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 m

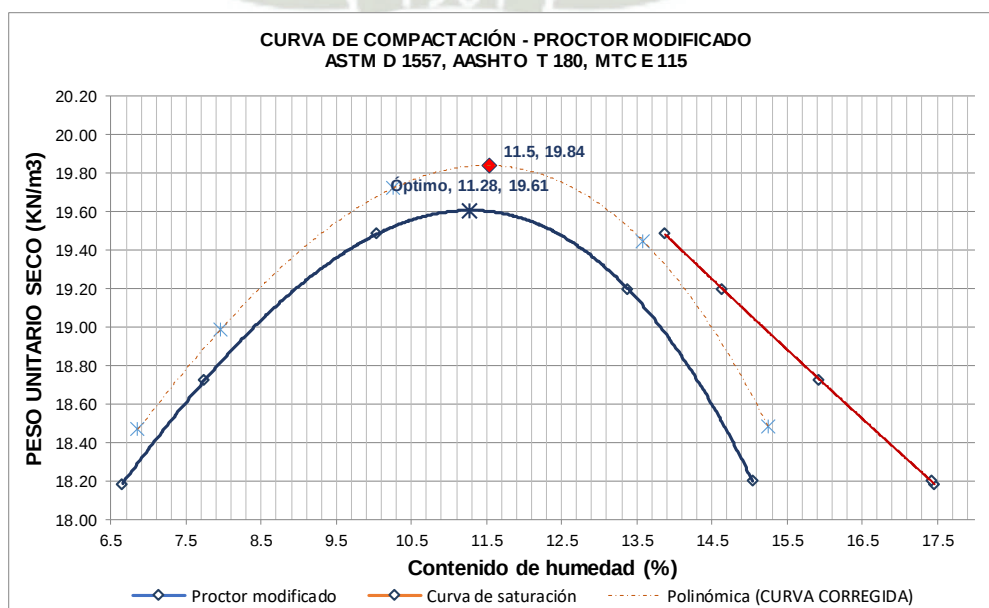
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.75
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAM AÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P_{FG} (%)	6.1	2.1	11.5	2.48	2.75
FINA P_{FE} (%)	93.9	12.2		2.75	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,551.5	10,720.0	10,995.0	11,065.0	10,885.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,202.0	4,370.5	4,645.5	4,715.5	4,536.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.98	2.06	2.19	2.22	2.14
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	348.0	341.0	355.5	421.0	459.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	333.5	325.0	334.0	385.0	414.8
PESO DE LA CÁPSULA (g)	115.5	118.5	120.0	116.0	121.0
PESO DE AGUA (g)	14.5	16.0	21.5	36.0	44.2
PESO DE SUELO SECO (g)	218.0	206.5	214.0	269.0	293.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.7	7.7	10.0	13.4	15.0
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.85	1.91	1.99	1.96	1.86
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	18.2	18.7	19.5	19.2	18.2
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	17.5	15.9	13.9	14.6	17.4
PESO UNITARIO SECO CORREGIDO (KN/m3)	18.47	18.99	19.72	19.45	18.48
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO (KN/m3)	19.61				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.3				
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO CORREGIDO (KN/m3)	19.84				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1-E2 + 20% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL - ML + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	0.90 m

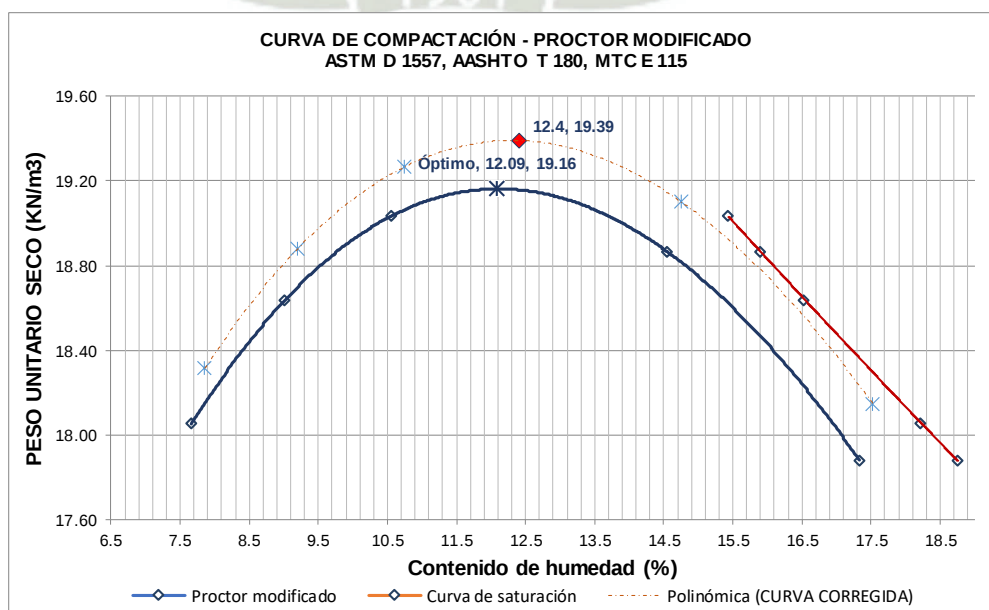
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.79
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAM AÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P_{FG} (%)	5.6	2.1	12.4	2.48	2.78
FINA P_{FE} (%)	94.4	13.0		2.79	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,560.5	10,751.0	10,909.0	11,031.0	10,894.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,211.0	4,401.5	4,559.5	4,681.5	4,545.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.98	2.07	2.15	2.20	2.14
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	479.0	392.5	445.5	350.5	424.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	453.5	370.0	414.5	320.5	378.5
PESO DE LA CÁPSULA (g)	121.0	120.5	121.0	114.5	116.0
PESO DE AGUA (g)	25.5	22.5	31.0	30.0	45.5
PESO DE SUELO SECO (g)	332.5	249.5	293.5	206.0	262.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.7	9.0	10.6	14.6	17.3
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.84	1.90	1.94	1.92	1.82
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	18.1	18.6	19.0	18.9	17.9
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	18.2	16.5	15.4	15.9	18.8
DENSIDAD SECA CORREGIDO (KN/m3)	18.32	18.88	19.27	19.10	18.15
DENSIDAD SECA MÁXIMA (KN/m3)	19.16				
HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN (%)	12.1				
DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDO (KN/m3)	19.39				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

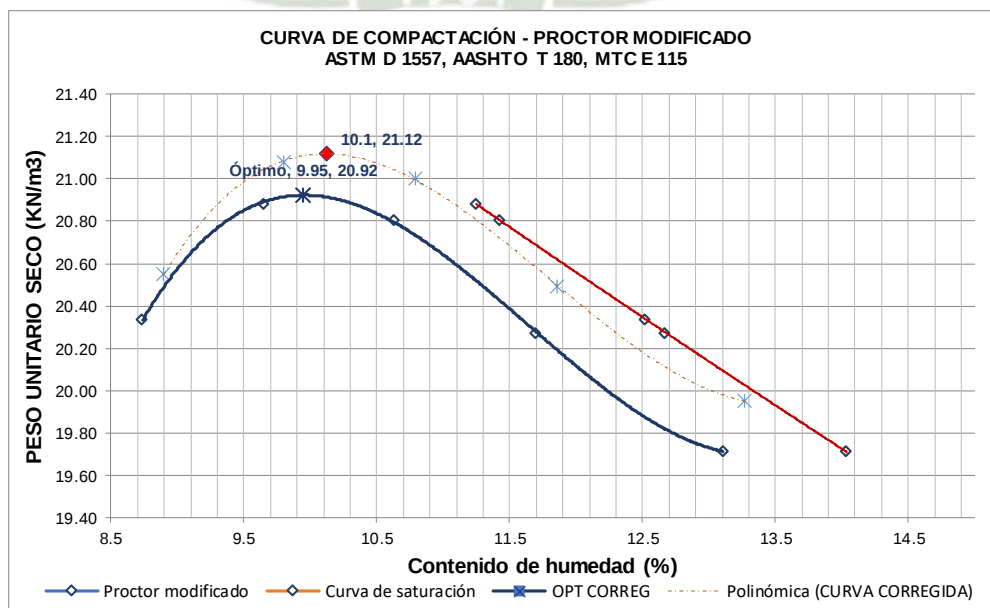
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.82
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAM AÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P_{FG} (%)	5.7	2.3	10.1	2.54	2.80
FINA P_{FE} (%)	94.3	10.6		2.82	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	11,140.0	11,310.0	11,336.0	11,255.0	11,180.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,790.5	4,960.5	4,986.5	4,905.5	4,830.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	2.25	2.33	2.35	2.31	2.27
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	450.0	456.0	396.0	415.0	419.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	423.0	426.0	369.0	384.0	384.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	114.0	115.0	115.0	119.0	117.0
PESO DE AGUA (g)	27.0	30.0	27.0	31.0	35.0
PESO DE SUELO SECO (g)	309.0	311.0	254.0	265.0	267.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.7	9.6	10.6	11.7	13.1
DENSIDAD SECA (g/cm3)	2.07	2.13	2.12	2.07	2.01
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	20.3	20.9	20.8	20.3	19.7
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	12.4	11.2	11.3	12.6	13.9
DENSIDAD SECA CORREGIDO (g/cm3)	20.55	21.08	21.00	20.49	19.95
DENSIDAD SECA MÁXIMA (KN/m3)	20.92				
HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN (%)	10.0				
DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDO (KN/m3)	21.12				



	INFORME DE ENSAYO RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) MTC E - 115
---	---

PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	9/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	10/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 10% CFL
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA SC DE MEDIANA PLASTICIDAD	PROFUNDIDAD:	1.50 M

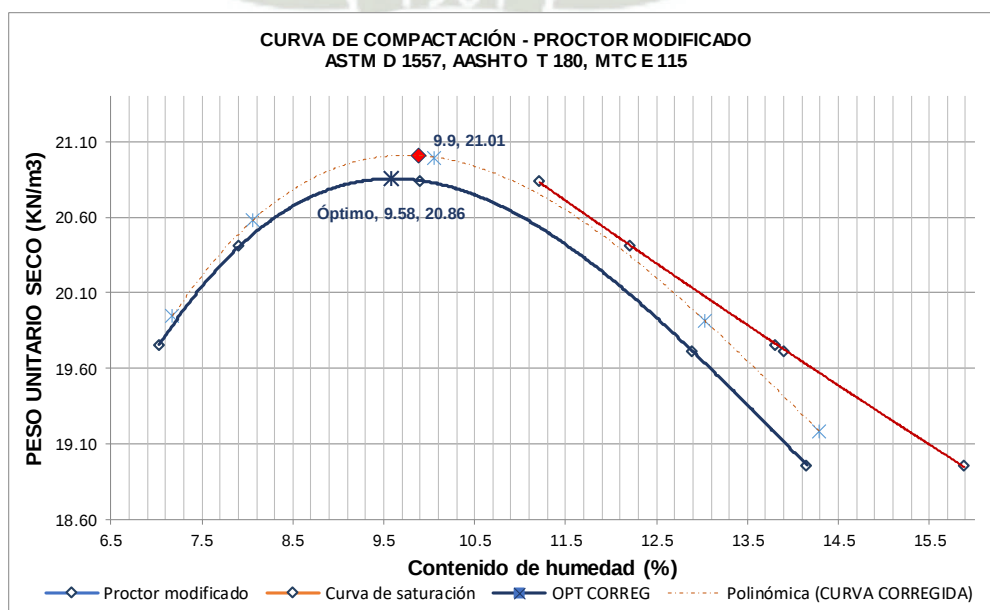
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	C
PESO DEL MOLDE (g)	6,350
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,125

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	2.83
NÚMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

CORRECCION POR SOBRETAM AÑOS

FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION	HUMEDAD %	HUMEDAD CORREGIDA %	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE
GRUESA P _{FG} (%)	5.2	2.3	9.9	2.48	2.79
FINA P _{FE} (%)	94.8	10.3		2.83	

DESCRIPCIÓN	ENSAYO				
	1	2	3	4	5
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	10,930.0	11,121.0	11,311.5	11,171.5	11,038.5
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (g)	4,580.5	4,771.5	4,962.0	4,822.0	4,689.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	2.16	2.25	2.34	2.27	2.21
CÁPSULA N°	TZ - 1	TZ - 2	TZ - 3	TZ - 4	TZ - 5
PESO DE SUELO HÚMEDO + CÁPSULA (g)	363.0	361.5	357.0	363.5	430.0
PESO DE SUELO SECO + CÁPSULA (g)	346.9	343.5	335.5	335.0	392.0
PESO DE LA CÁPSULA (g)	118.0	116.0	118.5	114.0	123.5
PESO DE AGUA (g)	16.1	18.0	21.5	28.5	38.0
PESO DE SUELO SECO (g)	228.9	227.5	217.0	221.0	268.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.0	7.9	9.9	12.9	14.2
DENSIDAD SECA (g/cm3)	2.01	2.08	2.12	2.01	1.93
PESO UNITARIO SECO (KN/m3)	19.8	20.4	20.8	19.7	19.0
CURVA DE SATURACIÓN S=100%	13.6	12.0	11.1	13.7	15.7
DENSIDAD SECA CORREGIDO (g/cm3)	19.95	20.58	20.99	19.91	19.18
DENSIDAD SECA MÁXIMA (KN/m3)	20.86				
HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN (%)	9.6				
DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDO (KN/m3)	21.01				



C.3 Ensayo de CBR

INFORME DE ENSAYO			
MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS			
MTC E – 132 / ASTM D-1883			
			
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	26/09/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	30/09/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1 - E1 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ARCILLA LIMOSA ARENOSO CON BAJO CONTENIDO DE GRAVAS CL-ML + 10% CFL	PROFUNDIDAD:	0.90 m

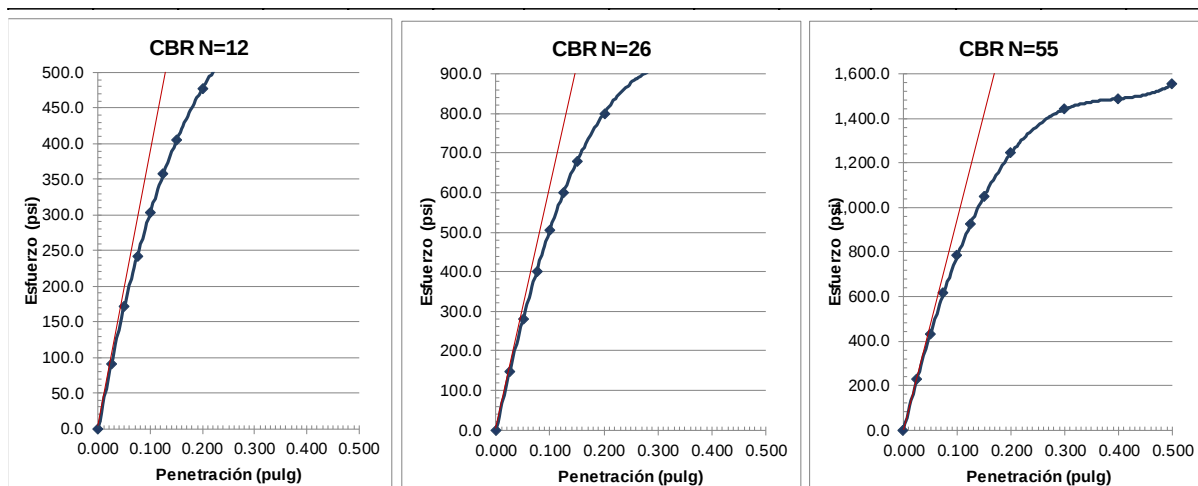
MOLDE N°	LS- H- 016		LS- H- 017		LS- H- 025	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	8,345.0	8,345.0	9,017.0	9,017.0	7,017.0	7,017.0
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,118.3	2,118.3	2,129.1	2,129.1	2,119.8	2,119.8
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	12,451.5	12,741.0	13,394.0	13,609.5	11,715.0	11,796.5
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,106.5	4,396.0	4,377.0	4,592.5	4,698.0	4,779.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	1.94	2.08	2.06	2.16	2.22	2.25
TARRO N°	BP- 51	BP- 51	BP- 6	BP- 6	BP- 18	BP- 18
PESO DEL TARRO (g)	455.5	455.5	489.0	489.0	485.5	485.5
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	1,762.0	1,713.0	1,532.5	1,408.5	1,619.0	1,496.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	1,650.0	1,523.0	1,446.0	1,286.5	1,526.5	1,379.5
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	112.0	190.0	86.5	122.0	92.5	116.5
PESO DE SUELO SECO (g)	1,194.5	1,067.5	957.0	797.5	1,041.0	894.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.38	17.80	9.04	15.30	8.89	13.03
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	1.77	1.76	1.89	2.04	1.99

EXPANSIÓN

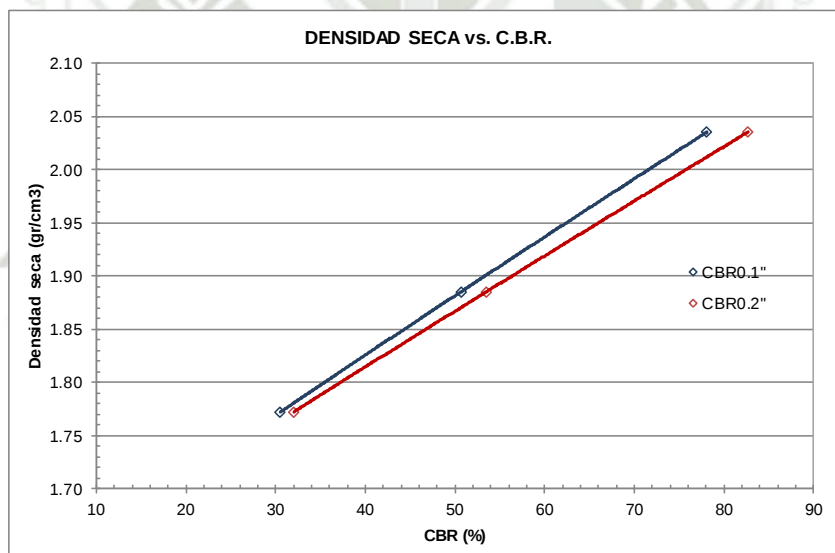
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial		Deformacion		Dial		Deformacion		Dial		Deformacion	
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	(%)	0.001"	Pulg	mm	(%)	0.001"	Pulg	mm	(%)
0.0	15:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	15:30:00	9.0	0.0090	0.229	0.20%	8.0	0.0080	0.203	0.17%	6.0	0.0060	0.152	0.13%
48.0	15:30:00	11.0	0.0110	0.279	0.24%	8.0	0.0080	0.203	0.17%	6.0	0.0060	0.152	0.13%
72.0	15:30:00	11.5	0.0115	0.292	0.25%	8.5	0.0085	0.216	0.19%	6.5	0.0065	0.165	0.14%
96.0	15:30:00	12.0	0.0120	0.305	0.26%	8.5	0.0085	0.216	0.19%	6.5	0.0065	0.165	0.14%

PENETRACIÓN

		N = 12				N = 26				N = 55			
δ		Lectura		Esfuerzo		Lectura		Esfuerzo		Lectura		Esfuerzo	
patrón													
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		135.2	99.4	90.6		219.6	161.4	146.1		320.9	235.9	227.1	
0.050		249.2	183.1	171.0		396.9	291.7	279.2		569.9	418.9	433.3	
0.075		337.8	248.3	241.9		536.1	394.1	399.1		797.8	586.4	618.5	
0.100	1000.0	401.1	294.8	303.9	30.6	683.9	502.6	505.4	50.7	1,042.6	766.3	782.9	78.2
0.125		493.9	363.1	357.8		818.9	601.9	598.4		1,295.8	952.4	926.9	
0.150		557.2	409.6	404.2		937.1	688.7	678.1		1,443.5	1,061.0	1,051.1	
0.200	1500.0	662.8	487.1	477.5	32.0	1,110.1	815.9	799.8	53.6	1,696.7	1,247.1	1,243.6	82.7
0.300		772.5	567.8	564.8		1,240.9	912.1	916.7		1,916.2	1,408.4	1,440.9	
0.400		835.8	614.3	609.7		1,291.6	949.3	939.2		2,042.8	1,501.4	1,488.0	
0.500		899.1	660.8	656.1		1,367.5	1,005.1	1,000.5		2,101.8	1,544.9	1,552.4	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	305.7	30.6	0.2	480.6	32.0
26	0.1	507.3	50.7	0.2	803.6	53.6
55	0.1	781.5	78.2	0.2	1241.0	82.7



