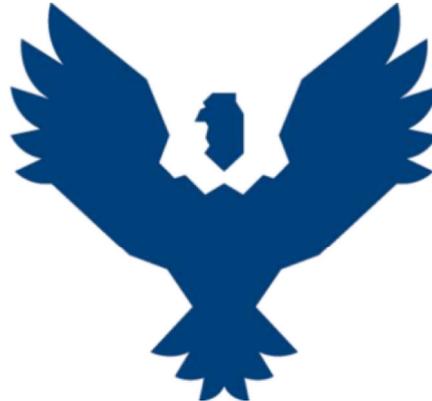




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO CENIZA DE
EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU
DEL DISTRITO DE LARES-2022”

Presentado por el bachiller:

Cesar Rodriguez Bejar

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Eigner Román Villegas

CUSCO – PERÚ

2022



Metadatos

Datos del autor	
Nombres y apellidos	CESAR RODRIGUEZ BEJAR
Número de documento de identidad	72318440
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0005-6787-7610
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	EIGNER ROMAN VILLEGAS
Número de documento de identidad	23928061
URL de Orcid	https://orcid.org/0000-0003-2401-707X
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombres y apellidos	Ing. HERBERT JESUS ZEVALLOS GUZMAN
Número de documento de identidad	23893906
Jurado 2	
Nombres y apellidos	Mgt. Ing. ED GUTIERREZ CARLOTTO
Número de documento de identidad	46086133
Jurado 3	
Nombres y apellidos	Mgt. Ing. JOSE CARLOS SOLIS TITO
Número de documento de identidad	43491953
Jurado 4	
Nombres y apellidos	Mgt. Ing. VICTOR EDHER SOLIS TAPIA
Número de documento de identidad	42706459
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	Estudio de suelos, estabilización de la subrasante



MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022

by CESAR RODRIGUEZ BEJAR

Submission date: 03-Jan-2024 05:27PM (UTC-0500)

Submission ID: 2266524292

File name: TESIS-Cesar_Rodriguez_Bejar.pdf (35.7M)

Word count: 22027

Character count: 124248



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

³
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO CENIZA DE
EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU
DEL DISTRITO DE LARES-2022”

Presentado por el bachiller:
Cesar Rodriguez Bejar
Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:
Ing. Eigner Román Villegas

CUSCO – PERÚ

2022



EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022

Erosman V

ORIGINALITY REPORT

21 %

SIMILARITY INDEX

21 %

INTERNET SOURCES

2 %

PUBLICATIONS

10 %

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

hdl.handle.net

Internet Source

10 %

2

repositorio.ucv.edu.pe

Internet Source

3 %

3

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Student Paper

2 %

4

repositorio.upla.edu.pe

Internet Source

1 %

5

repositorio.upn.edu.pe

Internet Source

1 %

6

ciencia.lasalle.edu.co

Internet Source

1 %

7

repositorio.lamolina.edu.pe

Internet Source

<1 %

8

repositorio.ulvr.edu.ec

Internet Source

<1 %

prints.ucm.es

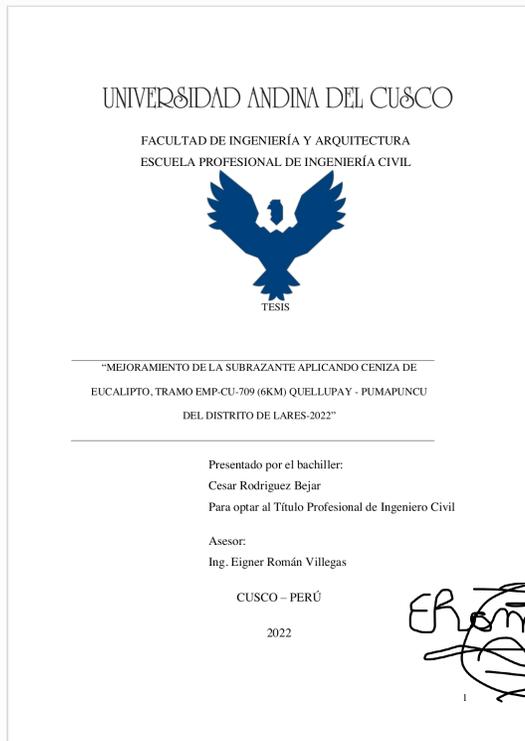


Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: CESAR RODRIGUEZ BEJAR
Assignment title: EUCALIPTO
Submission title: MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO CENIZA DE...
File name: TESIS-Cesar_Rodriguez_Bejar.pdf
File size: 35.7M
Page count: 231
Word count: 22,027
Character count: 124,248
Submission date: 03-Jan-2024 05:27PM (UTC-0500)
Submission ID: 2266524292





RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar cómo la reducción de ceniza de eucalipto puede mejorar las características físicas y mecánicas de los suelos utilizados en la determinación de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares. El diseño de investigación corresponde a un enfoque cuasiexperimental, el cual se realizó con la elaboración de cinco tratamientos a lo largo de 4 calicatas (C-01, C-02, C-03 y C-04). El tratamiento cero (T0) fue el tratamiento control; para el tratamiento uno (T1) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 10%; para el tratamiento uno (T2) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 14%; para el tratamiento uno (T3) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 18% y finalmente para el tratamiento uno (T4) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 22%. La población se limita a los suelos de Lares y se llevó a cabo el registro de una serie de calicatas desde la progresiva Km+0.00 hasta la progresiva Km+6.00. En conclusión, se puede afirmar que el uso de ceniza de eucalipto como estabilizador de suelos podría ser una alternativa efectiva para mejorar las características mecánicas del suelo en la zona en cuestión, lo que podría contribuir positivamente al desarrollo de la infraestructura y a la disminución de los gastos de mantenimiento de las carreteras.

Palabras clave: Calicata, Ceniza, Dosificación, Granulometría, Plasticidad, Estabilización.



ABSTRAC

The main objective of this research was to evaluate how the reduction of eucalyptus ash can improve the physical and mechanical characteristics of the soils used in determining the subgrade in the section EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu of the Lares district. The research design corresponds to a quasi-experimental approach, which was carried out by implementing five treatments along 4 test pits (C-01, C-02, C-03, and C-04). The zero treatment (T0) served as the control treatment; for treatment one (T1), eucalyptus ash was added to the tropical soil at 10%; for treatment two (T2), eucalyptus ash was added to the tropical soil at 14%; for treatment three (T3), eucalyptus ash was added to the tropical soil at 18%; and finally, for treatment four (T4), eucalyptus ash was added to the tropical soil at 22%. The population is limited to the soils of Lares, and a series of test pits were recorded from progressive Km+0.00 to progressive Km+6.00. In conclusion, it can be affirmed that the use of eucalyptus ash as a soil stabilizer could be an effective alternative to improve the mechanical characteristics of the soil in the area under consideration, which could positively contribute to the development of infrastructure and the reduction of road maintenance expenses.

Keywords: Test pit, Ash, Dosage, Particle size distribution, Plasticity, Stabilization.



ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Ámbito de influencia.....	1
1.1.1. Ubicación geográfica	1
1.1.2. Ámbito de influencia teórica.....	2
1.2. Problema de investigación	2
1.2.1. Descripción del problema a investigar.....	2
1.2.2. Formulación del problema general	3
1.2.3. Formulación del problema específico.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.4.1. Hipótesis general.....	5
1.4.2. Hipótesis específicas	5
1.5. Justificación.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7



2.1. Antecedentes	7
2.2.1. Antecedentes nacionales	7
2.2.2. Antecedentes internacionales	10
2.2. Base teórica	14
2.3. Base conceptual	24
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	25
3.1. Tipo de investigación	25
3.2. Nivel de la investigación	25
3.3. Método de investigación	25
3.4. Variable	26
3.5. Población muestra	28
3.6. Técnicas e instrumentos	30
3.6. Procesamiento de recolección de datos	44
3.6.1. Estudios previos del área de estudio	48
3.6.2. Recolección de datos generales de las calicatas	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	105
4.1. Ensayo aplicado con la calicata C-01. 01+000	105
4.1.1. Ensayo de CBR con aditivos C-01. km 01+000	106
4.2. Ensayo aplicado con la calicata C-02. Progresiva: 02+000	107
4.2.1. Ensayo de CBR con aditivos C-02. km 02+000	108
4.3. Ensayo aplicado con la calicata C-03. Progresiva: 03+000	110



4.3.1. Ensayo de CBR con aditivos C-03. km 03+000	110
4.4. Ensayo aplicado con la calicata C-04. Progresiva: 04+000	112
4.4.1. Ensayo de CBR con aditivos C-03. km 03+000	113
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	115
5.1. Plasticidad	115
5.2. Comportamiento del proctor	115
5.3. Índice CBR.....	116
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES.....	123
REFERENCIAS.....	124
ANEXOS	128



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del tramo de estudio	1
Tabla 2. Cantidad de calicatas para exploración de suelos	18
Tabla 3 Cuadro de subrasante y CBR.....	20
Tabla 4. Clasificación de suelos.....	21
Tabla 5. Tipos de clasificación de suelo	21
Tabla 6. Clasificación en función al índice de plasticidad.....	22
Tabla 7. Clasificación de subrasante CBR.....	23
Tabla 8. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°1	31
Tabla 9. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°2	32
Tabla 10. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°3	33
Tabla 11. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°4	34
Tabla 12. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°5	35
Tabla 13. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°6	36
Tabla 14. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°7	37
Tabla 15. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°8	38
Tabla 16. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°9	39
Tabla 17. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°10	40
Tabla 18. Clasificación de tamices por dimensión	45
Tabla 19. Descripción de las calicatas	48
Tabla 20. Datos generales de ensayos.....	49
Tabla 21. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-01.....	50
Tabla 22. Cuadro del límite de Atterberg C-01	52
Tabla 23. Cuadro de análisis del contenido de humedad.....	53



Tabla 24. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima	53
Tabla 25. Datos generales del agregado grueso	55
Tabla 26. Datos generales del agregado fino	55
Tabla 27. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima	55
Tabla 28. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad.....	56
Tabla 29. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad	56
Tabla 30. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	58
Tabla 31. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	58
Tabla 32. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	58
Tabla 33. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	59
Tabla 34. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	60
Tabla 35. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	60
Tabla 36. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	61
Tabla 37. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	61
Tabla 38. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	61



Tabla 39. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	62
Tabla 40. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	63
Tabla 41. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	63
Tabla 42. Datos generales de ensayos C-02.....	64
Tabla 43. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-02.....	65
Tabla 44. Cuadro del Límite de Atterberg C-02	66
Tabla 45. Cuadro de análisis del contenido de Humedad.....	67
Tabla 46. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima	67
Tabla 35. Datos generales del agregado grueso	68
Tabla 36. Datos generales del agregado fino	69
Tabla 49. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima	69
Tabla 50. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad.....	69
Tabla 51. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad	70
Tabla 52. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	71
Tabla 53. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	72
Tabla 54. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	72
Tabla 55. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	73



Tabla 56. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	73
Tabla 57. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	73
Tabla 58. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	74
Tabla 59. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	75
Tabla 60. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	75
Tabla 61. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	76
Tabla 62. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	76
Tabla 63. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	76
Tabla 64. Datos generales de ensayos.....	77
Tabla 65. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-03.....	79
Tabla 66. Cuadro del Límite de Atterberg C-03	80
Tabla 67. Cuadro de análisis del contenido de Humedad.....	81
Tabla 68. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima	81
Tabla 69. Datos generales del agregado grueso	82
Tabla 70. Datos generales del agregado fino	83
Tabla 71. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima	83
Tabla 72. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad.....	83



Tabla 73. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad	84
Tabla 74. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	85
Tabla 75. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	86
Tabla 76. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	86
Tabla 77. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	87
Tabla 78. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	87
Tabla 79. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	87
Tabla 80. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	88
Tabla 81. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	89
Tabla 82. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	89
Tabla 83. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	90
Tabla 84. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	90
Tabla 85. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	90



Tabla 86. Datos generales de ensayos.....	91
Tabla 87. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-04.....	93
Tabla 88. Cuadro del Límite de Attenberg C-04	94
Tabla 89. Cuadro de análisis del contenido de Humedad.....	94
Tabla 90. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima	95
Tabla 91. Datos generales del agregado grueso	96
Tabla 92. Datos generales del agregado fino	96
Tabla 93. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima	97
Tabla 94. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad.....	97
Tabla 95. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad	97
Tabla 96. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	99
Tabla 97. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	99
Tabla 98. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%.....	99
Tabla 99. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	100
Tabla 100. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	101
Tabla 101. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%.....	101
Tabla 102. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	102



Tabla 103. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	102
Tabla 104. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%.....	102
Tabla 105. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	103
Tabla 106. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	103
Tabla 107. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%.....	104
Tabla 108. Resultados de la calicata C-01	106
Tabla 109. Dosificación de ceniza de eucalipto C-01.....	106
Tabla 110. Dosificación máxima de la Ceniza y CBR C-01	107
Tabla 111. Resultados de la calicata C-02	108
Tabla 112. Dosificación de ceniza de eucalipto C-02.....	109
Tabla 113. Resultados de la calicata C-03	110
Tabla 114. Dosificación de ceniza de eucalipto C-03.....	111
Tabla 115. Resultados de la calicata C-04	112
Tabla 116. Dosificación de ceniza de eucalipto C-04.....	113
Tabla 117. Cuadro de resumen de CBR.....	114
Tabla 118. Valores de la Densidad Máxima y del Porcentaje de la Humedad Óptima	116
Tabla 119. Valores de la CBR en el área de estudio.....	117
Tabla 120. Valores para la Determinación de la Plasticidad del suelo del área de estudio ...	119
Tabla 121. Valores de la Densidad Máxima y del Porcentaje de la Humedad Óptima	119
Tabla 122. Valores de la CBR en el área de estudio.....	120



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del tramo de análisis.....	1
Figura 2. Diseño metodológico para el desarrollo de la investigación	27
Figura 3. Vía Lares	28
Figura 4. Herramienta N°1 para la prueba de Límites de Atterberg	41
Figura 5. Herramienta N°2 para la prueba de Límites de Atterberg	41
Figura 6. Herramienta N°3 para la prueba de Límites de Atterberg	41
Figura 7. Herramienta N°4 para la prueba de Límites de Atterberg	42
Figura 8. Herramienta N°5 para la prueba de Límites de Atterberg	42
Figura 9. Herramienta N°6 para la prueba de Límites de Atterberg	42
Figura 10. Herramienta N°1 para la prueba de Proctor.....	43
Figura 11. Herramienta N°2 para la prueba de Proctor.....	43
Figura 12. Herramienta N°3 para la prueba de Proctor.....	43
Figura 14. Centro poblado de Lares.....	47
Figura 15. Centro poblado Quellupay.....	47
Figura 29. CBR de la ceniza de eucalipto al 10%.....	72
Figura 30. CBR de la ceniza de eucalipto al 14%.....	73
Figura 31. CBR de la ceniza de eucalipto al 18%.....	74
Figura 33. Curva Granulométrico C-03	78
Figura 35. Diagrama y resultados del CBR	84
Figura 38. CBR de la ceniza de eucalipto al 14%.....	87
Figura 39. CBR de la ceniza de eucalipto al 18%.....	88
Figura 40. CBR de la ceniza de eucalipto al 22%.....	90
Figura 41. Curva Granulométrico C-04.....	92



Figura 43. Diagrama y resultados del CBR	98
Figura 45. CBR de la ceniza de eucalipto al 10%.....	99
Figura 46. CBR de la ceniza de eucalipto al 14%.....	100
Figura 47. CBR de la ceniza de eucalipto al 18%.....	102
Figura 48. CBR de la ceniza de eucalipto al 22%.....	103
Figura 49. Esquema de dosificación de Ceniza C-01	107
Figura 50 Esquema de dosificación de Ceniza C-02.	109
Figura 51. Dosificación máxima de la Ceniza y CBR C-02	109
Figura 52. Esquema de dosificación de Ceniza C-03.	111
Figura 54. Esquema de dosificación de Ceniza C-04.	113
Figura 55. Dosificación máxima de la Ceniza y CBR C-04	114
Figura 56. Cuadro de resumen de CBR	114
Figura 57. Trabajo de gabinete de tamiz.....	131
Figura 58. Trabajo de tamizado-ensayo de granulometría - zarandeo.....	131
Figura 59. Trabajo de tamizado-ensayo de granulometría – zarandeo-2.....	132
Figura 60. Trabajo de tamizado-ensayo de granulometría – zarandeo-3.....	132
Figura 63. Uso de herramientas para el Límite de Atterberg.....	134
Figura 65. Desarrollo de la prueba de Proctor	135

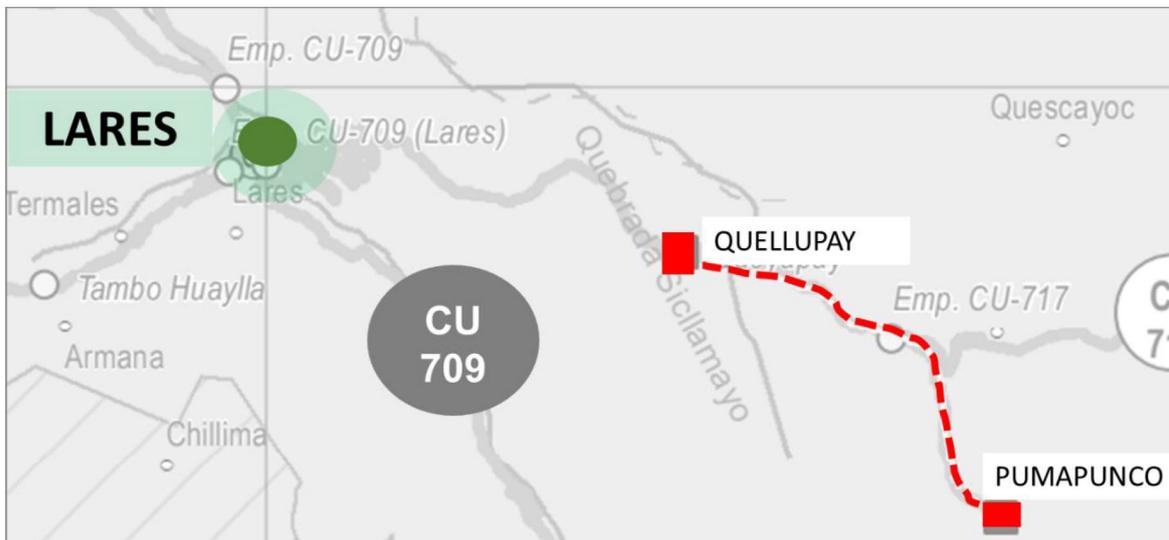
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.Ámbito de influencia

1.1.1. Locación geográfica

El estudio será desarrollado en el departamento de Cusco del distrito de Lares específicamente de Quellupay-Pumapunco, en un tramo aproximado de 6 km de la vía EMP-CU-709.

Figura 1. Ubicación del tramo de análisis



Las cualidades de la ruta de análisis

Tabla 1. Características del tramo de estudio

Inicio de la Vía				
	Progresiva	:	00+000	
	Cota	:	3193.00	m.s.n.m.
	Coordenadas	:	18 L 820661.00 E	8549398.00 N
Fin de la Vía				
	Progresiva	:	6+000	
	Cota	:	3643.00	m.s.n.m.
	Coordenadas	:	19 L 175778.00 E	8547708.00 N

Nota, elaboración propia.



Dentro de este tramo se desarrolla en base a las variables de ceniza de eucalipto y la estabilización de suelo.

1.1.2. Ámbito de influencia teórica

A nivel académico se desarrolla un análisis bajo las normativas de la especialidad de ingeniería Geotécnica y mecánica de suelos con fines de carreteras, lo cual se ahonda en los siguientes estudios; mecánica de suelo, estudio de las propiedades del estabilizante ceniza de eucalipto, determinación de su dosificación para una óptima aplicación a la subrasante; ensayos desarrollados en gabinete, granulometría, CBR, Proctor y otras pruebas complementarias. La finalidad es estabilizar la subrasante en el tramo de Quellupay-Pumapunco de la ruta de EMP-CU-709.

1.2. Problema de investigación

1.2.1. Descripción del problema a investigar

El suelo cusqueño, maneja un característico suelo arcilloso, estandarizado en las diferentes provincias de la región de Cusco, paralelamente las zonas rurales manejan este tipo de propiedades en sus rutas, lo cual es un factor crucial de inseguridad vial de los transportistas y de los pobladores, muy a pesar que estas vías no poseen un mantenimiento constante, lo cual genera una alta vulnerabilidad en épocas de lluvia, ya que acontece problema de drenaje, deslizamientos de laderas, desmembramiento de rocas, encharcamiento de vías, desmontes, etc. Problemas que se manifiestan por el tipo de suelo y por ausencia de interés de las autoridades de los gobiernos locales, razones principales de accidentes de tránsito como volcaduras o choques. Los suelos flexibles, generan problemas.



1.2.2. Formulación del problema general

Problema general

¿Cómo influye la adición de ceniza de eucalipto en el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas para la estabilización de suelos a nivel de subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares?

1.2.3. Formulación del problema específico

Problema específico N°1

- ✓ ¿De qué manera influye la adición de ceniza de eucalipto en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares?

Problema específico N°2

- ✓ ¿Cómo influye la adición de ceniza de eucalipto en el comportamiento del Proctor para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares?

Problema específico N°3

- ✓ ¿Cómo influye la adición de ceniza de eucalipto en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares?



1.3.Objetivos.

1.3.1. Objetivo general

El propósito principal de este estudio es evaluar cómo la reducción de ceniza de eucalipto puede mejorar las características físicas y mecánicas de los suelos utilizados en la determinación de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares .

1.3.2. Objetivos específicos

Objetivo específico N°1

- ✓ Determinar la influencia de la adición de ceniza de eucalipto en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante del tramo Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.

Objetivo específico N°2

- ✓ Determinar la influencia de ceniza de eucalipto en el comportamiento del Proctor para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares

Objetivo específico N°3

- ✓ Evaluar la influencia de la adición de ceniza de eucalipto en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.



1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general

El incremento de ceniza de eucalipto optimiza las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.

1.4.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específicas N°1

El incremento de ceniza de eucalipto actúa en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante del tramo Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.

Hipótesis específicas N°2

El incremento de ceniza de eucalipto influye en el comportamiento del Proctor para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.

Hipótesis específicas N°3

El incremento de ceniza de eucalipto influye en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.

1.5. Justificación.

El presente estudio posee la finalidad de considerar alternativas de mejora con respecto a las cualidades; a través del incremento de ceniza de eucalipto, se dará cuenta de la estabilidad del suelo elástico subterráneo, a través del uso del aditivo natural amigable con el medio ambiente; el uso de un material natural prioriza la sostenibilidad de este mejoramiento de la subrasante, la ceniza específicamente se usa de la quema, para garantizar



el tránsito de las personas y el flujo vehicular; lo cual posibilita el movimiento económico e de interconexión comunicativa y de transporte con otras poblaciones aledañas.

La accesibilidad del aditivo natural permita la economización y el fácil uso de la ceniza, para el mantenimiento y la mejora constante o beneficiosa de los pobladores de Lares.

El presente estudio servirá para conocer un nuevo tipo de aditivo natural que ayudará a estabilizar el suelo de una forma más económica.

1.6.Limitaciones de la Investigación

En términos de locación geográfica, el estudio está enfocado en la región de Cusco, de forma concreta en Lares. En especial se toma en cuenta un tramo de 6 km de la carretera EMP-CU-709 que se extiende desde Quellupay hasta Pumapuncu, el cual atraviesa un terreno con suelo arcilloso y un índice de capacidad de soporte (CBR) con un cierto grado de compactación.

A nivel de recurso de materia de estudio es el aditivo de ceniza obtenida de la quema del eucalipto, usada como estabilizante de la subrasante.

A nivel normativo, se basará en los criterios del Manual de carreteras del Perú emitida en 2016, por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, parámetros internacionales AASHTO, ASTM D422, uso del sistema de SUCS, por el que se desarrollarán ensayos en base a la muestra de suelos, pruebas de granulometría por los ensayos de SUCS y AASHTO, ensayo de límite plástico, líquido e índice de plasticidad, ensayo de proctor modificado y el CBR en gabinete.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes

2.2.1. Antecedentes nacionales

(Ricra, 2022), en procura de obtención del título de Ingeniero Civil, la investigación titula: “Adición de ceniza de caña de azúcar en la estabilización de suelos tropicales en el centro poblado Naranjal, Selva Central - 2021”, presentado a la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil.

El objetivo principal del estudio fue investigar el impacto de ceniza agregar de caña de azúcar en la determinación de suelos tropicales en la región central de Naranjal, Selva Central, en 2021. El enfoque fue en determinar las propiedades físicas, patrones de máxima densidad seca, variación de humedad y el efecto sobre el soporte del suelo utilizando diferentes criterios de capacidad del suelo tropical. Se obtuvo un método aplicado que implicó el diseño y la interpretación experimental con la reducción de ceniza de caña de azúcar en diferentes experimentos. Los suelos tropicales del Distrito de San Ramón y la Provincia de Chanchamayo en la Provincia de Junín fueron poblaciones de estudio. Se obtuvieron resultados positivos con la adición del 10% y 15% de ceniza de caña de azúcar que lograron estabilizar el suelo al nivel de la calzada, y los valores del índice CBR fueron mayores al valor mínimo del 6%, lo que se considera adecuado para la construcción de carreteras. Los valores obtenidos fueron del 43,8% y 38,9%, respectivamente. En resumen, la adición de ceniza de caña de azúcar mejoró significativamente la eficacia de los suelos tropicales en la Selva Central, y los elementos de ceniza volcánica también contribuyeron a la resistencia del suelo (Ricra, 2022).



(Brandan, 2020), para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, la investigación titula: “Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020”, presentado a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela de Ingeniería Civil.

Su propósito investigativo fue analizar el efecto de la ceniza de madera de fondo en la estabilización de la subrasante en la Avenida San Felipe con Universidad en Comas en el año 2020. Para lograrlo, se identificó la distribución de la fracción fina en el tamiz N° 200, el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin la adición de ceniza, así como la resistencia y el ángulo de fricción de las muestras de suelo con y sin la ceniza de madera de fondo. El enfoque de la investigación es cuantitativo y de tipo aplicado, y se utiliza una metodología descriptiva para analizar los resultados de los ensayos de granulometría, clasificación de suelos mediante SUCS, límites de consistencia, ensayo de Proctor modificado y ensayo de corte directo. Los resultados de las pruebas indican una mejora en el comportamiento mecánico de la subrasante al aplicar ceniza de madera de fondo. Se llevaron a cabo tres mezclas diferentes y se demostró que la ceniza de madera de fondo es efectiva en la estabilización de la subrasante. La investigación se llevó a cabo en suelos clasificados como tipo SC-SM (Arena Limosa Arcilla) según SUCS y tipo A-1-b(0) según AASHTO, y se utilizaron cuatro dosificaciones diferentes del ensayo de Proctor (SN100%, SN90% + CF10%, SN70% + CF30% y SN50% Y CF50%) con una proporción de ceniza del 50%. El contenido óptimo de humedad para la dosificación empleada fue del 6.7%.. (Brandan, 2020)

(Vargas, 2020), para la recepción del título profesional de Ingeniero Civil, la investigación titula: “Estabilización de un suelo arcilloso con ceniza volcánica para el mejoramiento de subrasante en el progresivo km 5+100 al 6+100 del tramo Asirumi –



Rosasata Huancane”, presentado a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la ciudad de Juliaca -Perú.

El objetivo es evaluar la estabilización del suelo arcilloso con ceniza volcánica para el mejoramiento de subrasante en la progresiva km 5+100 al km 6+100 del tramo Asiruni – Rosasata, Huancane; el mismo que es respaldado por la definición de las variedades de las propiedades físicas del suelo dimensionando la plasticidad y expansión; en base a la variación de las propiedades físicas del suelo y la identificación del porcentaje óptimo de adición de ceniza volcánica en base a la capacidad de soporte CBR. La metodología es cuasi experimental porque se complementa con el desarrollo de ensayos en laboratorio, con la finalidad de definir el comportamiento del suelo, se desarrolla las variables dependientes (CBR) y la independiente por medio de la ceniza volcánica. Las conclusiones y los resultados hallados se encuentran en base al índice de plasticidad, suelo arcilloso disminuye de 14.85% a 9.08% con la adherencia de un 25% de ceniza volcánica intermedio en trance de medio a bajo, la expansión 1.074% a las 96 horas; 15% de ceniza volcánica se disminuyó a 0.304%; la variación de la capacidad de soporte del suelo arcilloso con adición de ceniza volcánica, CBR = 4.58% para la muestra patrón y 8.20%, 11.75%, 6.80% para la adición de ceniza en 15%, 20% y 25% considerando que este aumente en los casos propuestos; el porcentaje óptimo en postura a la capacidad de soporte (CBR), desarrollado en conformidad a una comparación, 4.58% clasificándose como una subrasante pobre y el valor máximo (CBR) de 11.75% se considera en una estima de subrasante buena. (Vargas, 2020)

(Díaz Vásquez, 2018), para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó la tesis titulada “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018”.