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm3)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.04	78.1	82.7
95 % DSM	1.93	59.4	62.8

	INFORME DE ENSAYO		
	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS		
	MTC E – 132 / ASTM D-1883		
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	27/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	31/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

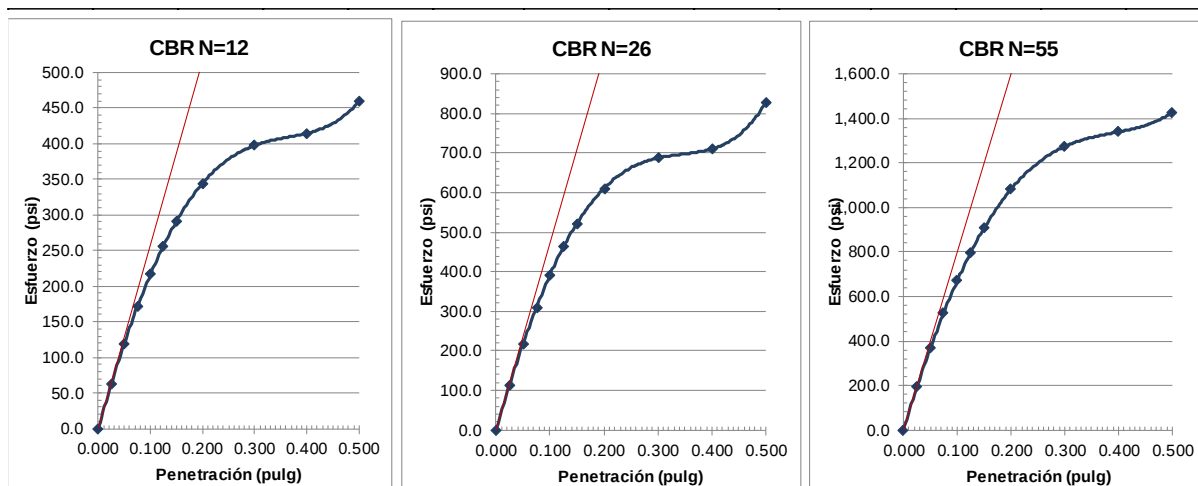
MOLDE N°	CBR-30		CBR-9		CBR-1	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	8,577.5	8,577.5	9,080.5	9,080.5	7,075.5	7,075.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,121.4	2,121.4	2,124.9	2,124.9	2,124.6	2,124.6
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	12,800.5	13,090.0	13,563.0	13,715.0	11,795.0	11,884.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,223.0	4,512.5	4,482.5	4,634.5	4,719.5	4,808.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	1.99	2.13	2.11	2.18	2.22	2.26
TARRO N°	BP- 10	BP- 13	BP- 15	BP- 16	BP-25	BP- 40
PESO DEL TARRO (g)	489.5	566.0	492.0	562.0	376.0	489.0
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	1,194.0	2,524.0	1,143.5	2,311.0	1,021.0	1,869.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	1,122.0	2,239.0	1,077.5	2,099.5	955.6	1,712.5
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	72.0	285.0	66.0	211.5	65.4	156.5
PESO DE SUELO SECO (g)	632.5	1,673.0	585.5	1,537.5	579.6	1,223.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.38	17.04	11.27	13.76	11.29	12.79
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	1.79	1.82	1.90	2.00	2.01

EXPANSIÓN

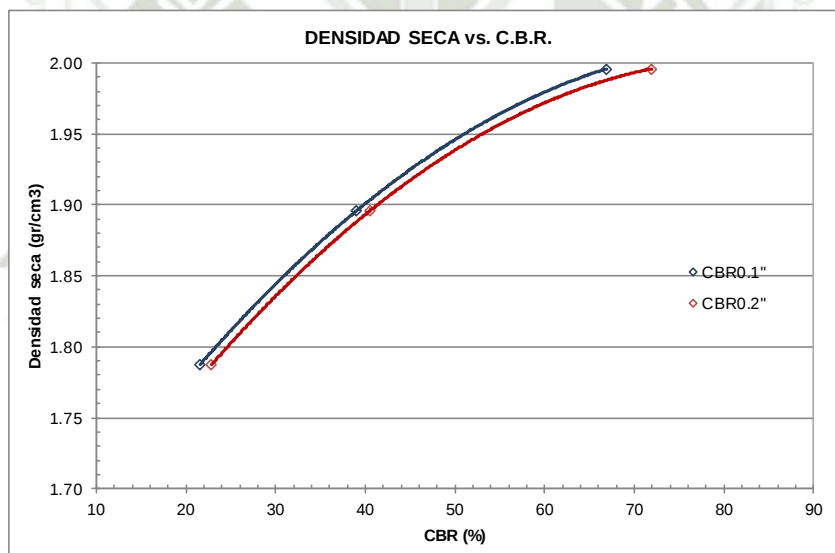
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión
0.0	15:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	15:30:00	14.5	0.0145	0.368	0.32%	8.0	0.0080	0.203	0.17%	9.1	0.0091	0.231	0.20%
48.0	15:30:00	21.0	0.0210	0.533	0.46%	12.0	0.0120	0.305	0.26%	13.8	0.0138	0.351	0.30%
72.0	15:30:00	22.0	0.0220	0.559	0.48%	18.2	0.0182	0.462	0.40%	17.5	0.0175	0.445	0.38%
96.0	15:30:00	23.0	0.0230	0.584	0.50%	19.3	0.0193	0.490	0.42%	18.0	0.0180	0.457	0.39%

PENETRACIÓN

δ	Carga	N = 12				N = 26				N = 55			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		76.1	56.0	62.2		143.7	105.6	113.6		249.2	183.1	192.4	
0.050		156.3	114.9	119.1		287.2	211.1	217.0		493.9	363.1	368.6	
0.075		232.3	170.7	170.5		418.0	307.2	309.8		709.2	521.2	528.2	
0.100	1000.0	291.4	214.2	216.3	21.5	523.5	384.8	391.6	39.0	916.0	673.2	671.2	67.0
0.125		346.2	254.5	256.5		629.0	462.3	462.3		1,080.6	794.2	797.7	
0.150		392.7	288.6	291.0		705.0	518.1	522.1		1,228.3	902.8	907.9	
0.200	1500.0	464.4	341.3	344.2	22.8	831.6	611.2	610.5	40.5	1,468.8	1,079.6	1,082.2	72.0
0.300		536.1	394.1	397.4		920.2	676.3	687.2		1,722.0	1,265.7	1,273.4	
0.400		561.5	412.7	414.5		966.6	710.5	710.3		1,819.1	1,337.0	1,338.8	
0.500		620.6	456.1	458.8		1,118.5	822.1	826.8		1,933.0	1,420.8	1,425.4	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	215.5	21.5	0.2	342.5	22.8
26	0.1	390.2	39.0	0.2	607.8	40.5
55	0.1	669.9	67.0	0.2	1079.5	72.0



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm3)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.00	68.4	76.3
95 % DSM	1.90	39.7	41.1

 INFORME DE ENSAYO MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS MTC E – 132 / ASTM D-1883			
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	23/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	27/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C2 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

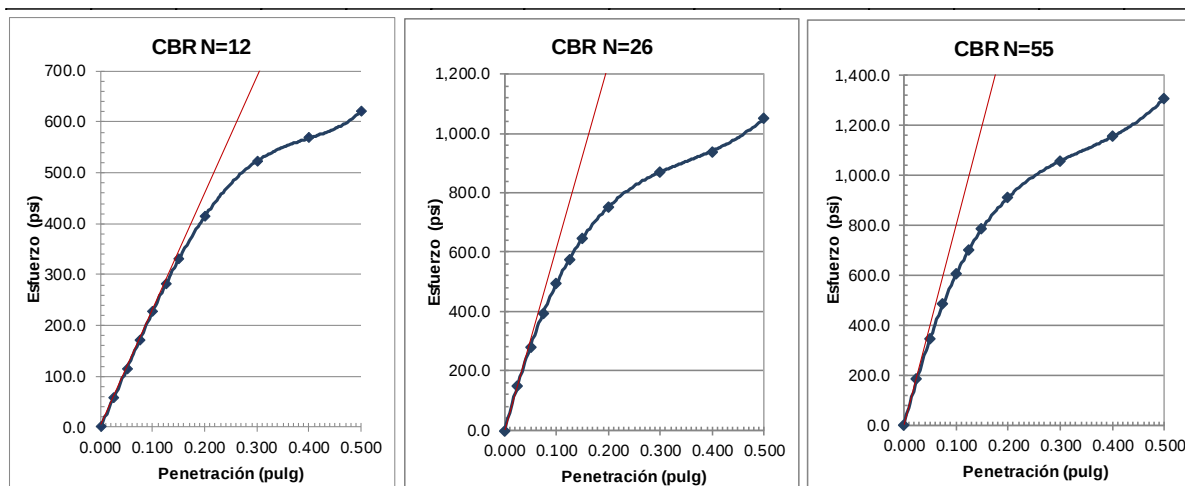
MOLDE N°	CBR- 1		CBR- 30		CBR- 9	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	7,076.5	7,076.5	8,578.0	8,578.0	9,078.5	9,078.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,124.6	2,124.6	2,121.4	2,121.4	2,124.9	2,124.9
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	11,570.0	11,745.0	13,300.0	13,421.0	14,065.0	14,135.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,493.5	4,668.5	4,722.0	4,843.0	4,986.5	5,056.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	2.12	2.20	2.23	2.28	2.35	2.38
TARRO N°	BP- 49	BP- 48	BP- 1	BP- 10	BP- 46	BP- 8
PESO DEL TARRO (g)	235.0	374.0	178.0	490.0	176.0	461.0
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	784.0	2,133.0	802.0	2,093.0	524.0	1,997.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	733.6	1,931.5	745.2	1,922.6	492.3	1,843.8
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	50.4	201.5	56.8	170.4	31.8	153.2
PESO DE SUELO SECO (g)	498.6	1,557.5	567.2	1,432.6	316.3	1,382.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.12	12.94	10.01	11.90	10.04	11.08
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	1.92	1.95	2.02	2.04	2.13
	95%	1.82	1.85	1.92	1.94	2.03

EXPANSIÓN

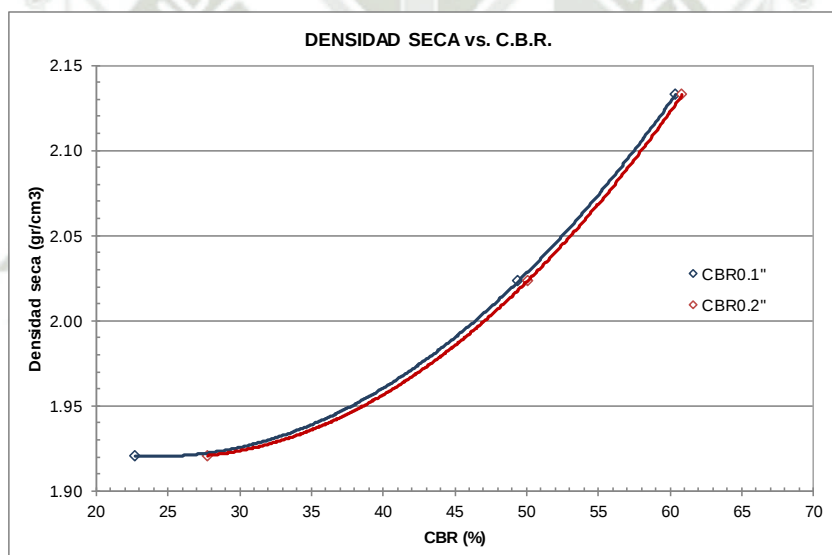
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión
0.0	16:05:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	16:05:00	11.0	0.0110	0.279	0.24%	7.0	0.0070	0.178	0.15%	5.0	0.0050	0.127	0.11%
48.0	16:05:00	12.0	0.0120	0.305	0.26%	9.0	0.0090	0.229	0.20%	6.0	0.0060	0.152	0.13%
72.0	16:05:00	13.0	0.0130	0.330	0.28%	11.3	0.0113	0.287	0.25%	6.4	0.0064	0.163	0.14%
96.0	16:05:00	14.0	0.0140	0.356	0.30%	12.1	0.0121	0.307	0.26%	10.0	0.0100	0.254	0.22%

PENETRACIÓN

δ	Carga	N = 12				0				0			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		76.1	56.0	56.9		202.8	149.0	150.7		245.0	180.0	186.3	
0.050		160.5	118.0	113.8		371.6	273.1	283.3		485.5	356.8	347.5	
0.075		245.0	180.0	170.8		531.9	391.0	397.6		667.0	490.2	485.9	
0.100	1000.0	316.7	232.8	227.1	22.7	675.4	496.4	495.3	49.4	823.1	605.0	603.7	60.4
0.125		392.7	288.6	280.5		789.4	580.2	578.0		949.7	698.1	703.2	
0.150		456.0	335.1	329.8		886.4	651.5	647.3		1,059.5	778.7	786.5	
0.200	1500.0	569.9	418.9	414.3	27.8	1,017.3	747.7	752.4	50.1	1,249.4	918.3	912.7	60.9
0.300		721.8	530.6	522.1		1,173.4	862.4	870.0		1,443.5	1,061.0	1,058.1	
0.400		780.9	574.0	568.3		1,283.1	943.1	941.2		1,570.1	1,154.0	1,156.1	
0.500		852.7	626.7	620.0		1,426.6	1,048.6	1,051.5		1,781.1	1,309.1	1,308.3	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	227.3	22.7	0.2	416.5	27.8
26	0.1	494.4	49.4	0.2	750.9	50.1
55	0.1	603.8	60.4	0.2	912.9	60.9



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm3)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.13	60.5	60.9
95 % DSM	2.03	50.0	50.5

 INFORME DE ENSAYO MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS MTC E – 132 / ASTM D-1883			
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	23/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	27/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C3 + 10%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	SC + 10% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

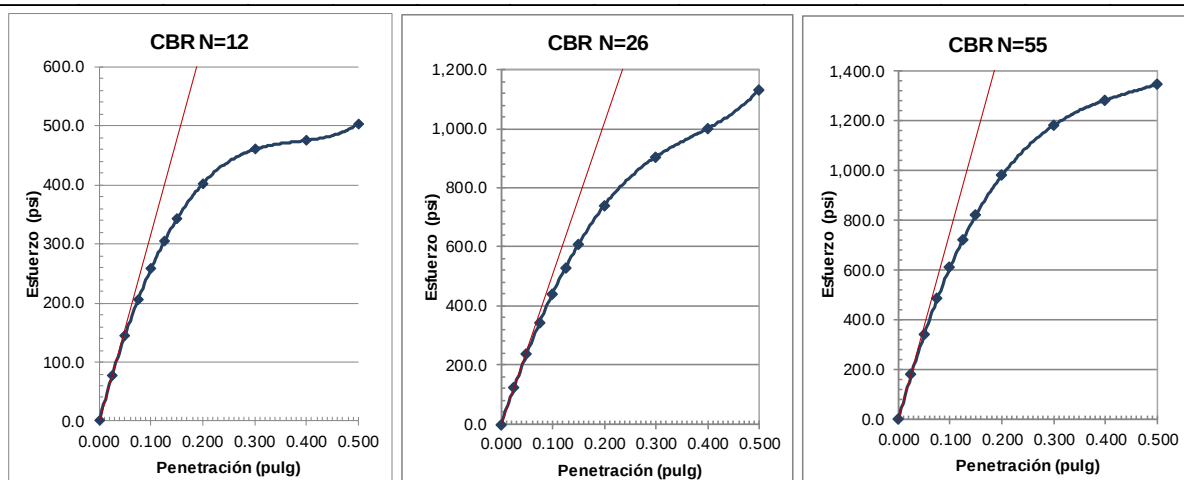
MOLDE N°	CBR- 9		CBR-30		CBR-1	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	9,080.5	9,080.5	8,577.5	8,577.5	7,077.5	7,077.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,124.9	2,124.9	2,121.4	2,121.4	2,124.6	2,124.6
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	13,189.5	13,412.0	13,090.5	13,222.0	12,031.1	12,093.5
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,109.0	4,331.5	4,513.0	4,644.5	4,953.6	5,016.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	1.93	2.04	2.13	2.19	2.33	2.36
TARRO N°	BP- 41	BP- 1	BP- 8	BP- 49	BP-38	BP-8
PESO DEL TARRO (g)	488.0	486.0	374.0	487.0	488.0	374.0
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	1,135.0	2,733.5	1,058.5	2,607.0	1,121.5	2,594.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	1,077.8	2,460.0	996.4	2,380.0	1,066.0	2,380.0
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	57.2	273.5	62.1	227.0	55.5	214.0
PESO DE SUELO SECO (g)	589.8	1,974.0	622.4	1,893.0	578.0	2,006.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.69	13.86	9.98	11.99	9.61	10.67
DENSIDAD SECA (g/cc)	1.76	1.79	1.93	1.95	2.13	2.13

EXPANSIÓN

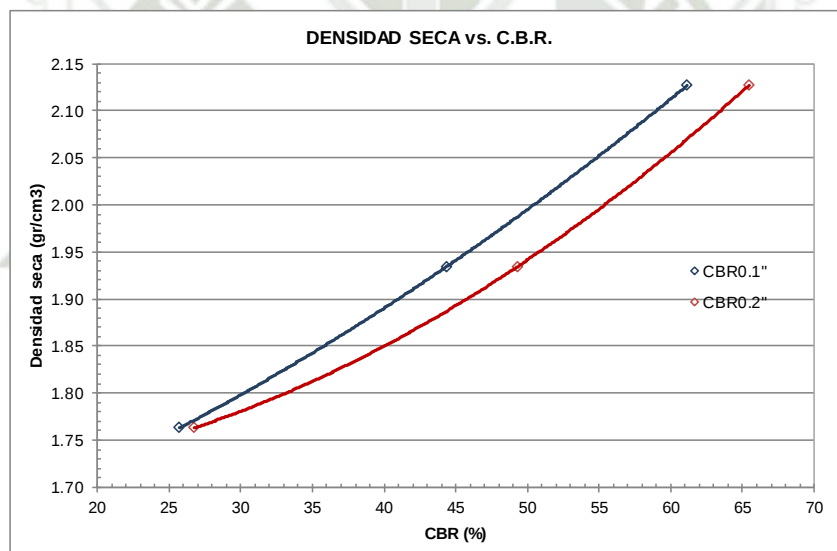
		N = 12				N = 26				N = 55			
Tiempo		Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)	Dial	Deformacion		(%)
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión	0.001"	Pulg	mm	Expansión
0.0	14:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	14:30:00	11.0	0.0110	0.279	0.24%	3.3	0.0033	0.084	0.07%	4.0	0.0040	0.102	0.09%
48.0	14:30:00	13.8	0.0138	0.351	0.30%	9.4	0.0094	0.239	0.20%	9.7	0.0097	0.246	0.21%
72.0	14:30:00	14.5	0.0145	0.367	0.31%	9.4	0.0094	0.239	0.20%	10.0	0.0100	0.254	0.22%
96.0	14:30:00	14.5	0.0145	0.367	0.31%	10.1	0.0101	0.257	0.22%	10.2	0.0102	0.259	0.22%

PENETRACIÓN

δ	Carga	N = 12				N = 26				N = 55			
	patrón	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido	Lectura	Esfuerzo	Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		101.5	74.6	76.1		164.8	121.1	124.0		249.2	183.1	179.6	
0.050		194.3	142.8	144.3		325.1	239.0	239.7		472.8	347.5	340.5	
0.075		278.7	204.9	204.8		460.2	338.2	346.5		658.5	484.0	483.9	
0.100	1000.0	350.5	257.6	257.8	25.8	603.7	443.7	444.0	44.4	827.3	608.1	611.0	61.2
0.125		409.5	301.0	303.6		721.8	530.6	532.1		983.5	722.9	723.0	
0.150		468.6	344.4	342.6		835.8	614.3	610.7		1,122.8	825.2	821.3	
0.200	1500.0	544.6	400.3	401.9	26.8	1,004.6	738.4	740.4	49.3	1,342.2	986.5	980.7	65.5
0.300		624.8	459.2	460.2		1,224.0	899.7	905.5		1,608.1	1,181.9	1,182.7	
0.400		645.9	474.7	475.1		1,363.3	1,002.0	1,001.2		1,751.6	1,287.4	1,284.5	
0.500		683.9	502.6	503.4		1,540.6	1,132.3	1,134.7		1,836.0	1,349.4	1,347.6	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	257.5	25.8	0.2	401.4	26.8
26	0.1	443.5	44.4	0.2	739.4	49.3
55	0.1	611.7	61.2	0.2	981.9	65.5