La investigación tiene como objetivo, evaluar el efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en el comportamiento mecánico del suelo. Este trabajo fue de tipo experimental por el control de la constante independiente ceniza de cascarilla de arroz con diferentes porcentajes del 10%; quince por ciento; 20% y 25% para cambiar la variable dependiente del subsuelo y era poco probable que las muestras tuvieran la composición del suelo del camino anterior, se realizaron pruebas Proctor y CBR modificadas para determinar la capacidad del subsuelo. Para realizar el estudio, CBR realizó una prueba de tamaño de grano del subsuelo, límite de Atterberg, Proctor modificado y cálculos de capacidad de carga mediante la adición de diferentes proporciones de ceniza de cáscara de arroz. Los resultados muestran que el uso de ceniza de cáscara de arroz puede aumentar la resistencia de la rampa y reducir las deformaciones laterales causadas por las cargas de tráfico. Se concluyó que la adición de un 20% de ceniza de cascarilla de arroz podría aumentar la capacidad de carga del suelo y hacerlo más estable, así como reducir la deformación lateral y la absorción de agua.. (Díaz Vásquez, 2018)

2.2.2. Antecedentes Internacionales

(Gallo, 2022), investigación desarrollada para la licenciatura profesional de la carrera de Ingeniero Civil, la investigación titula: “Análisis de la estabilización de suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la sub rasante de los pavimentos”, presentado a la Facultad de Ingeniería Industrial y Construcción de la carrera de Ingeniería Civil de la ciudad de Guayaquil - Ecuador.

El objetivo es analizar la estabilidad de suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico reciclado, ceniza de bagazo de la caña de azúcar; respaldada bajo los criterios de la delimitación de las características técnicas de ellos y la realización de una mezcla de suelo para definir las propiedades mecánicas a través de los elementos mencionados. La



metodología que se hace uso para este estudio está relacionado con la un nivel cuantitativo cualitativo o llamada mixta con un alcance de cuatro tipos de estudio exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Para la técnica e instrumentos de datos, CBR y otros ensayos y los instrumentos se maneja por la prensa hidráulica, formatos desarrollados por autores del proyecto, fichas de resultados y equipos del laboratorio RUFILIN; en conclusión, el Proctor CBR porcentaje de plasticidad de expansión menores a 4%, material limoso negra de nomenclatura CH(A-7-5) índice de plasticidad 53%, del tamiz 200 94%; densidad máxima del Proctor 1.402 Kg/m³ con una expansión de 6.5%.

(BARRAGÁN & CUERVO, 2019), investigación desarrollada para la licenciatura profesional de la carrera de Ingeniero Civil, la investigación titula: “Análisis del Comportamiento Físico Mecánico de la Adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz de la Variedad Blanco a un Suelo Areno - Arcilloso”, presentado a la Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Civil de la ciudad de Girardot – Cundinamarca, Colombia.

Su finalidad fue analizar las cualidades físico mecánicas relacionadas con la resistencia del suelo de tipo arena cohesiva al ser añadido por la ceniza de cascarilla de arroz en correlación al cálculo suelo virgen del mismo tipo, considerado a través de las propiedades físicas y mecánicas, de la resistencia del tipo de suelo arcilloso natural y con el aditivo de ceniza de arroz, interpretación analítica y comparativa de la resistencia del suelo arcilloso natural. Se basó en un método experimental y de tipo descriptivo mixto, enfocado cuantitativo-cualitativo la conformación de formas de desarrollo del trabajo de diseños y pruebas de laboratorio; la muestra que se usara es una profundidad de 1 metro de subrasante, bajo las normativas de INVIAS-2013, para la misma se tiene la cascarilla de arroz variedad blanco calcinado a 400 a 500 °C de temperatura; obtuvo material (CCA) enfocado de las pruebas de laboratorio desarrollado para la resistencia y el comportamiento de los elementos estabilizantes de la subrasante, su realización se lleva en tres fases. En conclusión, para la



expansión volumétrica del suelo areno arcilloso causo un impacto en la adición de la ceniza superando el promedio del 0.09% con correlación con el estado natural del suelo; el uso de cenizas de residuos agroindustriales como parte del estabilizador para suelos inestables en beneficio de aspecto de sustento económico, enfrentarse e correlación a la problemática de las infraestructuras viales; comparativa y metodologías estabilizantes convencionales sostenibles.

(Hernandez & Herrera, 2019) investigación desarrollada para la licenciatura profesional de la carrera de Ingeniero Civil, la investigación titula: “Análisis de la Relación de Soporte y Resistencia a la Compresión de un Suelo Arcillo-Limoso en la Vereda de Liberia del Municipio de Viotá-Cundinamarca Estabilizado con Ceniza de Cascarilla de Café”, presentado a la Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Civil de la ciudad de Bogotá, Colombia.

La finalidad del estudio de investigación es el análisis de soporte a la comprensión de un suelo arcilloso-limoso ubicado en la vereda del municipio de Viota Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café; desarrollado y respaldado por el análisis de las propiedades plásticas, tamaño de partícula y gravedad ajustada de suelos arcillosos y ceniza de cascarilla de café del municipio de Viota - Cundinamarca; Interpretación del complemento y la plasticidad de la relación entre soporte y compactación en la adhesión de ceniza de cascarilla de café. La metodología que se usó para este trabajo de investigación están ligados a un proyecto experimental, en seguimiento de las normas del Instituto Nacional de Vías INVIAS del 2013, en diseño a cuatro fases de procedimiento recopilación de información y materiales; caracterización de la ceniza, del suelo, la mezcla de ceniza con suelo y documento final, con un plan de ensayos; posterior desarrollar el diseño exploratorio, análisis por la técnica del tamizado, análisis por medio de hidrómetro, estudio del límite líquido de los suelos INV. E. 125-13. En conclusión, la ceniza de cascarilla de café supero



en relación de soporte (CBR) sobrepasando de 1.6%, para el suelo natural hasta 7.3% de un suelo 8% de peso de la CCC, un incremento en el índice de resistencia del suelo arcilloso limoso; en su expansión se ratificó el 356% por ende se viabiliza un alto incremento en el índice de resistencia del suelo arcilloso-limoso; se verificó una mejora de 24%, reducción de 0.120% a 0.091% de suelo natural con la adherencia de peso del 8% condiciones se dan cuando el peso seco máximo es de 14.88g/cm³ con una humedad óptima de 22.83%.

(Morales Zuluaga, 2015), para obtener el título de Ingeniero Civil, sustentó el trabajo de grado titulado “Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas”. Este estudio evalúa el resultado del método de conservación sobre las propiedades mecánicas de la mezcla del suelo con adición de ceniza de carbón y activación alcalina, con el objetivo de determinar las condiciones óptimas para su uso en caminos no pavimentados. El diseño de investigación fue experimental y las muestras de estudio consistieron en arcilla, suelo de Urrao y arena de la ciudad de Medellín. La dirección del estudio está enfocada en la estabilidad y resistencia mecánica del suelo de cenizas volantes de la industria ladrillera de Medellín y el modo de curado con dos temperaturas, dos niveles de humedad y tres porcentajes de ceniza de carbón (7%, 14% y 21%) y tres tipos de suelo (arena, arcilla y suelo de Urrao), todas las muestras fueron ensayadas después de 7 días de curado; en cuanto a la resistencia mecánica, esta se realizó en una probeta de 5 cm de diámetro y 10 cm de altura. Las tuberías se prepararon a la densidad y humedad óptimas obtenidas mediante el ensayo Proctor modificado y se compactaron con un gato hidráulico. En cuanto a los resultados, indicaron que la dosificación óptima para una humedad superior al 95% fue del 14% de la ceniza de carbón utilizada y del 7% de la humedad ambiental. Se concluyó que para la mezcla con arena, arcilla y tierra de Urrao, se debe tamizar la ceniza de carbón a través de una malla de 100 o mayor y se debe utilizar solución de hidróxido de sodio como activador alcalino en



una concentración cercana a 8 MOL para producir materiales cementosos con propiedades comparable con la norma estándar de INVIA - 350.4.1. de Colombia.

(COBOS MOLINA, y otros, 209), en el informe de investigación titulado “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café” Se realizó un estudio experimental para análisis del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza de cascarilla de arroz y cisco de café. Las muestras utilizadas se tomaron del suelo de la finca Monte Madero, donde se depositó directamente un suelo compuesto por ceniza volcánica y se probaron las propiedades del suelo, incluyendo equivalente de arena, contenido de materia orgánica poscombustión, granulometría, límite de Atberg, gravedad específica y compactación. Se aplicó la ceniza de cáscara de coco y cisco de café en proporciones del 5%, 10% y 15% para el ensayo de CBR. Los resultados mostraron que el suelo era del tipo MH - limo orgánico, con un índice de plasticidad del 35,58% y una gravedad específica de 2,56 gr/cm³ cuando estaba húmedo y 2,57 gr/cm³ cuando estaba seco. La adición de cenizas de cisco de café y cáscara de coco mejoró el CBR del suelo original de 76,67% a valores mayores a 63,55% y hasta 101,61% de CBR, siendo la proporción del 15% de ceniza la que logró mayores incrementos. En conclusión, las cáscaras de coco y los posos de café se utilizan como aglutinantes para mejorar las propiedades del suelo, y agregarlos en cantidades adecuadas puede mejorar significativamente la resiliencia del suelo.

2.2. Base Teórica

Suelos arcillosos



Por lo general este tipo de suelo se hallan en contextos de alta precipitación, genera dificultades en el drenaje, este tipo de propiedades por elementos de agua y de baja resistencia, si este tipo de suelo sufre cambios de humedad ocasiona modificaciones en el volumen. La composición de suelo arcilloso, son de minerales activos con propiedades expansivas en consideración de cantidades apreciables; las características que correlaciona al cambio volumétrico igual como en situ y en laboratorio (Gómez, 2019).

Cualidades del suelo

La superficie de la corteza terrestre, caracterizado de dos maneras; descrito por las propiedades químicas, físicas y químico - físicas, así como composiciones mecánicas.

Las cualidades de las propiedades físico químicas del suelo

Constituidos por la textura, color, porosidad, densidad, volumen, profundidad, permeabilidad, características térmicas y el dinamismo del agua, sin embargo, el que mayormente influye es la cantidad de salinidad que existe, de igual forma la propagación o producto de la capacidad de oxidación, pH (Reacción del suelo) y el intercambio iónico (Calderon, 2018).

Así mismo si la coloración es oscura manifiesta que existe mayor contenido de materia orgánica, si el color es amarillo, está compuesto de arcilla y con una baja cantidad de materia orgánica. La textura, da mención al porcentaje y la característica de partículas minerales que constituye el suelo se categoriza comúnmente en tres variedades arena, limo y arcilla. Estructura, es otro de los elementos que designa a la agrupación y ordenamiento de minerales del suelo para la composición de terrones (agregados), la propiedad del suelo es que se hallan en formaciones pequeñas de grupos o terrones unidos con ciertas separaciones



de otras. La porosidad hace referencia a los huecos intersticiales de los terrones se muestra en el porcentaje en función de la textura y estructura, suelo fino mayor porosidad.

La ceniza de eucalipto

Es un proceso termoquímico aplicado dentro de la industria agrícola, su acción es por medio de la combustión de hojas y tallos realizados en hornos artesanales de elaboración o producción de ladrillos, la quema se desarrolla a una temperatura de 400°C en un periodo de 2 horas el porcentaje de su reducción es en proporción de 63.78 % (Couto, 2019).

Categorización de tipos de ceniza

Ceniza volante seca se obtiene de la recolección de calderas de inmensas combustiones se almacena en tolvas y deben ser removidas.

Ceniza de fondo seca se extrae por gravedad con la finalidad de transportarse a los silos de almacén, su aspecto es color café, negro y blanco.

Ceniza compuesta seca, se refiere a una mezcla de ceniza de fondo seca y volantes seca se almacena en silos.

Ceniza compuesta hidratada, hace referencia a las cenizas compuestas por un material de hidratación, después de esta etapa se moviliza al área de acopio en la misma planta, el objetivo de la hidratación es con el fin de evitar dispersión en el traslado (González, 2014).

Estabilización de suelo o Subrasante

Se refiere a la mejora de las propiedades mecánicas mediante diversos procedimientos mecánicos basados en la incorporación de agentes externos químicos, naturales o sintéticos. Así, la estabilización del suelo se basa en las características físicas que no son deseables en el suelo, con la finalidad de lograr una estructura resistente a la fuerza de



cortante y una propiedad definida de los vacíos deseables, para esta función el MTC
(Ministerio de Transportes y Comunicaciones).



Tabla 2. Cantidad de Calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMD mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	. Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. . Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. X sentido. . Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido.	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.
Autopistas: carreteras de IMD mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	. Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido . Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. X sentido. . Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido.	
Carretera de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	. 4 calicatas x km.	
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	. 3 calicatas x km.	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	. 2 calicatas x km.	
Carretera de Bajo Volumen de tránsito: carreteras con un IMDA < 200 veh. Día de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	. 1 calicata x km.	

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Estabilización con ceniza

La ceniza es de naturaleza volcánica y reacciona con la cal apagada para formar un producto con propiedades gelificantes. Se puede hacer una mezcla efectiva usando al menos 10% a 35% de cenizas volantes finamente molidas y 2% a 10% de cal. Por lo tanto, la mezcla de suelo-cal-ceniza se compacta bajo condiciones controladas con suficiente humedad para lograr una capa de suelo estable. (MTC, 2014).



La ceniza de volante tiene una pequeña porción de cal y una alta proporción de sílice, lo que demanda el aumento de un agente activador con alta concentración de cal para su uso como estabilizador de suelo. El activador proporciona la cantidad de cal requerida para la reacción puzolánica, mientras que la ceniza volante proporciona compuestos puzolánica como sílice y óxido de aluminio. De esta manera, las mezclas de cenizas volantes se pueden usar para estabilizar diferentes tipos de suelo, incluidos los suelos de granos gruesos, finos y no arcillosos. La cal o el cemento se utilizan a menudo como activador de cenizas volantes. (MTC, 2014).

Elementos de estudio para la estabilización

-Densidad máxima seca

La densidad seca para el contenido de humedad, incremento de la presión en función de la expansión que desarrolla la superficie o el suelo, es consecuencia de la agrupación de materia de arcilla para cada volumen y de igual forma a la interacción a través de los componentes de partículas, en correlación a una óptima compactación se debe considerar una elevada densidad seca, se llega a esta meta solo en una óptima condición de la humedad.

-Capacidad de Soporte de California (CBR)

La prueba de California Bearing Ratio (CBR) indica la fuerza de resistencia del suelo a una penetración de 2.54 mm, cuando se encuentra a una densidad seca máxima del 95%. (MTC, 2018).



Tabla 3 Cuadro de Subrasante y CBR.

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3 %
S1: Subrasante pobre	De CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
S5: Subrasante excelente	De CBR ≥ 30 %

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

-Módulo de resiliencia

Es la medida de las características de elasticidad del suelo, se desarrolla bajo la siguiente fórmula en relación al M_r -CBR= la fórmula del módulo de resiliencia (MTC, 2018).

$$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.6}$$

Análisis granulométrico

Su objetivo es identificar las proporciones de los diferentes componentes de un suelo, clasificándolos por su tamaño de partícula. Este proceso se utiliza para suelos gruesos y sirve para determinar cómo afecta la densidad del material compactado.



Tabla 4. Clasificación de suelos

Tipo de material		Tamaño de partículas
Grava		75mm - 4.75mm
Arena		Arena gruesa: 4.75mm – 2.00mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425mm – 0.075mm
Material fino	Limo	0.075mm – 0.005mm
	Arcilla	Menor a 0.005mm

Fuente: MTC, 2014.

La clasificación del suelo se realiza considerando su granulometría, plasticidad e índice de grupo, lo que permite hacer una predicción sobre su comportamiento. En la siguiente tabla se puede apreciar la correlación existente entre los sistemas SUCS y AASHTO para la clasificación del suelo.

Tabla 5. Tipos de clasificación de suelo

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos SUCS
AASHTO M 145	ASTM D 2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: MTC, 2014.

Límites de Atterberg.

La prueba consiste en identificar los límites de Atterberg del suelo, que son los estados líquido, plástico y sólido, y determinar su plasticidad. Para obtener el índice de plasticidad adecuado, es importante conocer el contenido de agua en el que el suelo cambia de estado y exhibe plasticidad



Límite líquido

Consiste en el contenido de humedad en el que el suelo cambia de estado líquido a plástico, expresado como porcentaje del peso seco de la muestra. Los suelos con muy baja resistencia al esfuerzo cortante en el límite líquido se denominan suelos plásticos y según Atterberg tienen una resistencia de 25 gr/cm².

Límite plástico

El porcentaje de contenido de agua en relación al peso seco de la muestra en el que un suelo cohesivo cambia de un estado semisólido a un estado plástico se define como el límite líquido (LL). Al determinar tanto el LL como el límite plástico (LP), se obtiene el índice de plasticidad (IP), que se define como la diferencia entre ambos valores. El IP es un indicador importante del rango de humedad de los suelos con consistencia plástica, y puede ser utilizado para clasificarlos. Los suelos con alto contenido de arcilla suelen tener un IP alto, mientras que los suelos con bajo contenido de arcilla tienen un IP bajo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Clasificación en función al Índice de Plasticidad

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

Fuente: MTC, 2014.

Proctor modificado

Ensayo que se realiza con la finalidad de determinar la cantidad óptima de agua de un suelo que admite la mejor compactación para una energía dada; el Proctor “modificado es



una prueba con la que se puede encontrar la humedad requerida con el grado de humedad y ver la compactación perfecta del suelo a través del volumen de peso contenido en un molde”. “Esto se denomina densidad relativa en volumen bajo una humedad requerida, y para ellos se realiza un proceso que consiste en una variedad de golpes que varían en” cinco capas y están relacionadas con las herramientas utilizadas para ubicar las densidades (Carrasco, 2017).

Ensayo de CBR en gabinete

Se refiere a la evaluación de la capacidad del suelo para soportar estructuras específicas bajo la aplicación de cargas de ruedas. Para ello, primero se deben clasificar los suelos utilizando los sistemas AASHTO y SUCS, y luego crear perfiles estratigráficos para cada zona homogénea. Usando este perfil, se puede definir un procedimiento de prueba para medir el valor de soporte del suelo (CBR) con una penetración de carga de 2,54 mm. También es importante considerar algunos factores para obtener el valor CBR de diseño de la subrasante.

Tabla 7. Clasificación de Subrasante CBR

Categoría de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	$CBR < 3\%$
S1: Subrasante insuficiente	$3\% \leq CBR < 6\%$
S2: Subrasante regular	$6\% \leq CBR < 10\%$
S3: Subrasante buena	$10\% \leq CBR < 20\%$
S4: Subrasante muy buena	$20\% \leq CBR < 30\%$
S5: Subrasante excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente: MTC, 2014.



2.3. Base Conceptual

Suelo

Se refiere a una composición de todo material o minerales de la corteza terrestre, maneja diferentes elementos de su constitución, terminan siendo una simplificación de la tierra que existe en el contexto, su combinación maneja agua, aire, existe alteraciones de forma física y química que se desarrolla en la biología de la superficie terrenal. De igual manera, es el origen del crecimiento de la vegetación del cual se manifiesta un mecanismo biológico (Ministerio de Agricultura, 2016).

Ceniza

La ceniza se refiere a la consecuencia de combustión de carbón pulverizado, es un producto fino basado en elementos de sílice, alúmina, álcalis y otros óxidos, con características puzolánica, en contacto con la cal forman composiciones de elementos cementantes; característico por sus elementos de sustancias inorgánicas (Pardo, 2020).

Dosificación

Método de la calibración óptima para un tratamiento eficiente de cualquier material, en base a las especificaciones necesarias, su proceso es en base a un cálculo del contenido adecuado entre los componentes de agua y de los conglomerantes

Granulometría

Hace referencia desde el estudio de las propiedades de los suelos se considera las propiedades mecánicas, están en relación de la las cualidades mecánicas de las partículas en función al tamaño. Su diagrama se compone por la dimensión de las partículas a través de abscisas y porcentajes en un orden específico, de la misma manera que menciona que el material para su estabilización se sumergirá a una mala de N° 4.



CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

El trabajo se enfoca en demostrar la hipótesis, por ende es un tipo de investigación aplicativo, se evalúa desarrollar conocimientos obtenidos al beneficio de una determinada población, bajo nuevas técnicas de innovación y metodologías desarrolladas en la tecnología para la aplicación en las variables de la investigación (Hernandez & Baptista, 2014).

En la investigación se maneja un enfoque cuantitativo, ello en conformidad a las evaluaciones obtenidas en términos numéricos de las pruebas de gabinete y además en correlación de estatutos reglamentarios de la ingeniería (Baena, 2017).

Las evaluaciones se gestionan del análisis experimental de la dosificación evaluada en ensayos de laboratorio de ceniza de eucalipto aplicado a la subrasante.

3.2. Nivel de la investigación

Consiste en detallar en forma descriptiva, bajo la exploración, se encuentra en función de buscar una respuesta de las razones de los efectos de fenómenos físicos o condiciones situacionales; por otra parte, se hallará en un grupo de tratamiento de control y espacios experimentales. (Hernandez & Herrera, 2019). En el presente estudio se describe las secuencias evaluadas del proceso de hallazgos de diagnóstico y prueba en gabinete de la subrasante y los ensayos de ceniza de eucalipto.

3.3. Método de investigación

Éste se desarrolla de forma sistemática reflexiva con un análisis de los datos de laboratorio, es una secuencia de exploración para el desarrollo de una determinada casuística o problema que se estima solucionar de forma sistemática. Los pasos que se desarrolla para



el presente estudio son exploraciones experimentales en función a establecimientos normativos, bajo tales criterios se reflexionara frente a los resultados (Carrasco, 2010).

3.4. Variable

En la presente tesis se proyecta dos variables de estudio dependiente e independiente.

Variable independiente- Ceniza (eucalipto)=X

Esta variable maneja indicadores de estudio que responden a su estudio, su dosificación, análisis granulométrico y la evaluación del porcentaje de Índice de CBR.

Variable dependiente-Mejoramiento de suelo=Y

Esta variable maneja indicadores de estudio que responden a su estudio, por medio del índice de Plasticidad, el análisis del porcentaje de Humedad Óptima, el porcentaje del índice de CBR y la evaluación del peso específico seco.

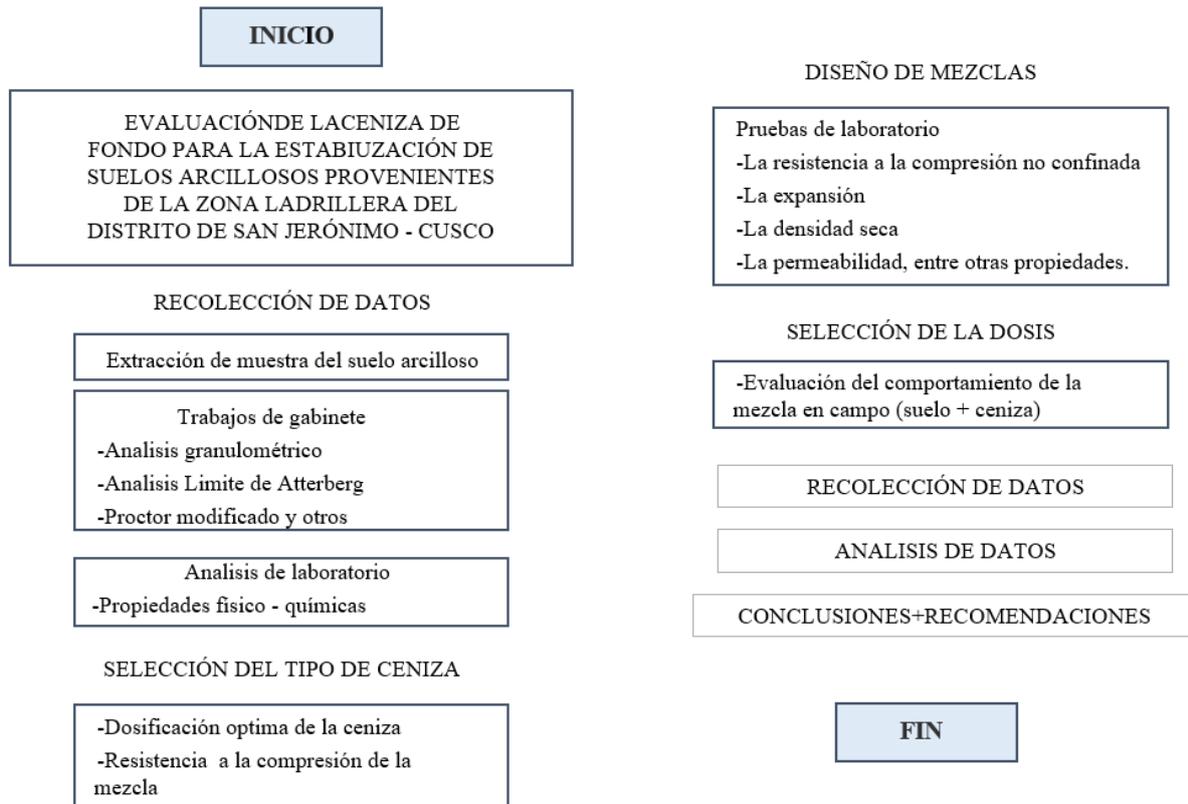
Diseño de la Investigación

Diseño metodológico

El diseño de investigación experimental consiste en una metodología científica que utiliza la manipulación de variables independientes para determinar su efecto sobre una variable dependiente específica. La finalidad de este tipo de diseño es establecer una relación causal entre las variables. Es importante tener en cuenta que el diseño de investigación experimental es una herramienta poderosa para establecer relaciones causales entre variables, pero requiere de una planificación cuidadosa y una ejecución rigurosa para garantizar resultados válidos y confiables (Hernandez & Baptista, 2014).



Figura 2. Diseño metodológico para el desarrollo de la investigación



El diseño metodológico contará con cinco tratamientos. El tratamiento cero (T0) será el tratamiento control; el tratamiento uno (T1) compuesto por el suelo tropical más ceniza de eucalipto al 10%; el tratamiento dos (T2) compuesto por el suelo tropical más ceniza de eucalipto al 14%; el tratamiento tres (T3) compuesto por el suelo tropical más ceniza de eucalipto al 18% y finalmente el tratamiento cuatro (T4) compuesto por el suelo tropical más ceniza de eucalipto al 22%.



3.5. Población muestra

Figura 3. Vía Lares



Fuente, elaboración propia.

Población

Por concepto se refiere a todos los individuos que se hallan en el espacio geográfico donde se realizará la investigación. En este caso, se limita a los suelos de Lares y se llevará a cabo el registro de una serie de calicatas desde la progresiva Km+0.00 hasta la progresiva Km+6.00.

Muestra

Definida como una representación de un subconjunto de la población total o universo, en la cual se recopilan datos representativos del mismo. Además, se menciona que una muestra no probabilística es útil cuando se seleccionan casos que cumplen con ciertas características específicas mencionadas en el planteamiento del problema.



La muestra se encuentra en la vía EMP-CU-709 con un tramo de 6km en la comunidad de Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares, del cual desde la progresiva Km+0.00 hasta la progresiva Km + 6.00 se extraerá 4 muestra por calicata.

Evaluación de muestra

La evaluación de una muestra de calicata de laboratorio requiere de conocimientos y habilidades especializadas en el contexto de la ingeniería civil y geotécnica. Por lo tanto, es recomendable buscar la asesoría de un experto en la técnica de evaluación específica que se desea utilizar

1. Identificación de la muestra: Es importante identificar la muestra de manera única y clara, y etiquetarla adecuadamente para que se pueda rastrear su origen y las condiciones en las que se recolectó.
2. Selección de la técnica de evaluación: Se debe seleccionar la técnica de evaluación más adecuada para los objetivos de la evaluación y las propiedades que se quieran medir. En el caso de una muestra de calicata de laboratorio, se pueden evaluar varias propiedades, como la densidad, la resistencia a la compresión, la permeabilidad, entre otras.
3. Preparación de la muestra: Es posible que se deba preparar la muestra antes de la evaluación para obtener resultados precisos y representativos. La preparación puede incluir la eliminación de impurezas, la trituración o el secado de la muestra, según sea necesario.
4. Realización de la evaluación: Se realiza la evaluación siguiendo el procedimiento adecuado de acuerdo a la técnica seleccionada. Por ejemplo, para evaluar la densidad de la muestra se puede utilizar un densímetro, mientras que para evaluar la resistencia a la compresión se puede utilizar una máquina de ensayo de compresión.



5. Interpretación de los resultados: Una vez que se han obtenido los resultados, es importante interpretarlos adecuadamente y relacionarlos con los objetivos de la evaluación y las condiciones en las que se recolectó la muestra. En el caso de una muestra de calicata de laboratorio, los resultados pueden ser útiles para entender las propiedades mecánicas y geotécnicas del suelo.
6. Documentación de los resultados: Es importante documentar los resultados de la evaluación para que puedan ser rastreados y consultados en el futuro. Esto incluye la fecha y hora de la evaluación, el equipo utilizado, los resultados obtenidos y cualquier observación adicional relevante.

3.6. Técnicas e Instrumentos

Técnica

Se puede definir la observación como una actividad planificada con el propósito de obtener datos precisos y detallados sobre las cualidades y atributos de las unidades de análisis durante la realización de los ensayos de laboratorio.

Instrumentos

Los recursos y herramientas utilizados por el investigador para recopilar y guardar la información. Estos recursos serán elegidos de manera apropiada de acuerdo con las variables de investigación y pueden incluir fichas de registro de los ensayos llevados a cabo en el laboratorio.



Instrumento de recolección de datos

Tabla 8. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°1

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos	
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO :		Fecha:

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	LADO :
CALICATA :	COORDENADA ESTE
MATERIAL :	COORDENADA NORTE
PROFUND. :	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara	B-31		
Peso Tara + Suelo <u>Humedo</u> (gr.)			
Peso Tara + Suelo <u>Seco</u> (gr.)			
Peso Tara (gr.)			
Peso Agua (gr.)			
Peso Suelo <u>Seco</u> (gr.)			
Contenido de Humedad (gr.)			
Promedio (%)			



Tabla 9. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°2

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos		
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2021"	Registro N°: 300-2012/DEVENCO
TRAMO :		Fecha:

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	LADO :	DERECHA
CALICATA :	COORDENADA ESTE :	
MATERIAL :	COORDENADA NORTE :	
PROFUNDIDAD :	TAMAÑO MAXIMO :	

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
12"	304.800						
10"	254.000						
8"	203.200						Peso inicial 3600 gr.
6"	152.400						Peso fracción 3600 gr.
4"	101.600						Contenido de Humedad (%) 6.00
3"	76.200						
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						Límite Líquido (LL):
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP):
1"	25.400						Índice Plástico (IP):
3/4"	19.000						Clasificación (SUCS):
1/2"	12.500						Clasificación (AASHTO):
3/8"	9.500						Índice de Consistencia:
1/4"	6.350						
N° 4	4.750						Descripción (AASHTO):
N° 5	2.360						Descripción (SUCS):
N° 10	2.000						
N° 16	1.190						Materia Orgánica:
N° 20	0.840						Turbidez:
N° 30	0.600						CU: 0.000 CC:
N° 40	0.425						OBSERVACIONES:
N° 60	0.250						
N° 80	0.177						
N° 100	0.150						
N° 200	0.075						
< N° 200	FONDO						

CURVA GRANULOMETRICA

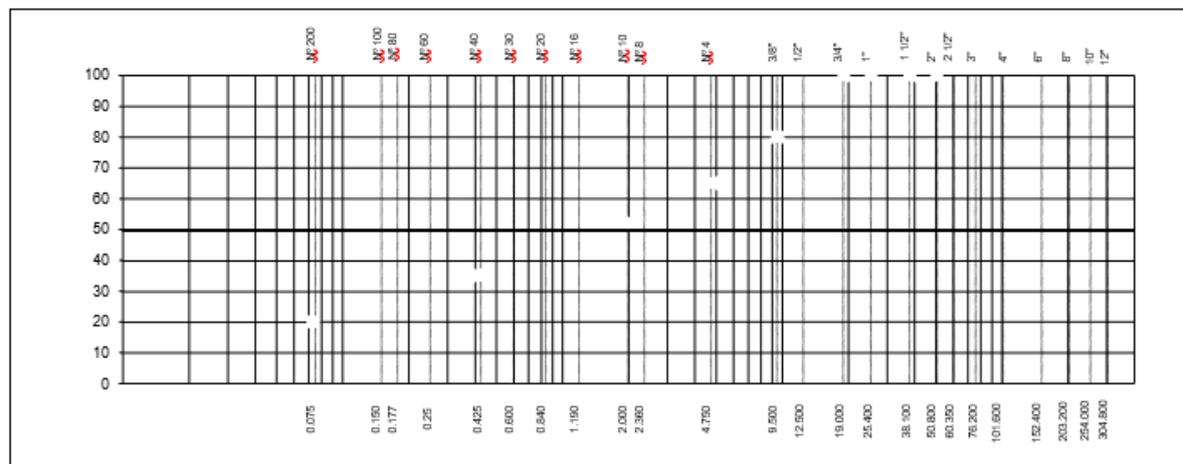




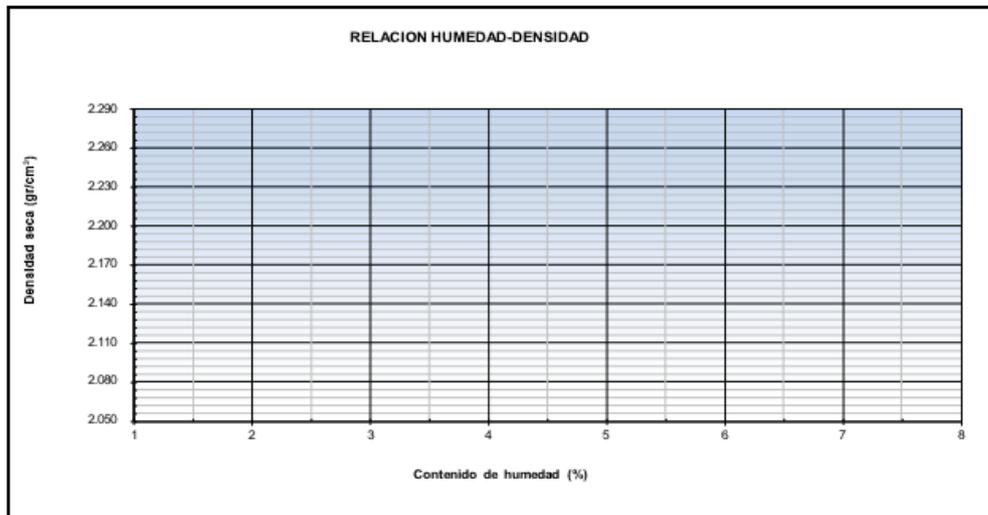
Tabla 10. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°3

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos		
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N° : 300-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha : 11/11/2022	

I. Datos Generales:

PROCEDENCIA : km 01+000 CALICATA : MATERIAL : PROFUND. :	CLASF. (SUCS) : CLASF. (AASHTO) : LADO : NORTE :
COORDENADAS ESTE :	

Número de Ensayo	Método "C"				
	1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo compactado	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Peso volumétrico húmedo	gr				
Recipiente N°	R-5	R-1	R-20	R-17	
Peso del suelo húmedo + tara	gr				
Peso del suelo seco + tara	gr				
Peso de la Tara	gr				
Peso de agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				
Peso volumétrico seco	gr/cm ³				
Gravedad Específica (gr/cm ³)		Densidad máxima (gr/cm ³) Humedad óptima (%)			



Observaciones:



Tabla 11. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°4

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos		
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO :	00+000 AL 06+000	Fecha:

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	LADO:
CALICATA :	COORDENADA ESTE:
MATERIAL :	COORDENADA NORTE:
PROFUND. (m) :	

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 206-2000

N° DE ENSAYOS		1	2	
Peso de muestra seca al horno	A gr.			PROMEDIO
Peso de muestra saturada <u>superf.</u> Seca	B gr.			
Peso de muestra saturada <u>superf.</u> seca Sumergida	C gr.			
Peso específico sobre base seca A/(B-C)				
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)				
Peso específico aparente A/(A-C)				
Absorción de agua $((B-A) \cdot 100) / A$				

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO
MTC E 205-2000

N° DE ENSAYOS		1	2	
P. Picnómetro <u>mas</u> agua aforado	A gr.			PROMEDIO
P. de la muestra seca al horno	B gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca	C gr.			
P. Picnómetro <u>mas</u> agua <u>mas</u> muestra aforado	D gr.			
Peso específico sobre base seca B/(C-(D-A))				
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))				
Peso específico aparente B/(B-(D-A))				
Absorción de agua $((C-B) \cdot 100) / B$				

Observaciones:



Tabla 12. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°5

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos													
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"		Registro N° : 300-2022/DEVENCO											
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000		Fecha : 11/11/2022											
<i>I. Datos Generales</i>													
PROCEDENCIA : km 01+000		CLASF. (SUCS) : SM											
CALICATA : C-01		CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0)											
MATERIAL : COLUVIAL		LADO : DERECHA											
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m		CORRECCIONES ESTE : 0 NORTE : 0											
		DENSIDAD MÁXIMA 2.276 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 4.7											
Molde N°													
Capas N°													
Golpes por capa N°													
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO										
Peso de molde + Suelo húmedo (g)													
Peso de molde (g)													
Peso del suelo húmedo (g)													
Volumen del molde (cm³)													
Densidad húmeda (g/cm³)													
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (g)													
Peso suelo seco + tara (g)													
Peso de tara (g)													
Peso de agua (g)													
Peso de suelo seco (g)													
Contenido de humedad (%)													
Densidad seca (g/cm³)													
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
PENETRACION													
PENETRACION mm in	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (dij)	kg	kg	%	Dial (dij)	kg	kg	%	Dial (dij)	kg	kg	%
Observaciones:													

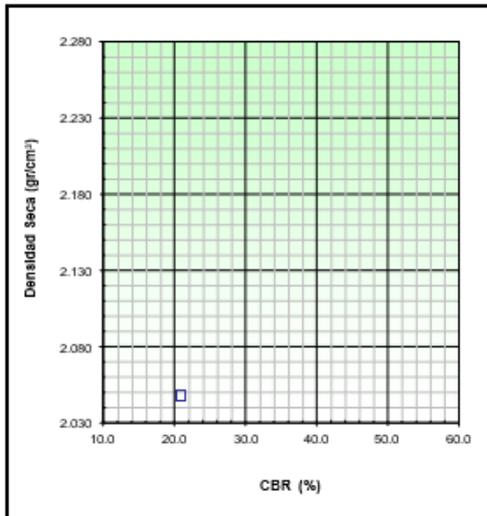


Tabla 13. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°6

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos	
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENC
TRAMO :	00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales:

PROCEDENCIA :	CLASF. (SUCS)	:
CALICATA :	CLASF. (AASHTO)	:
MATERIAL :	LADO	:
PROFUND. :	COORDENADA ESTE : 0	NORTE :

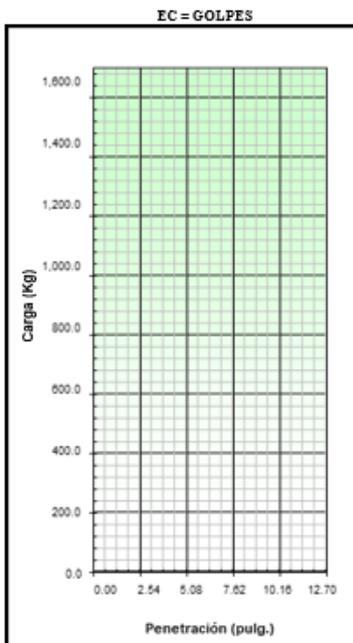


METODO DE COMPACTACION :
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :

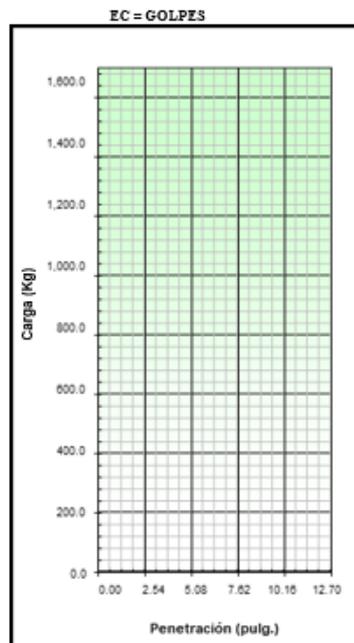
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	0.2"
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	0.2"

RESULTADOS CBR a 0.1" : = (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = (%)

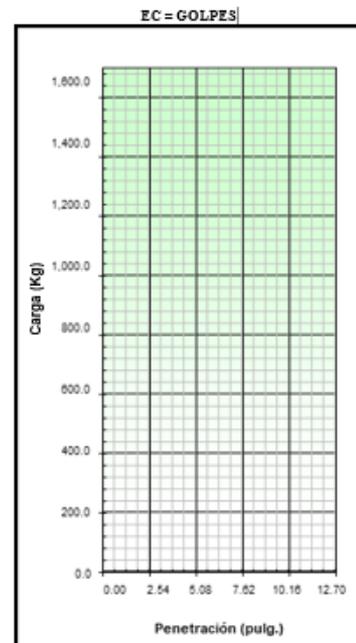
OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	
CBR (0.2")	



CBR (0.1")	
CBR (0.2")	



CBR (0.1")	
CBR (0.2")	



Tabla 14. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°7

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"		Registro N.º: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000		Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000	CLASF. (SUCS) : SM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización.	CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : DERECHA
DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 10%	ESTE : NORTE :

	DENSIDAD MAXIMA		HUMEDAD OPTIMA (%)	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N.º				
Capas N.º				
Golpes por capa N.º				
Condición de la muestra				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)				
Peso de molde (g)				
Peso del suelo húmedo (g)				
Volumen del molde (cm ³)				
Densidad húmeda (g/cm ³)				
Tara (N.º)				
Peso suelo húmedo + tara (g)				
Peso suelo seco + tara (g)				
Peso de tara (g)				
Peso de agua (g)				
Peso de suelo seco (g)				
Contenido de humedad (%)				
Densidad seca (g/cm ³)				

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION													
PENETRACION mm in	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N.º 19				MOLDE N.º 5				MOLDE N.º 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (dlx)	kg	kg	%	Dial (dlx)	kg	kg	%	Dial (dlx)	kg	kg	%



Tabla 15. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°8

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos			
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO,"		Registro N°:		
TRAMO :		Fecha:		
<u>I. Datos Generales</u>				
PROCEDENCIA :	km 0+000	TAMANO MÁXIMO:		
UBICACIÓN :		LADO:		
MATERIAL :		COORDENADA ESTE:		
PROFUND. (m) :		COORDENADA NORTE:		
TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
N° 4				
PESO TOTAL				
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12				
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12				
PORCENTAJE OBTENIDO				
OBSERVACIONES:				



Tabla 16. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°9

Prof. (m)		Muestra		Simbología	Características Físicas de la Muestra	Clasificación		Constantes Físicas		
		Estrato	Espesor (m)			SUCS	AASHTO	L.L.	L.P	IP
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										
1.2										
1.3										
1.4										
1.5										

CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000						Imagen Fotográfica del perfil.
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %	
PROCTOR		RESULTADOS CBR a		ABRACION		
D. max (gr/cm3)	H. ópt. (%)	0.1": (%)		PE. G. (gr/cm3)		
CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000	CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				
<i>Arena limosa con grava</i>						



Tabla 17. Ficha de recolección de ensayos de laboratorio N°10



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos



I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 0+000	TAMAÑO MÁXIMO:
CALICATA :	LADO:
MATERIAL :	COORDENADA ESTE:
PROFUND. :	COORDENADA NORTE:

CALICATA C-0. PROCEDENCIA km 0+000						DESCRIPCION
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %	

CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000				
PROCTOR		RESULTADOS CBR	ABRASION (%)	PE. G. (g/cm ³)
H. ópt. (%)	Q _{max} (g/cm ³)			

CBR CENIZA	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				DESCRIPCION
100					
95					

MÁXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	
CBR	

Instrumento de ingeniería de uso

Figura 4. Herramienta N°1 para la prueba de Limites de Atterberg



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 5. Herramienta N°2 para la prueba de Limites de Atterberg



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 6. Herramienta N°3 para la prueba de Limites de Atterberg



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 7. Herramienta N°4 para la prueba de Limites de Atterberg



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 8. Herramienta N°5 para la prueba de Limites de Atterberg



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 9. Herramienta N°6 para la prueba de Limites de Atterberg



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 10. Herramienta N°1 para la prueba de Proctor



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 11. Herramienta N°2 para la prueba de Proctor



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 12. Herramienta N°3 para la prueba de Proctor



Fuente, adaptación de Google, 2023.

Figura 13. Herramienta N°1 para la prueba de CBR



Fuente, adaptación de Google, 2023.

3.6. Procesamiento de recolección de datos

Levantamiento de datos de campo, exploración de suelos en función a la norma E050, posos de calicatas y trincheras con excavaciones que posibiliten el diagnóstico del terreno, toma de muestra y desarrollos en situ.

Material de muestra sea en un intervalo de 50 a 200kg, para la definición de materiales, la profundidad de excavación min 1.5m por debajo de la subrasante.

Para ruta de bajo volumen de tránsito en conformidad a las normativas se destina una calicata por km de carretera.

Análisis granulométrico

Uso de tamizado, bajo los parámetros de ASTM D 422, la finalidad de la prueba es desarrollar el porcentaje del suelo que se evalúa por diferentes tamices, llegando al tamiz N°200 (74mm).



Tabla 18. Clasificación de tamices por dimensión

Tamices	Abertura (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

Ensayos de Humedad natural

La norma ASTM D 2216 describe un método para determinar el contenido de humedad de un suelo con la finalidad de medir el porcentaje de agua presente en una determinada cantidad de masa de suelo.

Índice de Plasticidad

Los métodos M.T.C. E.1.1.0. y M.T.C.E.1.1.1. se basan en la norma ASTM D 4318 para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.

Densidad seca y húmeda

La norma ASTM D 1557 establece el procedimiento para el ensayo de compactación de suelos en laboratorio mediante el método de Proctor modificado, que emplea una energía de compactación de 2 700 kN. El propósito del ensayo es determinar la relación entre el peso unitario seco de los suelos y su contenido de agua, mediante la obtención de una curva de compactación.



Capacidad de resistencia del suelo

El propósito del Método de prueba estándar del índice de carga de California (CBR) en suelos compactados de laboratorio es evaluar la capacidad de carga de las calzadas, subrasantes y materiales base (incluidos los materiales reciclados) utilizados en la construcción de carreteras y aeropuertos. CBR se define como la relación de la carga requerida para introducir el material de prueba en el cilindro a una profundidad de 0,1 pulgada (2,5 mm) y 0,2 pulgada (5,1 mm) a la carga estándar según lo especificado por ASTM D.

Levantamiento de resultados

El propósito principal de esta tesis es demostrar cómo la adición de ceniza de eucalipto puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la estabilización de subrasantes en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Figura 14. Centro poblado de Lares



Nota, registro propio, 2022.

El centro de Lares se encuentra a una altitud de aproximadamente 3,250 msnm y está rodeado de hermosas montañas y paisajes naturales.

Figura 15. Centro poblado Quellupay



Nota, registro propio, 2022.

3.6.1. Estudios previos del área de estudio

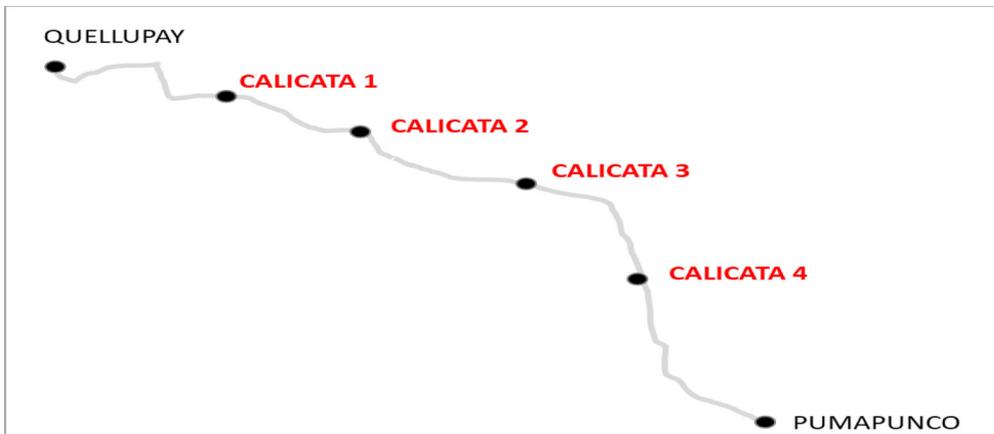
El tramo inicia en la coordenada 18 L 820661.00 E y 8549398.00 N; hasta 6 Km finaliza 19 L 175778.00 E y 8547708.00 N; en el siguiente cuadro se indica la forma de estudio; los puntos de análisis se distribuyen en base al siguiente cuadro.

Tabla 19. Descripción de las calicatas

TIPO DE CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
Calicata C-01	km 01+000	1.50m
Calicata C-02	km 02+000	1.50m
Calicata C-03	km 03+000	1.50m
Calicata C-04	km 04+000	1.50m

Nota, elaboración propia, 2022.

Figura 16. Esquema de los puntos de estudio



Nota, registro propio, 2022.

Las cualidades de la zona de estudio maneja un tipo de terreno por Orografía, de un plano de P (0%-3%), ondulado O (3%-6%), área accidentado A (6%-8%) y escarpado E (8% a más), dentro de las características físicas de la vía muestra un ancho de superficie de rodadura de 2.50 a 3.20m, con una pendiente mínimo oscila de 0.5% a 4% y la pendiente máxima oscila de 6% a 26%, no posee derrumbes; las observaciones que se puede hacer del



espacio de estudio, desde la progresiva Km 1+000 arranca con pendiente de 0.5%, Se puede clasificar como un terreno Escarpado (55%) y el resto es ondulado se cierra con pendiente del orden del 1%; la progresiva Km 02+250 arranca con pendiente de 10.5%, Se puede clasificar como un terreno Escarpado (75%); se cierra con pendiente del orden del 9%; la progresiva Km 03+010 arranca con pendiente de 16%, Se puede clasificar como un terreno Escarpado (50%) y Ondulado (50%); se cierra con pendiente del orden del 5.5%; la progresiva Km 04+255 arranca con pendiente de 1.6%, Se puede clasificar como un terreno Escarpado (75%); se cierra con pendiente del orden del 7.2% y la progresiva Km 05+460 arranca con pendiente de 20%, Se puede clasificar como un terreno Accidentado (90%); se cierra con pendiente del orden del 15%.

3.6.2. Recolección de datos generales de las calicatas

El estudio de material se muestra se extraerá 4 calicatas dentro del tramo de EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.

3.6.2.1. Primera calicata C-01. km 01+000

Tabla 20. Datos generales de ensayos

I. Datos Generales

PROCEDENCIA	: km 01+000	LADO	: DERECHA
CALICATA	: C-01	COORDENADA ESTE	:
MATERIAL	: COLUVIAL	COORDENADA NORTE	:
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m		

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		B-31		
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	11587.0		
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	9962.0		
Peso Tara	(gr.)	1580		
Peso Agua	(gr.)	1625.0		
Peso Suelo Seco	(gr.)	8382.0		
Contenido de Humedad	(gr.)	19.4		
Promedio (%)		19.4		

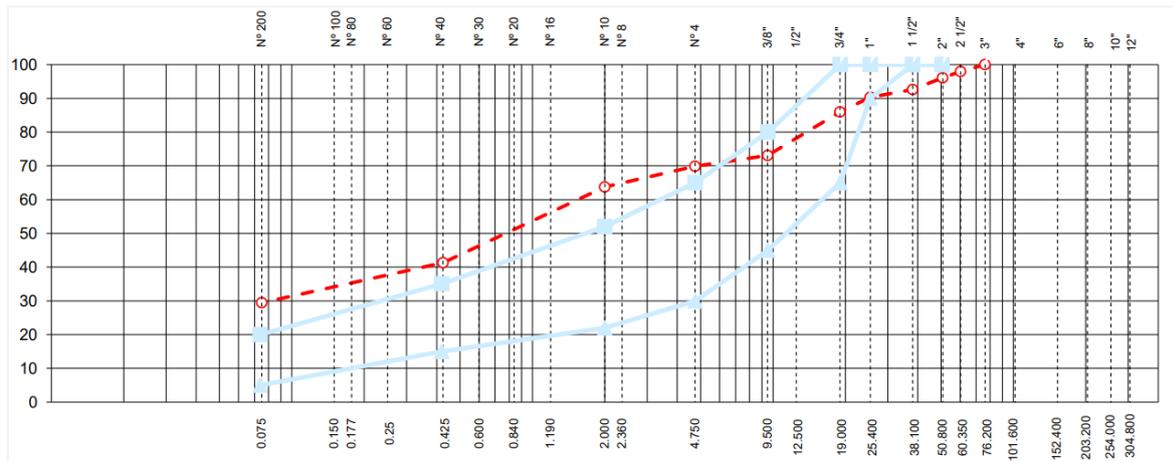
Nota, registro propio, 2022.



Análisis granulométrico C-01. km 01+000

Se extrae muestra para el análisis granulométrico, la recolección de datos se realizó con el acompañamiento y equipamiento del gabinete, no se detectó NF a la profundidad de 0.00-1.50m considerados respecto al nivel de subrasante del proyecto, con un tamaño máximo de 2 1/2”.

Figura 17. Curva Granulométrico C-01



Nota, elaboración propia, 2022.

Este tipo de ensayo se determinó de forma cuantitativa las cualidades físicas de las partículas que constituye la muestra de suelo de la C-01, en estado natural, analizando por clasificación en conformidad a su tamaño, se hizo uso de mallas de distintas dimensiones, considerando en un determinado tamaño de las partículas.

Tabla 21. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-01



TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
12"	304.800					
10"	254.000					
8"	203.200					Peso inicial seco : 8382.0 gr.
6"	152.400					Peso fracción : 862.0 gr.
4"	101.600					
3"	76.200				100.0	Contenido de Humedad (%) : 19.4
2 1/2"	60.350	170.8	2.0	2.0	98.0	
2"	50.800	154.8	1.8	3.9	96.1	Límite Líquido (LL): 16.0
1 1/2"	38.100	296.0	3.5	7.4	92.6	Límite Plástico (LP): 12.8
1"	25.400	189.0	2.3	9.7	90.3	Índice Plástico (IP): 3.3
3/4"	19.000	366.0	4.4	14.0	86.0	Clasificación (SUCS) : SM
1/2"	12.500				86.0	Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	1081.0	12.9	26.9	73.1	Índice de Consistencia : -1.03
1/4"	6.350		3.2	30.1	69.9	
Nº 4	4.750	266.0	3.2	30.1		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 8	2.360					Descripción (SUCS): Arena limosa con grava
Nº 10	2.000	513.7	6.1	36.2	63.8	
Nº 16	1.190					Materia Orgánica : 0.41
Nº 20	0.840					Turba : --
Nº 30	0.600					CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 40	0.425	1881.8	22.5	58.7	41.3	OBSERVACIONES :
Nº 60	0.250					Grava %>2" : 3.9
Nº 80	0.177					Grava 2" - Nº 4 : 26.2
Nº 100	0.150					Arena Nº4 - Nº 200 : 40.5
Nº 200	0.075	995.0	11.9	70.6	29.4	Finos < Nº 200 : 29.4
< Nº 200	FONDO	2467.9	29.4	100.0		

Nota, registro propio, 2022.

La presente muestra granulométrica por análisis de tamizado, la muestra de suelo refleja bajo el sistema de clasificación de suelos (AASHTO), el resultado en comparación a esta normatividad se llega a destacar el resultado como A-2-4 (0) lo que significa que su composición está basada por Arena limosa con grava.

Grava %>2": 3.88

Grava 2" - Nº 4: 26.22

Arena Nº4 - Nº 200: 40.45

Finos < Nº 200: 29.44

De igual forma, se realizó la comparación por la clasificación SUCS del cual resultó SM lo que significa que está conformado por arena limosa con grava.

Análisis Límite de Atterberg C-01. km 01+000

Se puede realizar el ensayo de Límite de Atterberg para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo, con el fin de evaluar su capacidad de soporte y su resistencia al corte. Un suelo con un alto límite de liquidez suele ser más resistente al



corte que un suelo con un bajo límite de liquidez. Además, es importante para determinar la cantidad de agua que se debe agregar al suelo para que sea maleable y se pueda moldear en una forma específica; si se agrega demasiada agua, el suelo puede perder su capacidad de soportar cargas y se puede producir asentamiento excesivo en la estructura construida sobre él.