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm3)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	2.13	61.1	65.4
95 % DSM	2.02	52.2	57.3

 INFORME DE ENSAYO MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS MTC E – 132 / ASTM D-1883			
PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.	FECHA DE ENSAYO:	17/05/2024
TESISTA:	YULIANA DEISY HUARCA HANCCO	FECHA DE CULMINACION:	21/05/2024
LOCALIZACIÓN:	CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO	MUESTRA No:	C1- E2 + 20%
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CL + 20% DE CENIZA DE LADRILLERA	PROFUNDIDAD:	1.50 M

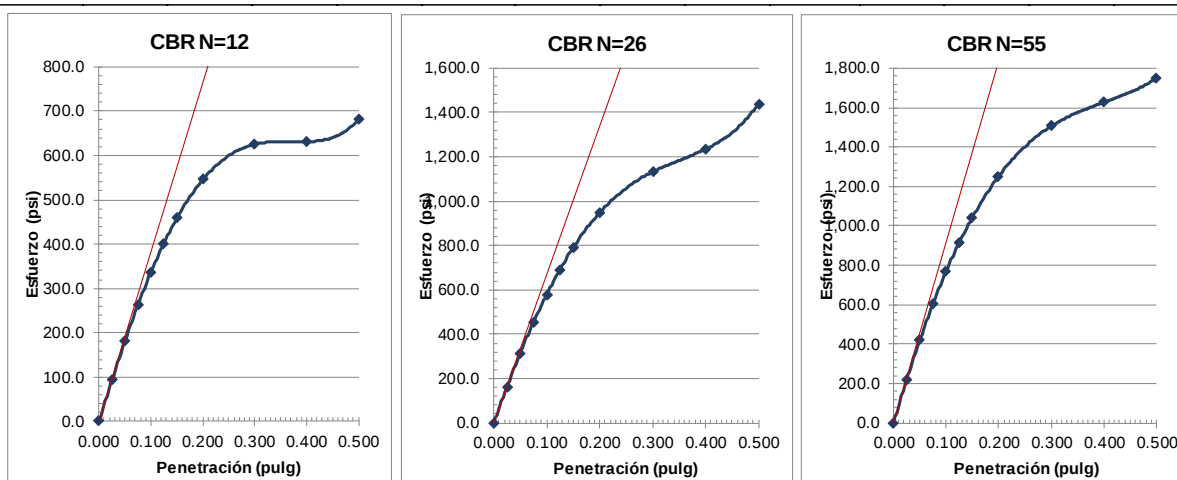
MOLDE N°	CBR-30		CBR-9		CBR-1	
N° CAPAS	5		5		5	
N° GOLPES	N = 12		N = 26		N = 55	
CONDICIÓN DE MUESTRA	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.	No Sat.	Sat.
PESO DEL MOLDE (g)	8,577.5	8,577.5	9,080.5	9,080.5	7,077.5	7,077.5
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2,121.4	2,121.4	2,124.9	2,124.9	2,124.6	2,124.6
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	12,910.0	13,278.5	13,538.0	13,780.0	11,726.0	11,853.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	4,332.5	4,701.0	4,457.5	4,699.5	4,648.5	4,775.5
DENSIDAD HÚMEDA (g/cc)	2.04	2.22	2.10	2.21	2.19	2.25
TARRO N°	BP- 49	BP- 48	BP- 1	BP- 10	BP- 46	BP- 8
PESO DEL TARRO (g)	337.0	337.0	486.0	486.0	487.0	487.0
PESO DE TARRO + SUELO HÚMEDO (g)	999.0	2,261.0	1,275.0	2,331.0	1,342.0	2,149.0
PESO DE TARRO + SUELO SECO (g)	927.6	1,939.2	1,190.3	2,060.5	1,250.1	1,931.0
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	71.4	321.8	84.7	270.5	91.9	218.0
PESO DE SUELO SECO (g)	590.6	1,602.2	704.3	1,574.5	763.1	1,444.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.09	20.09	12.03	17.18	12.04	15.10
DENSIDAD SECA (g/cc)	100%	1.82	1.85	1.87	1.89	1.95

EXPANSIÓN

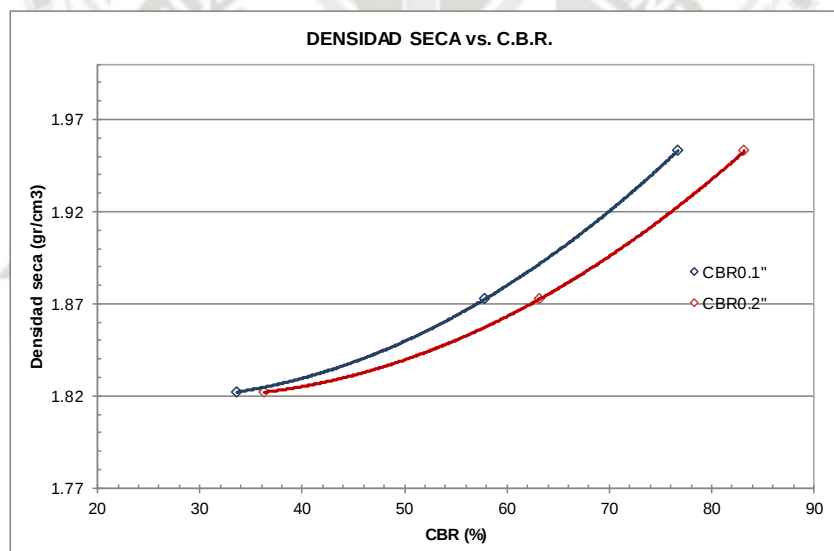
		N = 12				N = 26				N = 55			
		Dial		Deformacion		Dial		Deformacion		Dial		Deformacion	
				(%)	Expansión			(%)	Expansión			(%)	Expansión
DIA	HORA	0.001"	Pulg	mm		0.001"	Pulg	mm		0.001"	Pulg	mm	
0.0	13:30:00	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%	0.0	0.0000	0.000	0.00%
24.0	13:30:00	6.3	0.0063	0.160	0.14%	6.1	0.0061	0.155	0.13%	1.8	0.0018	0.046	0.04%
48.0	13:30:00	7.5	0.0075	0.191	0.16%	7.4	0.0074	0.188	0.16%	2.5	0.0025	0.064	0.05%
72.0	13:30:00	11.5	0.0115	0.292	0.25%	8.8	0.0088	0.224	0.19%	2.6	0.0026	0.066	0.06%
96.0	13:30:00	12.1	0.0121	0.307	0.26%	10.9	0.0109	0.277	0.24%	2.7	0.0027	0.067	0.06%

PENETRACIÓN

		N = 12				N = 26				N = 55			
		Lectura		Esfuerzo		Lectura		Esfuerzo		Lectura		Esfuerzo	
				Esfuerzo corregido	CBR corregido			Esfuerzo corregido	CBR corregido			Esfuerzo corregido	CBR corregido
(pulg)	(psi)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)	(Kg)	(psi)	(psi)	(%)
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.025		122.6	90.1	93.3		223.9	164.5	162.6		282.9	208.0	220.4	
0.050		245.0	180.0	181.2		413.8	304.1	313.8		561.5	412.7	421.8	
0.075		354.7	260.7	262.4		616.3	453.0	452.8		814.7	598.8	604.3	
0.100	1000.0	456.0	335.1	336.1	33.6	793.6	583.3	578.7	57.8	1,046.8	769.4	768.4	76.7
0.125		544.6	400.3	401.5		941.3	691.8	691.1		1,236.7	909.0	914.4	
0.150		624.8	459.2	458.4		1,067.9	784.9	789.9		1,414.0	1,039.3	1,043.1	
0.200	1500.0	738.7	543.0	545.8	36.3	1,291.6	949.3	948.1	63.2	1,692.5	1,244.0	1,251.6	83.2
0.300		848.4	623.6	625.1		1,536.3	1,129.2	1,132.2		2,038.5	1,498.3	1,505.6	
0.400		856.9	629.8	630.8		1,679.8	1,234.7	1,234.3		2,207.4	1,622.4	1,626.1	
0.500		924.4	679.4	680.8		1,954.1	1,436.3	1,437.5		2,371.9	1,743.4	1,749.2	



N gol/cp	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)	Penetración (pulg)	Esfuerzo (psi)	C.B.R. (%)
12	0.1	335.7	33.6	0.2	545.0	36.3
26	0.1	578.4	57.8	0.2	947.6	63.2
55	0.1	766.6	76.7	0.2	1248.3	83.2



VALORES DEL ENSAYO DE C.B.R. (%)			
Densidad seca maxima	DSM (gr/cm3)	0.1 pulg	0.2 pulg
100 % DSM	1.95	76.9	83.4
95 % DSM	1.86	51.0	53.6

ANEXO D: Reporte de ensayos de caracterización química – mineralógica de suelo y CFL

❖ Resultados de ensayo de SEM con EDS a la ceniza de fondo de ladrillera

Project: Cmie.unsa.eds.yuliana.huarca.hancock

M4 04(1)

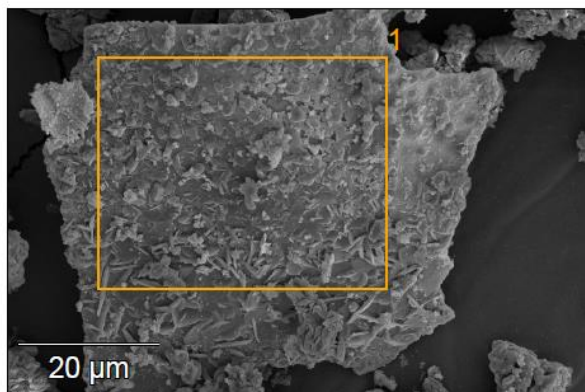
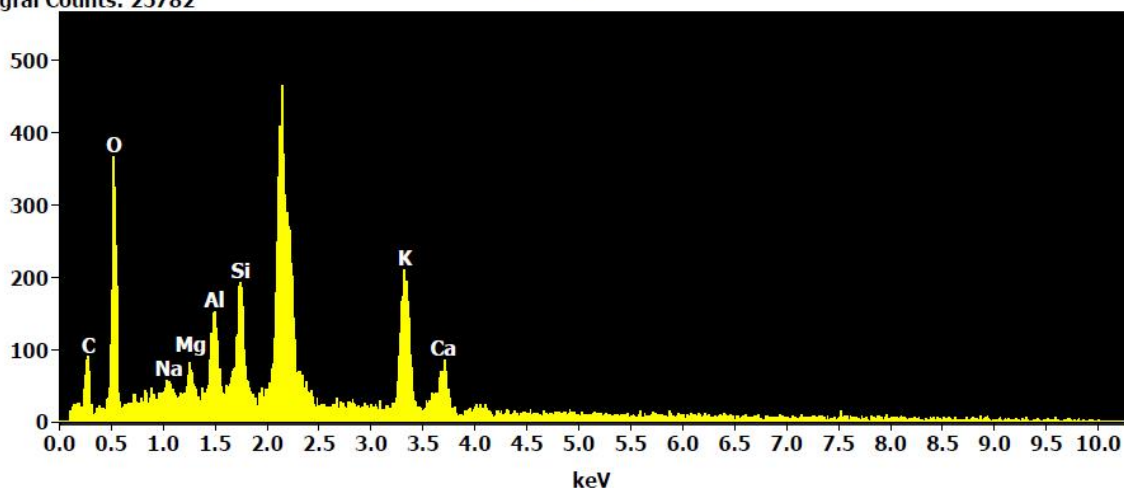


Image Name: M4 04(1)
Image Resolution: 1024 by 682
Image Pixel Size: 0.08 µm
Acc. Voltage: 10.0 kV
Magnification: 2500

Full scale counts: 466
Integral Counts: 25782

M4 04(1)_pt1



	Weight %							
	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca
M4 04(1)_pt1	6.50	44.84S	1.50	1.97	6.11	11.67	20.40	7.00
	Atom %							
	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca
M4 04(1)_pt1	11.20	58.04	1.35	1.68	4.69	8.61	10.81	3.62
	Formula							
	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca
M4 04(1)_pt1	CO2		Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	K2O	CaO
	Compound %							
	CO2		Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	K2O	CaO
M4 04(1)_pt1	23.81	0.00	2.03	3.27	11.55	24.97	24.57	9.80

❖ *Resultados de ensayo de SEM con EDS muestra suelo arcilloso*

Project: Cme.unsa.eds.yuliana.huarca.hancco

M1 04(1)

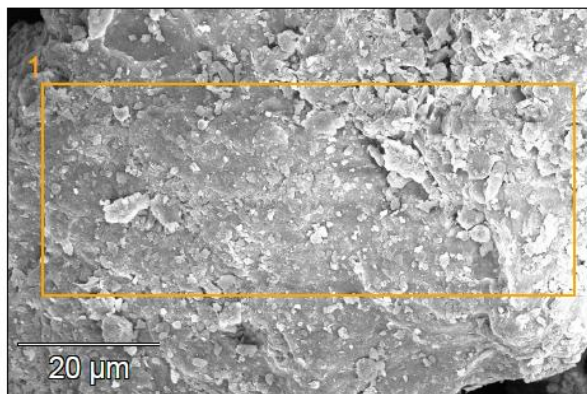
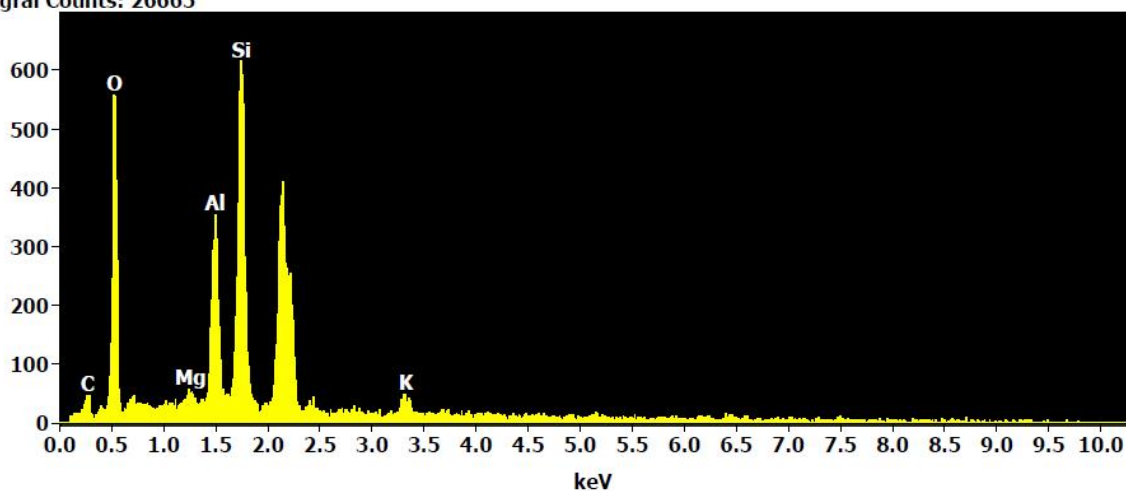


Image Name: M1 04(1)
Image Resolution: 1024 by 682
Image Pixel Size: 0.08 µm
Acc. Voltage: 10.0 kV
Magnification: 2500

Full scale counts: 615
Integral Counts: 26665

M1 04(1)_pt1



Weight %

	C	O	Mg	Al	Si	K
M1 04(1)_pt1	2.08	51.61	0.93	13.40	28.88	3.10

Atom %

	C	O	Mg	Al	Si	K
M1 04(1)_pt1	3.44	63.99	0.76	9.85	20.39	1.57

Formula

	C	O	Mg	Al	Si	K
M1 04(1)_pt1	CO ₂		MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O

Compound %

	CO ₂		MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O
M1 04(1)_pt1	7.63	0.00	1.54	25.31	61.77	3.74

❖ *Resultados de ensayo de SEM con EDS muestra suelo arcilloso con 10% de adición de CFL*

Project: Cme.unsa.eds.yuliana.huarca.hancoo

M2 04(1)

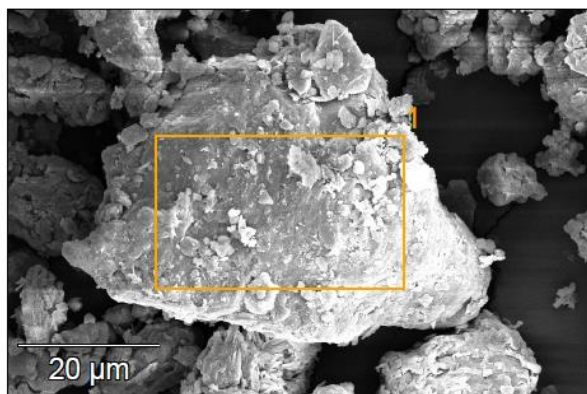
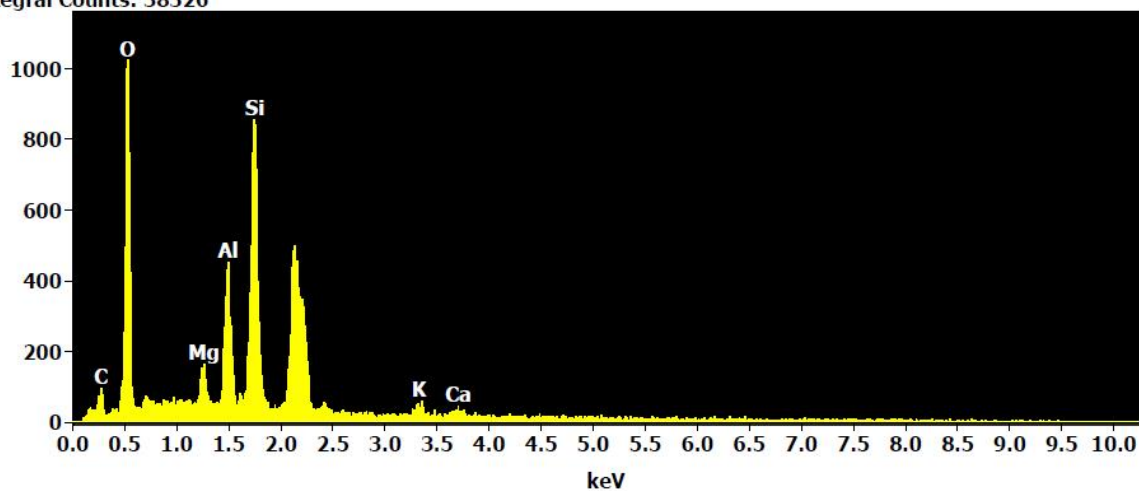


Image Name: M2 04(1)
Image Resolution: 1024 by 682
Image Pixel Size: 0.08 µm
Acc. Voltage: 10.0 kV
Magnification: 2500

Full scale counts: 1023
Integral Counts: 38326

M2 04(1)_pt1



Weight %

	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca
M2 04(1)_pt1	2.47	51.94	2.59	11.17	28.83	1.70	1.31

Atom %

	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca
M2 04(1)_pt1	4.06	63.96	2.10	8.15	20.22	0.85	0.64

Formula

	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca
M2 04(1)_pt1	CO ₂		MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO

Compound %

	CO ₂		MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO
M2 04(1)_pt1	9.06	0.00	4.30	21.10	61.67	2.04	1.83

❖ *Resultados de ensayo de SEM con EDS muestra suelo arcilloso con 20% de adición de CFL*

Project: Cme.unsa.eds.yuliana.huarca.hancoo

M3 04(1)