Según el ensayo de gabinete el límite de líquido de la muestra C-01 es 16%, el límite plástico 13% y el índice de plasticidad 3%. Por lo cual el suelo se considera de plasticidad baja.

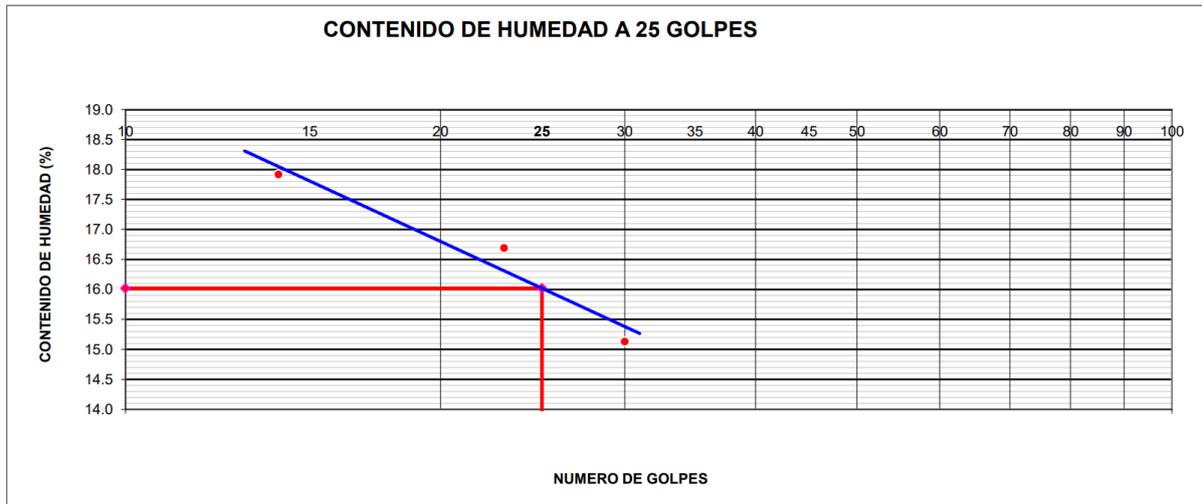
Tabla 22. Cuadro del Límite de Atterberg C-01

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
Nº TARRO		P-5	P-3	P-10
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	46.34	49.37	50.82
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	43.43	46.08	46.88
PESO DE AGUA	(g)	2.91	3.29	3.94
PESO DEL TARRO	(g)	24.20	26.37	24.89
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.23	19.71	21.99
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.13	16.69	17.92
NUMERO DE GOLPES		30	23	14
LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
Nº TARRO		T-14	15	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.45	32.56	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	33.05	31.01	
PESO DE AGUA	(g)	1.4	1.55	
PESO DEL TARRO	(g)	20.97	19.86	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.08	11.15	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	11.59	13.90	

Nota, elaboración propia, 2022.



Tabla 23. Cuadro de análisis del contenido de Humedad



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	16
LIMITE PLASTICO	13
INDICE DE PLASTICIDAD	3

OBSERVACIONES
<i>La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00-1.50 m = activar Windows</i>

Nota, elaboración propia, 2022.

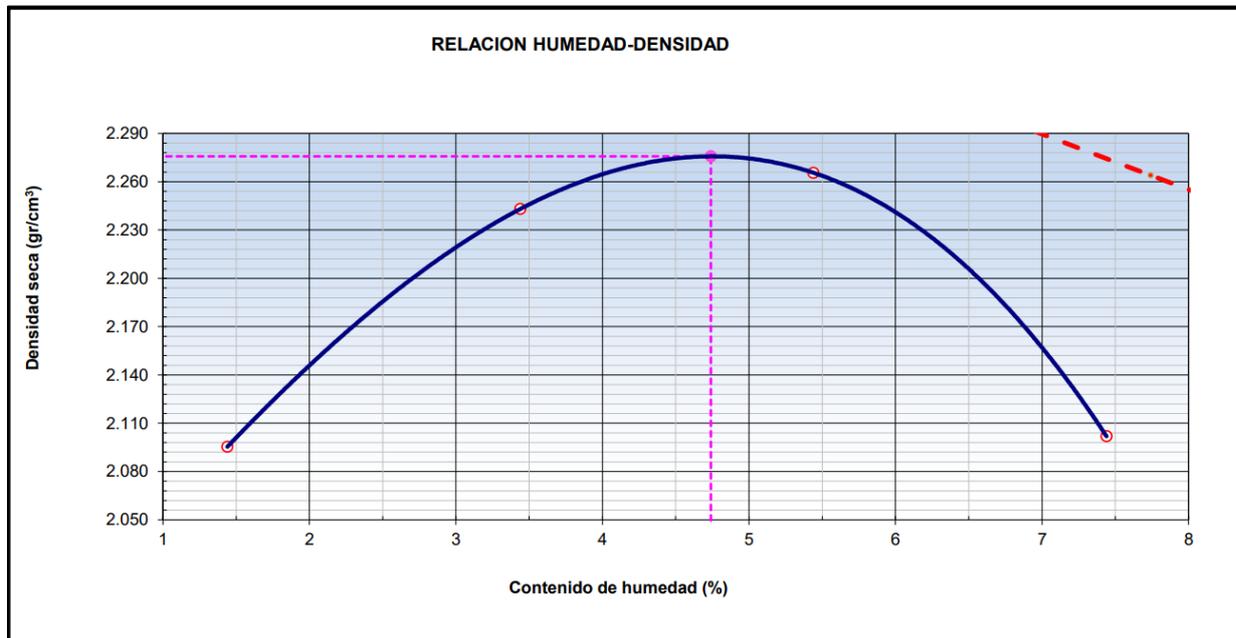
Se profundizó en el análisis mediante los ensayos presentados en el siguiente gráfico, obteniendo como resultado una gravedad específica de 2.56 gr/cm³ y una densidad máxima de 2.28 gr/cm³, con un nivel de humedad óptimo del 4.74%.

Tabla 24. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima

Método "C"						
Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11026	11438	11583	11307	
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4498	4910	5055	4779	
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.126	2.320	2.389	2.258	
Recipiente N°		R-5	R-1	R-20	R-17	
Peso del suelo húmedo + tara	gr	346.1	387.0	393.3	375.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	341.7	375.3	375.0	352.1	
Peso de la Tara	gr	37.8	36.2	37.7	36.8	
Peso de agua	gr	4.4	11.7	18.3	23.5	
Peso del suelo seco	gr	303.9	339.1	337.2	315.4	
Contenido de agua	%	1.44	3.44	5.44	7.44	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.095	2.243	2.266	2.102	
	Gravedad Específica (gr/cm ³)	2.564		Densidad máxima (gr/cm ³)		2.276
				Humedad óptima (%)		4.74

Nota, elaboración propia, 2022.

Figura 18. Relación entre la Humedad y la densidad



Nota, elaboración propia, 2022.

Proctor Modificado C-01. km 01+000

La prueba de Proctor Modificado; el objetivo de la misma es definir la cantidad de humedad en correlación a la densidad, del cual se determinó la curva de compactación. Que para la misma, el primer paso fue obtener el peso específico de muestra de la calicata C-01 en espacio orgánico.

Para la prueba se plantea las características importantes de los insumos tanto del agregado grueso y fino que se usara para la evaluación de la densidad y la humedad.

Tabla 25. Datos generales del agregado grueso

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO MTC E 206-2000			
N° DE ENSAYOS		1	2
Peso de muestra seca al horno	A gr.	3189.0	
Peso de muestra saturada superf. Seca	B gr.	3347.0	
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida	C gr.	2103.0	
Peso específico sobre base seca $A/(B-C)$		2.564	
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $B/(B-C)$		2.691	
Peso específico aparente $A/(A-C)$		2.936	
Absorción de agua $((B-A)*100)/A$		4.95	
			PROMEDIO
			2.564
			2.691
			2.936
			4.95

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 26. Datos generales del agregado fino

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO		MTC E	
205-2000			
N° DE ENSAYOS		1	2
P. Picnómetro mas agua aforado	A gr.		
P. de la muestra seca al horno	B gr.		
P. de la muestra saturada superficialmente seca	C gr.		
P. Picnómetro mas agua mas muestra aforado	D gr.		
Peso específico sobre base seca $B/(C-(D-A))$			
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $C/(C-(D-A))$			
Peso específico aparente $B/(B-(D-A))$			
Absorción de agua $((C-B)*100)/B$			
			PROMEDIO

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 27. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima

	DENSIDAD MAXIMA		2.276		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.7	
	1	2	3	5	12			
Molde N°	5	5	5	5	5			
Capas N°	55	26	12					
Golpes por capa N°								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13406		13398		12822			
Peso de molde (g)	8372		8552		8279			
Peso del suelo húmedo (g)	5034		4846		4543			
Volumen del molde (cm ³)	2112		2140		2118			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.265		2.145			
Tara (N°)	1		3		3			
Peso suelo húmedo + tara (g)	569.0		564.6		678.8			
Peso suelo seco + tara (g)	546.4		542.0		651.2			
Peso de tara (g)	68.9		67.3		67.3			
Peso de agua (g)	22.6		22.6		27.6			
Peso de suelo seco (g)	477.5		474.8		583.9			
Contenido de humedad (%)	4.74		4.75		4.73			
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048			



Tabla 28. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/11/2022	10:23	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
13/11/2022	10:23	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

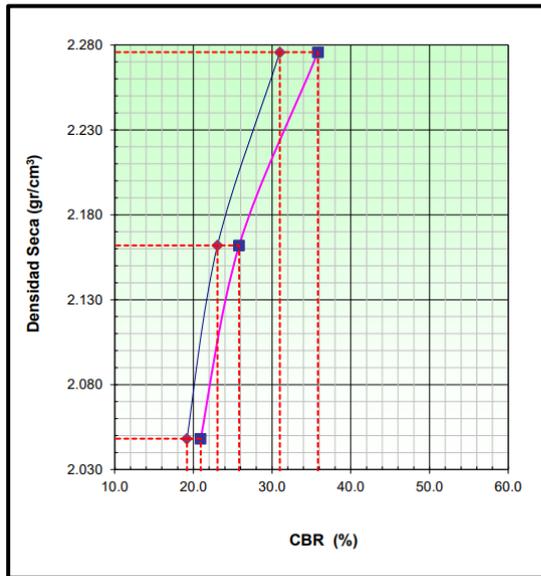
Tabla 29. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad

PENETRACION															
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3				
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0						
0.635	0.025		43.1	111.6				29.7	99.1			23.2	92.9		
1.270	0.050		124.0	187.8				85.5	151.6			66.7	133.9		
1.905	0.075		279.1	333.8				192.5	252.3			150.2	212.4		
2.540	0.100	70.5	435.0	480.5	444.3	31.0		300.0	353.4	330.5	23.1	234.1	291.4	275.0	19.2
3.810	0.150		588.7	625.1				406.0	453.1			316.8	369.2		
5.080	0.200	105.7	741.7	769.0	770.5	35.8		511.5	552.4	555.2	25.8	399.1	446.6	450.1	20.9
6.350	0.250		890.1	908.7				613.9	648.7			479.0	521.8		
7.620	0.300		982.2	995.3				677.4	708.5			528.5	568.4		
8.890	0.350		1171.5	1173.4				807.9	831.3			630.4	664.2		
10.160	0.400		1229.4	1227.9				847.9	868.9			661.5	693.6		

Análisis del CBR



Figura 19. Diagrama y resultados del CBR



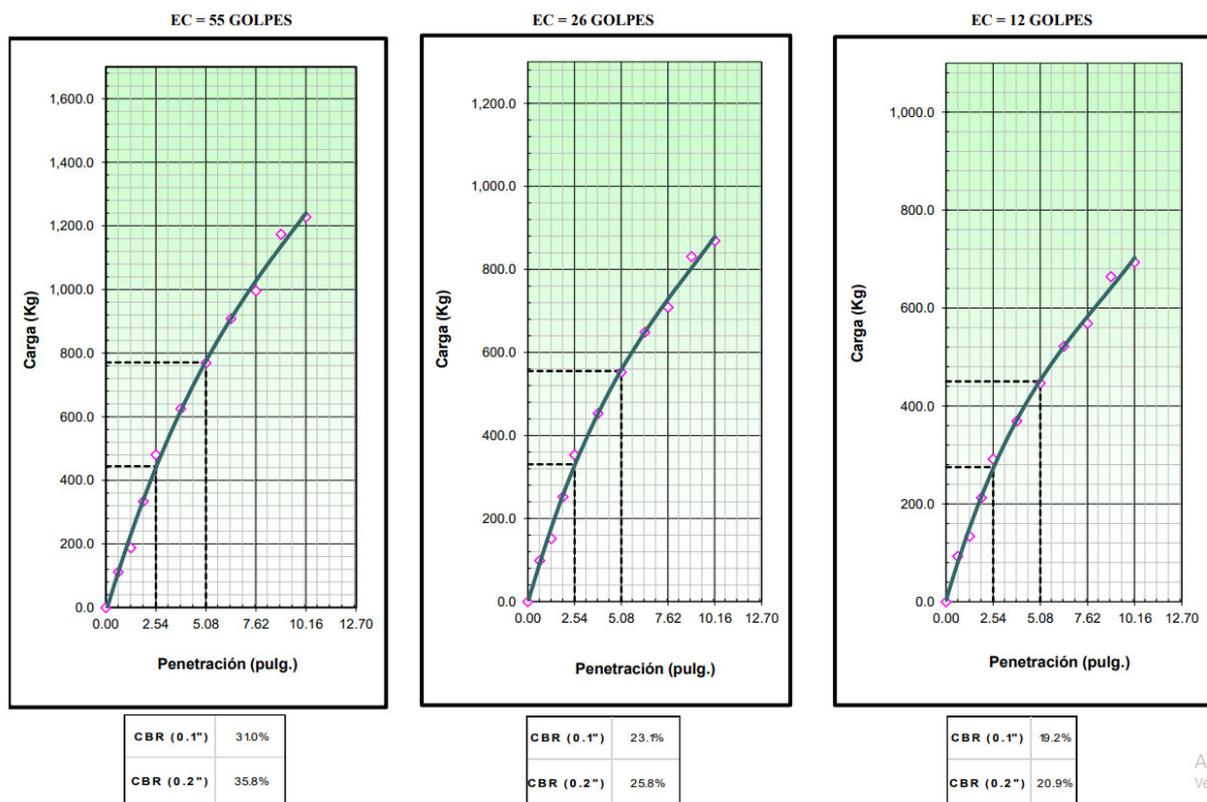
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	31.0	0.2" : 35.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	23.1	0.2" : 25.8

RESULTADOS CBR a 0.1": = 31.0 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 23.1 (%)

OBSERVACIONES:

Figura 20. Resultados del CBR en tres cantidades de golpes



Resultados con ceniza de eucalipto

Tabla 30. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

	DENSIDAD MÁXIMA		2.276	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.74
	19		20	21		
Molde N°	19		20	21		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12930		12326		12856	
Peso de molde (g)	7939		6969		8307	
Peso del suelo húmedo (g)	4991		5357		4549	
Volumen del molde (cm ³)	2094		2366		2121	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.264		2.145	
Tara (N°)	6		7		9	
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10		578.30		612.60	
Peso suelo seco + tara (g)	619.67		559.01		590.96	
Peso de tara (g)	125.32		151.22		132.54	
Peso de agua (g)	23.43		19.29		21.64	
Peso de suelo seco (g)	494.35		407.79		458.42	
Contenido de humedad (%)	4.74		4.73		4.72	
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048	

Tabla 31. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

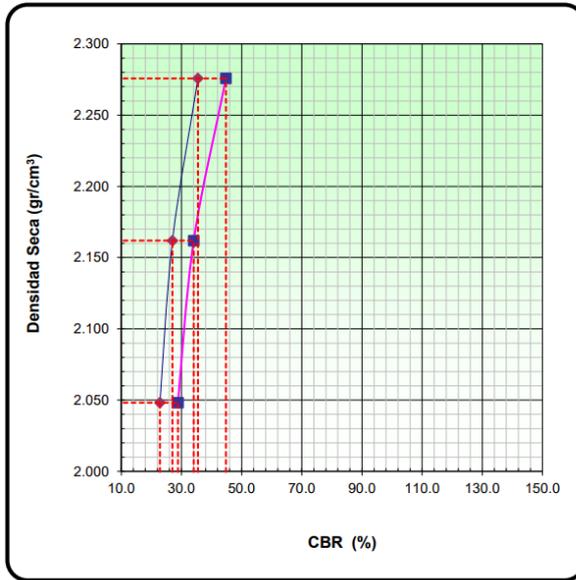
NO EXPANSIVO

Tabla 32. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

PENETRACION														
PENETRACION mm ln		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 19				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0				0.0	0.0
0.635	0.025		50.0	50.0				36.7	36.7				30.1	30.1
1.270	0.050		144.0	144.0				105.5	105.5				86.8	86.8
1.905	0.075		324.3	324.3				237.6	237.6				195.3	195.3
2.540	0.100	70.5	505.4	505.4	452.4	31.8	370.4	370.4	331.6	23.3	304.4	304.4	272.5	19.2
3.810	0.150		683.9	683.9				501.2	501.2				411.9	411.9
5.080	0.200	105.7	861.5	861.5	856.4	40.1	631.4	631.4	627.6	29.4	519.0	519.0	515.9	24.2
6.350	0.250		1034.0	1034.0				757.8	757.8				622.8	622.8
7.620	0.300		1141.0	1141.0				836.1	836.1				687.3	687.3
10.160	0.400		1428.1	1428.1				1046.6	1046.6				860.2	860.2



Figura 21. CBR de ceniza de eucalipto al 10%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.5	0.2"	44.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.0	0.2"	34.1

RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.0 (%)

Tabla 33. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

	DENSIDAD MAXIMA		2.276		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.7	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	22		23				24	
Capas N°	5		5				5	
Golpes por capa N°	56		25				12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13699		11950		12446			
Peso de molde (g)	8279		7191		7790			
Peso del suelo húmedo (g)	5420		4759		4656			
Volumen del molde (cm ³)	2274		2102		2171			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.264		2.145			
Tara (N°)	6		8		12			
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00		556.00		618.00			
Peso suelo seco + tara (g)	601.10		516.70		590.15			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	43.90		39.30		27.86			
Peso de suelo seco (g)	601.10		516.70		590.15			
Contenido de humedad (%)	4.74		4.73		4.72			
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048			



Tabla 34. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

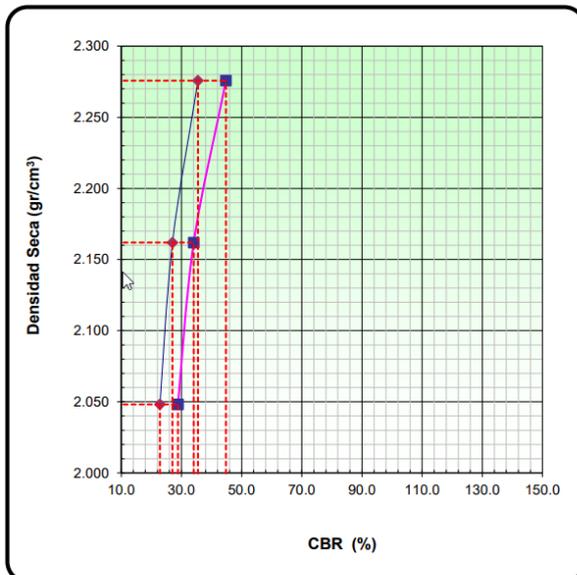
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 35. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

PENETRACION																	
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 22				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6						
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION				
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					0.0	0.0		
0.635	0.025		55.8	55.8				42.5	42.5					35.9	35.9		
1.270	0.050		160.7	160.7				122.2	122.2					103.5	103.5		
1.905	0.075		361.9	361.9				275.2	275.2					232.9	232.9		
2.540	0.100	70.5	564.0	564.0	504.9	35.5	429.0	429.0	384.0	27.0	363.0	363.0	325.0	22.8			
3.810	0.150		763.2	763.2			580.5	580.5			491.2	491.2					
5.080	0.200	105.7	961.4	961.4	955.7	44.8	731.3	731.3	726.9	34.1	618.9	618.9	615.2	28.8			
6.350	0.250		1153.9	1153.9			877.7	877.7			742.7	742.7					
7.620	0.300		1273.3	1273.3			968.4	968.4			819.6	819.6					
10.160	0.400		1593.7	1593.7			1212.2	1212.2			1025.8	1025.8					

Figura 22. CBR de ceniza de eucalipto al 14%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.5	0.2" : 44.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.0	0.2" : 34.1

RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.0 (%)

Tabla 36. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

	DENSIDAD MÁXIMA		2.276		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.7	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	25		26		27			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12301		13801		13105			
Peso de molde (g)	7248		8641		8225			
Peso del suelo húmedo (g)	5053		5160		4880			
Volumen del molde (cm ³)	2120		2279		2275			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.264		2.145			
Tara (N°)	8		12		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00		589.00			
Peso suelo seco + tara (g)	647.32		533.75		562.45			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	30.68		25.25		26.55			
Peso de suelo seco (g)	647.32		533.75		562.45			
Contenido de humedad (%)	4.74		4.73		4.72			
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048			

Tabla 37. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

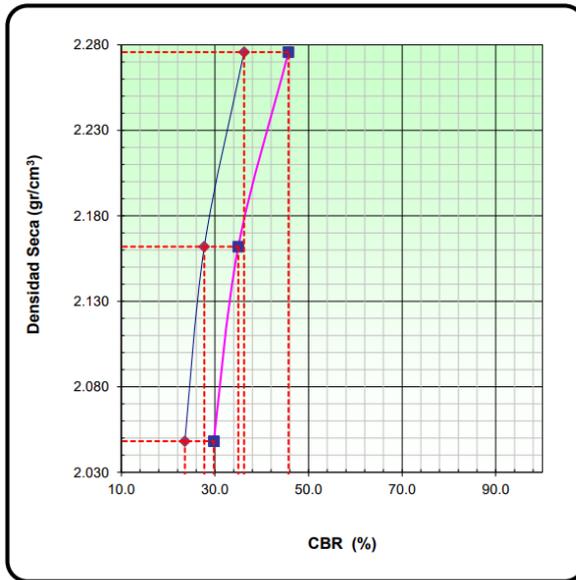
NO EXPANSIVO

Tabla 38. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

PENETRACION														
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 25				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					
0.635	0.025		57.0	57.0				43.6	43.6			37.1	37.1	
1.270	0.050		164.1	164.1				125.6	125.6			106.8	106.8	
1.905	0.075		369.4	369.4				282.8	282.8			240.4	240.4	
2.540	0.100	70.5	575.7	575.7	515.4	36.2	440.7	440.7	394.5	27.7	374.7	374.7	335.5	23.6
3.810	0.150		779.0	779.0				596.3	596.3			507.1	507.1	
5.080	0.200	105.7	981.4	981.4	975.6	45.7	751.2	751.2	746.8	35.0	638.8	638.8	635.0	29.8
6.350	0.250		1177.9	1177.9				901.6	901.6			766.7	766.7	
7.620	0.300		1299.7	1299.7				994.9	994.9			846.0	846.0	
10.160	0.400		1626.9	1626.9				1245.3	1245.3			1059.0	1059.0	



Figura 23. CBR de ceniza de eucalipto al 18%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	36.2	0.2" : 45.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.7	0.2" : 35.0

RESULTADOS CBR a 0.1": = 36.2 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.7 (%)

Tabla 39. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

	DENSIDAD MAXIMA		2.276		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.7	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	28		29		30			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12415		12252		12017			
Peso de molde (g)	7359		7469		7193			
Peso del suelo húmedo (g)	5056		4783		4824			
Volumen del molde (cm ³)	2121		2112		2249			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.265		2.145			
Tara (N°)	10		14		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00		567.00		505.00			
Peso suelo seco + tara (g)	509.83		541.29		482.24			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	24.17		25.71		22.76			
Peso de suelo seco (g)	509.83		541.29		482.24			
Contenido de humedad (%)	4.74		4.75		4.72			
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048			



Tabla 40. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

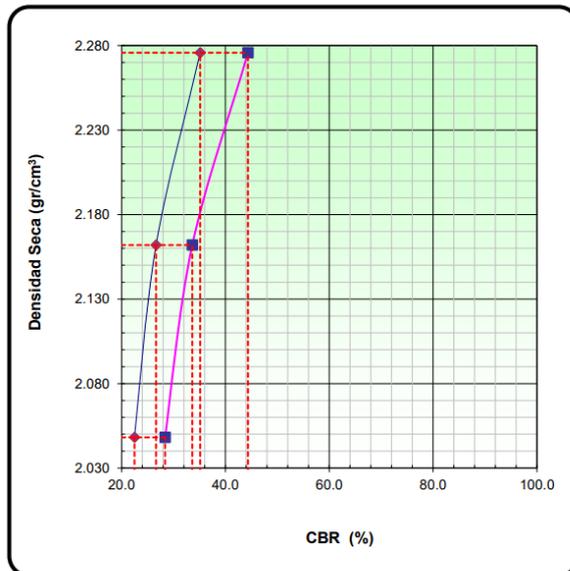
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 41. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

PENETRACION																
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 28				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6					
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0				0.0	0.0		
0.635	0.025		55.2	55.2				41.9	41.9				35.3	35.3		
1.270	0.050		159.1	159.1				120.6	120.6				101.8	101.8		
1.905	0.075		358.1	358.1				271.5	271.5				229.2	229.2		
2.540	0.100	70.5	558.1	558.1	499.6	35.1	423.1	423.1	378.8	26.6	357.1	357.1	319.7	22.5		
3.810	0.150		755.3	755.3				572.5	572.5				483.3	483.3		
5.080	0.200	105.7	951.4	951.4	945.8	44.3	721.3	721.3	717.0	33.6	608.9	608.9	605.3	28.4		
6.350	0.250		1141.9	1141.9				865.7	865.7				730.8	730.8		
7.620	0.300		1260.0	1260.0				955.2	955.2				806.3	806.3		
10.160	0.400		1577.2	1577.2				1195.6	1195.6				1009.3	1009.3		

Figura 24. CBR de ceniza de eucalipto al 22%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.1	0.2"	44.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.6	0.2"	33.6

RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.1 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.6 (%)



3.6.2.2. Segunda calicata C-02. km 02+000

Tabla 42. Datos generales de ensayos C-02

I. Datos Generales

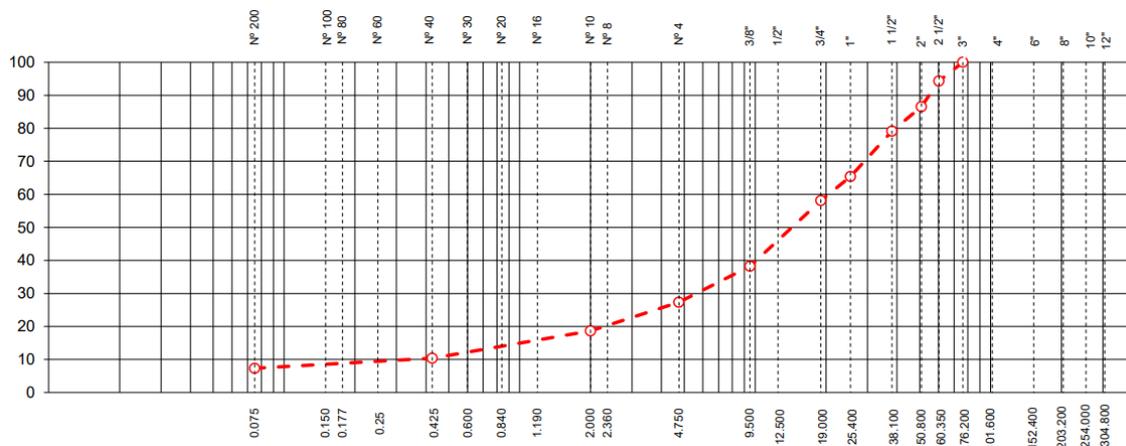
PROCEDENCIA	: km 02+000	LADO	: IZQ
CALICATA	: C-02	COORDENADA ESTE	:
MATERIAL	: COLUVIAL	COORDENADA NORTE	:
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m		

Nº DE ENSAYOS		1	2	3
Nº Tara		C-13		
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	13606.0		
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	13435.0		
Peso Tara	(gr.)	822		
Peso Agua	(gr.)	171.0		
Peso Suelo Seco	(gr.)	12613.0		
Contenido de Humedad	(gr.)	1.4		
Promedio (%)		1.4		

Análisis granulométrico C-02. km 02+000

Se llevó a cabo un ensayo para evaluar cuantitativamente las propiedades físicas de las partículas que forman la muestra de suelo C-02 en su estado natural orgánico. Se utilizó la clasificación por tamaño mediante el uso de mallas de diferentes dimensiones para analizar las partículas y determinar sus características físicas.