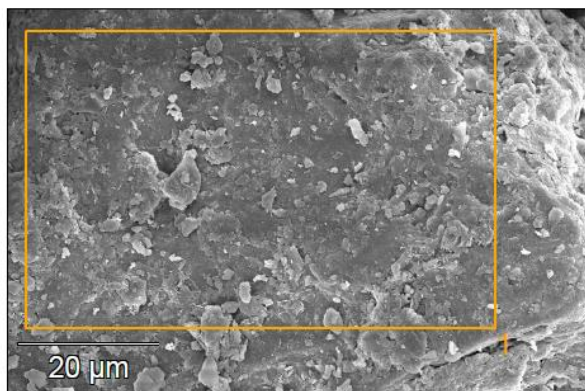
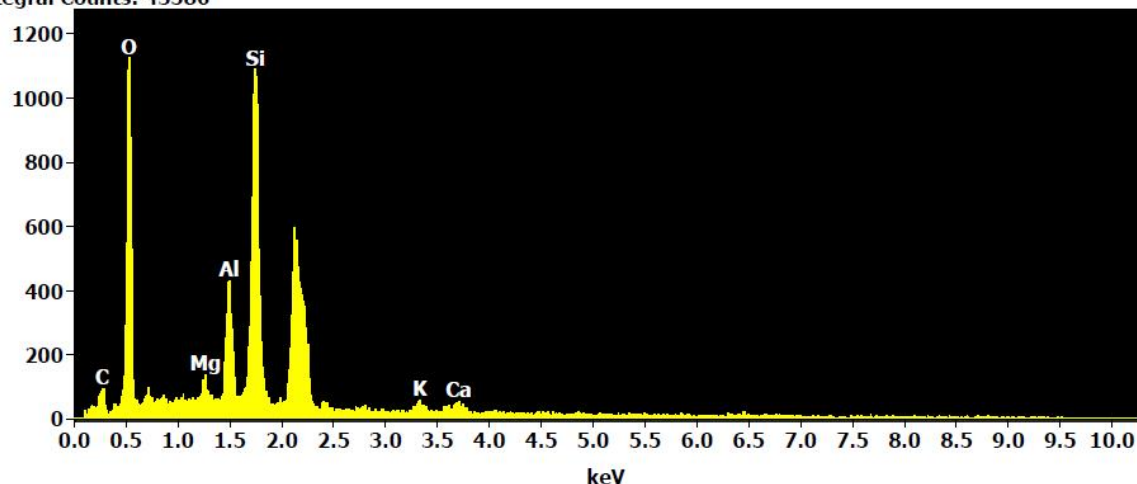


Image Name: M3 04(1)
Image Resolution: 1024 by 682
Image Pixel Size: 0.08 μm
Acc. Voltage: 10.0 kV
Magnification: 2500

Full scale counts: 1125
Integral Counts: 43586

M3 04(1)_pt1



Weight %

	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca
M3 04(1)_pt1	2.60	52.47S	1.19	8.76	31.47	1.51	2.00

Atom %

	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca
M3 04(1)_pt1	4.27	64.57	0.96	6.39	22.07	0.76	0.98

Formula

	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca
M3 04(1)_pt1	CO2		MgO	Al2O3	SiO2	K2O	CaO

Compound %

	CO2		MgO	Al2O3	SiO2	K2O	CaO
M3 04(1)_pt1	9.54	0.00	1.97	16.55	67.33	1.82	2.79

ANEXO E: Descripción de estratos

		REGISTRO DE EXPLORACION SUBRASANTE MTC E 101 MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS							
TESIS:		EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.				CALICATA No		C-1	
TESISTA:		YULIANA DEISY HUARCA HANCCO				PROFUNDIDAD, m		1.50	
LOCALIZACIÓN:		CAMINO VECINAL DEL DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO				FECHA:		3/12/2023	
COORDENADA, m:		Este: 208383.26		Norte: 8494902.69		ESTADO DEL TIEMPO		SOLEADO	
PROF, m	Muestr a No	N.F	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUBSUELO		CLASIFICACION DE SUBSUELO		OBSERVACIONES/ FOTOGRAFIA	
						SUCS	AASHTO		
0.00				Presencia de material organico y particulas de tipo relleno (desmonte)					
0.05									
0.10									
0.15									
0.20									
0.25									
0.30									
0.35									
0.40									
0.45									
0.50	M- 01	N.P		El suelo es una arcilla limosa arenoso con bajo contenido de grava que presenta particulas subredondeadas de forma chata, se observa color oxido oscuro de baja plasticidad, sin olor y presenta humedad sin agua visible, de consistencia compacta y cementacion moderada, tiene un 7.9 % de gravas, 37.5 % de arena y 54.6 % de finos.		CL-ML	A-4(0)		
0.55									
0.60									
0.65									
0.70									
0.75									
0.80									
0.85									
0.90									
0.95									
1.00									
1.05									
1.10									
1.15									
1.20	M- 02	N.P		El suelo es una arcilla con arena y bajo contenido de grava que presenta particulas subredondeadas de forma chata, se observa rosado oscuro con tendencia a café de baja plasticidad, sin olor y presenta humedad sin agua visible, de consistencia muy dura y cementacion moderada, tiene un 14.0 % de gravas, 77.0 % de arena y 9.0 % de finos.		CL	A-6 (3)		
1.25									
1.30									
1.35									
1.40									
1.45									
1.50									
1.55				FONDO EXPLORATORIO 1.50 METROS					
1.60									
1.65									
1.70									
1.75									
1.80									
1.85									
1.90									
1.95									
2.00									

 REGISTRO DE EXPLORACION SUBSUELO INVESTIGACION DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPOSITO DE INGENIERIA/ ASTM D 420							
TESIS:		EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.			CALICATA No		C-2
TESISTA:		YULIANA DEISY HUARCA HANCCO			PROFUNDIDAD, m		1.50
LOCALIZACIÓN:		DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO			FECHA:		3/12/2023
COORDENADA, m:		Este:	208473.04	Norte:	8494664.22	ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
PROF, m	Muestra No	N.F	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUBSUELO	CLASIFICACION DE SUBSUELO		OBSERVACIONES/ FOTOGRAFIA
					SUCS	AASHTO	
0.00				Presencia de material organico y partículas de tipo relleno (desmonte)			
0.05							
0.10							
0.15							
0.20							
0.25							
0.30							
0.35							
0.40							
0.45							
0.50							
0.55							
0.60							
0.65							
0.70							
0.75							
0.80	M- 01	N.P		El suelo es una arena arcillosa con grava de mediana plasticidad que presenta partículas subredondeadas de forma chata, tiene color beige claro de mediana plasticidad, sin olor y presenta humedad sin agua visible, de consistencia compacta y cementacion moderada, tiene un 30.8 % de gravas, 35.7 % de arena y 33.5 % de finos.	SC	A-2-6 (1)	
0.85							
0.90							
0.95							
1.00							
1.05							
1.10							
1.15							
1.20							
1.25							
1.30							
1.35							
1.40							
1.45							
1.50				FONDO EXPLORATORIO 1.50 METROS			
1.55							
1.60							
1.65							
1.70							
1.75							
1.80							
1.85							
1.90							
1.95							
2.00							

		REGISTRO DE EXPLORACION SUBSUELO INVESTIGACION DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPOSITO DE INGENIERIA/ ASTM D 420					
TESIS:		EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO.				CALICATA No	C-3
TESISTA:		YULIANA DEISY HUARCA HANCCO				PROFUNDIDAD, m	1.50
LOCALIZACIÓN:		DISTRITO DE CAICAY-PAUCARTAMBO				FECHA:	3/12/2023
COORDENADA, m:		Este:	208761.25	Norte:	8494353.52	ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
PROF, m	Muestra No	N.F	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUBSUELO	CLASIFICACION DE SUBSUELO		OBSERVACIONES/ FOTOGRAFIA
					SUCS	AASHTO	
0.00				Presencia de material organico y partículas de tipo relleno (desmonte)			
0.05							
0.10							
0.15							
0.20							
0.25							
0.30							
0.35							
0.40							
0.45							
0.50							
0.55							
0.60							
0.65							
0.70							
0.75							
0.80	M- 01	N.P		El suelo es una arena arcillosa con grava de mediana plasticidad que presenta partículas subredondeadas de forma chata, es de color rojizo claro de mediana plasticidad, sin olor y presenta humedad sin agua visible, de consistencia compacta y cementación moderada, tiene un 25.7 % de gravas, 35.8 % de arena y 38.6 % de finos.	SC	A-6 (1)	
0.85							
0.90							
0.95							
1.00							
1.05							
1.10							
1.15							
1.20							
1.25							
1.30							
1.35							
1.40							
1.45							
1.50				ONDO EXPLORATORIO 1.50 METRO			
1.55							
1.60							
1.65							
1.70							
1.75							
1.80							
1.85							
1.90							
1.95							
2.00							

ANEXO F: Metrados de la conformación de subrasante estabilizado

HOJA DE PLANILLA DE METRADOS								
TESIS:		EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO						
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	LONG.	ANCH O	ALTUR A	SUB-TOTAL	TOTAL
01	SUBRASANTE SIN MEJORAMIENTO, PERFILADA Y COMPACTADA							
01.02	OBRAS PRELIMINARES							
01.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²					4,111.56	4,111.56
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40		4,111.56	
01.02	CONFORMACION DE AFIRMADO							
01.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³					2,220.24	2,220.24
	CUSCO - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.45	2,220.24	
				Esponjamiento = 0.2				
01.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ²					1,850.20	1,850.20
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.45	1,850.20	
02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON REEMPLAZO POR MATERIAL GRANULAR DE CBR> 6%							
02.01	OBRAS PRELIMINARES							
02.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	m ³					822.31	822.31
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.20	822.31	
02.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²					4,111.56	4,111.56
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40		4,111.56	
02.01.03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA	m ³					986.77	986.77
	COM. VILCABAMBA - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.20	986.77	
				Esponjamiento = 0.2				
01.01.04	MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT DE CANTERA (e=20 cm)	m ³					822.31	822.31
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.20	822.31	
02.02	CONFORMACION DE AFIRMADO							
02.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³					1,726.86	1,726.86
	CUSCO - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.35	1,726.86	
				Esponjamiento = 0.2				

02.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO (e= 31 cm)	m ²					1,439.05	1,439.05
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.35	1,439.05	
03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICION DE 10% CFL							
03.01	OBRAS PRELIMINARES							
03.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	m ³					616.73	616.73
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.15	616.73	
03.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	m ²					4,111.56	4,111.56
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40		4,111.56	
03.01.03	RECOLECCION, LIMPIEZA Y TAMIZADO DE CFL	kg					101,323.23	101,323.23
	LADRILLERA EN SAN JERONIMO		101,323.23				101,323.23	
03.01.04	TRANSPORTE DE CFL PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m3					50.91	50.91
	SAN JERONIMO - COM. CCOLLOTARO			50.91			50.91	
03.01.05	MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE ESTABILIZADO CON CFL	m ³					616.73	616.73
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.15	616.73	
03.02	CONFORMACION DE AFIRMADO							
03.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m ³					740.08	740.08
	CUSCO - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.15	740.08	
				Esponjamiento = 0.2				
03.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO (e= 31 cm)	m ²					616.73	616.73
	COM. CAICAY - COM. CCOLLOTARO		1.00	761.40	5.40	0.15	616.73	

ANEXO G: Costos unitarios directos de propuestas para la conformación de subrasante estabilizado

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN LA MEJORA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP. CU 1364, CUSCO

PROPIETARIO : YULIANA DEISY HUARCA HANCCO

UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: PAUCARTAMBO DIST: CAICAY

PRESUPUESTO 1.0: SUBRASANTE SIN MEJORAMIENTO, PERFILADA Y COMPACTADA

Partida: 1.1.1 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm) Rendimiento:920 m²/Día

Costo unitario por m² **4.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.11
471060016	PEON	hh	4.00	0.0348	18.63	0.65
471060090	OPERARIO	hh	2.00	0.0174	26.19	0.46
MATERIALES						0.25
390010002	AGUA	m³	-	0.12	2.1	0.25
EQUIPO						3.05
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	1.11	0.06
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0087	165.25	1.44
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0087	177.97	1.55

Partida: 1.2.1 TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ **4.27**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.09
471060090	OPERARIO	hh	0.20	0.0036	26.19	0.09
EQUIPO						4.18
480010002	VOLQUETE DE 15 M3	hm	1.00	0.0178	130	2.31
490010007	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160- 195 HP	hm	0.50	0.0089	209.68	1.87

Partida: 1.2.2 EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO Rendimiento:380 m³/Día

Costo unitario por m³ **77.03**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.9
471060016	PEON	hh	6.00	0.1263	18.63	2.35
471060090	OPERARIO	hh	1.00	0.0211	26.19	0.55
MATERIALES						63.25
390010002	AGUA	m³	-	0.12	2.1	0.25
380010001	MATERIAL GRANULAR PARA AFIRMADO	m³	-	1.05	60	63
EQUIPO						10.88
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3	2.9	0.09
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0211	165.25	3.49
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0211	177.97	3.76
490010005	CAMION CISTERNA 2000 GLN	hm	1.00	0.0211	167.6	3.54

PRESUPUESTO 2.0: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON REEMPLAZO POR MATERIAL GRANULAR DE CBR> 6%

Partida: 2.1.1 CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE

Rendimiento:350 m³/Día

Costo unitario por m³ **5.71**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.32
471060016	PEON	hh	2.00	0.0457	18.63	0.85
471060015	OFICIAL	hh	1.00	0.0229	20.6	0.47
EQUIPO						4.39
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3	1.32	0.04
490010002	TRACTOR DE ORUGA	hm	1.00	0.0229	190	4.35

Partida: 2.1.2 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)

Rendimiento:920 m²/Día

Costo unitario por m² **4.41**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.11
471060016	PEON	hh	4.00	0.0348	18.63	0.65
471060090	OPERARIO	hh	2.00	0.0174	26.19	0.46
MATERIALES						0.25
390010002	AGUA	m³	-	0.12	2.10	0.25
EQUIPO						3.05
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.00	1.11	0.06
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0087	165.25	1.44
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0087	177.97	1.55

Partida: 2.1.3 TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA

Rendimiento:600 m³/Día

Costo unitario por m³ **3.20**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.07
471060090	OPERARIO	hh	0.20	0.0027	26.19	0.07
EQUIPO						3.13
480010002	VOLQUETE DE 15 M3	hm	1.00	0.0133	130.00	1.73
490010007	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160- 195 HP	hm	0.50	0.0067	209.68	1.4

Partida: 2.1.4 MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT DE CANTERA (e=20 cm)

Rendimiento:300 m³/Día

Costo unitario por m³ **33.67**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						3.68
471060090	OPERARIO	hh	1.00	0.0267	26.19	0.7
471060016	PEON	hh	6.00	0.16	18.63	2.98
MATERIALES						0.25
390010002	AGUA	m³	-	0.12	2.10	0.25
EQUIPO						13.74
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.00	3.68	0.11
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0267	165.25	4.41
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0267	177.97	4.75
490010005	CAMION CISTERNA 2000 GLN	hm	1.00	0.0267	167.60	4.47
SUB-PARTIDAS						16
CU0060005	MATERIAL GRANULAR PARA SUBRASANTE	m³	-	1.00	16.00	16

Partida: 2.2.1 TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO

Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ **4.27**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.09
471060090	OPERARIO	hh	0.20	0.0036	26.19	0.09
EQUIPO						4.18
480010002	VOLQUETE DE 15 M3	hm	1.00	0.0178	130.00	2.31
490010007	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160- 195 HP	hm	0.50	0.0089	209.68	1.87

Partida: 2.2.2 EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO

Rendimiento:380 m³/Día

Costo unitario por m³ **77.03**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.9

471060016	PEON	hh	6.00	0.1263	18.63	2.35
471060090	OPERARIO	hh	1.00	0.0211	26.19	0.55
MATERIALES						63.25
390010002	AGUA	m³	-	0.12	2.10	0.25
380010001	MATERIAL GRANULAR PARA AFIRMADO	m³	-	1.05	60.00	63
EQUIPO						10.88
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.00	2.90	0.09
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0211	165.25	3.49
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0211	177.97	3.76
490010005	CAMION CISTERNA 2000 GLN	hm	1.00	0.0211	167.60	3.54
Detalle de sub-partidas del presupuesto						

CU0060005	MATERIAL GRANULAR PARA SUBRASANTE	Rendimiento:450 m³/Día				
Costo unitario por m³						16.00
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.09
471060090	OPERARIO	hh	0.20	0.0036	26.19	0.09
MATERIALES						10.5
40010001	MATERIAL GRANULAR (DERECHO CANTERA)	m³	-	1.05	10.00	10.5
EQUIPO						5.41
480010269	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.00	0.0178	303.71	5.41

PRESUPUESTO 3.0: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICION DE 10% CFL

Partida: 3.1.1	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	Rendimiento:350 m³/Día				
Costo unitario por m³						5.71
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.32
471060016	PEON	hh	2.00	0.0457	18.63	0.85
471060015	OFICIAL	hh	1.00	0.0229	20.6	0.47
EQUIPO						4.39
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.00	1.32	0.04
490010002	TRACTOR DE ORUGA	hm	1.00	0.0229	190	4.35

Partida: 3.1.2	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE C/MAT PROPIO (e= 15 cm)	Rendimiento:920 m²/Día				
Costo unitario por m²						4.41
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.11
471060016	PEON	hh	4.00	0.0348	18.63	0.65
471060090	OPERARIO	hh	2.00	0.0174	26.19	0.46
MATERIALES						0.25
390010002	AGUA	m³	-	0.12	2.10	0.25
EQUIPO						3.05
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.00	1.11	0.06
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0087	165.25	1.44
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0087	177.97	1.55

Partida: 3.1.3	RECOLECCION, LIMPIEZA Y TAMIZADO DE CFL	Rendimiento:2400 kg/Día				
Costo unitario por kg						0.64
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.62
471060016	PEON	hh	10.00	0.0333	18.63	0.62
EQUIPO						0.02
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.00	0.62	0.02

Partida: 3.1.4	TRANSPORTE DE CFL PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	Rendimiento:300 m³/Día				
Costo unitario por m³						5.15

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.63
471060090	OPERARIO	hh	0.20	0.0053	26.19	0.14
471060016	PEON	hh	3.00	0.08	18.63	1.49
EQUIPO						3.52
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.00	1.63	0.05
480010002	VOLQUETE DE 15 M3	hm	1.00	0.03	130.00	3.47

Partida: 3.1.5 MEJORAMIENTO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE ESTABILIZADO CON CFL Rendimiento:300 m³/Día

Costo unitario por m³ **25.82**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						3.68
471060016	PEON	hh	6.00	0.16	18.63	2.98
471060090	OPERARIO	hh	1.00	0.0267	26.19	0.7
MATERIALES						8.4
300010048	CENIZA DE FONDO DE LADRILLERA	kg	-	164.29	0.05	8.21
390010002	AGUA	m³	-	0.091	2.1	0.19
EQUIPO						13.74
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.00	3.68	0.11
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0267	165.25	4.41
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0267	177.97	4.75
490010005	CAMION CISTERNA 2000 GLN	hm	1.00	0.0267	167.6	4.47

Partida: 3.2.1 TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ **4.27**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.09
471060090	OPERARIO	hh	0.20	0.0036	26.19	0.09
EQUIPO						4.18
480010002	VOLQUETE DE 15 M3	hm	1.00	0.0178	130.00	2.31
490010007	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160- 195 HP	hm	0.50	0.0089	209.68	1.87