Figura 25. Curva Granulométrico C-02



Nota, elaboración propia, 2022.



Este tipo de ensayo se determinó de forma cuantitativa las cualidades físicas de las partículas que constituye la muestra de suelo de la C-02, en estado natural, analizando por clasificación en conformidad a su tamaño, se hizo uso de mallas de distintas dimensiones, considerando en un determinado tamaño de las partículas.

Tabla 43. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-02

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
12"	304.800					
10"	254.000					
8"	203.200					Peso inicial seco : 12613.0 gr.
6"	152.400					Peso fracción : 868.0 gr.
4"	101.600					
3"	76.200				100.0	Contenido de Humedad (%) : 1.4
2 1/2"	60.350	713.0	5.7	5.7	94.3	
2"	50.800	979.0	7.8	13.4	86.6	Límite Líquido (LL): 28.0
1 1/2"	38.100	940.0	7.5	20.9	79.1	Límite Plástico (LP): 25.5
1"	25.400	1734.0	13.7	34.6	65.4	Índice Plástico (IP): 2.6
3/4"	19.000	913.0	7.2	41.9	58.1	Clasificación (SUCS) : GP - GM
1/2"	12.500				58.1	Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
3/8"	9.500	2509.0	19.9	61.7	38.3	Índice de Consistencia : 10.39
1/4"	6.350		10.9	72.7	27.3	
Nº 4	4.750	1376.0	10.9	72.7		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 8	2.360					Descripción (SUCS): Grava pobremente gradada con limo y arena
Nº 10	2.000	1096.7	8.7	81.4	18.6	
Nº 16	1.190					Materia Orgánica : 0.41
Nº 20	0.840					Turba : --
Nº 30	0.600					CU : 59.355 CC : 0.964
Nº 40	0.425	1045.0	8.3	89.6	10.4	OBSERVACIONES :
Nº 60	0.250					Grava %>2" : 13.4
Nº 80	0.177					Grava 2" - Nº 4 : 59.2
Nº 100	0.150					Arena Nº4 - Nº 200 : 20.0
Nº 200	0.075	381.5	3.0	92.7	7.3	Finos < Nº 200 : 7.3
< Nº 200	FONDO	925.8	7.3	100.0		

Nota, elaboración propia, 2022.

La muestra de suelo ha sido analizada mediante tamizado y su distribución granulométrica ha sido clasificada según el sistema AASHTO, y el resultado muestra que se trata de una clasificación A-1-a (0), lo que indica que está compuesta principalmente por grava bien graduada con presencia de arcilla y arena

Grava %>2": 13.41

Grava 2" - Nº 4: 59.24

Arena Nº4 - Nº 200: 20

Finos < Nº 200: 7.34



De igual forma, se realizó la comparación por la clasificación SUCS del cual resultado GP - GM lo que significa que está conformado Grava pobremente gradada con limo y arena.

Análisis Límite de Atterberg C-02. km 02+000

El objetivo del ensayo de Límite de Atterberg es evaluar la capacidad de soporte del suelo mediante la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad y su relación con la resistencia al corte. Los suelos con un alto límite de liquidez tienden a ser más resistentes al corte que los suelos con un bajo límite de liquidez. Es esencial conocer la cantidad adecuada de agua que se debe agregar al suelo para que sea maleable y moldeable sin perder su capacidad de soportar cargas, ya que el exceso de agua puede provocar asentamientos excesivos en la estructura construida sobre él. Según el ensayo realizado en el laboratorio, la muestra C-02 presentó un límite de liquidez del 28%, límite plástico del 25% y un índice de plasticidad del 3%, lo que indica una baja plasticidad del suelo.

Tabla 44. Cuadro del Límite de Atterberg C-02

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)				
Nº TARRO		T-13	T-04	T-06
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.23	45.20	41.94
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.09	39.49	36.80
PESO DE AGUA	(g)	3.14	5.71	5.14
PESO DEL TARRO	(g)	18.52	19.41	19.34
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.57	20.08	17.46
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.14	28.44	29.44
NUMERO DE GOLPES		30	24	17

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)				
Nº TARRO		T-20	T-11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.25	33.22	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	28.86	30.58	
PESO DE AGUA	(g)	2.39	2.64	
PESO DEL TARRO	(g)	19.38	20.3	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.48	10.28	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	25.21	25.68	

Nota, elaboración propia, 2022.



Tabla 45. Cuadro de análisis del contenido de Humedad



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28
LIMITE PLASTICO	25
INDICE DE PLASTICIDAD	3

OBSERVACIONES
<i>La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m</i>

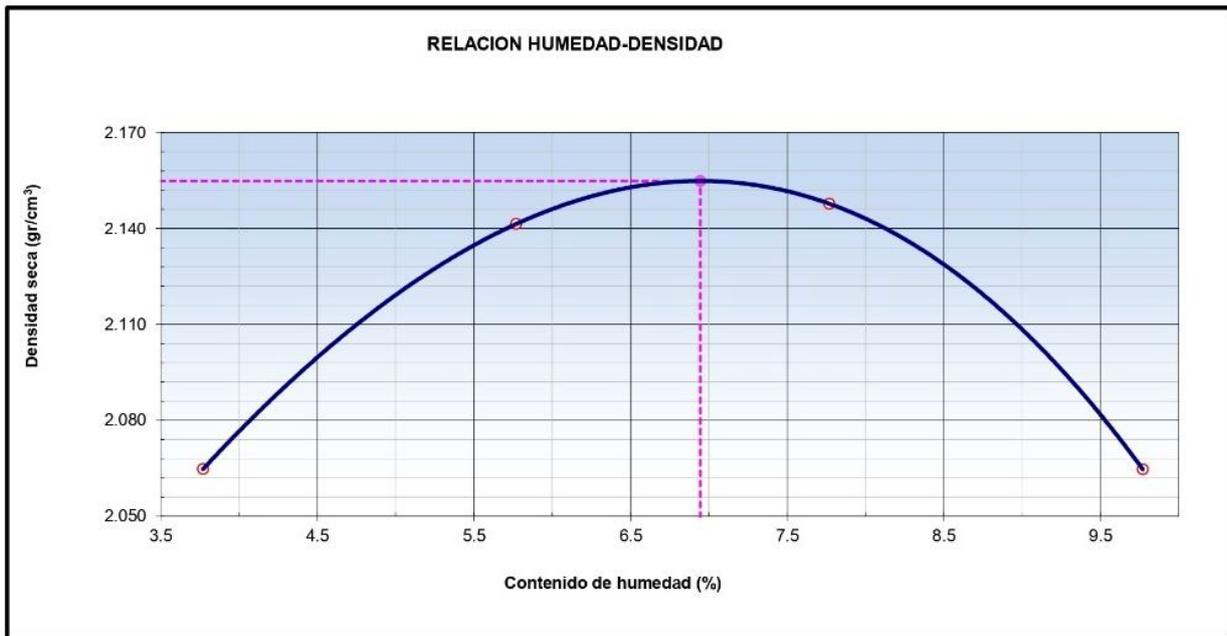
Nota, elaboración propia, 2022.

El análisis se ahondó por medio de los ensayos mostrados en el siguiente diagrama para generar como resultado la gravedad específica es de 2,38gr/cm³ y en cuanto a la densidad máxima es de 2.16gr/cm³ con una humedad óptima de un porcentaje de 6.95.

Tabla 46. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima

Número de Ensayo	Método "C"				
	1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11062	11321	11426	11324
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529
Peso suelo húmedo compactado	gr	4534	4793	4898	4796
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116
Peso volumétrico húmedo	gr	2.143	2.265	2.315	2.266
Recipiente N°		R-3	R-2	B-09	R-04
Peso del suelo húmedo+tara	gr	346.1	355.4	341.2	325.6
Peso del suelo seco + tara	gr	334.9	337.9	319.3	299.9
Peso de la Tara	gr	36.8	34.7	37.7	36.8
Peso de agua	gr	11.2	17.5	21.9	25.7
Peso del suelo seco	gr	298.1	303.1	281.6	263.2
Contenido de agua	%	3.77	5.77	7.77	9.77
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.065	2.141	2.148	2.065
	Gravedad Especifica (gr/cm ³)	2.383		Densidad máxima (gr/cm ³)	2.155
				Humedad óptima (%)	6.95

Figura 26. Relación entre la Humedad y la densidad



Proctor Modificado C-02. km 02+000

La prueba de Proctor Modificado; el objetivo de la misma es definir el contenido de humedad en correlación a la densidad, del cual se determinó la curva de compactación. Que, para la misma, el primer paso fue obtener el peso específico de muestra de la calicata C-02 en espacio orgánico.

Para la prueba se plantea las características importantes de los insumos tanto del agregado grueso y fino que se usara para la evaluación de la densidad y la humedad.

Tabla 47. Datos generales del agregado grueso

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO MTC E 206-2000			
N° DE ENSAYOS		1	2
Peso de muestra seca al horno	A gr.	3911.0	
Peso de muestra saturada superf. Seca	B gr.	4029.0	
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida	C gr.	2388.0	
Peso específico sobre base seca A/(B-C)		2.383	
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)		2.455	
Peso específico aparente A/(A-C)		2.568	
Absorción de agua ((B-A)*100)/A		3.02	
			PROMEDIO
			2.383
			2.455
			2.568
			3.02

Nota, elaboración propia, 2022.



Tabla 48. Datos generales del agregado fino

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO			205-2000		MTC E
N° DE ENSAYOS			1	2	
P. Picnómetro mas agua aforado	A	gr.			PROMEDIO
P. de la muestra seca al horno	B	gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca	C	gr.			
P. Picnómetro mas agua mas muestra aforado	D	gr.			
Peso específico sobre base seca B/(C-(D-A))					
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))					
Peso específico aparente B/(B-(D-A))					
Absorción de agua ((C-B)*100)/B					

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 49. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima

	DENSIDAD MAXIMA		2.155	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.9
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12688		12710		12898	
Peso de molde (g)	7779		8053		8489	
Peso del suelo húmedo (g)	4909		4657		4409	
Volumen del molde (cm ³)	2130		2127		2126	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074	
Tara (N°)	4		5		6	
Peso suelo húmedo + tara (g)	487.5		424.2		421.5	
Peso suelo seco + tara (g)	460.3		401.2		398.5	
Peso de tara (g)	68.5		69.6		66.8	
Peso de agua (g)	27.2		23.1		23.0	
Peso de suelo seco (g)	391.8		331.6		331.7	
Contenido de humedad (%)	6.95		6.96		6.94	
Densidad seca (g/cm ³)	2.155		2.047		1.939	

Tabla 50. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/11/2022	10:23	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
13/11/2022	10:23	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

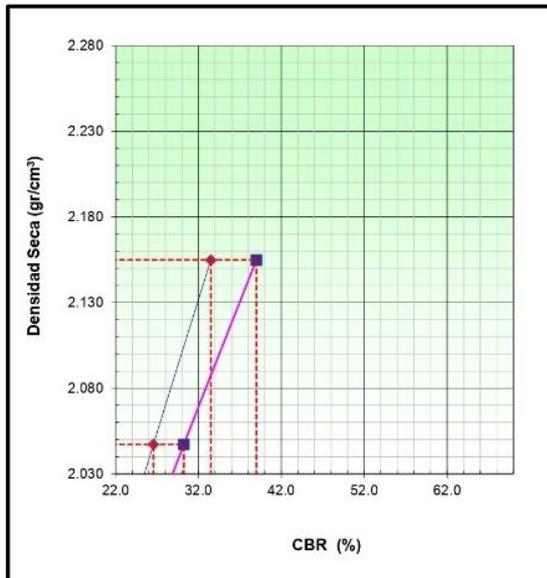


Tabla 51. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad

PENETRACION															
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6				
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0.0	0.0					0.0	0.0					
0.635	0.025		47.3	115.6					35.6	104.6			24.3	94.0	
1.270	0.050		136.1	199.2					102.5	167.6			70.1	137.0	
1.905	0.075		306.5	359.5					230.8	288.3			157.7	219.5	
2.540	0.100	70.5	477.7	520.6	480.2	33.5	359.7	409.5	380.8	26.6	245.8	302.4	284.9	19.9	
3.810	0.150		646.5	679.4					486.7	529.1			332.6	384.1	
5.080	0.200	105.7	814.4	837.4	838.5	39.0	613.2	648.0	650.3	30.2	419.1	465.4	468.7	21.8	
6.350	0.250		977.5	990.8					735.9	763.5			502.9	544.3	
7.620	0.300		1078.5	1085.9					812.0	835.2			555.0	593.3	
8.890	0.350		1286.4	1281.5					968.5	982.4			661.9	693.9	
10.160	0.400		1350.0	1341.4					1016.4	1027.5			694.6	724.7	

Análisis del CBR

Figura 27. Diagrama y resultados del CBR



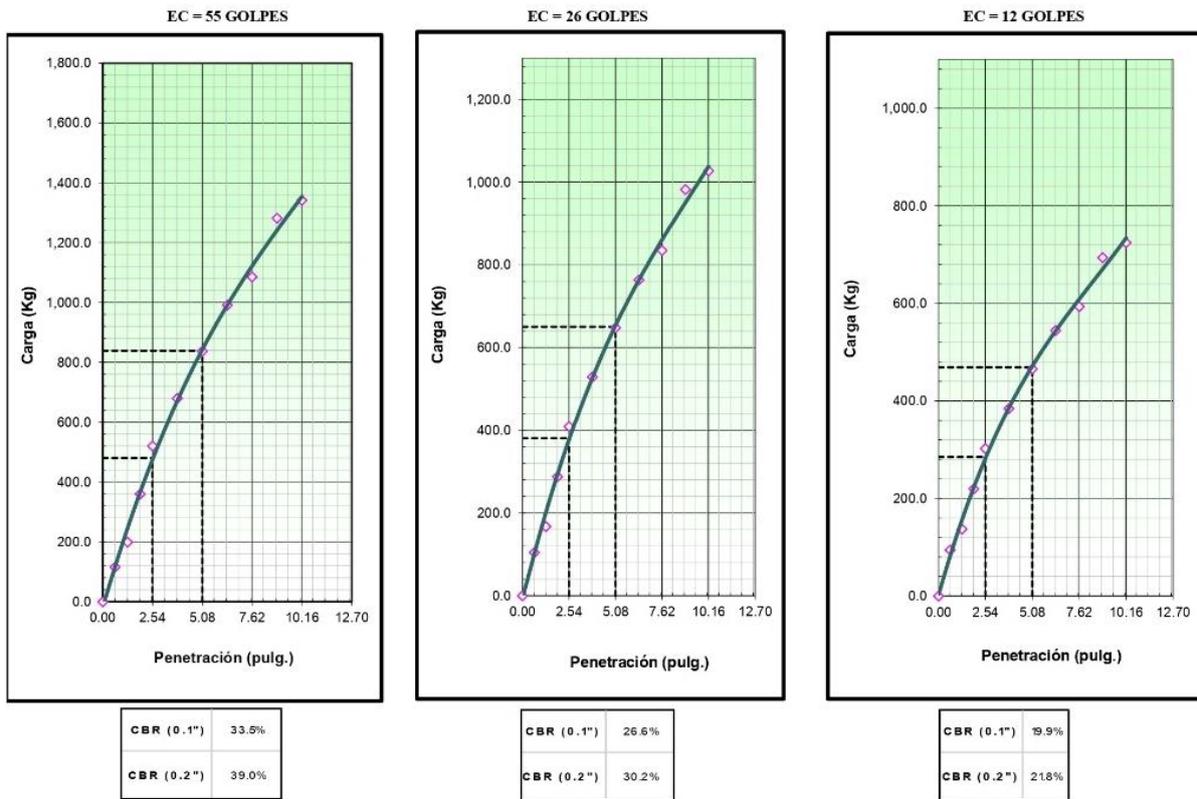
METODO DE COMPACTACION : AS'IM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.155
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.047

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	33.5	0.2"	39.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.6	0.2"	30.2

RESULTADOS CBR a 0.1": = 33.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.6 (%)

OBSERVACIONES:

Figura 28. Resultados del CBR en tres cantidades de golpes



Resultados con la ceniza de eucalipto

Tabla 52. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

	DENSIDAD MAXIMA		2.155	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.95
Molde N°	14		11		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12742		13184		12777	
Peso de molde (g)	7875		8261		8053	
Peso del suelo húmedo (g)	4867		4923		4724	
Volumen del molde (cm ³)	2112		2249		2278	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074	
Tara (N°)	6		7		9	
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10		578.30		612.60	
Peso suelo seco + tara (g)	609.48		550.60		581.51	
Peso de tara (g)	125.32		151.22		132.54	
Peso de agua (g)	33.63		27.70		31.09	
Peso de suelo seco (g)	484.16		399.38		448.97	
Contenido de humedad (%)	6.95		6.94		6.93	
Densidad seca (g/cm ³)	2.155		2.047		1.939	



Tabla 53. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

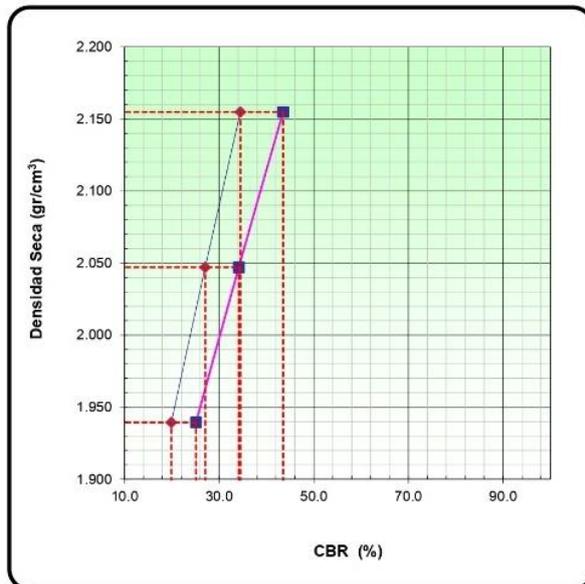
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 54. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

PENETRACION																
PENETRACION mm In		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6					
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0				0.0	0.0		
0.635	0.025		54.2	54.2				42.6	42.6				31.3	31.3		
1.270	0.050		156.2	156.2				122.5	122.5				90.1	90.1		
1.905	0.075		351.6	351.6				275.9	275.9				202.8	202.8		
2.540	0.100	70.5	548.0	548.0	490.6	34.5	430.0	430.0	384.9	27.1	316.1	316.1	283.0	19.9		
3.810	0.150		741.6	741.6				581.9	581.9				427.8	427.8		
5.080	0.200	105.7	934.3	934.3	928.8	43.5	733.0	733.0	728.7	34.2	538.9	538.9	535.7	25.1		
6.350	0.250		1121.3	1121.3				879.8	879.8				646.8	646.8		
7.620	0.300		1237.3	1237.3				970.8	970.8				713.7	713.7		
10.160	0.400		1548.7	1548.7				1215.1	1215.1				893.4	893.4		

Figura 29. CBR de la ceniza de eucalipto al 10%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.155
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.047
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	34.5	0.2"	43.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.1	0.2"	34.2

RESULTADOS CBR a 0.1": = 34.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.1 (%)



Tabla 55. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

	DENSIDAD MAXIMA		2.155		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	10		1		2			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12796		12476		11628			
Peso de molde (g)	7904		7901		7228			
Peso del suelo húmedo (g)	4892		4575		4400			
Volumen del molde (cm ³)	2123		2090		2122			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	6		8		12			
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00		556.00		618.00			
Peso suelo seco + tara (g)	603.11		519.94		577.98			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	41.89		36.06		40.03			
Peso de suelo seco (g)	603.11		519.94		577.98			
Contenido de humedad (%)	6.95		6.94		6.93			
Densidad seca (g/cm ³)	2.155		2.047		1.939			

Tabla 56. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

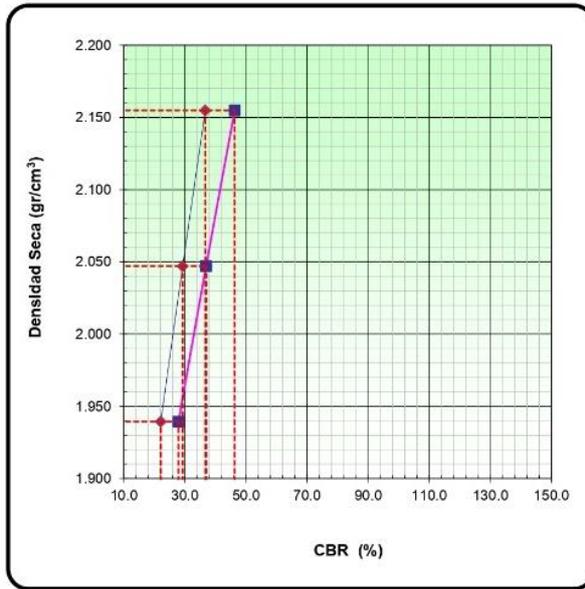
NO EXPANSIVO

Tabla 57. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

PENETRACION																	
PENETRACION mm In		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 10				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6						
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION				
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					0.0	0.0		
0.635	0.025		57.7	57.7				46.0	46.0					34.8	34.8		
1.270	0.050		166.2	166.2				132.6	132.6					100.1	100.1		
1.905	0.075		374.2	374.2				298.5	298.5					225.4	225.4		
2.540	0.100	70.5	583.2	583.2	522.1	36.7	465.1	465.1	416.4	29.3	351.3	351.3	314.5	22.1			
3.810	0.150		789.2	789.2				629.5	629.5					475.4	475.4		
5.080	0.200	105.7	994.2	994.2	988.3	46.3	793.0	793.0	788.3	36.9	598.9	598.9	595.3	27.9			
6.350	0.250		1193.3	1193.3				951.7	951.7					718.8	718.8		
7.620	0.300		1316.7	1316.7				1050.2	1050.2					793.1	793.1		
10.160	0.400		1648.1	1648.1				1314.5	1314.5					992.7	992.7		



Figura 30. CBR de la ceniza de eucalipto al 14%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.155
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.047
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	36.7	0.2"	46.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	29.3	0.2"	36.9

RESULTADOS CBR a 0.1": = 36.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.3 (%)

Tabla 58. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

	DENSIDAD MAXIMA		2.155		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	3		4				5	
Capas N°	5		5				5	
Golpes por capa N°	56		25				12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12376		12893		11575			
Peso de molde (g)	7520		8176		7177			
Peso del suelo húmedo (g)	4856		4717		4398			
Volumen del molde (cm³)	2107		2155		2121			
Densidad húmeda (g/cm³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	8		12		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00		589.00			
Peso suelo seco + tara (g)	633.97		522.75		550.85			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	44.03		36.25		38.15			
Peso de suelo seco (g)	633.97		522.75		550.85			
Contenido de humedad (%)	6.95		6.94		6.93			
Densidad seca (g/cm³)	2.155		2.047		1.939			



Tabla 59. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

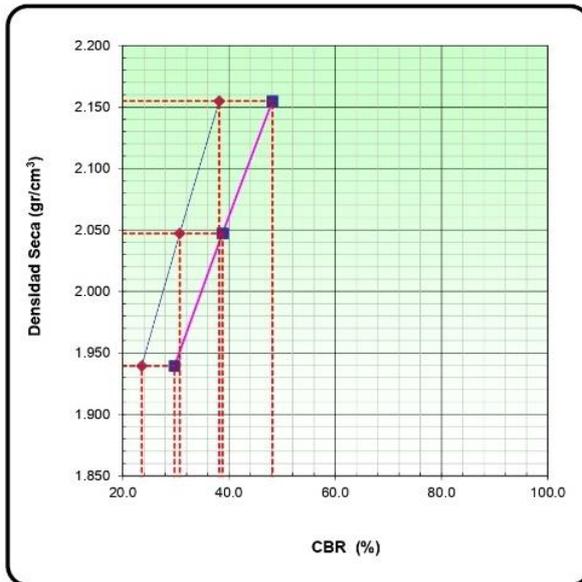
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 60. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

PENETRACION															
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025		60.0	60.0			48.4	48.4			37.1	37.1			
1.270	0.050		172.9	172.9			139.2	139.2			106.8	106.8			
1.905	0.075		389.2	389.2			313.5	313.5			240.4	240.4			
2.540	0.100	70.5	606.6	606.6	543.1	38.2	488.6	488.6	437.4	30.8	374.7	374.7	335.5	23.6	
3.810	0.150		820.9	820.9			661.2	661.2			507.1	507.1			
5.080	0.200	105.7	1034.2	1034.2	1028.1	48.2	832.9	832.9	828.0	38.8	638.8	638.8	635.0	29.8	
6.350	0.250		1241.2	1241.2			999.7	999.7			766.7	766.7			
7.620	0.300		1369.6	1369.6			1103.1	1103.1			846.0	846.0			
10.160	0.400		1714.3	1714.3			1380.7	1380.7			1059.0	1059.0			

Figura 31. CBR de la ceniza de eucalipto al 18%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.155
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.047
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	38.2	0.2"	48.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	30.8	0.2"	38.8

RESULTADOS CBR a 0.1": = 38.2 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 30.8 (%)



Tabla 61. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

	DENSIDAD MAXIMA		2.155		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.9	
	6	7	8	5	5	5	5	
Molde N°	6		7		8			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13211		12030		12324			
Peso de molde (g)	8323		7369		7938			
Peso del suelo húmedo (g)	4888		4661		4386			
Volumen del molde (cm ³)	2121		2129		2115			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	10		14		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00		567.00		505.00			
Peso suelo seco + tara (g)	499.32		530.13		472.29			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	34.68		36.87		32.71			
Peso de suelo seco (g)	499.32		530.13		472.29			
Contenido de humedad (%)	6.95		6.96		6.93			
Densidad seca (g/cm ³)	2.155		2.047		1.939			

Tabla 62. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 63. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

PENETRACION														
PENETRACION mm In		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0				0.0	0.0
0.635	0.025		58.3	58.3				46.6	46.6				35.3	35.3
1.270	0.050		167.9	167.9				134.2	134.2				101.8	101.8
1.905	0.075		378.0	378.0				302.2	302.2				229.2	229.2
2.540	0.100	70.5	589.1	589.1	527.4	37.1	471.0	471.0	421.7	29.6	357.1	357.1	319.7	22.5
3.810	0.150		797.1	797.1				637.4	637.4				483.3	483.3
5.080	0.200	105.7	1004.2	1004.2	998.3	46.8	803.0	803.0	798.2	37.4	608.9	608.9	605.3	28.4
6.350	0.250		1205.3	1205.3				963.7	963.7				730.8	730.8
7.620	0.300		1329.9	1329.9				1063.4	1063.4				806.3	806.3
10.160	0.400		1664.7	1664.7				1331.0	1331.0				1009.3	1009.3



Figura 32. CBR de la ceniza de eucalipto al 22%



3.6.2.2. Tercera calicata C-03. km 03+000

Tabla 64. Datos generales de ensayos

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara	C-13		
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	11757.0		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	11127.0		
Peso Tara (gr.)	561		
Peso Agua (gr.)	630.0		
Peso Suelo Seco (gr.)	10566.0		
Contenido de Humedad (gr.)	6.0		
Promedio (%)	6.0		

Nota, registro propio, 2022.

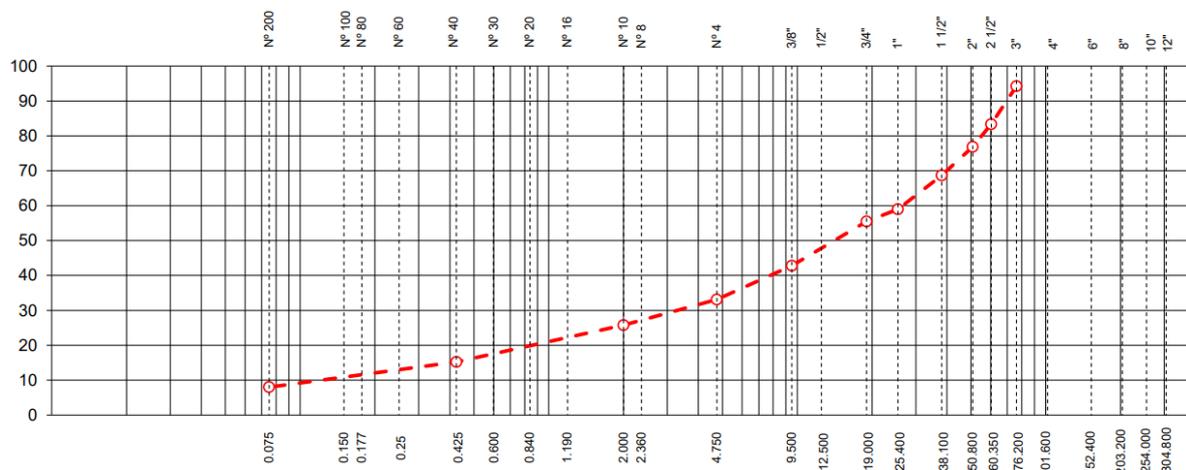
Análisis granulométrico C-03. km 03+000

En esta muestra de la misma forma se desarrolla el proceso granulométrico el cual es utilizado para identificar el tamaño y la distribución de partículas de la muestra de material sólido, como arena, grava, suelo, entre otros. El objetivo es obtener información sobre la granulometría del material y su distribución de tamaño; se realizó mediante un conjunto de



tamices de malla de diferentes tamaños, en los que se coloca la muestra y se agita mecánicamente. El material se separa por tamaño de puntada y marque la cantidad de material que queda en cada puntada. A partir de esta información, se puede calcular la distribución del tamaño de las partículas en la muestra. La cantera fue investigada por el solicitante y el personal del laboratorio. .En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m.

Figura 33. Curva Granulométrico C-03



Nota, elaboración propia, 2022.

Se llevó a cabo un análisis cuantitativo de las propiedades físicas de las partículas que componen la muestra de suelo C-03 en su estado natural. Este análisis se realizó mediante la clasificación de las partículas por su tamaño utilizando mallas de diferentes dimensiones para separar las partículas de acuerdo a su tamaño específico.



Tabla 65. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-03

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
12"	304.800					
10"	254.000					
8"	203.200					Peso inicial seco : 10566.0 gr.
6"	152.400					Peso fracción : 868.0 gr.
4"	101.600				100.0	
3"	76.200	608.0	5.8	5.8	94.2	Contenido de Humedad (%) : 6.0
2 1/2"	60.350	1148.0	10.9	16.6	83.4	
2"	50.800	690.0	6.5	23.1	76.9	Límite Líquido (LL): 19.1
1 1/2"	38.100	861.0	8.1	31.3	68.7	Límite Plástico (LP): 13.6
1"	25.400	1029.0	9.7	41.0	59.0	Índice Plástico (IP): 5.5
3/4"	19.000	368.0	3.5	44.5	55.5	Clasificación (SUCS) : GW - GC
1/2"	12.500				55.5	Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
3/8"	9.500	1340.0	12.7	57.2	42.8	Índice de Consistencia : 2.38
1/4"	6.350		9.7	66.9	33.1	
Nº 4	4.750	1026.0	9.7	66.9		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 8	2.360					Descripción (SUCS): Grava bien graduada con arcilla y arena
Nº 10	2.000	773.5	7.3	74.2	25.8	
Nº 16	1.190					Materia Orgánica : 0.41
Nº 20	0.840					Turba : --
Nº 30	0.600					CU : 218.430 CC : 2.524
Nº 40	0.425	1116.1	10.6	84.8	15.2	OBSERVACIONES :
Nº 60	0.250					Grava %>2" : 23.1
Nº 80	0.177					Grava 2" - Nº 4 : 43.8
Nº 100	0.150					Arena Nº4 - Nº 200 : 25.1
Nº 200	0.075	761.2	7.2	92.0	8.0	Finos < Nº 200 : 8.0
< Nº 200	FONDO	845.2	8.0	100.0		

Nota, elaboración propia, 2022.

La muestra de suelo fue sometida a un análisis granulométrico mediante tamizado y se utilizó el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO para su evaluación. De acuerdo con esta normativa, se determinó que la muestra corresponde a la clasificación A-1-a (0), lo que indica que está compuesta por una mezcla de grava bien graduada, arcilla y arena.

Grava %>2": 23.15

Grava 2" - Nº 4: 43.76,

Arena Nº4 - Nº 200: 25.09,

Finos < Nº 200: 8.

También se llevó a cabo una evaluación mediante la clasificación SUCS, y se determinó que la muestra es GW-GC, lo que indica que está compuesta de grava bien graduada con presencia de arcilla y arena.



Análisis Límite de Atterberg C-03. km 03+000

El propósito de la prueba de límite de Atterberg es determinar el límite líquido, el plástico y el índice de plasticidad del suelo para evaluar la capacidad portante y la resistencia al corte del suelo. Los suelos con límites de liquidez más altos son generalmente más resistentes al corte que aquellos con límites más bajos. Además, el ensayo es útil para determinar la cantidad de agua que debe agregarse al suelo para que sea moldeable sin perder su capacidad de soportar cargas. En el caso de la muestra C-03, los resultados del ensayo de gabinete indican que tiene un límite de líquido del 19%, un límite plástico del 14% y un índice de plasticidad del 6%, lo que indica que es un suelo de baja plasticidad.

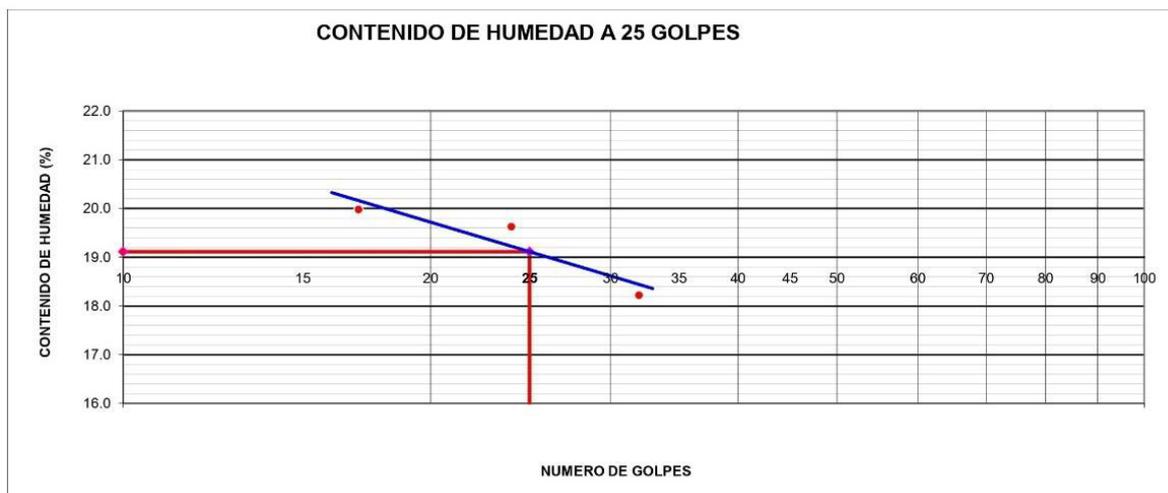
Tabla 66. Cuadro del Límite de Atterberg C-03

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)				
Nº TARRO		T-24	T-04	T-06
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	42.76	44.24	43.49
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	39.05	40.24	39.76
PESO DE AGUA	(g)	3.71	4.00	3.73
PESO DEL TARRO	(g)	20.48	19.86	19.29
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.57	20.38	20.47
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.98	19.63	18.22
NUMERO DE GOLPES		17	24	32

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)				
Nº TARRO		T-18	T-17	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.27	30.56	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.68	29.24	
PESO DE AGUA	(g)	1.59	1.32	
PESO DEL TARRO	(g)	19.17	19.36	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.51	9.88	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	13.81	13.36	

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 67. Cuadro de análisis del contenido de Humedad



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	14
INDICE DE PLASTICIDAD	6

OBSERVACIONES
La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

Nota, elaboración propia, 2022.

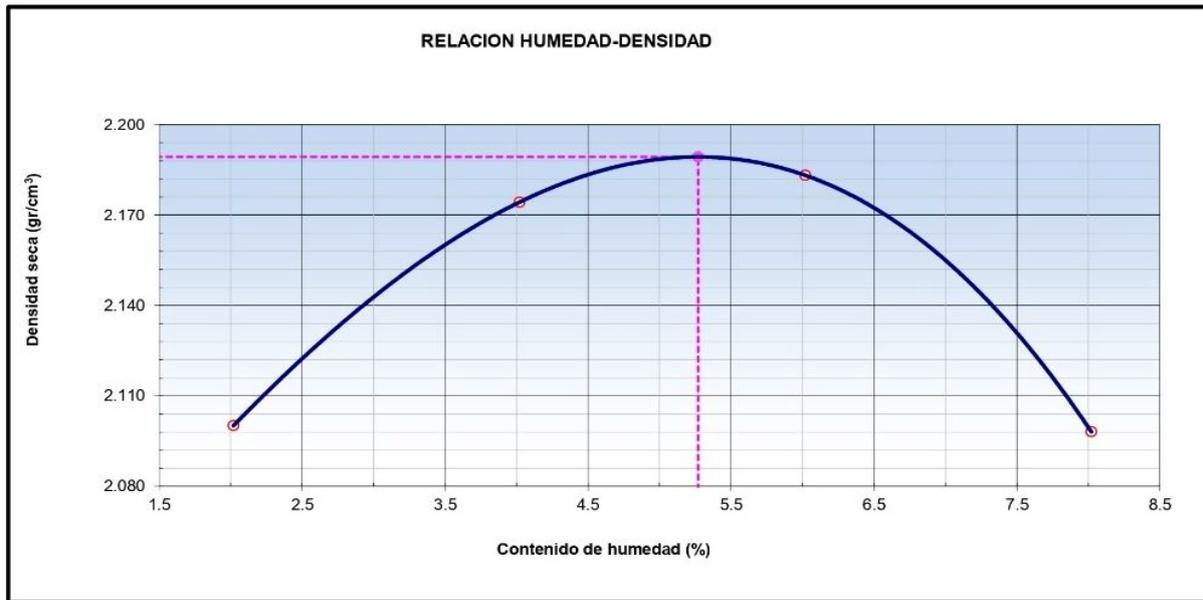
Los ensayos que se muestran en el siguiente diagrama permitieron profundizar en el análisis y obtener como resultado una gravedad específica de 2,158gr/cm³, una densidad máxima de 2.19gr/cm³ y una humedad óptima del 5.27%.

Tabla 68. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima

Método "C"						
Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11062	11314	11426	11324	
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4534	4786	4898	4796	
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.143	2.262	2.315	2.266	
Recipiente N°		R-6	R-7	B-12	R-11	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	368.6	398.2	388.2	374.8	
Peso del suelo seco + tara	gr	362.0	384.2	368.3	349.7	
Peso de la Tara	gr	36.8	34.7	37.7	36.8	
Peso de agua	gr	6.6	14.0	19.9	25.1	
Peso del suelo seco	gr	325.2	349.5	330.6	313.0	
Contenido de agua	%	2.02	4.02	6.02	8.02	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.100	2.174	2.183	2.098	
	Gravedad Especifica (gr/cm ³)		2.158	Densidad máxima (gr/cm ³)		2.189
				Humedad óptima (%)		5.27

Nota, elaboración propia, 2022.

Figura 34. Relación entre la Humedad y la densidad



Nota, elaboración propia, 2022.

Proctor Modificado C-03. km 03+000

La finalidad del ensayo de Proctor Modificado es establecer la relación entre la humedad y la densidad, para lo cual se genera una curva de compactación. En este caso, se inició con la obtención del peso volumétrico de la muestra proveniente de la calicata C-03 en una zona con presencia de materia orgánica.

Para la prueba se plantea las características importantes de los insumos tanto del agregado grueso y fino que se usara para la evaluación de la densidad y la humedad.

Tabla 69. Datos generales del agregado grueso

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO MTC E 206-2000			
N° DE ENSAYOS		1	2
Peso de muestra seca al horno	A gr.	3204.0	
Peso de muestra saturada superf. Seca	B gr.	3302.0	
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida	C gr.	1817.0	PROMEDIO
Peso específico sobre base seca A/(B-C)		2.158	2.158
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)		2.224	2.224
Peso específico aparente A/(A-C)		2.310	2.310
Absorción de agua ((B-A)*100)/A		3.06	3.06

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 70. Datos generales del agregado fino

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO	205-2000	MTCE
-----------------------------------	----------	------

N° DE ENSAYOS		1	2	
P. Picnómetro mas agua aforado	A gr.			PROMEDIO
P. de la muestra seca al horno	B gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca	C gr.			
P. Picnómetro mas agua mas muestra aforado	D gr.			
Peso específico sobre base seca $B/(C-(D-A))$				
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $C/(C-(D-A))$				
Peso específico aparente $B/(B-(D-A))$				
Absorción de agua $((C-B)*100)/B$				

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 71. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima

	DENSIDAD MAXIMA		2.189	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.3
Molde N°	17		20	18		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	55		26	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13285		12701		12881	
Peso de molde (g)	8394		8068		8490	
Peso del suelo húmedo (g)	4891		4633		4391	
Volumen del molde (cm ³)	2122		2116		2117	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.190		2.074	
Tara (N°)	1		14		3	
Peso suelo húmedo + tara (g)	487.5		424.2		421.5	
Peso suelo seco + tara (g)	466.6		406.4		403.8	
Peso de tara (g)	68.9		69.3		67.3	
Peso de agua (g)	21.0		17.8		17.7	
Peso de suelo seco (g)	397.7		337.1		336.6	
Contenido de humedad (%)	5.27		5.28		5.26	
Densidad seca (g/cm ³)	2.189		2.080		1.970	

Tabla 72. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		mm	%		mm	%	
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	
12/11/2022	10:23	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	
13/11/2022	10:23	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	

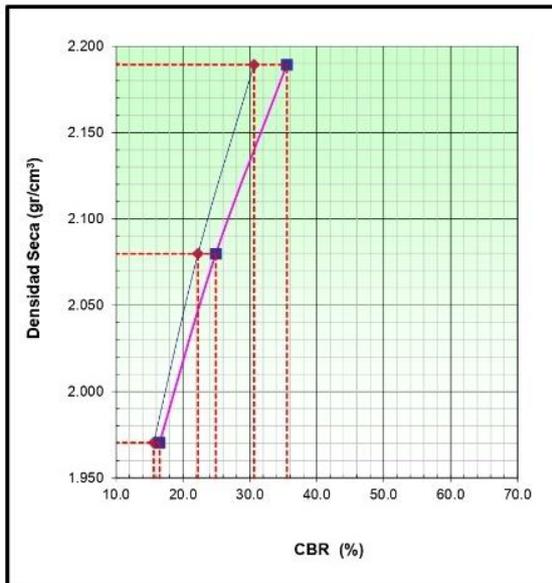


Tabla 73. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad

PENETRACION														
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 17				MOLDE Nº 20				MOLDE Nº 18			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		42.9	111.5			28.6	98.1			17.4	87.5		
1.270	0.050		118.3	182.4			79.0	145.5			47.9	116.2		
1.905	0.075		273.5	328.5			182.7	243.0			110.8	175.4		
2.540	0.100	70.5	428.8	474.5	439.1	30.6	286.4	340.6	319.2	22.3	173.7	234.6	224.2	15.6
3.810	0.150		586.2	622.7			391.6	439.5			237.5	294.6		
5.080	0.200	105.7	734.1	761.8	764.1	35.5	490.3	532.5	535.9	24.9	297.4	350.9	355.2	16.5
6.350	0.250		881.9	900.9			589.1	625.4			357.3	407.3		
7.620	0.300		975.8	989.2			651.8	684.4			395.3	443.1		
8.890	0.350		1162.1	1164.5			776.2	801.5			470.8	514.1		
10.160	0.400		1220.5	1219.5			815.2	838.2			494.4	536.3		

Análisis del CBR

Figura 35. Diagrama y resultados del CBR



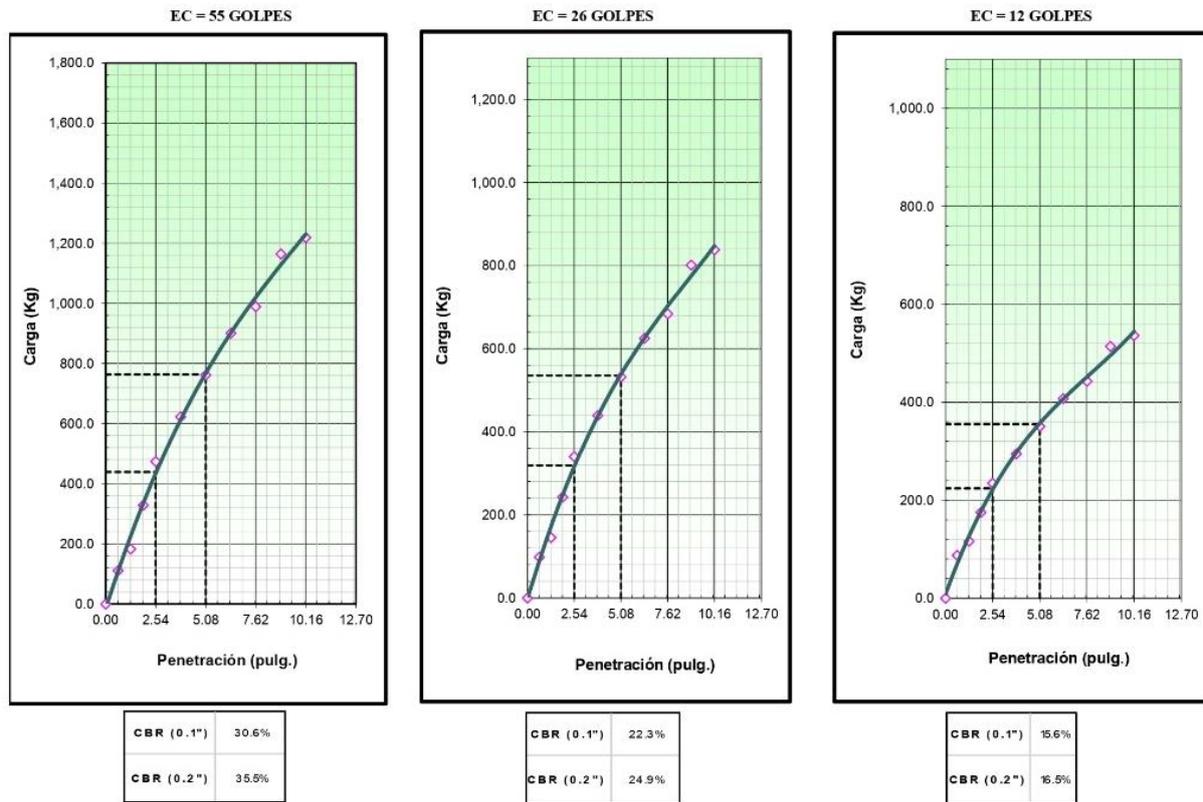
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.189
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.080

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	30.6	0.2"	35.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	22.3	0.2"	24.9

RESULTADOS CBR a 0.1": = 30.6 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 22.3 (%)

OBSERVACIONES:

Figura 36. Resultados del CBR en tres cantidades de golpes



Resultados con la ceniza de eucalipto

Tabla 74. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

	DENSIDAD MAXIMA		2.189		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.27	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	14		11		12			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12742		13185		12777			
Peso de molde (g)	7875		8261		8053			
Peso del suelo húmedo (g)	4867		4924		4724			
Volumen del molde (cm ³)	2112		2249		2278			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	6		7		9			
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10		578.30		612.60			
Peso suelo seco + tara (g)	617.18		556.96		588.65			
Peso de tara (g)	125.32		151.22		132.54			
Peso de agua (g)	25.92		21.34		23.95			
Peso de suelo seco (g)	491.86		405.74		456.11			
Contenido de humedad (%)	5.27		5.26		5.25			
Densidad seca (g/cm ³)	2.189		2.080		1.970			



Tabla 75. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

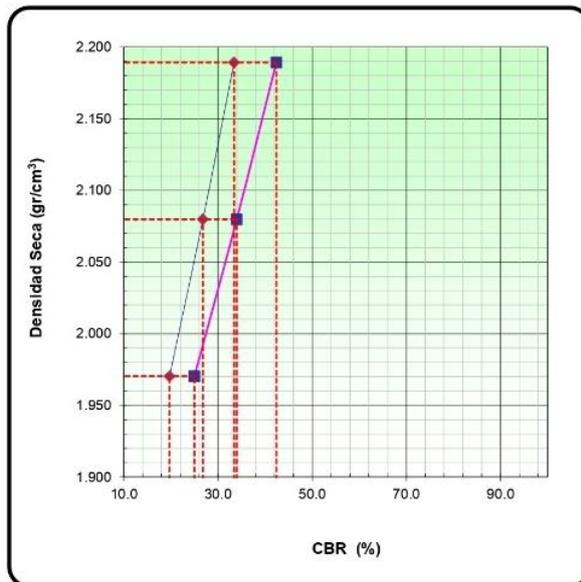
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 76. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

PENETRACION															
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025		53.1	53.1			42.6	42.6			31.3	31.3			
1.270	0.050		146.4	146.4			117.4	117.4			86.3	86.3			
1.905	0.075		338.6	338.6			271.5	271.5			199.6	199.6			
2.540	0.100	70.5	530.8	530.8	475.5	33.4	425.6	425.6	381.2	26.8	312.9	312.9	280.2	19.7	
3.810	0.150		725.8	725.8			581.9	581.9			427.8	427.8			
5.080	0.200	105.7	908.8	908.8	904.5	42.4	728.6	728.6	725.1	34.0	535.7	535.7	533.1	25.0	
6.350	0.250		1091.9	1091.9			875.4	875.4			643.6	643.6			
7.620	0.300		1208.1	1208.1			968.6	968.6			712.1	712.1			
10.160	0.400		1511.0	1511.0			1211.5	1211.5			890.7	890.7			

Figura 37. CBR de la ceniza de eucalipto al 10%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.189
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.080
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	33.4	0.2"	42.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.8	0.2"	34.0

RESULTADOS CBR a 0.1": = 33.4 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.8 (%)

Tabla 77. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

	DENSIDAD MAXIMA		2.189		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	10		1		2			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12797		12476		11629			
Peso de molde (g)	7904		7901		7228			
Peso del suelo húmedo (g)	4893		4575		4401			
Volumen del molde (cm ³)	2123		2090		2122			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	6		8		12			
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00		556.00		618.00			
Peso suelo seco + tara (g)	612.71		528.22		587.17			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	32.29		27.78		30.83			
Peso de suelo seco (g)	612.71		528.22		587.17			
Contenido de humedad (%)	5.27		5.26		5.25			
Densidad seca (g/cm ³)	2.189		2.080		1.970			

Tabla 78. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

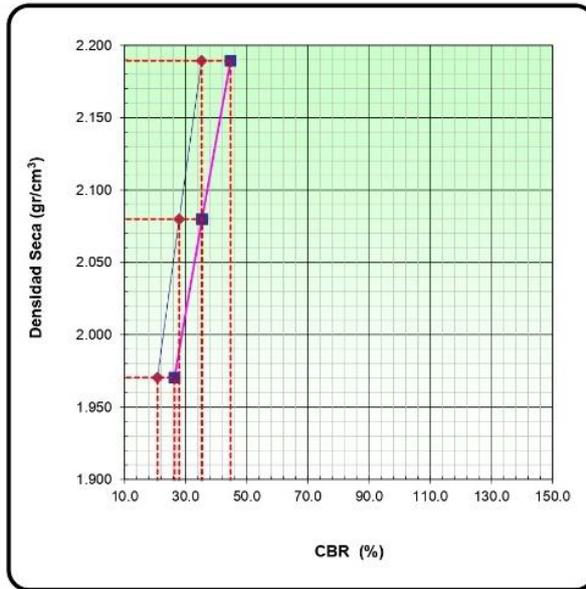
NO EXPANSIVO

Tabla 79. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

PENETRACION															
PENETRACION mm In		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 10				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		56.0	56.0				44.3	44.3			33.0	33.0		
1.270	0.050		154.4	154.4				122.2	122.2			91.1	91.1		
1.905	0.075		357.1	357.1				282.6	282.6			210.7	210.7		
2.540	0.100	70.5	559.8	559.8	501.4	35.3	443.0	443.0	396.8	27.9	330.3	330.3	295.8	20.8	
3.810	0.150		765.4	765.4				605.7	605.7			451.6	451.6		
5.080	0.200	105.7	958.5	958.5	953.9	44.7	758.4	758.4	754.8	35.4	565.5	565.5	562.8	26.4	
6.350	0.250		1151.5	1151.5				911.2	911.2			679.4	679.4		
7.620	0.300		1274.1	1274.1				1008.2	1008.2			751.7	751.7		
10.160	0.400		1593.6	1593.6				1261.0	1261.0			940.2	940.2		



Figura 38. CBR de la ceniza de eucalipto al 14%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.189
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.080
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.3	0.2"	44.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.9	0.2"	35.4

RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.3 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.9 (%)

Tabla 80. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

	DENSIDAD MAXIMA		2.189		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	3		4				5	
Capas N°	5		5				5	
Golpes por capa N°	56		25				12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12376		12894		11576			
Peso de molde (g)	7520		8176		7177			
Peso del suelo húmedo (g)	4856		4718		4399			
Volumen del molde (cm ³)	2107		2155		2121			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	8		12		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00		589.00			
Peso suelo seco + tara (g)	644.06		531.07		559.62			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	33.94		27.93		29.38			
Peso de suelo seco (g)	644.06		531.07		559.62			
Contenido de humedad (%)	5.27		5.26		5.25			
Densidad seca (g/cm ³)	2.189		2.080		1.970			



Tabla 81. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

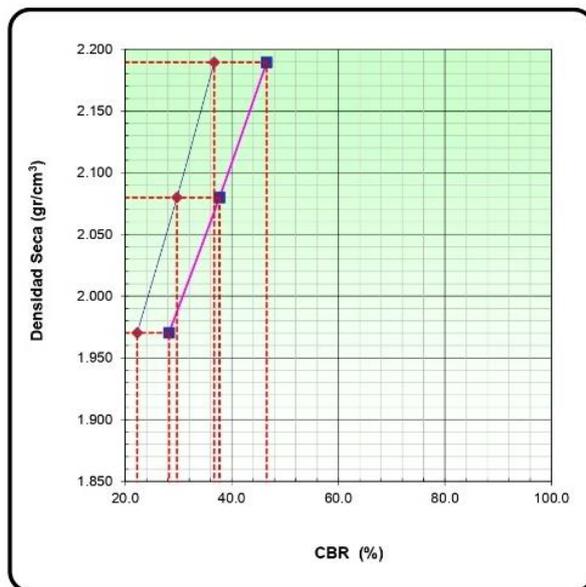
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 82. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

PENETRACION															
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0						
0.635	0.025		58.3	58.3				47.2	47.2				35.3	35.3	
1.270	0.050		160.8	160.8				130.2	130.2				97.5	97.5	
1.905	0.075		371.9	371.9				301.1	301.1				225.5	225.5	
2.540	0.100	70.5	583.0	583.0	522.2	36.7	472.0	472.0	422.7	29.7	353.5	353.5	316.6	22.3	
3.810	0.150		797.1	797.1			645.3	645.3			483.3	483.3			
5.080	0.200	105.7	998.2	998.2	993.4	46.6	808.1	808.1	804.2	37.7	605.2	605.2	602.3	28.2	
6.350	0.250		1199.2	1199.2			970.8	970.8			727.1	727.1			
7.620	0.300		1326.9	1326.9			1074.2	1074.2			804.5	804.5			
10.160	0.400		1659.6	1659.6			1343.5	1343.5			1006.2	1006.2			

Figura 39. CBR de la ceniza de eucalipto al 18%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.189
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.080
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	36.7	0.2"	46.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	29.7	0.2"	37.7

RESULTADOS CBR a 0.1": = 36.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.7 (%)



Tabla 83. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

	DENSIDAD MAXIMA		2.189		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	6		7		8			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13211		12031		12324			
Peso de molde (g)	8323		7369		7938			
Peso del suelo húmedo (g)	4888		4662		4386			
Volumen del molde (cm ³)	2121		2129		2115			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.190		2.074			
Tara (N°)	10		14		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00		567.00		505.00			
Peso suelo seco + tara (g)	507.27		538.56		479.81			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	26.73		28.44		25.19			
Peso de suelo seco (g)	507.27		538.56		479.81			
Contenido de humedad (%)	5.27		5.28		5.25			
Densidad seca (g/cm ³)	2.189		2.080		1.970			

Tabla 84. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 85. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

PENETRACION														
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0				0.0	0.0
0.635	0.025		58.3	58.3				46.6	46.6				35.3	35.3
1.270	0.050		160.8	160.8				128.6	128.6				97.5	97.5
1.905	0.075		371.9	371.9				297.4	297.4				225.5	225.5
2.540	0.100	70.5	583.0	583.0	522.2	36.7		466.2	466.2	417.6	29.4		353.5	353.5
3.810	0.150		797.1	797.1				637.4	637.4				483.3	483.3
5.080	0.200	105.7	998.2	998.2	993.4	46.6		798.1	798.1	794.3	37.2		605.2	605.2
6.350	0.250		1199.2	1199.2				958.9	958.9				727.1	727.1
7.620	0.300		1326.9	1326.9				1061.0	1061.0				804.5	804.5
10.160	0.400		1659.6	1659.6				1327.0	1327.0				1006.2	1006.2



Figura 40. CBR de la ceniza de eucalipto al 22%



3.6.2.3. Cuarta calicata C-04. km 04+000

Tabla 86. Datos generales de ensayos

I. Datos Generales

PROCEDENCIA	: km 04+000	LADO	: IZQUIERDA
CALICATA	: C-04	COORDENADA ESTE	:
MATERIAL	: COLUVIAL	COORDENADA NORTE	:
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m		

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara	B-31		
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	12220.8		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	10506.9		
Peso Tara (gr.)	1666.4		
Peso Agua (gr.)	1713.9		
Peso Suelo Seco (gr.)	8840.5		
Contenido de Humedad (gr.)	19.4		
Promedio (%)	19.4		

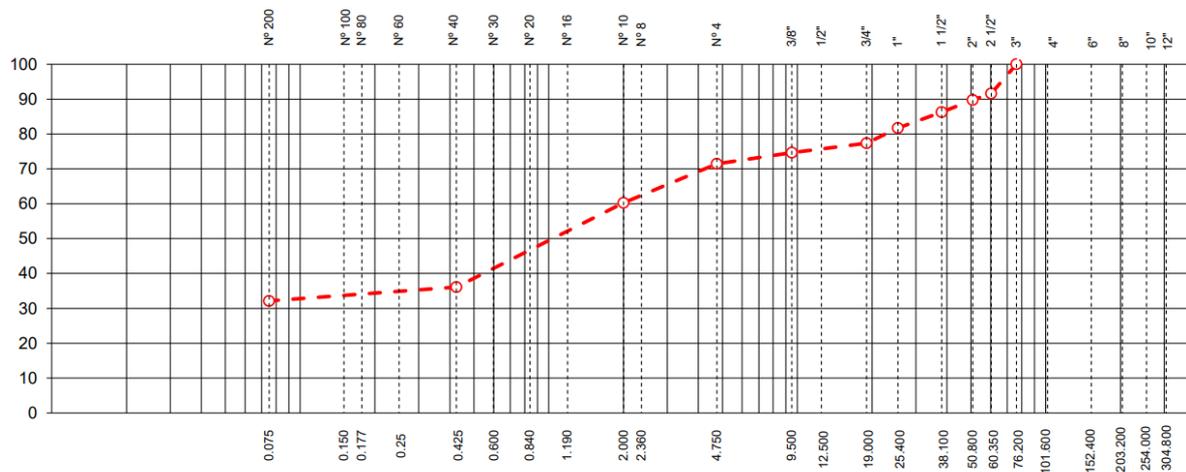
Nota, registro propio, 2022.