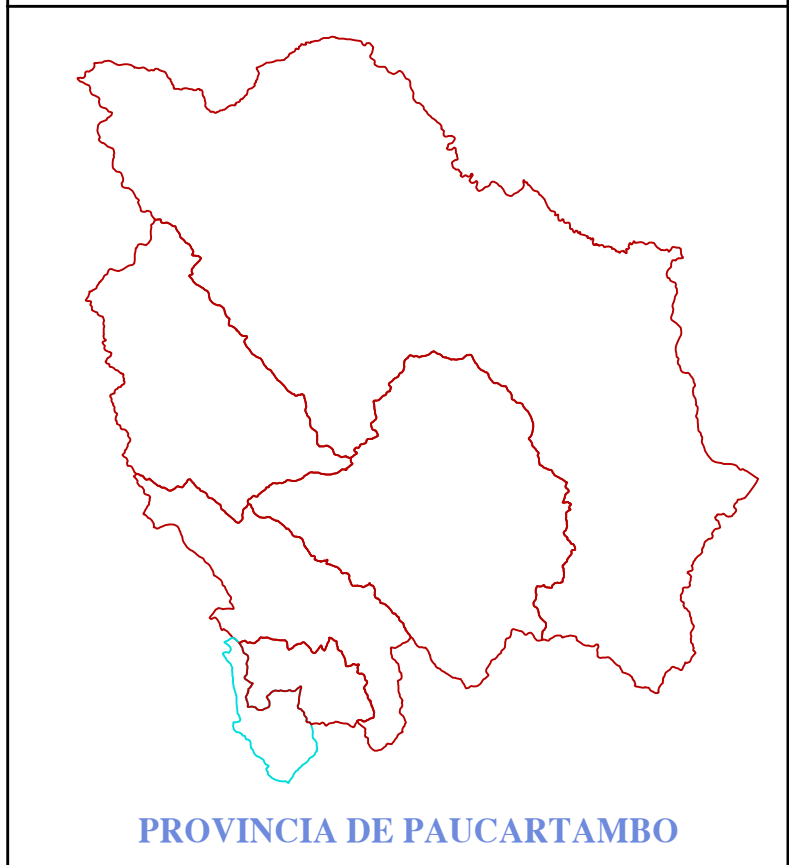
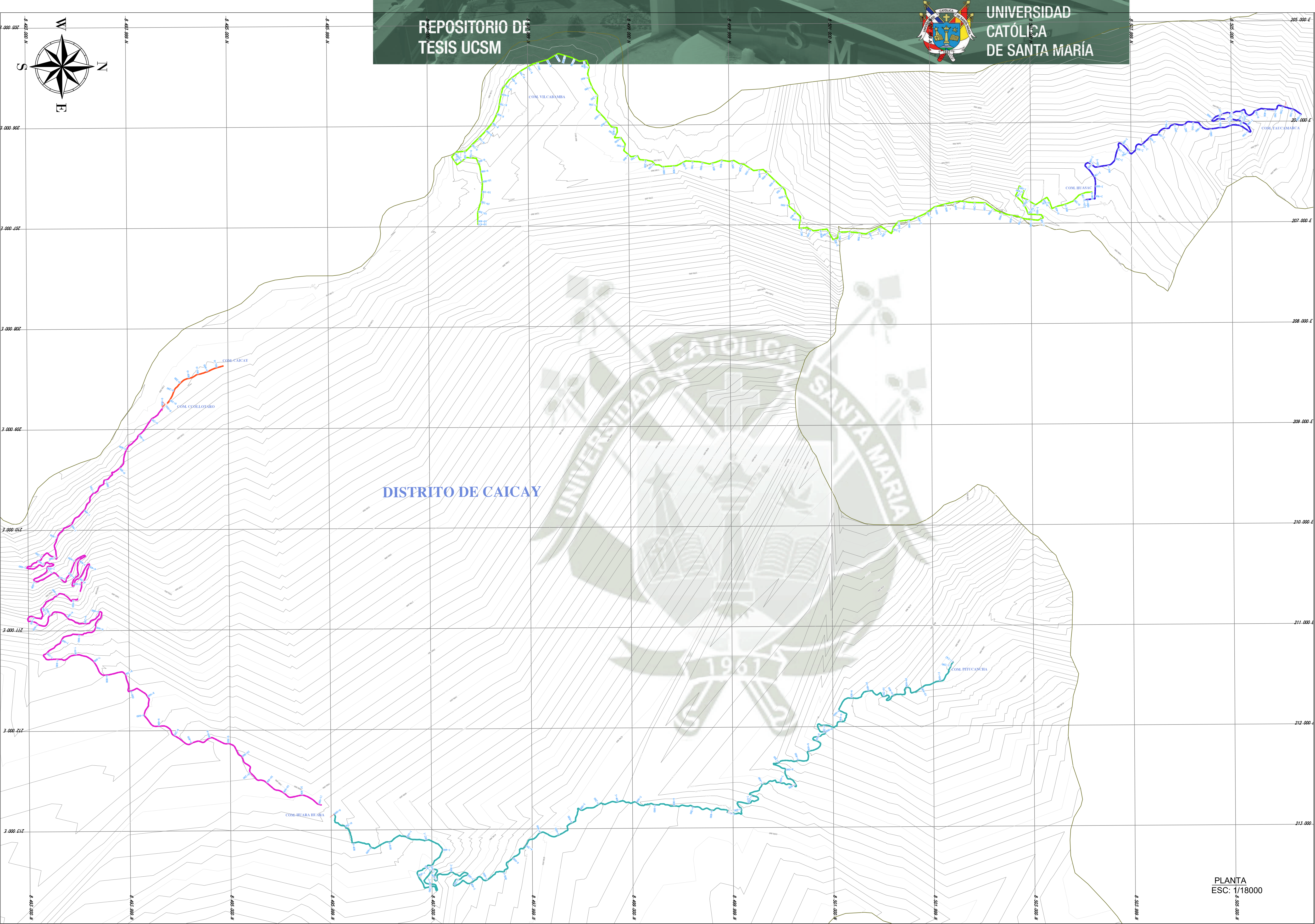
Partida: 3.2.2 EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA AFIRMADO Rendimiento:380 m³/Día

Costo unitario por m³ **77.03**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.9
471060016	PEON	hh	6.00	0.1263	18.63	2.35
471060090	OPERARIO	hh	1.00	0.0211	26.19	0.55
MATERIALES						63.25
390010002	AGUA	m³	-	0.12	2.1	0.25
380010001	MATERIAL GRANULAR PARA AFIRMADO	m³	-	1.05	60	63
EQUIPO						10.88
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3	2.9	0.09
490010008	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP	hm	1.00	0.0211	165.25	3.49
490010006	MOTONIVELADORA 130- 135 HP	hm	1.00	0.0211	177.97	3.76
490010005	CAMION CISTERNA 2000 GLN	hm	1.00	0.0211	167.6	3.54

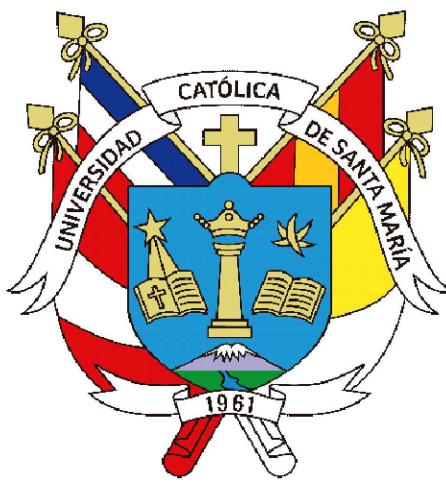
ANEXO H: PLANOS





LEYENDA	
	Curva Mayor C/100.0m
	Curva Menor C/20.0m
	Distrito de Caicay
	Caicay – Ccollotaro
	Ccollotaro – Huara huara
	Vilcabamba – Huasac
	Huasac – Taucamarca
	Pituconcha – Huara huara

PLANTA
ESC: 1/18000



**Universidad Católica de Santa
María**

**Facultad de Arquitectura, Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

PROYECTO:

“EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS
PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN
LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN
EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP.
CAICAY - CCOLLOTARO - HUARA HUARA -
PITUCONCHA - HUARA HUARA”

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

TESISTA:

BACH. HUARCA HANCCO, YULIANA DEISY

ESCALA : INDICADAS

FECHA : JULIO - 2024

PLANO:

**LOCALIZACIÓN DE TRAMOS VECINALES DEL
DISTRITO DE CAICAY**

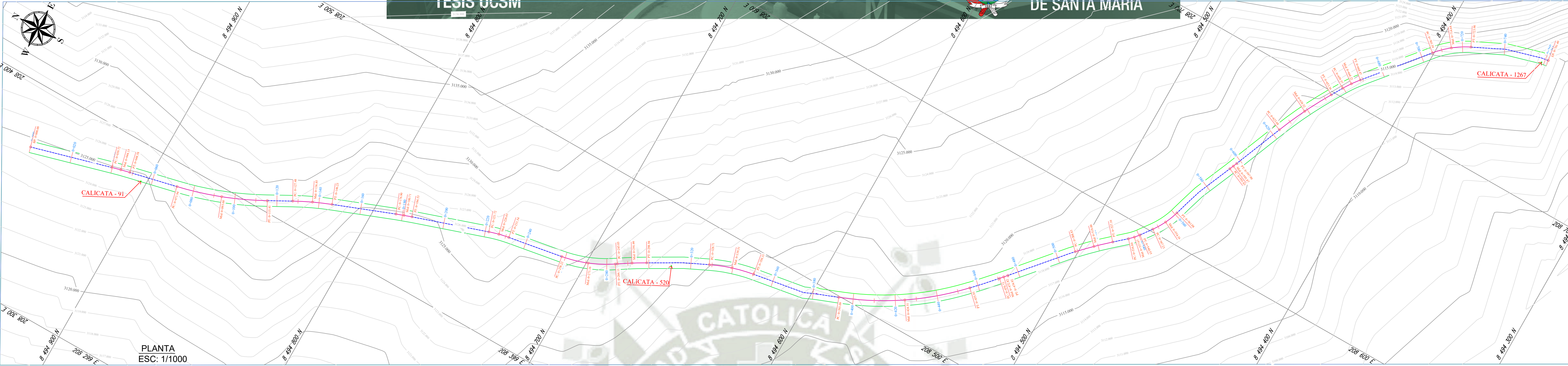
LOCALIZACIÓN:

DEPARTAMENTO : CUSCO
PROVINCIA : PAUCARTAMBO
DISTRITO : CAICAY
LOCALIDAD : CAICAY - CCOLLOTARO

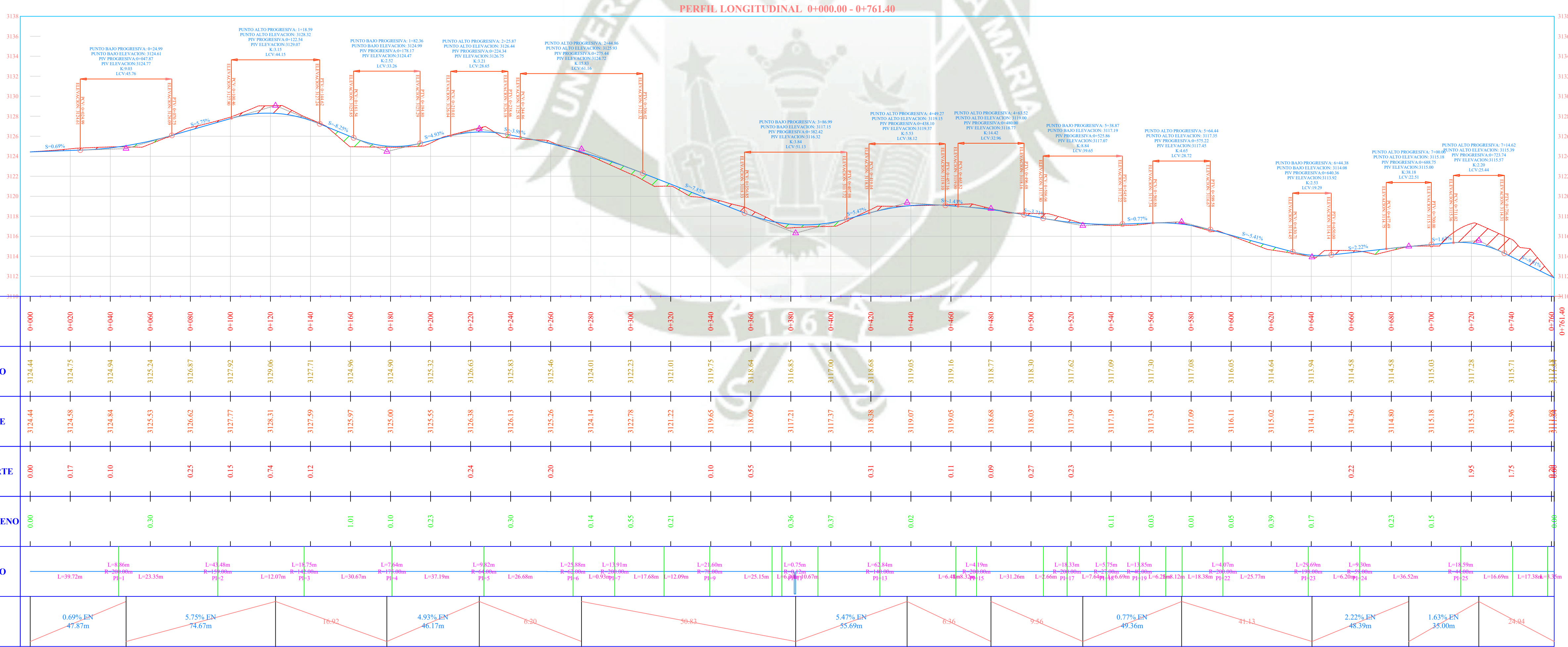
LÁMINA:

PL-01

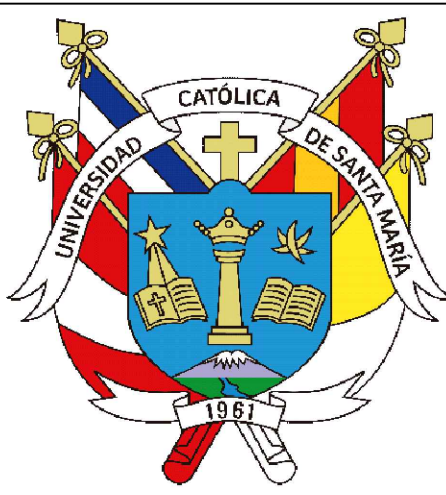
PG-01



PLANTA
ESC: 1/1000



LEYENDA	
	Curva Mayor C/5.00m
	Curva Menor C/1.00m
	Acceso
	Eje Projectado



Universidad Católica de Santa
María

Facultad de Arquitectura, Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

PROYECTO:

“EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZAS
PROVENIENTE DE LADRILLERAS EN
LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN
EL CAMINO VECINAL - TRAMO EMP.
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

TESISTA:

BACH. HUARCA HANCCO, YULIANA DEISY

ESCALA : INDICADAS

FECHA : JULIO - 2024

PLANO:

PLANTA - PERFIL
PROGRESIVA 0+000 A 0+ 761.40

LOCALIZACIÓN:

DEPARTAMENTO : CUSCO
PROVINCIA : PAUCARTAMBO
DISTRITO : CAICAY
LOCALIDAD : CAICAY - CCOLLOTARO

LÁMINA:

PP-01

ANEXO I: Panel fotográfico



Figura 1. *Observación visual de la condición de la vía de estudio, mostrando retención de agua producto de las lluvias.*

Nota: Elaboración propia.

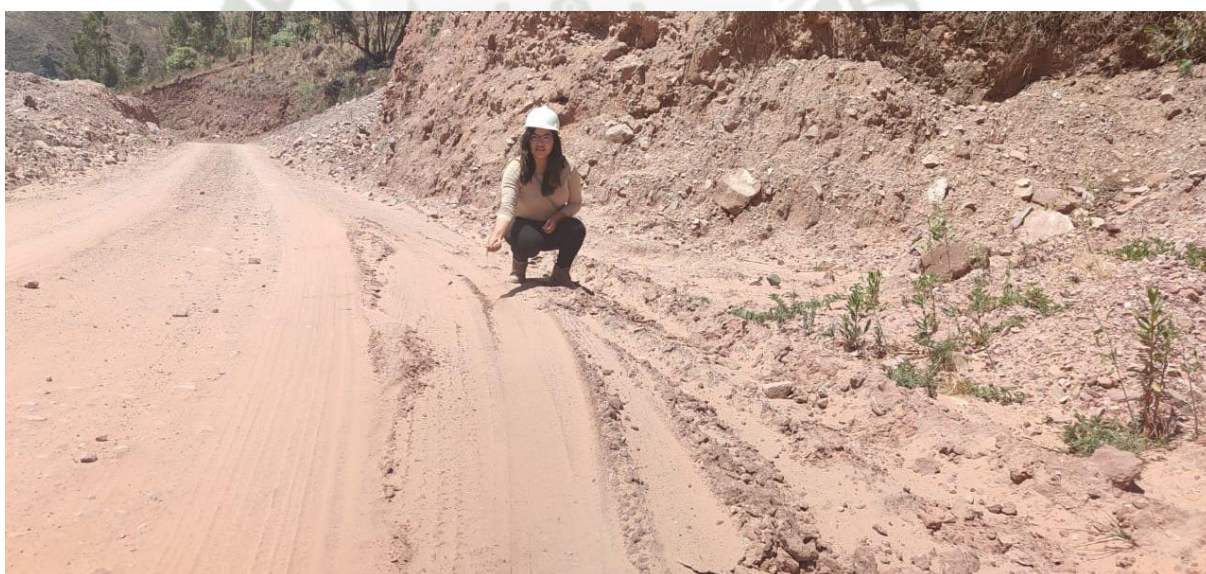


Figura 2. *Verificación visual de la condición de la vía de estudio.*

Nota: Elaboración propia.



Figura 3. Zona ladrillera del Distrito de San Jerónimo- Cusco, donde se observa el acopio de los desechos propios de la producción de ladrillos.

Nota: Elaboración propia



Figura 4. Después de 3 días de enfriamiento del horno, se puede recolectar el residuo de ceniza de horno de ladrilleras.

Nota: Elaboración propia



Figura 5. Una vez identificada la zona de estudio, se procede a la excavación para obtener las muestras representativas del suelo y su respectiva descripción de estratos.

Nota: Elaboración propia



Figura 6. Se realiza el ensayo de contenido de humedad, de las 03 calicatas.

Nota: Elaboración propia



Figura 7. Se realiza el ensayo de granulometría, para lo cual se escogió una muestra representativa, mediante el cuarteo del material.

Nota: Elaboración propia



Figura 8. Se tamiza dividiendo las gravas de los finos, mediante la malla N 4, para realizar el tamizado de ambos por separado.

Nota: Elaboración propia



Figura 9. Los equipos y herramientas manuales, para realizar el ensayo de granulometría, según lo indicado en la norma MTC.

Nota: Elaboración propia



Figura 10. Para el análisis granulométrico de los finos, se realiza un lavado del material teniendo cuidado de perder material, este se lavará hasta que el agua este clara.

Nota: Elaboración propia



Figura 11. Ya lavado y secado el material, se realizará el análisis granulométrico de los finos.

Nota: Elaboración propia



Figura 12. Para los ensayos posteriores, se hace secar el material a temperatura ambiente, extendiéndolo en el área designado para guardar las muestras.

Nota: Elaboración propia



Figura 13. Para el ensayo de limite líquido, el material fue saturado y curado unas horas antes para realizar el ensayo utilizando la cuchara de Casagrande.

Nota: Elaboración propia



Figura 14. Para el ensayo de Limite plástico, el material fue saturado y curado unas horas antes para realizar el ensayo el cual se hará hasta el desmoronamiento y/o agrietamiento, de los rollitos de suelo, con el diámetro indicado.

Nota: Elaboración propia



Figura 15. *Luego de terminar de ensayar los materiales, se pesará, para finalmente, introducirlo al horno y secar, para hallar el contenido de humedad.*

Nota: Elaboración propia

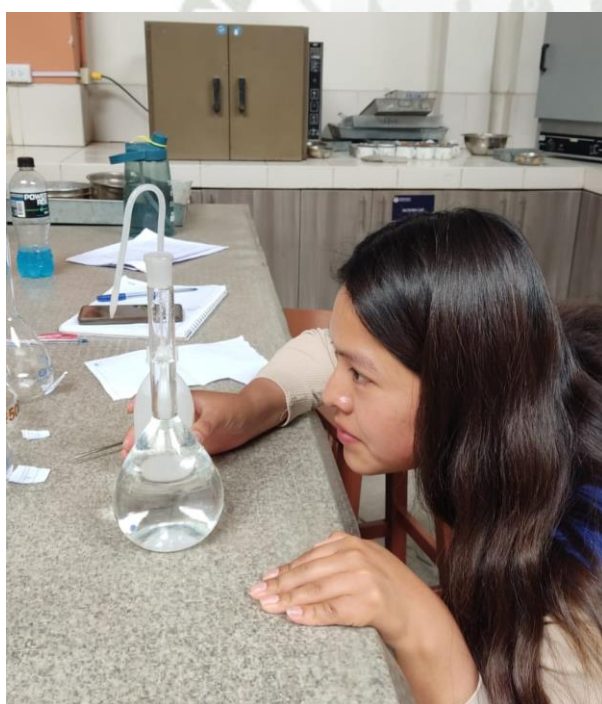


Figura 16. *Para el ensayo de Gravedad específica de los finos, se realiza una calibración de las fiolas a usarse, así como la medición de la temperatura del agua a usarse, para proceder a realizar el desaireado de la pasta mediante ebullición, hasta que la mezcla suelo- agua llegue a hervir.*

Nota: Elaboración propia



Figura 17. *Enfriado las fiolas ya desaireadas, se procede a llenar con agua hasta el nivel de calibración que se realizó anteriormente.*

Nota: Elaboración propia



Figura 18. *Por ultimo se pesan y se toma la temperatura a la cual se encuentra la muestra.*

Nota: Elaboración propia



Figura 19. Para el ensayo de Proctor modificado, se prepara el material según la granulometría del suelo, para mezclarlo a distintos contenidos de humedad.

Nota: Elaboración propia



Figura 20. Con la mezcla obtenida, se procede a realizar la compactación usando un pisón manual, según el método “B” o “C”, será el tamaño del molde y la cantidad de golpes por capa.

Nota: Elaboración propia



Figura 21. Posterior a la compactación, se quita el collarín y se procede a enrasar, llenando los espacios si hubiese, con material propio de la muestra.

Nota: Elaboración propia



Figura 22. Finalmente, se hallará el contenido de humedad de la muestra ensayada.

Nota: Elaboración propia



Figura 23. Para el ensayo de CBR, se preparará el material según su granulometría y el óptimo contenido de humedad hallado anteriormente, se compactará en un molde de 6'' a 12, 26 y 55 golpes por capa.

Nota: Elaboración propia



Figura 24. Terminada la compactación se colocará papel filtro, para luego poner las cargas y el dial que medirá la expansión.

Nota: Elaboración propia



Figura 25. Los moldes, se sumergirán durante 96 horas, durante este periodo, se anotarán las expansiones.

Nota: Elaboración propia



Figura 26. Finalizado el periodo de inmersión, se sacan los moldes y se espera por unos 15 min, que el agua sobrante discurra.

Nota: Elaboración propia



Figura 27. Para el ensayo se usa la prensa de carga, el cual a determinados tiempos se anota lo que indica el dial de carga, realizado según la norma del MTC.

Nota: Elaboración propia



Figura 28. Finalmente se haya las humedades de los suelos ensayados, antes y después de la inmersión.

Nota: Elaboración propia



Figura 29. Para el ensayo de compresión simple no confinada, se utilizó la mezcladora manual, para mejor combinación del suelo con el agua.

Nota: Elaboración propia



Figura 30. Teniendo la densidad definida, se pesa el material por capa a compactarse, dentro del molde establecido en una relación de altura: diámetro de 2.

Nota: Elaboración propia



Figura 31. Se compacto dividiendo el molde en 10 capas, teniendo la densidad establecida.

Nota: Elaboración propia



Figura 32. Para cada muestra, se realizo 3 repeticiones, los cuales se curo en un ambiente hermético durante 7 días.

Nota: Elaboración propia



Figura 33. Para el ensayo se usó el equipo triaxial, donde los especímenes deben centrarse y se aseguró la capsula del equipo.

Nota: Elaboración propia



Figura 34. Una vez asegurada la capsula donde esta el espécimen, este se centrara en el equipo triaxial, cuidando de los niveles del equipo y que este centrada y en contacto el dispositivo de carga

Nota: Elaboración propia



Figura 35. Para iniciar el ensayo se programó la velocidad y se configura los datos para que se realice el ensayo axial de la muestra.

Nota: Elaboración propia



Figura 36. Se finaliza el ensayo, cuando la carga empieza a reducir y también cuando visualmente el molde presenta grietas.

Nota: Elaboración propia



Figura 37. Para el estudio microestructural del suelo, CFL y las adiciones, las muestras pasan por un baño de oro.

Nota: Elaboración propia



Figura 38. Equipo de SEM, para la caracterización de las muestras, mediante el uso de cañón de electrones

Nota: Elaboración propia

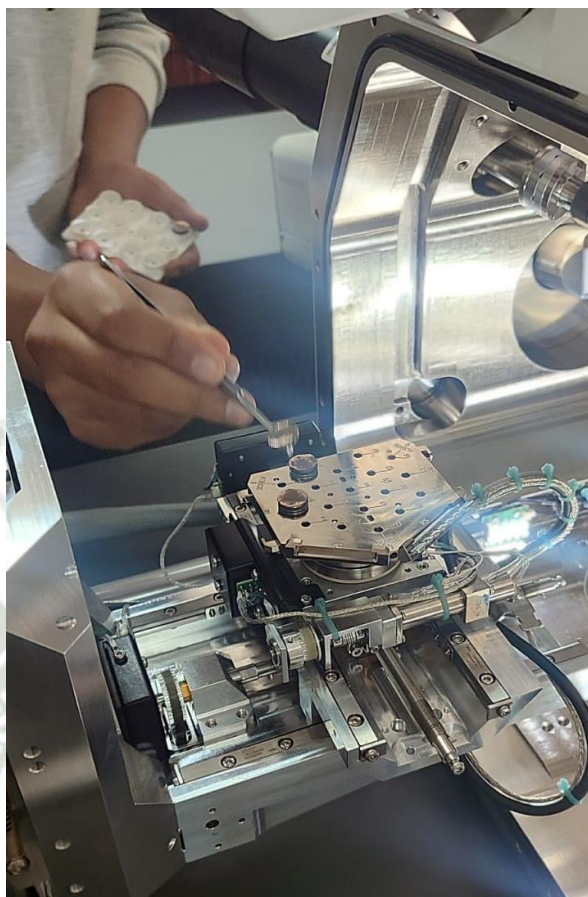


Figura 1. Se colocan las muestras dentro del equipo SEM para empezar el análisis microestructural.

Nota: Elaboración propia

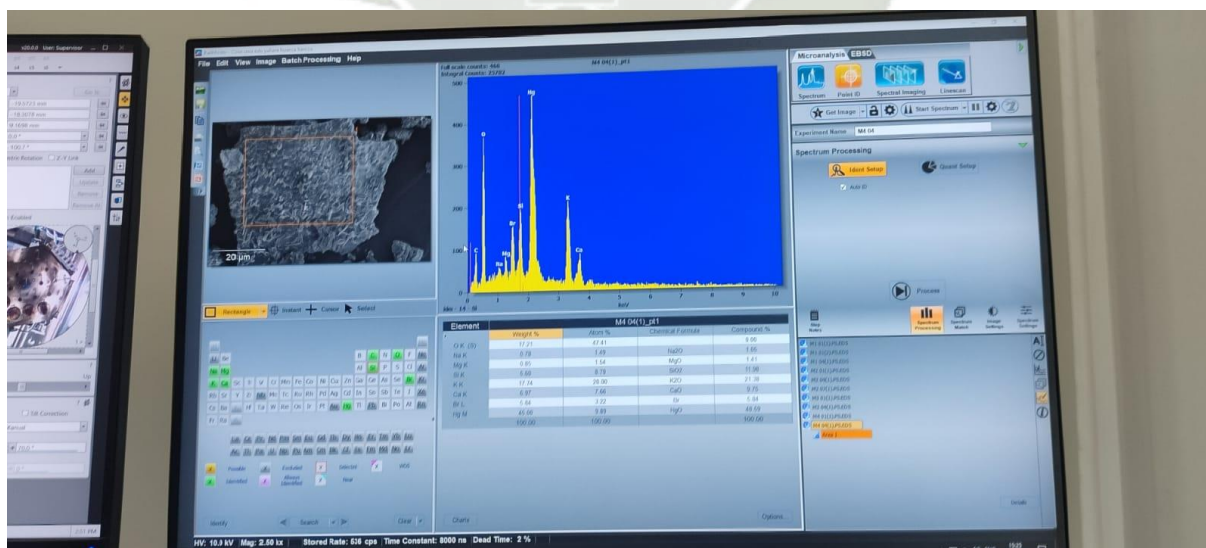


Figura 1. Mediante el análisis SEM, se puede realizar el análisis EDS, de la composición de los óxidos presentes en las muestras.

Nota: Elaboración propia.

ANEXO J: Ubicación de puntos muestrales (calicatas) en la población de estudio

C1	C2	C3
C4	C5	C6
C7	C8	C9
C10	C11	C12
C13	C14	C15
C16	C17	C18
C19	C20	C21
C22	C23	C24
C25	C26	C27
C28	C29	C30
C31	C32	C33
C34	C35	C36
C37	C38	C39
C40	C41	C42
C43	C44	C45
C46	C47	C48
C49	C50	C51
C52	C53	C54
C55	C56	C57
C58	C59	C60
C61	C62	C63
C64	C65	C66
C67	C68	C69
C70	C71	C72
C73	C74	C75
C76	C77	C78
C79	C80	C81
C82	C83	C84
C85	C86	C87
C88	C89	C90
C91	C92	C93
C94	C95	C96
C97	C98	C99
C100	C101	C102
C103	C104	C105
C106	C107	C108
C109	C110	C111
C112	C113	C114
C115	C116	C117
C118	C119	C120
C121	C122	C123
C124	C125	C126
C127	C128	C129
C130	C131	C132
C133	C134	C135

N	ESTE	NORTE	N	ESTE	NORTE	N	ESTE	NORTE
C1	208370.039	8494954.82	C2	208371.743	8494955.396	C3	208373.451	8494955.977
C4	208370.619	8494953.11	C5	208372.323	8494953.694	C6	208374.031	8494954.275
C7	208371.198	8494951.41	C8	208372.903	8494951.992	C9	208374.61	8494952.572
C10	208371.778	8494949.71	C11	208373.483	8494950.291	C12	208375.19	8494950.869
C13	208372.357	8494948.01	C14	208374.063	8494948.589	C15	208375.77	8494949.167
C16	208372.937	8494946.31	C17	208374.642	8494946.887	C18	208376.349	8494947.464
C19	208373.517	8494944.61	C20	208375.222	8494945.185	C21	208376.929	8494945.761
C22	208374.096	8494942.91	C23	208375.802	8494943.483	C24	208377.508	8494944.058
C25	208374.676	8494941.21	C26	208376.382	8494941.781	C27	208378.088	8494942.356
C28	208375.058	8494939.46	C29	208376.791	8494940.038	C30	208378.525	8494940.619
C31	208375.322	8494937.68	C32	208377.056	8494938.26	C33	208378.789	8494938.839
C34	208375.587	8494935.9	C35	208377.32	8494936.482	C36	208379.054	8494937.06
C37	208375.851	8494934.13	C38	208377.585	8494934.703	C39	208379.319	8494935.281
C40	208376.115	8494932.35	C41	208377.849	8494932.925	C42	208379.583	8494933.502
C43	208376.38	8494930.57	C44	208378.114	8494931.147	C45	208379.848	8494931.723
C46	208376.644	8494928.79	C47	208378.378	8494929.368	C48	208380.113	8494929.944
C49	208376.909	8494927.02	C50	208378.643	8494927.59	C51	208380.377	8494928.165
C52	208377.173	8494925.24	C53	208378.908	8494925.812	C54	208380.642	8494926.386
C55	208377.566	8494923.49	C56	208379.275	8494924.056	C57	208380.985	8494924.624
C58	208378.066	8494921.76	C59	208379.776	8494922.329	C60	208381.485	8494922.897
C61	208378.566	8494920.04	C62	208380.276	8494920.602	C63	208381.986	8494921.169
C64	208379.067	8494918.31	C65	208380.777	8494918.876	C66	208382.487	8494919.442
C67	208379.567	8494916.58	C68	208381.277	8494917.149	C69	208382.987	8494917.714
C70	208380.067	8494914.86	C71	208381.777	8494915.422	C72	208383.488	8494915.986
C73	208380.567	8494913.13	C74	208382.278	8494913.695	C75	208383.988	8494914.259
C76	208381.067	8494911.41	C77	208382.778	8494911.968	C78	208384.489	8494912.531
C79	208381.568	8494909.68	C80	208383.279	8494910.241	C81	208384.99	8494910.804
C82	208381.993	8494907.93	C83	208383.709	8494908.496	C84	208385.425	8494909.059
C85	208382.417	8494906.19	C86	208384.133	8494906.749	C87	208385.849	8494907.311
C88	208382.841	8494904.44	C89	208384.557	8494905.002	C90	208386.273	8494905.563
C91	208383.264	8494902.69	C92	208384.981	8494903.254	C93	208386.697	8494903.815
C94	208383.688	8494900.95	C95	208385.405	8494901.507	C96	208387.121	8494902.067
C97	208384.112	8494899.2	C98	208385.829	8494899.76	C99	208387.545	8494900.319
C100	208384.536	8494897.45	C101	208386.253	8494898.013	C102	208387.969	8494898.571
C103	208385.134	8494895.76	C104	208386.684	8494896.319	C105	208388.562	8494896.876
C106	208385.777	8494894.08	C107	208387.492	8494894.64	C108	208389.206	8494895.197
C109	208386.42	8494892.41	C110	208388.135	8494892.962	C111	208389.85	8494893.517
C112	208387.063	8494890.73	C113	208388.778	8494891.283	C114	208390.493	8494891.838
C115	208387.706	8494889.05	C116	208389.422	8494889.604	C117	208391.137	8494890.158
C118	208388.276	8494887.35	C119	208389.99	8494887.9	C120	208391.703	8494888.452
C121	208388.79	8494885.62	C122	208390.504	8494886.177	C123	208392.218	8494886.729
C124	208389.304	8494883.9	C125	208391.018	8494884.454	C126	208392.732	8494885.005
C127	208389.818	8494882.18	C128	208391.532	8494882.731	C129	208393.246	8494883.282
C130	208390.332	8494880.46	C131	208392.046	8494881.008	C132	208393.761	8494881.558
C133	208390.846	8494878.74	C134	208392.56	8494879.285	C135	208394.275	8494879.835

C136	C137	C138
C139	C140	C141
C142	C143	C144
C145	C146	C147
C148	C149	C150
C151	C152	C153
C154	C155	C156
C157	C158	C159
C160	C161	C162
C163	C164	C165
C166	C167	C168
C169	C170	C171
C172	C173	C174
C175	C176	C177
C178	C179	C180
C181	C182	C183
C184	C185	C186
C187	C188	C189
C190	C191	C192
C193	C194	C195
C196	C197	C198
C199	C200	C201
C202	C203	C204
C205	C206	C207
C208	C209	C210
C211	C212	C213
C214	C215	C216
C217	C218	C219
C220	C221	C222
C223	C224	C225
C226	C227	C228
C229	C230	C231
C232	C233	C234
C235	C236	C237
C238	C239	C240
C241	C242	C243
C244	C245	C246
C247	C248	C249
C250	C251	C252
C253	C254	C255
C256	C257	C258
C259	C260	C261
C262	C263	C264
C265	C266	C267
C268	C269	C270
C271	C272	C273
C274	C275	C276
C277	C278	C279

C136	208391.311	8494877	C137	208393.035	8494877.553	C138	208394.759	8494878.104
C139	208391.674	8494875.24	C140	208393.398	8494875.792	C141	208395.122	8494876.342
C142	208392.037	8494873.48	C143	208393.761	8494874.031	C144	208395.486	8494874.581
C145	208392.4	8494871.72	C146	208394.124	8494872.27	C147	208395.849	8494872.819
C148	208392.763	8494869.96	C149	208394.488	8494870.509	C150	208396.212	8494871.057
C151	208393.126	8494868.2	C152	208394.851	8494868.749	C153	208396.576	8494869.296
C154	208393.643	8494866.49	C155	208395.368	8494867.037	C156	208397.094	8494867.583
C157	208394.36	8494864.84	C158	208396.086	8494865.388	C159	208397.811	8494865.934
C160	208395.077	8494863.19	C161	208396.803	8494863.739	C162	208398.529	8494864.285
C163	208395.794	8494861.55	C164	208397.52	8494862.091	C165	208399.246	8494862.635
C166	208396.511	8494859.9	C167	208398.237	8494860.442	C168	208399.964	8494860.986
C169	208397.228	8494858.25	C170	208398.954	8494858.794	C171	208400.681	8494859.337
C172	208397.945	8494856.6	C173	208399.672	8494857.145	C174	208401.399	8494857.687
C175	208398.662	8494854.95	C176	208400.389	8494855.496	C177	208402.116	8494856.038
C178	208399.402	8494853.32	C179	208401.14	8494853.864	C180	208402.878	8494854.41
C181	208400.2	8494851.71	C182	208401.938	8494852.253	C183	208403.677	8494852.798
C184	208400.998	8494850.1	C185	208402.737	8494850.642	C186	208404.476	8494851.187
C187	208401.796	8494848.49	C188	208403.535	8494849.031	C189	208405.274	8494849.575
C190	208402.594	8494846.88	C191	208404.334	8494847.42	C192	208406.073	8494847.963
C193	208403.392	8494845.27	C194	208405.132	8494845.809	C195	208406.872	8494846.352
C196	208404.176	8494843.65	C197	208405.911	8494844.189	C198	208407.645	8494844.728
C199	208404.875	8494842.15	C200	208406.61	8494842.685	C201	208408.345	8494843.224
C202	208405.633	8494840.52	C203	208407.368	8494841.055	C204	208409.103	8494841.593
C205	208406.391	8494838.89	C206	208408.127	8494839.425	C207	208409.862	8494839.962
C208	208407.149	8494837.26	C209	208408.885	8494837.795	C210	208410.621	8494838.332
C211	208407.907	8494835.63	C212	208409.643	8494836.165	C213	208411.379	8494836.701
C214	208408.681	8494834.01	C215	208410.424	8494834.546	C216	208412.168	8494835.085
C217	208409.487	8494832.4	C218	208411.231	8494832.939	C219	208412.975	8494833.477
C220	208410.294	8494830.8	C221	208412.039	8494831.333	C222	208413.783	8494831.87
C223	208411.101	8494829.19	C224	208412.846	8494829.726	C225	208414.59	8494830.263
C226	208411.908	8494827.58	C227	208413.653	8494828.12	C228	208415.398	8494828.656
C229	208412.714	8494825.98	C230	208414.46	8494826.513	C231	208416.205	8494827.049
C232	208413.521	8494824.37	C233	208415.267	8494824.907	C234	208417.013	8494825.441
C235	208414.26	8494822.73	C236	208415.992	8494823.262	C237	208417.724	8494823.79
C238	208414.963	8494821.08	C239	208416.695	8494821.607	C240	208418.427	8494822.134
C241	208415.666	8494819.43	C242	208417.398	8494819.953	C243	208419.13	8494820.479
C244	208416.369	8494817.77	C245	208418.101	8494818.298	C246	208419.833	8494818.823
C247	208417.071	8494816.12	C248	208418.804	8494816.643	C249	208420.537	8494817.168
C250	208417.774	8494814.46	C251	208419.507	8494814.988	C252	208421.24	8494815.513
C253	208418.502	8494812.82	C254	208420.255	8494813.355	C255	208422.008	8494813.888
C256	208419.338	8494811.23	C257	208421.091	8494811.764	C258	208422.845	8494812.296
C259	208420.174	8494809.64	C260	208421.928	8494810.172	C261	208423.682	8494810.704
C262	208421.01	8494808.05	C263	208422.764	8494808.581	C264	208424.519	8494809.112
C265	208421.846	8494806.46	C266	208423.601	8494806.989	C267	208425.355	8494807.519
C268	208422.682	8494804.87	C269	208424.437	8494805.398	C270	208426.192	8494805.927
C271	208423.518	8494803.28	C272	208425.273	8494803.806	C273	208427.029	8494804.335
C274	208424.343	8494801.68	C275	208426.068	8494802.197	C276	208427.793	8494802.712
C277	208424.906	8494799.97	C278	208426.632	8494800.49	C279	208428.357	8494801.004

C280	C281	C282
C283	C284	C285
C286	C287	C288
C289	C290	C291
C292	C293	C294
C295	C296	C297
C298	C299	C300
C301	C302	C303
C304	C305	C306
C307	C308	C309
C310	C311	C312
C313	C314	C315
C316	C317	C318
C319	C320	C321
C322	C323	C324
C325	C326	C327
C328	C329	C330
C331	C332	C333
C334	C335	C336
C337	C338	C339
C340	C341	C342
C343	C344	C345
C346	C347	C348
C349	C350	C351
C352	C353	C354
C355	C356	C357
C358	C359	C360
C361	C362	C363
C364	C365	C366
C367	C368	C369
C370	C371	C372
C373	C374	C375
C376	C377	C378
C379	C380	C381
C382	C383	C384
C385	C386	C387
C388	C389	C390
C391	C392	C393
C394	C395	C396
C397	C398	C399
C400	C401	C402
C403	C404	C405
C406	C407	C408
C409	C410	C411
C412	C413	C414
C415	C416	C417
C418	C419	C420
C421	C422	C423