Análisis granulométrico C-04. km 04+000

Se llevó a cabo el proceso granulométrico en una muestra similar para determinar el tamaño y la distribución de partículas de la muestra de material sólido, como arena, grava, suelo, entre otros. Este proceso se ejecuta para conocer la granulometría del material y su distribución de tamaño. Para ello, se utilizó un conjunto de tamices de malla de diferentes tamaños, en los que se colocó la muestra y se agitó mecánicamente. Posteriormente, se registró el número de material retenido en cada tamiz para calcular la distribución de tamaño de las partículas en la muestra. La cantera fue inspeccionada por el solicitante y el personal del laboratorio, y en la calicata C-04 no se encontró ningún material no deseado a una profundidad de 0.00-1.50 m.

Figura 41. Curva Granulométrico C-04



Nota, elaboración propia, 2022.

Este tipo de ensayo se determinó de forma cuantitativa las cualidades físicas de las partículas que constituye la muestra de suelo de la C-04, en estado natural, analizando por clasificación en conformidad a su tamaño, se hizo uso de mallas de distintas dimensiones, considerando en un determinado tamaño de las partículas.



Tabla 87. Cuadro de evaluación granulométrico de muestra C-04

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
12"	304.800					
10"	254.000					
8"	203.200					Peso inicial seco : 8840.5 gr.
6"	152.400					Peso fracción : 862.0 gr.
4"	101.600					
3"	76.200				100.0	Contenido de Humedad (%) : 19.4
2 1/2"	60.350	741.0	8.4	8.4	91.6	
2"	50.800	163.3	1.8	10.2	89.8	Límite Líquido (LL): NP
1 1/2"	38.100	312.2	3.5	13.8	86.2	Límite Plástico (LP): NP
1"	25.400	399.3	4.5	18.3	81.7	Índice Plástico (IP): NP
3/4"	19.000	386.0	4.4	22.6	77.4	Clasificación (SUCS) : SM
1/2"	12.500				77.4	Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	240.1	2.7	25.4	74.6	Índice de Consistencia : NP
1/4"	6.350		3.2	28.6	71.4	
Nº 4	4.750	284.6	3.2	28.6		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 8	2.360					Descripción (SUCS): — Arena limosa con grava
Nº 10	2.000	984.2	11.1	39.7	60.3	
Nº 16	1.190					Materia Orgánica : 0.41
Nº 20	0.840					Turba : --
Nº 30	0.600					CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 40	0.425	2140.1	24.2	63.9	36.1	OBSERVACIONES :
Nº 60	0.250					Grava %>2" : 10.2
Nº 80	0.177					Grava 2" - Nº 4 : 18.3
Nº 100	0.150					Arena Nº4 - Nº 200 : 39.3
Nº 200	0.075	348.6	3.9	67.9	32.1	Finos < Nº 200 : 32.1
< Nº 200	FONDO	2841.1	32.1	100.0		

Nota, elaboración propia, 2022.

La presente muestra granulométrica por análisis de tamizado, la muestra de suelo refleja bajo el sistema de clasificación de suelos (AASHTO), el resultado en comparación a esta normatividad se llega a destacar el resultado como A-2-4 (0) lo que significa que su composición está basada por Arena limosa con grava.

Grava %>2": 10.23
 Grava 2" - Nº 4: 18.35
 Arena Nº4 - Nº 200: 39.28
 Finos < Nº 200: 32.14.

De igual forma, se realizó la comparación por la clasificación SUCS del cual resultado SM lo que significa que está conformado Arena limosa con grava.



Análisis Límite de Atterberg C-04. km 04+000

El ensayo de Límite de Atterberg, que se realiza en el laboratorio para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, indicó que no se observa límite de Atterberg en el suelo estudiado.

Tabla 88. Cuadro del Límite de Attenberg C-04

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DEL TARRO	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NUMERO DE GOLPES				

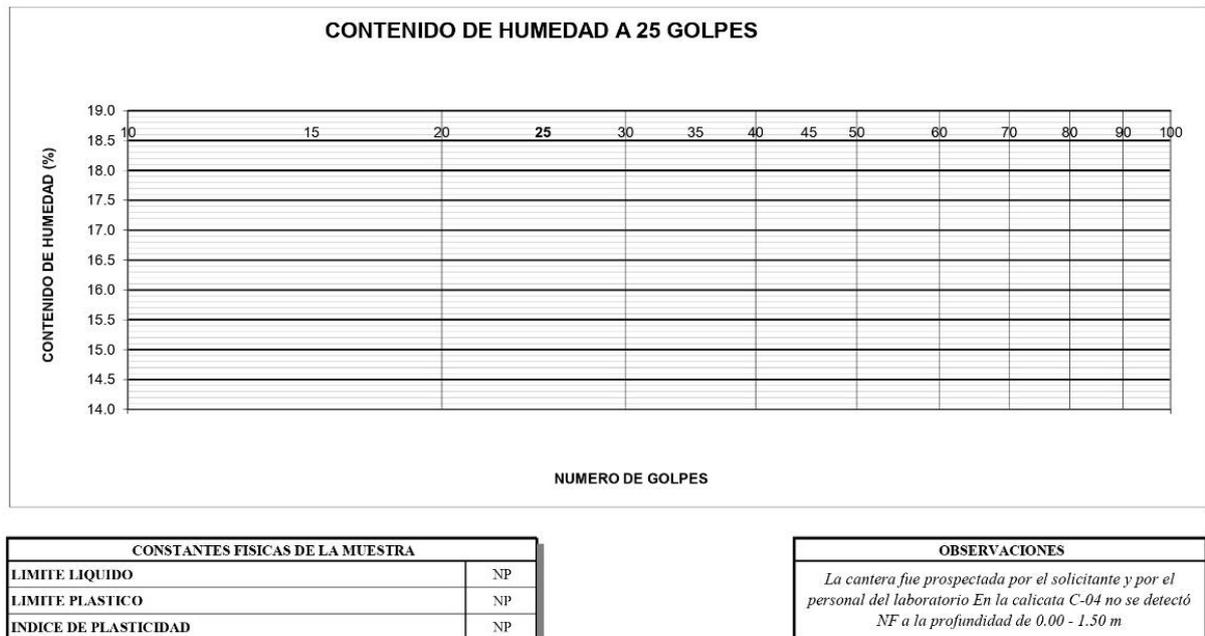
NP

LÍMITE PLASTICO (MTC E 111)				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DEL TARRO	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)			

NP

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 89. Cuadro de análisis del contenido de Humedad



Nota, elaboración propia, 2022.

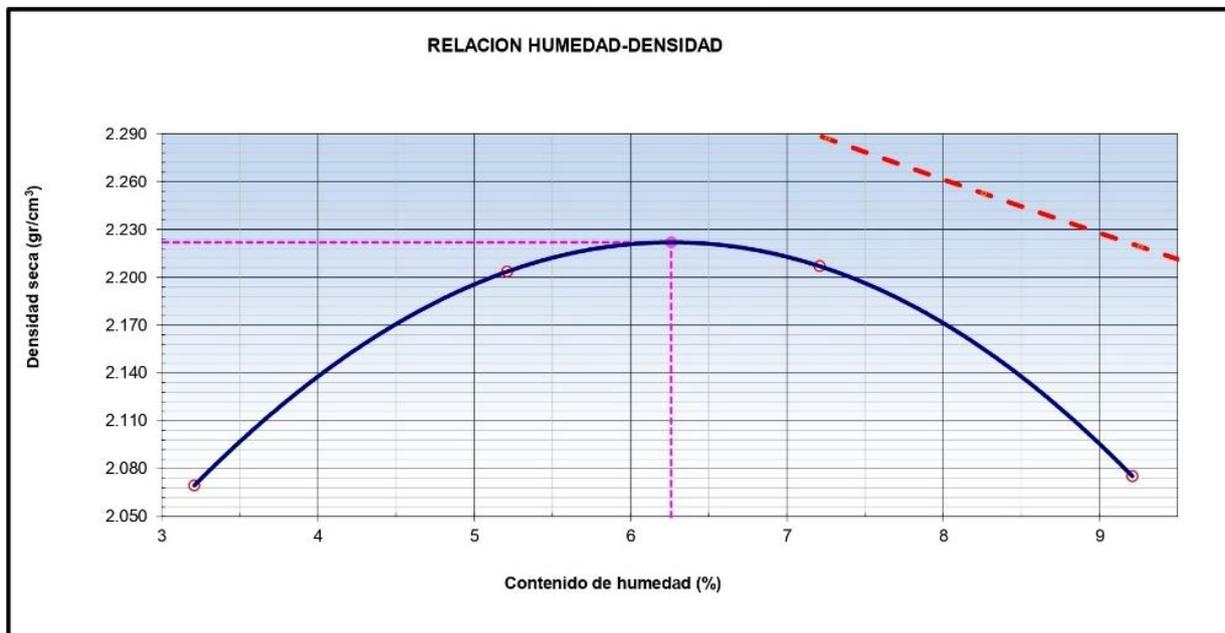
El análisis se ahondó por medio de los ensayos mostrados en el siguiente diagrama para generar como resultado la gravedad específica es de 2,57gr/cm³ y en cuanto a la densidad máxima es de 2.22gr/cm³ con una humedad óptima de un porcentaje de 6.26

Tabla 90. Análisis de la densidad máxima y la humedad óptima

		Método "C"				
Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11048	11434	11535	11324	
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4520	4906	5007	4796	
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.136	2.318	2.366	2.266	
Recipiente N°		R-5	R-1	R-20	R-17	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	346.1	387.0	393.3	375.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	336.5	369.6	369.4	347.0	
Peso de la Tara	gr	37.8	36.2	37.7	36.8	
Peso de agua	gr	9.6	17.4	23.9	28.6	
Peso del suelo seco	gr	298.7	333.4	331.7	310.3	
Contenido de agua	%	3.21	5.21	7.21	9.21	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.070	2.204	2.207	2.075	
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.572		Densidad máxima (gr/cm ³)		2.222
				Humedad óptima (%)		6.26

Nota, elaboración propia, 2022.

Figura 42. Relación entre la Humedad y la densidad



Nota, elaboración propia, 2022.



Proctor Modificado C-04. km 04+000

La prueba de Proctor Modificado; el objetivo de la misma es definir el contenido de humedad en correlación a la densidad, del cual se determinó la curva de compactación. Que para la misma, el primer paso fue obtener el peso específico de muestra de la calicata C-04 en espacio orgánico.

Para la prueba se plantea las características importantes de los insumos tanto del agregado grueso y fino que se usara para la evaluación de la densidad y la humedad.

Tabla 91. Datos generales del agregado grueso

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO MTC E 206-2000			
N° DE ENSAYOS		1	2
Peso de muestra seca al horno	A gr.	3181.0	
Peso de muestra saturada superf. Seca	B gr.	3341.0	
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida	C gr.	2104.0	
			PROMEDIO
Peso específico sobre base seca $A/(B-C)$		2.572	2.572
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $B/(B-C)$		2.701	2.701
Peso específico aparente $A/(A-C)$		2.954	2.954
Absorción de agua $((B-A)*100)/A$		5.03	5.03

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 92. Datos generales del agregado fino

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO			205-2000	MTC E
N° DE ENSAYOS		1	2	
P. Pícnometro mas agua aforado	A gr.			
P. de la muestra seca al horno	B gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca	C gr.			
P. Pícnometro mas agua mas muestra aforado	D gr.			PROMEDIO
Peso específico sobre base seca $B/(C-(D-A))$				
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $C/(C-(D-A))$				
Peso específico aparente $B/(B-(D-A))$				
Absorción de agua $((C-B)*100)/B$				

Nota, elaboración propia, 2022.

Tabla 93. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima

	DENSIDAD MAXIMA		2.222	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.3
	21		19	14		
Molde N°	5		5	5		5
Capas N°	55		26	12		
Golpes por capa N°	55		26	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13315		12883		12535	
Peso de molde (g)	8307		8092		8033	
Peso del suelo húmedo (g)	5008		4791		4502	
Volumen del molde (cm ³)	2121		2136		2119	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361		2.243		2.125	
Tara (N°)	1		3		4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	569.0		564.6		678.8	
Peso suelo seco + tara (g)	539.5		535.3		642.9	
Peso de tara (g)	68.9		67.3		68.5	
Peso de agua (g)	29.5		29.3		35.9	
Peso de suelo seco (g)	470.6		468.0		574.4	
Contenido de humedad (%)	6.26		6.27		6.25	
Densidad seca (g/cm ³)	2.222		2.111		2.000	

Tabla 94. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/11/2022	10:23	24	0.0				0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
13/11/2022	10:23	48	0.0	NO EXPANSIVO			0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

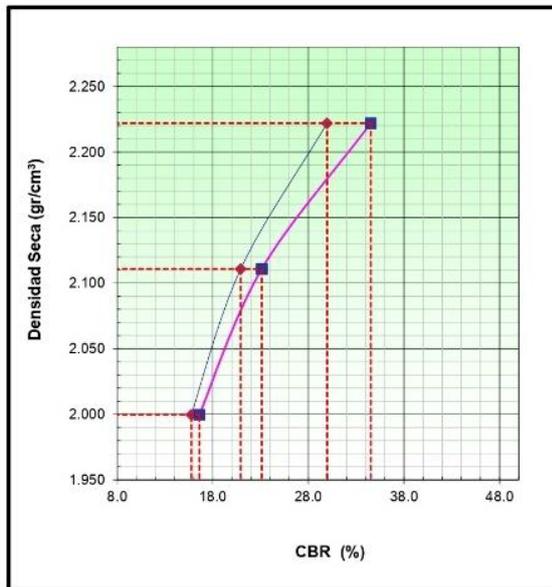
Tabla 95. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad

PENETRACION																
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 21				MOLDE N° 19				MOLDE N° 14					
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
			mm	in	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0							
0.635	0.025		41.3	110.0				26.1	95.7			17.4	87.5			
1.270	0.050		119.0	183.1				75.2	141.8			50.1	118.3			
1.905	0.075		267.9	323.2				169.2	230.3			112.8	177.3			
2.540	0.100	70.5	417.5	463.9	429.5	30.0	263.7	319.2	299.9	20.9	175.8	236.5	225.9	15.8		
3.810	0.150		564.9	602.7				356.9	406.9			237.9	295.0			
5.080	0.200	105.7	711.7	740.8	742.4	34.5	449.6	494.1	497.3	23.1	299.7	353.1	357.1	16.6		
6.350	0.250		854.2	874.8				539.6	578.8			359.7	409.6			
7.620	0.300		942.5	957.9				595.4	631.3			396.9	444.6			
8.890	0.350		1124.2	1128.9				710.1	739.3			473.4	516.5			
10.160	0.400		1179.7	1181.1				745.2	772.3			496.8	538.6			



Análisis del CBR

Figura 43. Diagrama y resultados del CBR



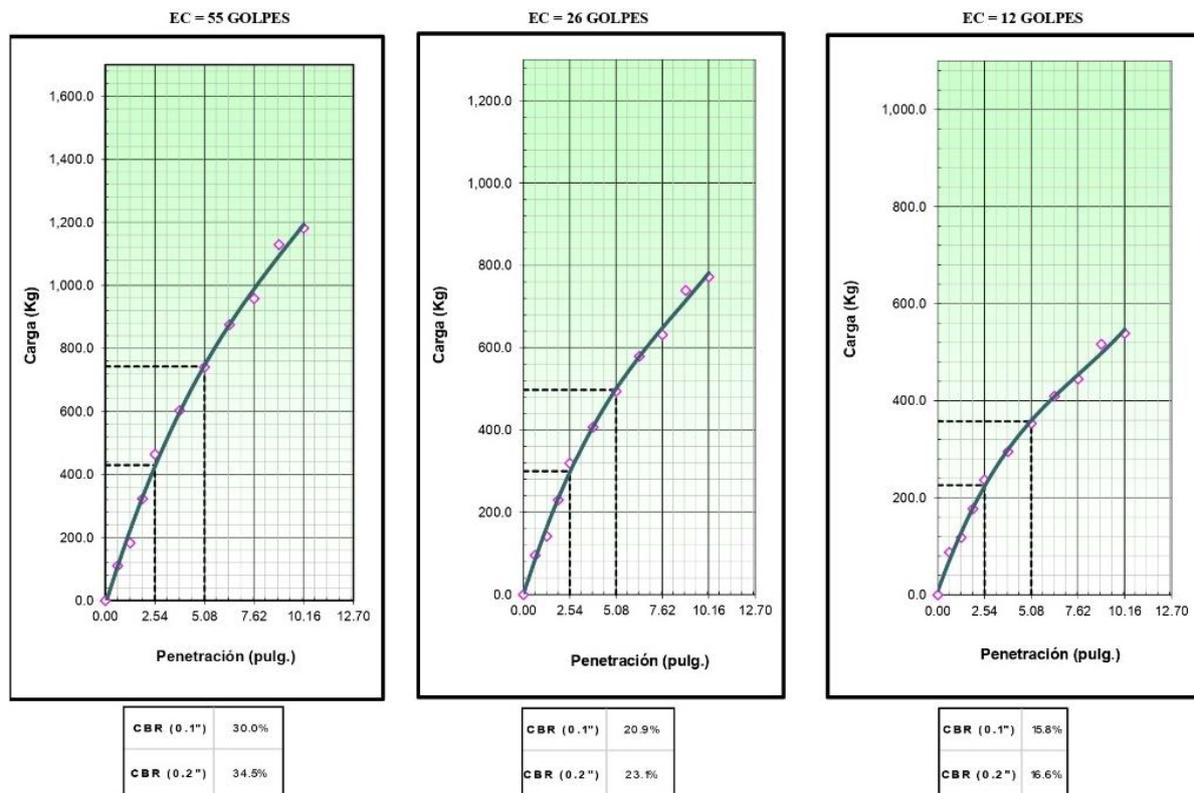
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.222
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.111

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	30.0	0.2"	34.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	20.9	0.2"	23.1

RESULTADOS CBR a 0.1" : = 30.0 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : = 20.9 (%)

OBSERVACIONES:

Figura 44. Resultados del CBR en tres cantidades de golpes



Resultados con la ceniza de eucalipto

Tabla 96. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

	DENSIDAD MAXIMA		2.222		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.26	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	3		16		30			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12495		12754		11971			
Peso de molde (g)	7520		8085		7193			
Peso del suelo húmedo (g)	4975		4669		4778			
Volumen del molde (cm ³)	2107		2082		2249			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361		2.243		2.125			
Tara (N°)	2		11		8			
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10		578.30		612.60			
Peso suelo seco + tara (g)	609.28		548.12		580.59			
Peso de tara (g)	68.95		65.23		67.66			
Peso de agua (g)	33.82		30.18		32.01			
Peso de suelo seco (g)	540.33		482.89		512.93			
Contenido de humedad (%)	6.26		6.25		6.24			
Densidad seca (g/cm ³)	2.222		2.111		2.000			

Tabla 97. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

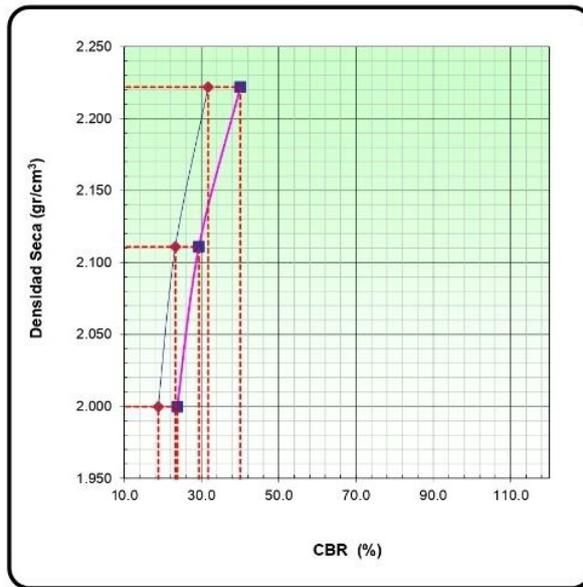
NO EXPANSIVO

Tabla 98. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 10%

PENETRACION														
PENETRACION mm In		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					
0.635	0.025		49.9	49.9				36.5	36.5			29.6	29.6	
1.270	0.050		143.6	143.6				105.2	105.2			85.2	85.2	
1.905	0.075		323.4	323.4				236.9	236.9			191.8	191.8	
2.540	0.100	70.5	504.0	504.0	451.2	31.7	369.2	369.2	330.5	23.2	298.9	298.9	267.6	18.8
3.810	0.150		682.0	682.0				499.6	499.6			404.4	404.4	
5.080	0.200	105.7	859.1	859.1	854.0	40.0	629.4	629.4	625.6	29.3	509.5	509.5	506.5	23.7
6.350	0.250		1031.1	1031.1				755.4	755.4			611.5	611.5	
7.620	0.300		1137.8	1137.8				833.5	833.5			674.7	674.7	
10.160	0.400		1424.2	1424.2				1043.3	1043.3			844.6	844.6	



Figura 45. CBR de la ceniza de eucalipto al 10%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.222
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.111
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	31.7	0.2"	40.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	23.2	0.2"	29.3

RESULTADOS CBR a 0.1": = 31.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 23.2 (%)

Tabla 99. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

	DENSIDAD MAXIMA		2.222		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	11		22				20	
Capas N°	5		5				5	
Golpes por capa N°	56		25				12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13571		13379		11996			
Peso de molde (g)	8261		8279		6969			
Peso del suelo húmedo (g)	5310		5100		5027			
Volumen del molde (cm ³)	2249		2274		2366			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361		2.243		2.125			
Tara (N°)	74		80		50			
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00		556.00		618.00			
Peso suelo seco + tara (g)	601.10		516.70		585.78			
Peso de tara (g)	69.04		69.55		69.44			
Peso de agua (g)	43.90		39.30		32.22			
Peso de suelo seco (g)	532.06		447.15		516.34			
Contenido de humedad (%)	6.26		6.25		6.24			
Densidad seca (g/cm ³)	2.222		2.111		2.000			



Tabla 100. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

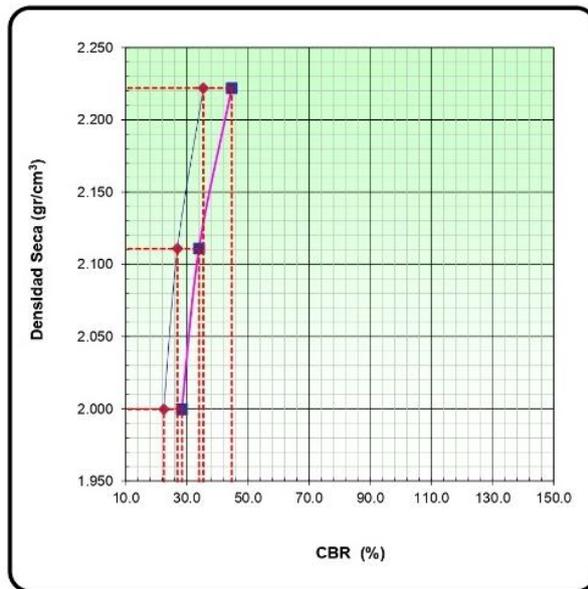
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 101. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 14%

PENETRACION																	
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 11				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6						
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION				
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					0.0	0.0		
0.635	0.025		55.7	55.7				42.3	42.3					35.4	35.4		
1.270	0.050		160.3	160.3				121.9	121.9					101.9	101.9		
1.905	0.075		361.0	361.0				274.5	274.5					229.4	229.4		
2.540	0.100	70.5	562.6	562.6	503.6	35.4	427.8	427.8	383.0	26.9	357.5	357.5	320.0	22.5			
3.810	0.150		761.3	761.3				578.9	578.9					483.7	483.7		
5.080	0.200	105.7	959.0	959.0	953.4	44.7	729.3	729.3	724.9	34.0	609.4	609.4	605.8	28.4			
6.350	0.250		1151.0	1151.0				875.3	875.3					731.4	731.4		
7.620	0.300		1270.1	1270.1				965.8	965.8					807.0	807.0		
10.160	0.400		1589.8	1589.8				1208.9	1208.9					1010.2	1010.2		

Figura 46. CBR de la ceniza de eucalipto al 14%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.222
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.111
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.4	0.2"	44.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.9	0.2"	34.0

RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.4 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.9 (%)



Tabla 102. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

	DENSIDAD MAXIMA		2.222	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.3
Molde N°	14		32		30	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12861		13054		11971	
Peso de molde (g)	7875		8320		7193	
Peso del suelo húmedo (g)	4986		4734		4778	
Volumen del molde (cm ³)	2112		2111		2249	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361		2.243		2.125	
Tara (N°)	8		12		16	
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00		589.00	
Peso suelo seco + tara (g)	638.06		526.12		554.41	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	39.94		32.88		34.60	
Peso de suelo seco (g)	638.06		526.12		554.41	
Contenido de humedad (%)	6.26		6.25		6.24	
Densidad seca (g/cm ³)	2.222		2.111		2.000	

Tabla 103. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

Tabla 104. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 18%

PENETRACION																	
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6						
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION				
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					0.0	0.0		
0.635	0.025		56.8	56.8				43.5	43.5					36.5	36.5		
1.270	0.050		163.7	163.7				125.3	125.3					105.2	105.2		
1.905	0.075		368.5	368.5				282.0	282.0					236.9	236.9		
2.540	0.100	70.5	574.3	574.3	514.1	36.1	439.5	439.5	393.5	27.7	369.2	369.2	330.5	23.2			
3.810	0.150		777.1	777.1				594.8	594.8					499.6	499.6		
5.080	0.200	105.7	979.0	979.0	973.2	45.6	749.3	749.3	744.8	34.9	629.4	629.4	625.6	29.3			
6.350	0.250		1175.0	1175.0				899.3	899.3					755.4	755.4		
7.620	0.300		1296.5	1296.5				992.3	992.3					833.5	833.5		
10.160	0.400		1622.9	1622.9				1242.0	1242.0					1043.3	1043.3		

Figura 47. CBR de la ceniza de eucalipto al 18%



Tabla 105. Resultados de la densidad máxima y humedad óptima con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

	DENSIDAD MAXIMA		2.222	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.3
Molde N°	25		14	26		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12253		12613		13483	
Peso de molde (g)	7248		7875		8641	
Peso del suelo húmedo (g)	5005		4738		4842	
Volumen del molde (cm ³)	2120		2112		2279	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361		2.243		2.125	
Tara (N°)	10		14	16		
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00		567.00		505.00	
Peso suelo seco + tara (g)	502.54		533.55		475.34	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	31.46		33.45		29.66	
Peso de suelo seco (g)	502.54		533.55		475.34	
Contenido de humedad (%)	6.26		6.27		6.24	
Densidad seca (g/cm ³)	2.222		2.111		2.000	

Tabla 106. Nivel de expansión en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

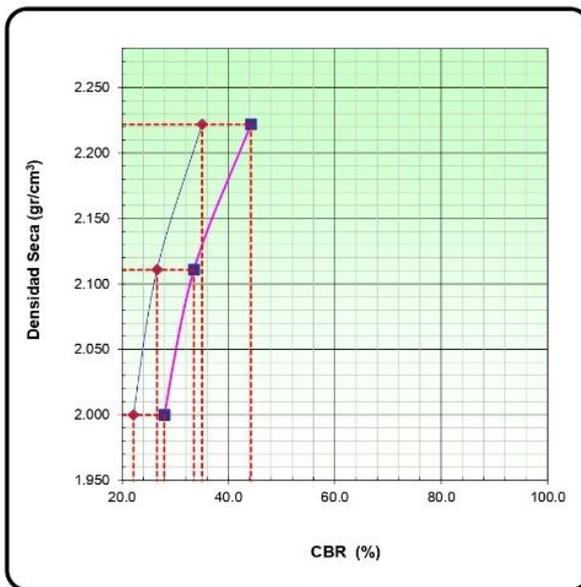
NO EXPANSIVO



Tabla 107. Nivel de penetración en relación a la densidad y a la humedad con la inclusión de ceniza de eucalipto al 22%

PENETRACION														
PENETRACION mm In		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 25				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		55.1	55.1			41.8	41.8			34.8	34.8		
1.270	0.050		158.7	158.7			120.2	120.2			100.2	100.2		
1.905	0.075		357.2	357.2			270.7	270.7			225.6	225.6		
2.540	0.100	70.5	556.7	556.7	498.4	35.0	421.9	421.9	377.7	26.6	351.6	351.6	314.8	22.1
3.810	0.150		753.4	753.4			571.0	571.0			475.8	475.8		
5.080	0.200	105.7	949.1	949.1	943.4	44.2	719.3	719.3	715.0	33.5	599.4	599.4	595.8	27.9
6.350	0.250		1139.1	1139.1			863.3	863.3			719.4	719.4		
7.620	0.300		1256.9	1256.9			952.6	952.6			793.8	793.8		
10.160	0.400		1573.2	1573.2			1192.3	1192.3			993.6	993.6		

Figura 48. CBR de la ceniza de eucalipto al 22%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.222
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.111
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.0	0.2"	44.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.6	0.2"	33.5

RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.0 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.6 (%)



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En lo referente a la estabilización de suelos de la sub-base se efectuaron los ensayos con cuatro tipos diferentes de dosificaciones con ceniza de eucalipto, aplicado a las cuatro calicatas cada 01 km del proyecto para determinar el contenido óptimo del estabilizante para cada calicata a lo largo del tramo, el mismo que serán aplicados en la escarificación de la vía.