C280	208425.469	8494798.27	C281	208427.195	8494798.782	C282	208428.921	8494799.296
C283	208426.032	8494796.56	C284	208427.759	8494797.075	C285	208429.485	8494797.588
C286	208426.596	8494794.86	C287	208428.322	8494795.368	C288	208430.048	8494795.88
C289	208427.159	8494793.15	C290	208428.886	8494793.661	C291	208430.612	8494794.172
C292	208427.701	8494791.44	C293	208429.428	8494791.947	C294	208431.155	8494792.458
C295	208428.144	8494789.69	C296	208429.871	8494790.205	C297	208431.599	8494790.715
C298	208428.587	8494787.95	C299	208430.315	8494788.462	C300	208432.042	8494788.972
C301	208429.03	8494786.21	C302	208430.758	8494786.72	C303	208432.486	8494787.229
C304	208429.474	8494784.47	C305	208431.202	8494784.978	C306	208432.93	8494785.486
C307	208429.917	8494782.73	C308	208431.645	8494783.235	C309	208433.373	8494783.743
C310	208430.36	8494780.99	C311	208432.088	8494781.493	C312	208433.817	8494782
C313	208430.803	8494779.24	C314	208432.532	8494779.751	C315	208434.26	8494780.257
C316	208431.306	8494777.52	C317	208433.036	8494778.027	C318	208434.765	8494778.532
C319	208431.897	8494775.82	C320	208433.627	8494776.329	C321	208435.357	8494776.834
C322	208432.487	8494774.13	C323	208434.218	8494774.631	C324	208435.948	8494775.135
C325	208433.057	8494772.52	C326	208434.788	8494773.022	C327	208436.518	8494773.526
C328	208433.648	8494770.82	C329	208435.379	8494771.324	C330	208437.11	8494771.827
C331	208434.239	8494769.12	C332	208435.972	8494769.627	C333	208437.706	8494770.13
C334	208434.873	8494767.44	C335	208436.608	8494767.945	C336	208438.342	8494768.448
C337	208435.509	8494765.76	C338	208437.244	8494766.263	C339	208438.978	8494766.766
C340	208436.145	8494764.08	C341	208437.879	8494764.582	C342	208439.614	8494765.083
C343	208436.78	8494762.4	C344	208438.515	8494762.9	C345	208440.25	8494763.401
C346	208437.406	8494760.72	C347	208439.136	8494761.213	C348	208440.866	8494761.712
C349	208437.931	8494759	C350	208439.661	8494759.494	C351	208441.391	8494759.991
C352	208438.456	8494757.28	C353	208440.186	8494757.774	C354	208441.917	8494758.271
C355	208438.981	8494755.56	C356	208440.711	8494756.055	C357	208442.442	8494756.551
C358	208439.505	8494753.84	C359	208441.236	8494754.335	C360	208442.967	8494754.831
C361	208440.03	8494752.12	C362	208441.761	8494752.616	C363	208443.492	8494753.11
C364	208440.555	8494750.4	C365	208442.286	8494750.896	C366	208444.017	8494751.39
C367	208441.046	8494748.67	C368	208442.777	8494749.167	C369	208444.509	8494749.66
C370	208441.513	8494746.94	C371	208443.244	8494747.431	C372	208444.976	8494747.923
C373	208441.98	8494745.2	C374	208443.712	8494745.695	C375	208445.443	8494746.187
C376	208442.447	8494743.47	C377	208444.179	8494743.959	C378	208445.911	8494744.45
C379	208442.914	8494741.73	C380	208444.646	8494742.223	C381	208446.379	8494742.713
C382	208443.456	8494740.02	C383	208445.189	8494740.509	C384	208446.922	8494740.999
C385	208443.999	8494738.31	C386	208445.732	8494738.795	C387	208447.466	8494739.284
C388	208444.542	8494736.59	C389	208446.275	8494737.081	C390	208448.009	8494737.569
C391	208445.085	8494734.88	C392	208446.818	8494735.367	C393	208448.552	8494735.855
C394	208445.627	8494733.17	C395	208447.361	8494733.653	C396	208449.095	8494734.14
C397	208446.098	8494731.43	C398	208447.838	8494731.922	C399	208449.578	8494732.41
C400	208446.426	8494729.67	C401	208448.166	8494730.155	C402	208449.906	8494730.642
C403	208446.754	8494727.9	C404	208448.495	8494728.387	C405	208450.235	8494728.874
C406	208447.082	8494726.13	C407	208448.823	8494726.62	C408	208450.564	8494727.105
C409	208447.411	8494724.37	C410	208449.151	8494724.852	C411	208450.892	8494725.337
C412	208447.739	8494722.6	C413	208449.48	8494723.084	C414	208451.221	8494723.568
C415	208448.067	8494720.83	C416	208449.808	8494721.317	C417	208451.549	8494721.8
C418	208448.46	8494719.08	C419	208450.197	8494719.561	C420	208451.933	8494720.043
C421	208448.855	8494717.33	C422	208450.592	8494717.808	C423	208452.329	8494718.289

C424	C425	C426
C427	C428	C429
C430	C431	C432
C433	C434	C435
C436	C437	C438
C439	C440	C441
C442	C443	C444
C445	C446	C447
C448	C449	C450
C451	C452	C453
C454	C455	C456
C457	C458	C459
C460	C461	C462
C463	C464	C465
C466	C467	C468
C469	C470	C471
C472	C473	C474
C475	C476	C477
C478	C479	C480
C481	C482	C483
C484	C485	C486
C487	C488	C489
C490	C491	C492
C493	C494	C495
C496	C497	C498
C499	C500	C501
C502	C503	C504
C505	C506	C507
C508	C509	C510
C511	C512	C513
C514	C515	C516
C517	C518	C519
C520	C521	C522
C523	C524	C525
C526	C527	C528
C529	C530	C531
C532	C533	C534
C535	C536	C537
C538	C539	C540
C541	C542	C543
C544	C545	C546
C547	C548	C549
C550	C551	C552
C553	C554	C555
C556	C557	C558
C559	C560	C561
C562	C563	C564
C565	C566	C567

C424	208449.25	8494715.57	C425	208450.987	8494716.054	C426	208452.724	8494716.534
C427	208449.646	8494713.82	C428	208451.383	8494714.3	C429	208453.12	8494714.779
C430	208450.041	8494712.07	C431	208451.778	8494712.546	C432	208453.515	8494713.025
C433	208450.436	8494710.31	C434	208452.173	8494710.792	C435	208453.911	8494711.27
C436	208450.794	8494708.55	C437	208452.535	8494709.031	C438	208454.276	8494709.509
C439	208451.134	8494706.79	C440	208452.875	8494707.266	C441	208454.617	8494707.743
C442	208451.475	8494705.02	C443	208453.216	8494705.5	C444	208454.957	8494705.977
C445	208451.815	8494703.26	C446	208453.557	8494703.735	C447	208455.298	8494704.211
C448	208452.156	8494701.49	C449	208453.897	8494701.97	C450	208455.639	8494702.445
C451	208452.497	8494699.73	C452	208454.238	8494700.205	C453	208455.98	8494700.679
C454	208452.871	8494697.98	C455	208454.64	8494698.46	C456	208456.409	8494698.943
C457	208453.666	8494696.37	C458	208455.435	8494696.847	C459	208457.205	8494697.33
C460	208454.461	8494694.75	C461	208456.231	8494695.235	C462	208458.001	8494695.717
C463	208455.257	8494693.14	C464	208457.027	8494693.623	C465	208458.796	8494694.104
C466	208456.052	8494691.53	C467	208457.822	8494692.011	C468	208459.592	8494692.491
C469	208456.847	8494689.92	C470	208458.618	8494690.398	C471	208460.388	8494690.878
C472	208457.643	8494688.31	C473	208459.437	8494688.801	C474	208461.298	8494689.336
C475	208458.675	8494686.84	C476	208460.537	8494687.379	C477	208462.398	8494687.913
C478	208459.668	8494685.47	C479	208461.53	8494686.001	C480	208463.392	8494686.535
C481	208460.767	8494684.04	C482	208462.629	8494684.578	C483	208464.492	8494685.112
C484	208461.866	8494682.62	C485	208463.729	8494683.156	C486	208465.592	8494683.689
C487	208462.965	8494681.2	C488	208464.828	8494681.733	C489	208466.692	8494682.266
C490	208464.064	8494679.78	C491	208465.928	8494680.311	C492	208467.765	8494680.825
C493	208465.055	8494678.29	C494	208466.844	8494678.768	C495	208468.634	8494679.25
C496	208465.923	8494676.71	C497	208467.713	8494677.194	C498	208469.503	8494677.675
C499	208466.791	8494675.14	C500	208468.582	8494675.62	C501	208470.372	8494676.101
C502	208467.66	8494673.57	C503	208469.451	8494674.046	C504	208471.242	8494674.526
C505	208468.528	8494671.99	C506	208470.319	8494672.472	C507	208472.111	8494672.951
C508	208469.403	8494670.42	C509	208471.205	8494670.907	C510	208473.008	8494671.392
C511	208470.312	8494668.87	C512	208472.115	8494669.357	C513	208473.918	8494669.841
C514	208471.221	8494667.32	C515	208473.025	8494667.806	C516	208474.828	8494668.29
C517	208472.131	8494665.77	C518	208473.934	8494666.255	C519	208475.738	8494666.738
C520	208473.04	8494664.22	C521	208474.844	8494664.704	C522	208476.648	8494665.187
C523	208473.89	8494662.64	C524	208475.662	8494663.105	C525	208477.433	8494663.57
C526	208474.659	8494661.02	C527	208476.43	8494661.48	C528	208478.202	8494661.944
C529	208475.427	8494659.39	C530	208477.199	8494659.855	C531	208478.971	8494660.318
C532	208476.196	8494657.77	C533	208477.968	8494658.229	C534	208479.74	8494658.692
C535	208476.964	8494656.14	C536	208478.737	8494656.604	C537	208480.509	8494657.066
C538	208477.746	8494654.52	C539	208479.525	8494654.988	C540	208481.304	8494655.452
C541	208478.545	8494652.91	C542	208480.324	8494653.378	C543	208482.104	8494653.841
C544	208479.344	8494651.3	C545	208481.124	8494651.768	C546	208482.903	8494652.23
C547	208480.143	8494649.7	C548	208481.923	8494650.157	C549	208483.703	8494650.619
C550	208480.942	8494648.09	C551	208482.723	8494648.547	C552	208484.503	8494649.008
C553	208481.704	8494646.46	C554	208483.455	8494646.908	C555	208485.206	8494647.356
C556	208482.363	8494644.88	C557	208484.114	8494645.324	C558	208485.866	8494645.772
C559	208482.968	8494643.18	C560	208484.72	8494643.631	C561	208486.472	8494644.078
C562	208483.574	8494641.49	C563	208485.326	8494641.939	C564	208487.078	8494642.385
C565	208484.18	8494639.8	C566	208485.932	8494640.246	C567	208487.684	8494640.691

C568	C569	C570
C571	C572	C573
C574	C575	C576
C577	C578	C579
C580	C581	C582
C583	C584	C585
C586	C587	C588
C589	C590	C591
C592	C593	C594
C595	C596	C597
C598	C599	C600
C601	C602	C603
C604	C605	C606
C607	C608	C609
C610	C611	C612
C613	C614	C615
C616	C617	C618
C619	C620	C621
C622	C623	C624
C625	C626	C627
C628	C629	C630
C631	C632	C633
C634	C635	C636
C637	C638	C639
C640	C641	C642
C643	C644	C645
C646	C647	C648
C649	C650	C651
C652	C653	C654
C655	C656	C657
C658	C659	C660
C661	C662	C663
C664	C665	C666
C667	C668	C669
C670	C671	C672
C673	C674	C675
C676	C677	C678
C679	C680	C681
C682	C683	C684
C685	C686	C687
C688	C689	C690
C691	C692	C693
C694	C695	C696
C697	C698	C699
C700	C701	C702
C703	C704	C705
C706	C707	C708
C709	C710	C711

C568	208484.651	8494638.08	C569	208486.41	8494638.523	C570	208488.17	8494638.97
C571	208484.865	8494636.29	C572	208486.624	8494636.738	C573	208488.384	8494637.184
C574	208485.078	8494634.51	C575	208486.838	8494634.953	C576	208488.598	8494635.398
C577	208485.292	8494632.72	C578	208487.052	8494633.168	C579	208488.811	8494633.612
C580	208485.506	8494630.94	C581	208487.266	8494631.383	C582	208489.025	8494631.826
C583	208485.747	8494629.16	C584	208487.494	8494629.6	C585	208489.24	8494630.04
C586	208486.17	8494627.44	C587	208487.916	8494627.877	C588	208489.663	8494628.317
C589	208486.546	8494625.68	C590	208488.293	8494626.119	C591	208490.04	8494626.558
C592	208486.923	8494623.92	C593	208488.67	8494624.361	C594	208490.417	8494624.799
C595	208487.3	8494622.17	C596	208489.047	8494622.603	C597	208490.794	8494623.041
C598	208487.676	8494620.41	C599	208489.424	8494620.845	C600	208491.171	8494621.282
C601	208488.053	8494618.65	C602	208489.8	8494619.087	C603	208491.548	8494619.523
C604	208488.491	8494616.91	C605	208490.237	8494617.343	C606	208491.984	8494617.779
C607	208488.936	8494615.17	C608	208490.683	8494615.602	C609	208492.43	8494616.036
C610	208489.382	8494613.43	C611	208491.129	8494613.86	C612	208492.876	8494614.294
C613	208489.827	8494611.69	C614	208491.575	8494612.118	C615	208493.322	8494612.551
C616	208490.273	8494609.94	C617	208492.02	8494610.376	C618	208493.768	8494610.809
C619	208490.736	8494608.21	C620	208492.484	8494608.639	C621	208494.232	8494609.071
C622	208491.217	8494606.48	C623	208492.966	8494606.907	C624	208494.714	8494607.338
C625	208491.699	8494604.74	C626	208493.447	8494605.175	C627	208495.196	8494605.605
C628	208492.18	8494603.01	C629	208493.929	8494603.443	C630	208495.678	8494603.873
C631	208492.661	8494601.28	C632	208494.41	8494601.711	C633	208496.159	8494602.14
C634	208493.143	8494599.55	C635	208494.892	8494599.979	C636	208496.641	8494600.407
C637	208493.629	8494597.82	C638	208495.384	8494598.25	C639	208497.14	8494598.679
C640	208494.21	8494596.12	C641	208495.965	8494596.548	C642	208497.721	8494596.977
C643	208494.791	8494594.42	C644	208496.547	8494594.847	C645	208498.303	8494595.275
C646	208495.372	8494592.72	C647	208497.128	8494593.146	C648	208498.885	8494593.573
C649	208495.953	8494591.02	C650	208497.71	8494591.445	C651	208499.466	8494591.871
C652	208496.535	8494589.32	C653	208498.291	8494589.743	C654	208500.048	8494590.169
C655	208497.116	8494587.62	C656	208498.873	8494588.042	C657	208500.63	8494588.467
C658	208497.783	8494585.95	C659	208499.564	8494586.385	C660	208501.345	8494586.818
C661	208498.423	8494584.34	C662	208500.204	8494584.77	C663	208501.985	8494585.203
C664	208499.17	8494582.7	C665	208500.951	8494583.134	C666	208502.733	8494583.567
C667	208499.917	8494581.07	C668	208501.699	8494581.499	C669	208503.48	8494581.931
C670	208500.664	8494579.43	C671	208502.446	8494579.864	C672	208504.238	8494580.301
C673	208501.524	8494577.86	C674	208503.364	8494578.321	C675	208505.204	8494578.783
C676	208502.489	8494576.34	C677	208504.329	8494576.805	C678	208506.169	8494577.266
C679	208503.454	8494574.83	C680	208505.294	8494575.288	C681	208507.135	8494575.748
C682	208504.419	8494573.31	C683	208506.26	8494573.771	C684	208508.101	8494574.231
C685	208505.384	8494571.8	C686	208507.225	8494572.254	C687	208509.066	8494572.714
C688	208506.282	8494570.26	C689	208508.124	8494570.723	C690	208509.965	8494571.181
C691	208507.247	8494568.75	C692	208509.089	8494569.206	C693	208510.902	8494569.647
C694	208508.119	8494567.18	C695	208509.918	8494567.611	C696	208511.717	8494568.044
C697	208508.933	8494565.58	C698	208510.733	8494566.009	C699	208512.532	8494566.441
C700	208509.747	8494563.97	C701	208511.547	8494564.406	C702	208513.347	8494564.837
C703	208510.562	8494562.37	C704	208512.362	8494562.804	C705	208514.162	8494563.234
C706	208511.376	8494560.77	C707	208513.177	8494561.201	C708	208514.978	8494561.631
C709	208512.191	8494559.17	C710	208514.086	8494559.664	C711	208516.041	8494560.2

C712	C713	C714
C715	C716	C717
C718	C719	C720
C721	C722	C723
C724	C725	C726
C727	C728	C729
C730	C731	C732
C733	C734	C735
C736	C737	C738
C739	C740	C741
C742	C743	C744
C745	C746	C747
C748	C749	C750
C751	C752	C753
C754	C755	C756
C757	C758	C759
C760	C761	C762
C763	C764	C765
C766	C767	C768
C769	C770	C771
C772	C773	C774
C775	C776	C777
C778	C779	C780
C781	C782	C783
C784	C785	C786
C787	C788	C789
C790	C791	C792
C793	C794	C795
C796	C797	C798
C799	C800	C801
C802	C803	C804
C805	C806	C807
C808	C809	C810
C811	C812	C813
C814	C815	C816
C817	C818	C819
C820	C821	C822
C823	C824	C825
C826	C827	C828
C829	C830	C831
C832	C833	C834
C835	C836	C837
C838	C839	C840
C841	C842	C843
C844	C845	C846
C847	C848	C849
C850	C851	C852
C853	C854	C855

C712	208513.272	8494557.79	C713	208515.227	8494558.325	C714	208517.182	8494558.861
C715	208514.491	8494556.47	C716	208516.447	8494557.004	C717	208518.403	8494557.54
C718	208515.711	8494555.15	C719	208517.667	8494555.684	C720	208519.624	8494556.219
C721	208516.93	8494553.83	C722	208518.887	8494554.363	C723	208520.844	8494554.898
C724	208518.15	8494552.51	C725	208520.107	8494553.043	C726	208522.065	8494553.577
C727	208519.369	8494551.19	C728	208521.323	8494551.718	C729	208523.269	8494552.241
C730	208520.573	8494549.85	C731	208522.52	8494550.377	C732	208524.467	8494550.899
C733	208521.77	8494548.51	C734	208523.718	8494549.036	C735	208525.665	8494549.558
C736	208522.967	8494547.17	C737	208524.915	8494547.695	C738	208526.863	8494548.216
C739	208524.164	8494545.83	C740	208526.113	8494546.354	C741	208528.061	8494546.875
C742	208525.361	8494544.49	C743	208527.31	8494545.013	C744	208529.259	8494545.533
C745	208526.558	8494543.15	C746	208528.508	8494543.672	C747	208530.457	8494544.192
C748	208527.755	8494541.81	C749	208529.7	8494542.326	C750	208531.641	8494542.837
C751	208528.938	8494540.46	C752	208530.879	8494540.969	C753	208532.82	8494541.479
C754	208530.116	8494539.1	C755	208532.058	8494539.611	C756	208533.999	8494540.121
C757	208531.294	8494537.74	C758	208533.236	8494538.254	C759	208535.178	8494538.763
C760	208532.473	8494536.39	C761	208534.415	8494536.896	C762	208536.357	8494537.405
C763	208533.651	8494535.03	C764	208535.594	8494535.539	C765	208537.537	8494536.046
C766	208534.829	8494533.67	C767	208536.772	8494534.181	C768	208538.716	8494534.688
C769	208536.007	8494532.32	C770	208537.951	8494532.823	C771	208539.895	8494533.33
C772	208537.185	8494530.96	C773	208539.152	8494531.488	C774	208541.185	8494532.081
C775	208538.456	8494529.69	C776	208540.489	8494530.286	C777	208542.522	8494530.878
C778	208539.792	8494528.49	C779	208541.826	8494529.083	C780	208543.859	8494529.675
C781	208541.128	8494527.29	C782	208543.162	8494527.881	C783	208545.197	8494528.472
C784	208542.464	8494526.09	C785	208544.499	8494526.679	C786	208546.534	8494527.27
C787	208543.801	8494524.89	C788	208545.836	8494525.476	C789	208547.871	8494526.067
C790	208545.137	8494523.68	C791	208547.173	8494524.274	C792	208549.208	8494524.864
C793	208546.473	8494522.48	C794	208548.509	8494523.072	C795	208550.546	8494523.661
C796	208547.809	8494521.28	C797	208549.846	8494521.869	C798	208551.883	8494522.458
C799	208549.145	8494520.08	C800	208551.183	8494520.667	C801	208553.22	8494521.255
C802	208550.481	8494518.88	C803	208552.519	8494519.465	C804	208554.557	8494520.052
C805	208551.817	8494517.67	C806	208553.874	8494518.283	C807	208555.953	8494518.918
C808	208553.193	8494516.52	C809	208555.272	8494517.154	C810	208557.352	8494517.788
C811	208554.591	8494515.39	C812	208556.671	8494516.024	C813	208558.751	8494516.658
C814	208555.989	8494514.26	C815	208558.07	8494514.894	C816	208560.15	8494515.527
C817	208557.387	8494513.13	C818	208559.468	8494513.765	C819	208561.55	8494514.397
C820	208558.785	8494512	C821	208560.867	8494512.635	C822	208562.949	8494513.267
C823	208560.183	8494510.87	C824	208562.266	8494511.505	C825	208564.348	8494512.137
C826	208561.581	8494509.74	C827	208563.664	8494510.375	C828	208565.747	8494511.007
C829	208562.979	8494508.61	C830	208565.063	8494509.246	C831	208567.146	8494509.877
C832	208564.377	8494507.49	C833	208566.461	8494508.116	C834	208568.546	8494508.746
C835	208565.775	8494506.36	C836	208567.849	8494506.974	C837	208569.959	8494507.52
C838	208567.119	8494505.17	C839	208569.129	8494505.712	C840	208571.14	8494506.258
C841	208568.399	8494503.9	C842	208570.41	8494504.45	C843	208572.421	8494504.995
C844	208569.679	8494502.64	C845	208571.69	8494503.187	C846	208573.701	8494503.732
C847	208570.958	8494501.38	C848	208572.97	8494501.925	C849	208574.982	8494502.469
C850	208572.238	8494500.12	C851	208574.251	8494500.663	C852	208576.263	8494501.206
C853	208573.518	8494498.86	C854	208575.531	8494499.401	C855	208577.544	8494499.944

C856	C857	C858
C859	C860	C861
C862	C863	C864
C865	C866	C867
C868	C869	C870
C871	C872	C873
C874	C875	C876
C877	C878	C879
C880	C881	C882
C883	C884	C885
C886	C887	C888
C889	C890	C891
C892	C893	C894
C895	C896	C897
C898	C899	C900
C901	C902	C903
C904	C905	C906
C907	C908	C909
C910	C911	C912
C913	C914	C915
C916	C917	C918
C919	C920	C921
C922	C923	C924
C925	C926	C927
C928	C929	C930
C931	C932	C933
C934	C935	C936
C937	C938	C939
C940	C941	C942
C943	C944	C945
C946	C947	C948
C949	C950	C951
C952	C953	C954
C955	C956	C957
C958	C959	C960
C961	C962	C963
C964	C965	C966
C967	C968	C969
C970	C971	C972
C973	C974	C975
C976	C977	C978
C979	C980	C981
C982	C983	C984
C985	C986	C987
C988	C989	C990
C991	C992	C993
C994	C995	C996
C997	C998	C999

C856	208574.798	8494497.6	C857	208576.811	8494498.138	C858	208578.825	8494498.681
C859	208576.077	8494496.33	C860	208578.091	8494496.876	C861	208580.105	8494497.418
C862	208577.357	8494495.07	C863	208579.372	8494495.614	C864	208581.383	8494496.152
C865	208578.636	8494493.81	C866	208580.641	8494494.341	C867	208582.646	8494494.871
C868	208579.898	8494492.53	C869	208581.904	8494493.061	C870	208583.909	8494493.591
C871	208581.16	8494491.25	C872	208583.167	8494491.781	C873	208585.173	8494492.311
C874	208582.423	8494489.97	C875	208584.429	8494490.502	C876	208586.436	8494491.031
C877	208583.685	8494488.69	C878	208585.692	8494489.222	C879	208587.699	8494489.751
C880	208584.947	8494487.41	C881	208586.955	8494487.942	C882	208588.922	8494488.435
C883	208586.175	8494486.1	C884	208588.103	8494486.561	C885	208590.031	8494487.018
C886	208587.282	8494484.69	C887	208589.211	8494485.145	C888	208591.139	8494485.602
C889	208588.39	8494483.27	C890	208590.319	8494483.73	C891	208592.248	8494484.186
C892	208589.498	8494481.86	C893	208591.427	8494482.314	C894	208593.357	8494482.769
C895	208590.564	8494480.57	C896	208592.494	8494481.023	C897	208594.521	8494481.581
C898	208591.691	8494479.17	C899	208593.84	8494479.858	C900	208595.989	8494480.542
C901	208593.016	8494478.01	C902	208595.166	8494478.692	C903	208597.316	8494479.376
C904	208594.483	8494476.97	C905	208596.634	8494477.654	C906	208598.785	8494478.337
C907	208595.95	8494475.93	C908	208598.102	8494476.615	C909	208600.253	8494477.298
C910	208597.417	8494474.89	C911	208599.569	8494475.577	C912	208601.721	8494476.259
C913	208598.884	8494473.86	C914	208601.037	8494474.538	C915	208603.189	8494475.22
C916	208600.351	8494472.82	C917	208602.504	8494473.5	C918	208604.657	8494474.181
C919	208601.818	8494471.78	C920	208603.972	8494472.461	C921	208606.126	8494473.142
C922	208603.285	8494470.74	C923	208605.44	8494471.423	C924	208607.669	8494472.258
C925	208604.752	8494469.7	C926	208607.001	8494470.578	C927	208609.394	8494471.75
C928	208606.332	8494468.9	C929	208608.726	8494470.071	C930	208611.12	8494471.243
C931	208607.948	8494468.19	C932	208610.343	8494469.359	C933	208612.737	8494470.531
C934	208609.672	8494467.68	C935	208612.067	8494468.851	C936	208614.463	8494470.023
C937	208611.396	8494467.17	C938	208613.792	8494468.344	C939	208616.188	8494469.515
C940	208613.12	8494466.67	C941	208615.517	8494467.837	C942	208617.914	8494469.008
C943	208614.844	8494466.16	C944	208617.242	8494467.329	C945	208619.637	8494468.493
C946	208616.568	8494465.65	C947	208618.966	8494466.821	C948	208621.322	8494467.866
C949	208618.293	8494465.14	C950	208620.652	8494466.195	C951	208623.008	8494467.239
C952	208619.979	8494464.52	C953	208622.337	8494465.568	C954	208624.694	8494466.612
C955	208621.664	8494463.9	C956	208624.022	8494464.941	C957	208626.38	8494465.985
C958	208623.348	8494463.27	C959	208625.707	8494464.315	C960	208628.066	8494465.358
C961	208625.033	8494462.64	C962	208627.392	8494463.688	C963	208629.751	8494464.731
C964	208626.717	8494462.02	C965	208629.077	8494463.061	C966	208631.437	8494464.104
C967	208628.401	8494461.39	C968	208630.762	8494462.435	C969	208633.123	8494463.477
C970	208630.086	8494460.77	C971	208632.447	8494461.808	C972	208634.809	8494462.85
C973	208631.77	8494460.14	C974	208634.132	8494461.181	C975	208636.469	8494462.16
C976	208633.455	8494459.51	C977	208635.792	8494460.491	C978	208638.116	8494461.437
C979	208635.114	8494458.82	C980	208637.438	8494459.769	C981	208639.763	8494460.714
C982	208636.759	8494458.1	C983	208639.085	8494459.047	C984	208641.41	8494459.992
C985	208638.405	8494457.38	C986	208640.731	8494458.324	C987	208643.057	8494459.269
C988	208640.051	8494456.66	C989	208642.377	8494457.602	C990	208644.704	8494458.546
C991	208641.696	8494455.93	C992	208644.024	8494456.879	C993	208646.351	8494457.824
C994	208643.342	8494455.21	C995	208645.67	8494456.157	C996	208647.998	8494457.101
C997	208644.988	8494454.49	C998	208647.316	8494455.435	C999	208649.645	8494456.378

C1000	C1001	C1002
C1003	C1004	C1005
C1006	C1007	C1008
C1009	C1010	C1011
C1012	C1013	C1014
C1015	C1016	C1017
C1018	C1019	C1020
C1021	C1022	C1023
C1024	C1025	C1026
C1027	C1028	C1029
C1030	C1031	C1032
C1033	C1034	C1035
C1036	C1037	C1038
C1039	C1040	C1041
C1042	C1043	C1044
C1045	C1046	C1047
C1048	C1049	C1050
C1051	C1052	C1053
C1054	C1055	C1056
C1057	C1058	C1059
C1060	C1061	C1062
C1063	C1064	C1065
C1066	C1067	C1068
C1069	C1070	C1071
C1072	C1073	C1074
C1075	C1076	C1077
C1078	C1079	C1080
C1081	C1082	C1083
C1084	C1085	C1086
C1087	C1088	C1089
C1090	C1091	C1092
C1093	C1094	C1095
C1096	C1097	C1098
C1099	C1100	C1101
C1102	C1103	C1104
C1105	C1106	C1107
C1108	C1109	C1110
C1111	C1112	C1113
C1114	C1115	C1116
C1117	C1118	C1119
C1120	C1121	C1122
C1123	C1124	C1125
C1126	C1127	C1128
C1129	C1130	C1131
C1132	C1133	C1134
C1135	C1136	C1137
C1138	C1139	C1140
C1141	C1142	C1143

C1000	208646.633	8494453.77	C1001	208648.963	8494454.712	C1002	208651.292	8494455.656
C1003	208648.279	8494453.05	C1004	208650.609	8494453.99	C1005	208652.939	8494454.933
C1006	208649.925	8494452.32	C1007	208652.256	8494453.267	C1008	208654.586	8494454.21
C1009	208651.57	8494451.6	C1010	208653.902	8494452.545	C1011	208656.234	8494453.487
C1012	208653.216	8494450.88	C1013	208655.548	8494451.822	C1014	208657.881	8494452.765
C1015	208654.862	8494450.16	C1016	208657.195	8494451.1	C1017	208659.528	8494452.042
C1018	208656.507	8494449.44	C1019	208658.841	8494450.378	C1020	208661.198	8494451.375
C1021	208658.153	8494448.71	C1022	208660.511	8494449.711	C1023	208662.869	8494450.71
C1024	208659.822	8494448.05	C1025	208662.181	8494449.047	C1026	208664.541	8494450.046
C1027	208661.492	8494447.38	C1028	208663.852	8494448.383	C1029	208666.212	8494449.381
C1030	208663.162	8494446.72	C1031	208665.523	8494447.718	C1032	208667.883	8494448.717
C1033	208664.832	8494446.06	C1034	208667.193	8494447.054	C1035	208669.555	8494448.052
C1036	208666.502	8494445.39	C1037	208668.864	8494446.39	C1038	208671.226	8494447.388
C1039	208668.172	8494444.73	C1040	208670.535	8494445.726	C1041	208672.897	8494446.723
C1042	208669.842	8494444.06	C1043	208672.205	8494445.062	C1044	208674.569	8494446.059
C1045	208671.512	8494443.4	C1046	208673.876	8494444.397	C1047	208676.24	8494445.394
C1048	208673.182	8494442.74	C1049	208675.547	8494443.733	C1050	208677.912	8494444.73
C1051	208674.852	8494442.07	C1052	208677.217	8494443.069	C1053	208679.583	8494444.065
C1054	208676.522	8494441.41	C1055	208678.888	8494442.405	C1056	208681.254	8494443.401
C1057	208678.192	8494440.74	C1058	208680.559	8494441.74	C1059	208682.926	8494442.736
C1060	208679.862	8494440.08	C1061	208682.229	8494441.076	C1062	208684.512	8494441.894
C1063	208681.532	8494439.42	C1064	208683.811	8494440.224	C1065	208686.083	8494441.017
C1066	208683.108	8494438.55	C1067	208685.381	8494439.347	C1068	208687.653	8494440.14
C1069	208684.649	8494437.86	C1070	208686.922	8494438.653	C1071	208689.195	8494439.446
C1072	208686.218	8494436.99	C1073	208688.492	8494437.777	C1074	208690.765	8494438.569
C1075	208687.787	8494436.11	C1076	208690.061	8494436.901	C1077	208692.336	8494437.692
C1078	208689.356	8494435.23	C1079	208691.631	8494436.024	C1080	208693.906	8494436.815
C1081	208690.925	8494434.36	C1082	208693.201	8494435.148	C1083	208695.477	8494435.939
C1084	208692.494	8494433.48	C1085	208694.771	8494434.271	C1086	208697.047	8494435.062
C1087	208694.063	8494432.6	C1088	208696.34	8494433.395	C1089	208698.618	8494434.185
C1090	208695.632	8494431.73	C1091	208697.91	8494432.518	C1092	208700.188	8494433.308
C1093	208697.202	8494430.85	C1094	208699.48	8494431.642	C1095	208701.758	8494432.431
C1096	208698.771	8494429.98	C1097	208701.05	8494430.765	C1098	208703.329	8494431.554
C1099	208700.34	8494429.1	C1100	208702.619	8494429.889	C1101	208704.899	8494430.678
C1102	208701.909	8494428.22	C1103	208704.189	8494429.012	C1104	208706.47	8494429.801
C1105	208703.478	8494427.35	C1106	208705.759	8494428.136	C1107	208708.04	8494428.924
C1108	208705.047	8494426.47	C1109	208707.307	8494427.228	C1110	208709.445	8494427.804
C1111	208706.56	8494425.51	C1112	208708.698	8494426.088	C1113	208710.836	8494426.663
C1114	208707.95	8494424.37	C1115	208710.088	8494424.949	C1116	208712.227	8494425.523
C1117	208709.34	8494423.23	C1118	208711.479	8494423.809	C1119	208713.617	8494424.383
C1120	208710.73	8494422.1	C1121	208712.869	8494422.669	C1122	208715.008	8494423.242
C1123	208712.119	8494420.96	C1124	208714.259	8494421.529	C1125	208716.399	8494422.102
C1126	208713.509	8494419.82	C1127	208715.65	8494420.389	C1128	208717.79	8494420.962
C1129	208714.899	8494418.68	C1130	208717.04	8494419.249	C1131	208719.181	8494419.822
C1132	208716.289	8494417.54	C1133	208718.43	8494418.11	C1134	208720.572	8494418.681
C1135	208717.679	8494416.4	C1136	208719.821	8494416.97	C1137	208721.962	8494417.54
C1138	208719.068	8494415.26	C1139	208721.197	8494415.813	C1140	208723.308	8494416.347
C1141	208720.43	8494414.09	C1142	208722.542	8494414.621	C1143	208724.654	8494415.154

C1144	C1145	C1146	C1144	208721.775	8494412.9	C1145	208723.888	8494413.428	C1146	208726	8494413.961
C1147	C1148	C1149	C1147	208723.173	8494411.87	C1148	208725.286	8494412.405	C1149	208727.4	8494412.937
C1150	C1151	C1152	C1150	208724.518	8494410.68	C1151	208726.632	8494411.213	C1152	208728.746	8494411.745
C1153	C1154	C1155	C1153	208725.863	8494409.49	C1154	208727.977	8494410.02	C1155	208730.092	8494410.552
C1156	C1157	C1158	C1156	208727.208	8494408.3	C1157	208729.323	8494408.828	C1158	208731.438	8494409.359
C1159	C1160	C1161	C1159	208728.553	8494407.1	C1160	208730.669	8494407.635	C1161	208732.784	8494408.166
C1162	C1163	C1164	C1162	208729.898	8494405.91	C1163	208732.014	8494406.443	C1164	208734.14	8494406.984
C1165	C1166	C1167	C1165	208731.243	8494404.72	C1166	208733.384	8494405.279	C1167	208735.536	8494405.851
C1168	C1169	C1170	C1168	208732.627	8494403.58	C1169	208734.78	8494404.146	C1170	208736.932	8494404.717
C1171	C1172	C1173	C1171	208734.022	8494402.44	C1172	208736.175	8494403.013	C1173	208738.328	8494403.583
C1174	C1175	C1176	C1174	208735.417	8494401.31	C1175	208737.571	8494401.879	C1176	208739.725	8494402.449
C1177	C1178	C1179	C1177	208736.813	8494400.18	C1178	208738.967	8494400.746	C1179	208741.121	8494401.315
C1180	C1181	C1182	C1180	208738.208	8494399.04	C1181	208740.362	8494399.613	C1182	208742.517	8494400.182
C1183	C1184	C1185	C1183	208739.603	8494397.91	C1184	208741.758	8494398.479	C1185	208743.914	8494399.048
C1186	C1187	C1188	C1186	208740.998	8494396.78	C1187	208743.154	8494397.346	C1188	208745.31	8494397.914
C1189	C1190	C1191	C1189	208742.393	8494395.65	C1190	208744.55	8494396.213	C1191	208746.646	8494396.731
C1192	C1193	C1194	C1192	208743.756	8494394.49	C1193	208745.616	8494394.811	C1194	208747.477	8494395.136
C1195	C1196	C1197	C1195	208744.791	8494393.05	C1196	208746.652	8494393.371	C1197	208748.513	8494393.696
C1198	C1199	C1200	C1198	208745.622	8494391.45	C1199	208747.483	8494391.777	C1200	208749.344	8494392.1
C1201	C1202	C1203	C1201	208746.452	8494389.86	C1202	208748.314	8494390.182	C1203	208750.175	8494390.505
C1204	C1205	C1206	C1204	208747.283	8494388.27	C1205	208749.144	8494388.588	C1206	208751.006	8494388.91
C1207	C1208	C1209	C1207	208748.113	8494386.67	C1208	208749.975	8494386.994	C1209	208751.837	8494387.315
C1210	C1211	C1212	C1210	208748.944	8494385.08	C1211	208750.806	8494385.399	C1212	208752.668	8494385.72
C1213	C1214	C1215	C1213	208749.774	8494383.48	C1214	208751.637	8494383.805	C1215	208753.5	8494384.125
C1216	C1217	C1218	C1216	208750.604	8494381.89	C1217	208752.468	8494382.21	C1218	208754.331	8494382.53
C1219	C1220	C1221	C1219	208751.435	8494380.3	C1220	208753.298	8494380.616	C1221	208755.162	8494380.935
C1222	C1223	C1224	C1222	208752.265	8494378.7	C1223	208754.129	8494379.022	C1224	208755.993	8494379.34
C1225	C1226	C1227	C1225	208753.096	8494377.11	C1226	208754.96	8494377.427	C1227	208756.824	8494377.745
C1228	C1229	C1230	C1228	208753.926	8494375.52	C1229	208755.791	8494375.833	C1230	208757.655	8494376.15
C1231	C1232	C1233	C1231	208754.757	8494373.92	C1232	208756.621	8494374.238	C1233	208758.486	8494374.555
C1234	C1235	C1236	C1234	208755.587	8494372.33	C1235	208757.452	8494372.644	C1236	208759.317	8494372.96
C1237	C1238	C1239	C1237	208756.314	8494370.69	C1238	208758.105	8494370.978	C1239	208759.896	8494371.264
C1240	C1241	C1242	C1240	208756.97	8494369.12	C1241	208758.761	8494369.4	C1242	208760.552	8494369.685
C1243	C1244	C1245	C1243	208757.465	8494367.39	C1244	208759.256	8494367.672	C1245	208761.048	8494367.956
C1246	C1247	C1248	C1246	208757.961	8494365.66	C1247	208759.752	8494365.944	C1248	208761.543	8494366.227
C1249	C1250	C1251	C1249	208758.456	8494363.93	C1250	208760.248	8494364.216	C1251	208762.039	8494364.498
C1252	C1253	C1254	C1252	208758.952	8494362.21	C1253	208760.743	8494362.487	C1254	208762.535	8494362.769
C1255	C1256	C1257	C1255	208759.447	8494360.48	C1256	208761.239	8494360.759	C1257	208763.031	8494361.04
C1258	C1259	C1260	C1258	208759.943	8494358.75	C1259	208761.735	8494359.031	C1260	208763.527	8494359.311
C1261	C1262	C1263	C1261	208760.438	8494357.02	C1262	208762.23	8494357.303	C1263	208764.023	8494357.582
C1264	C1265	C1266	C1264	208760.934	8494355.3	C1265	208762.726	8494355.575	C1266	208764.519	8494355.853
C1267	C1268	C1269	C1267	208761.252	8494353.53	C1268	208763.03	8494353.804	C1269	208764.809	8494354.079
C1270	C1271	C1272	C1270	208761.629	8494351.8	C1271	208763.411	8494352.074	C1272	208765.19	8494352.348