4.1. Ensayo aplicado con la Calicata C-01. 01+000

El suelo de la calicata 01+000, muestra el análisis de suelo de SUCS (SM) el cual resulta con un tipo de suelo arena limosa con grava y a nivel AASHTO se obtiene A-2-4 (0) arena limosa con grava.

Grava %>2":	3.88
Grava 2" - N° 4:	26.22
Arena N°4 - N° 200:	40.45
Finos < N° 200:	29.44.

Los resultados de las pruebas de Proctor muestran que a un límite líquido de 16%, un límite plástico de 13% y un índice de plasticidad de 3%, se logra una densidad máxima de 2,27 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 4,74%. Además, el valor de CBR a 0,1" es del 30,99 %. Estos datos sugieren que el suelo es adecuado para ser estabilizado con ceniza de eucalipto, ya que cumple con las características geotécnicas necesarias para este proceso, como se muestra en la tabla siguiente

Tabla 108. Resultados de la calicata C-01

CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000					
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %
<i>SM</i>	<i>A-2-4 (0)</i>	<i>16</i>	<i>13</i>	<i>3</i>	<i>19.39</i>
PROCTOR		RESULTADOS CBR		ABRASION	PE. G.
D. max (gr/cm³)	H. ópt. (%)	a 0.1": (%)		(%)	(gr/cm³)
<i>2.27</i>	<i>4.74</i>	<i>30.99</i>		<i>43.64</i>	<i>2.69</i>

Nota, elaboración propia, 2022.

4.1.1. Ensayo de CBR con Aditivos C-01. km 01+000

Las dosificaciones óptimas que se propone se toman como si fueran el 100%.

- a. Ceniza de eucalipto:** El aditivo orgánico se inició con dosis del 10% y fue incrementando de 4 en 4 %.

En conformidad a los datos obtenidos, arena limosa con grava. Se estabilizo con ceniza de eucalipto, realizando 4 dosificaciones iniciando con el 10% y culminando con el 22% de ceniza. % Grava: 30.1, % Arena: 40.45, % Finos: 29.44.

Para mejor elaboración y dosificación se usó las siguientes dosis.

- Ceniza de Eucalipto: 10%, 14%, 18% y 22%

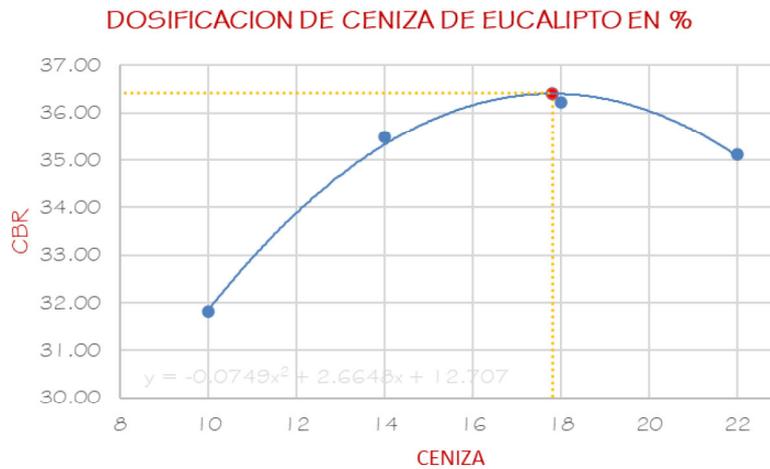
Tabla 109. Dosificación de ceniza de eucalipto C-01

CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000	CBR	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
			10	14	18	22
100	31.0		31.81	35.50	36.23	35.17
95	23.1		23.31	27.00	27.74	26.63

Nota, elaboración propia, 2022.



Figura 49. Esquema de dosificación de Ceniza C-01



De acuerdo al cuadro de dosificación VS CBR, se puede ver, que la dosificación máxima con ceniza de eucalipto es el que da mayor CBR.

Tabla 110. Dosificación máxima de la Ceniza y CBR C-01

MAXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	17.79 %
CBR	36.41 %

Se ha realizado el ensayo de CBR con el material de calicata más aditivo, donde se tiene que el más óptimo es ceniza 17.79%.

4.2. Ensayo aplicado con la Calicata C-02. Progresiva: 02+000

El suelo de la calicata 02+000, muestra el análisis de suelo de SUCS (GP - GM) el cual resulto con un tipo de suelo grava pobremente gradada con limo y arena; a nivel AASHTO se obtiene A-1-a (0), arena limosa con grava.

Grava %>2":	13.41
Grava 2" - N° 4:	59.24
Arena N°4 - N° 200:	20,
Finos < N° 200:	7.34.



La tabla siguiente muestra que el suelo cumple con las características geotécnicas necesarias para su estabilización con ceniza de eucalipto, con un límite de liquidez del 28%, un límite plástico del 25%, un índice de plasticidad del 3%, una densidad máxima de 2.15 gr/cm³ y una humedad óptima del 6.95%. Además, el CBR a 0.1" es de 33.50%.

Tabla 111. Resultados de la calicata C-02

CALICATA C-02. PROCEDENCIA km 02+000					
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %
GP - GM	A-1-a (0)	28	25	3	1.36
PROCTOR		RESULTADOS CBR		ABRASION	PE. G.
D. max (gr/cm ³)	H. ópt. (%)	a 0.1": (%)		(%)	(gr/cm ³)
2.15	6.95	33.50		40.27	2.46

Nota, elaboración propia, 2022.

4.2.1. Ensayo de CBR con Aditivos C-02. km 02+000

Las dosificaciones óptimas que los proveedores proponen se toman como si fueran el 100%.

- a. Ceniza de eucalipto:** El aditivo orgánico se inició con dosis del 10% y fue incrementando de 4 en 4 %.

En conformidad a los datos obtenidos, grava pobremente gradada con limo y arena.

Se estabilizo con ceniza de eucalipto, realizando 4 dosificaciones iniciando con el 10% y culminando con el 22% de ceniza. % Grava: 72.65, % Arena: 20, % Finos: 7.34.

Para mejor elaboración y dosificación se usó las siguientes dosis.

- Ceniza: 10 %, 14 %, 18 % y 22 %



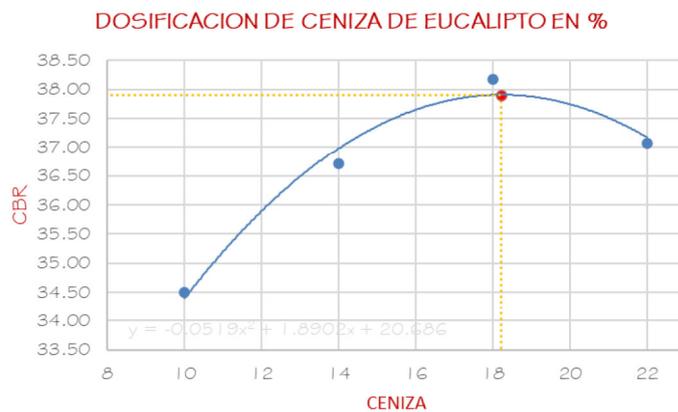
Se tiene los siguientes resultados para la Calicata.

Tabla 112. Dosificación de ceniza de eucalipto C-02

CALICATA C-02. PROCEDENCIA km 02+000	CBR	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
			10	14	18	22
	100	33.5	34.49	36.71	38.18	37.08
	95	26.6	27.06	29.28	30.75	29.65

Nota, elaboración propia, 2022.

Figura 50 Esquema de dosificación de Ceniza C-02.



De acuerdo al cuadro de dosificación VS CBR, se puede ver, que la dosificación máxima con ceniza de eucalipto es el que da mayor CBR.

Figura 51. Dosificación máxima de la Ceniza y CBR C-02

MAXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	18.21 %
CBR	37.90 %

Se ha realizado el ensayo de CBR con el material de calicata más aditivo, donde se tiene que el más óptimo es ceniza 18.21%.



4.3. Ensayo aplicado con la Calicata C-03. Progresiva: 03+000

El suelo de la calicata 03+000, muestra el análisis de suelo de SUCS (GP - GM) el cual resulta con un tipo de suelo grava pobremente gradada con limo y arena; a nivel AASHTO se obtiene A-1-a (0), grava bien gradada con arcilla y arena.

Grava %>2":	23.15
Grava 2" - N° 4:	43.76
Arena N°4 - N° 200:	25.09
Finos < N° 200:	8.

Con un límite de líquido 19%, el límite plástico 14% y el índice de plasticidad 6%, en el ensayo de Proctor, resulta una densidad máxima de 2.19 gr/ cm³ y con una humedad óptima de 5.27%; el resultado de CBR a 0.1" es 30.63%. El mismo es compatible para su estabilización con ceniza de eucalipto, ya que para realizar su estabilización cumple en su caracterización geotécnica, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 113. Resultados de la calicata C-03

CALICATA C-03. PROCEDENCIA km 03+000					
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %
<i>GW - GC</i>	<i>A-1-a (0)</i>	<i>19</i>	<i>14</i>	<i>6</i>	<i>5.96</i>
PROCTOR		RESULTADOS CBR		ABRASION	PE. G.
D. max (gr/cm ³)	H. ópt. (%)	a 0.1": (%)		(%)	(gr/cm ³)
<i>2.19</i>	<i>5.27</i>	<i>30.63</i>		<i>41.54</i>	<i>2.22</i>

Nota, elaboración propia, 2022.

4.3.1. Ensayo de CBR con Aditivos C-03. km 03+000

Las dosificaciones óptimas que los proveedores proponen se toman como si fueran el 100%.



a. **Ceniza de eucalipto:** El aditivo orgánico se inició con dosis del 10% y fue incrementando de 4 en 4 %.

En conformidad a los datos obtenidos, grava bien gradada con arcilla y arena. Grava %>2": 23.15, Grava 2" - N° 4: 43.76, Arena N°4 - N° 200: 25.09, Finos < N° 200:8

Para mejor elaboración y dosificación se usó las siguientes dosis.

- Ceniza: 10 %, 14 %, 18 % y 22 %

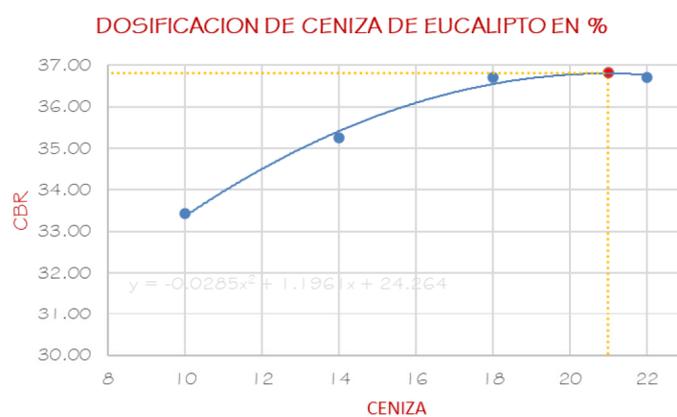
Se tiene los siguientes resultados para la Calicata.

Tabla 114. Dosificación de ceniza de eucalipto C-03

CALICATA C-03. PROCEDECENCIA km 03+000	CBR	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
			10	14	18	22
	100	30.6	33.43	35.25	36.71	36.71
	95	22.3	26.80	27.89	29.72	29.36

Nota, elaboración propia, 2022.

Figura 52. Esquema de dosificación de Ceniza C-03.



De acuerdo al cuadro de dosificación VS CBR, se puede ver, que la dosificación máxima con ceniza de eucalipto es el que da mayor CBR.



Figura 53. Dosificación máxima de la Ceniza y CBR C-03

MAXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	20.98 %
CBR	36.81 %

Se ha realizado el ensayo de CBR con el material de calicata más aditivo, donde se tiene que el más óptimo es ceniza 20.98%.

4.4. Ensayo aplicado con la Calicata C-04. Progresiva: 04+000

El suelo de la calicata 04+000, muestra el análisis de suelo de SUCS (GP - GM) el cual resulta con un tipo de suelo grava pobremente gradada con limo y arena; a nivel AASHTO se obtiene A-2-4 (0), arena limosa con grava.

Grava %>2":	10.23
Grava 2" - N° 4:	18.35
Arena N°4 - N° 200:	39.28
Finos < N° 200:	32.14.

En el ensayo de Proctor, resulta una densidad máxima de 2.22 gr/cm³ y con una humedad óptima de 6.26%; el resultado de CBR a 0.1" es 29.96%. El mismo es compatible para su estabilización con ceniza de eucalipto, ya que para realizar su estabilización cumple en su caracterización geotécnica, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 115. Resultados de la calicata C-04

CALICATA C-04. PROCEDENCIA km 04+000					
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %
SM	A-2-4 (0)	NP	NP	NP	19.39
PROCTOR		RESULTADOS CBR		ABRASION	PE. G.
D. max (gr/cm ³)	H. ópt. (%)	a 0.1": (%)		(%)	(gr/cm ³)
2.22	6.26	29.96		43.52	2.70

Nota, elaboración propia, 2022.

4.4.1. Ensayo de CBR con Aditivos C-03. km 03+000

Las dosificaciones óptimas que los proveedores proponen se toman como si fueran el 100%.

a. Ceniza de eucalipto: El aditivo orgánico se inició con dosis del 10% y fue incrementando de 4 en 4 %.

Para mejor elaboración y dosificación se usó las siguientes dosis.

- Ceniza: 10 %, 14 %, 18 % y 22 %

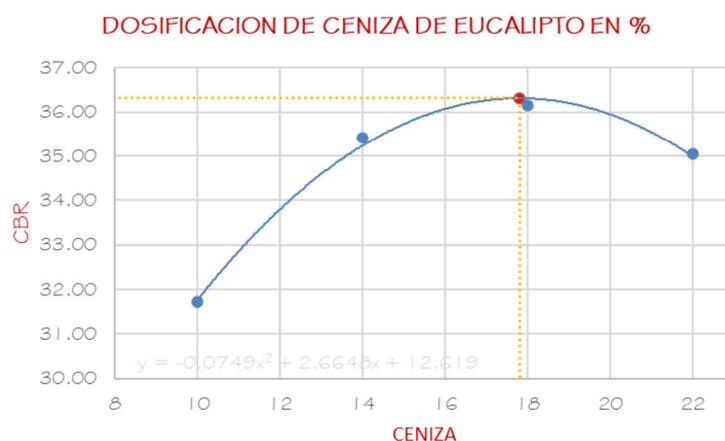
Se tiene los siguientes resultados para la calicata.

Tabla 116. Dosificación de ceniza de eucalipto C-04

CALICATA C-04. PROCEDENCIA km 04+000	CBR	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
			10	14	18	22
	100	30.0	31.72	35.41	36.15	35.04
	95	20.9	23.24	26.92	27.66	26.56

Nota, elaboración propia, 2022.

Figura 54. Esquema de dosificación de Ceniza C-04.





De acuerdo al cuadro de dosificación VS CBR, se puede ver, que la dosificación máxima con ceniza de eucalipto es el que da mayo CBR.

Figura 55. Dosificación máxima de la Ceniza y CBR C-04

MAXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	17.79 %
CBR	36.32 %

Se ha realizado el ensayo de CBR con el material de calicata más aditivo, donde se tiene que el más óptimo es ceniza 17.79%.

En resumen, la especificación mínima al máximo CBR

Tabla 117. Cuadro de resumen de CBR

Cantera	CBR Original	% Ceniza	CBR Obtenido
01 + 000	31.00	17.79	36.41
02 + 000	33.50	18.21	37.90
03 + 000	30.60	20.98	36.81
04 + 000	30.00	17.79	36.32

Cuadro de especificación mínima



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Plasticidad

El primer objetivo específico formulado consistió en evaluar el impacto de la incorporación de ceniza de eucalipto en la plasticidad del suelo, con el fin de mejorar la subrasante en el tramo Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.

Según la Tabla de Clasificación de Suelos del Índice de Plasticidad (MTC, 2014) en la Tabla 6 del Marco Teórico, el suelo se clasifica como altamente plástico si el valor del Índice de Plasticidad (IP) es mayor a 20, cuando el IP está entre 7 y 20, y si IP es menor a 7 Es de baja plasticidad cuando IP es cero y es en suelo no plástico (NP) cuando IP es cero. La presencia de arcilla en el suelo, dependiendo de su cantidad, puede suponer un riesgo para la estabilidad del subsuelo por su sensibilidad al agua.

De acuerdo al ensayo realizado y los resultados obtenidos de estos, el suelo en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares, no es plástico, debido a la presencia predominante de arenas limosas con gravas, y un bajo contenido de arcillas.

5.2. Comportamiento del Proctor

Se planteó un segundo objetivo específico que buscaba analizar el efecto de la ceniza de eucalipto en el comportamiento del Proctor con el fin de mejorar la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu, ubicado en el distrito de Lares.

El objetivo de la a prueba de Proctor Modificado es definir el contenido de humedad en correlación a la densidad, del cual se determinó la curva de compactación.



Se realizaron ensayos de Proctor modificado para determinar la densidad seca y la humedad óptima del suelo en diferentes tratamientos que incluían proporciones de ceniza de eucalipto del 0%, 10%, 14%, 18% y 22%.

Tabla 118. Valores de la Densidad Máxima y del Porcentaje de la Humedad Óptima

CALICATA	PROCTOR MODIFICADO	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
			10	14	18	22
C-01	DENSIDAD MAX.	2.276	2.276	2.276	2.276	2.276
	HUMEDAD OPT.	4.74	4.74	4.7	4.74	4.74
C-02	DENSIDAD MAX.	2.155	2.155	2.155	2.155	2.155
	HUMEDAD OPT.	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95
C-03	DENSIDAD MAX.	2.189	2.189	2.189	2.189	2.189
	HUMEDAD OPT.	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27
C-04	DENSIDAD MAX.	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222
	HUMEDAD OPT.	6.26	6.26	6.3	6.3	6.3

Referente a las pruebas realizadas, los resultados del estudio indicaron que la inclusión de ceniza de eucalipto no produce un impacto significativo en la densidad máxima del suelo seco ni en el contenido de humedad óptimo en el área de estudio.

5.3. Índice CBR

El tercer objetivo específico planteado fue evaluar la influencia de la adición de ceniza de eucalipto en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.

La prueba CBR puede evaluar la capacidad de carga de las ruedas del suelo utilizado para carreteras. La estabilización del suelo implica proporcionar resistencia utilizando una variedad de métodos, desde agregar otro suelo hasta agregar estabilizadores durante la compactación.



En un estudio anterior realizado por Edil et al. (2006), se demostró que cualquier tipo de ceniza puede ser efectiva para estabilizar suelos de grano fino, ya que aumenta el valor de CBR y el módulo de resiliencia de los suelos utilizados en carreteras. La ceniza contiene un compuesto llamado puzolana que contiene sílice y alúmina (Misra, A., 2000), lo que contribuye a la generación de material cementante con el tiempo durante el proceso de estabilización, a través de una reacción puzolánica (Rivera, J. et al., 2020).

Los resultados de la capacidad de soporte del suelo tropical se encuentran en la tabla:

Tabla 119. Valores de la CBR en el área de estudio

CALICATA	CBR	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
			10	14	18	22
C-01. PROCEDENCIA km 01+000	100	31.0	31.81	35.50	36.23	35.17
	95	23.1	23.31	27.00	27.74	26.63
C-02. PROCEDENCIA km 02+000	100	33.5	34.49	36.71	38.18	37.08
	95	26.6	27.06	29.28	30.75	29.65
C-03. PROCEDENCIA km 03+000	100	30.6	33.43	35.25	36.71	36.71
	95	22.3	26.80	27.89	29.72	29.36
C-04. PROCEDENCIA km 04+000	100	30.0	31.72	35.41	36.15	35.04
	95	20.9	23.24	26.92	27.66	26.56

Se ha observado que, en el área de estudio, el valor de CBR del suelo aumenta significativamente a medida que se incrementa la proporción de ceniza de eucalipto. Además, los tratamientos del suelo que incluyen un 18% de ceniza demuestran tener valores de CBR más altos que los demás tratamientos. Los análisis realizados indican que las cantidades necesarias de ceniza de eucalipto a agregar para alcanzar la especificación máxima de CBR son las siguientes:

Calicata C-01 progresiva 01+000: ceniza eucalipto 17.79%.

Calicata C-02 progresiva 02+000: ceniza eucalipto 18.21%.

Calicata C-03 progresiva 03+000: ceniza eucalipto 20.98%.



Calicata C-04 progresiva 04+000: ceniza eucalipto 17.79%.

CONCLUSIONES

La finalidad de la presente tesis es determinar la influencia de la adición de ceniza de eucalipto en el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas para la estabilización de suelos a nivel de subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.

El diseño metodológico se realizó con la elaboración de cinco tratamientos a lo largo de 4 calicatas (C-01, C-02, C-03 y C-04). El tratamiento cero (T0) fue el tratamiento control; para el tratamiento uno (T1) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 10%; para el tratamiento uno (T2) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 14%; para el tratamiento uno (T3) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 18% y finalmente para el tratamiento uno (T4) se agregó al suelo tropical ceniza de eucalipto al 22%.

Conclusión N 01:

La Hipótesis General se acepta de manera parcial, “La adición de ceniza de eucalipto mejora las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares”.

Aunque la incorporación de ceniza de eucalipto aumenta el índice de CBR, no se observaron cambios significativos en los valores de plasticidad, densidad máxima y humedad óptima del suelo en comparación con el suelo sin tratar.

Conclusión N 02:



Se considera nula la Hipótesis específica 01, “La adición de ceniza de eucalipto influye en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante del tramo Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares”.

En relación a la Hipótesis específica 01, se llevó a cabo un ensayo para determinar el Índice de Plasticidad del suelo en la zona de estudio. Tras analizar los resultados obtenidos, se concluyó que el suelo estudiado tiene una plasticidad baja a nula, lo cual se debe principalmente a la presencia de arenas limosas con gravas y un bajo contenido de arcillas.

Tabla 120. Valores para la Determinación de la Plasticidad del suelo del área de estudio

CALICATA	LÍMITE LÍQUIDO L.L. %	LÍMITE SÓLIDO L.P. %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD
C-01	16	13	3	Baja
C-02	28	25	3	Baja
C-03	19	14	6	Baja
C-04	NO PLÁSTICO (NP)	NO PLÁSTICO (NP)	NO PLÁSTICO (NP)	NO PLÁSTICO (NP)

Conclusión N 03:

La Hipótesis específica 02 se rechaza, “La adición de ceniza de eucalipto influye en el comportamiento del Proctor para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.”

Tabla 121. Valores de la Densidad Máxima y del Porcentaje de la Humedad Óptima

CALICATA	PROCTOR MODIFICADO	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
			10	14	18	22
C-01	DENSIDAD MAX.	2.276	2.276	2.276	2.276	2.276
	HUMEDAD OPT.	4.74	4.74	4.7	4.74	4.74
C-02	DENSIDAD MAX.	2.155	2.155	2.155	2.155	2.155
	HUMEDAD OPT.	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95
C-03	DENSIDAD MAX.	2.189	2.189	2.189	2.189	2.189
	HUMEDAD OPT.	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27



C-04	DENSIDAD MAX.	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222
	HUMEDAD OPT.	6.26	6.26	6.3	6.3	6.3

Los resultados de la investigación muestran que la inclusión de ceniza de eucalipto no tiene un impacto significativo en la densidad máxima seca y la humedad óptima del suelo estudiado, ya que no se observaron diferencias en los valores de densidad máxima y humedad óptima entre los tratamientos con ceniza de eucalipto y el suelo natura

Conclusión N 04:

Se acepta la Hipótesis específica 03, “La adición de ceniza de eucalipto influye en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.”

Debido a que en todos los casos se observó que la adición de ceniza de eucalipto mejoró los valores de CBR en comparación con los valores obtenidos sin la adición de ceniza, se pueden identificar los efectos positivos que la ceniza de eucalipto produce en el índice de CBR para la estabilización del suelo:

Tabla 122. Valores de la CBR en el área de estudio

CALICATA	SIN CENIZA	DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %			
		10	14	18	22
C-01	31.0	31.81	35.50	36.23	35.17
C-02	33.5	34.49	36.71	38.18	37.08
C-03	30.6	33.43	35.25	36.71	36.71
C-04	30.0	31.72	35.41	36.15	35.04

Por último los efectos que produce la ceniza de eucalipto en el índice de CBR para la estabilización de suelo son los siguientes:

Calicata C-01 progresiva 01+000: CBR 36.41.



Calicata C-02 progresiva 02+000: CBR 37.90.

Calicata C-03 progresiva 03+000: CBR 36.81

Calicata C-04 progresiva 04+000: CBR 36.32.

Los análisis nos demuestran que las cantidades de ceniza de eucalipto a agregar, para obtener la especificación máxima del CBR, son las siguientes:

Calicata C-01 progresiva 01+000: ceniza eucalipto 17.79%.

Calicata C-02 progresiva 02+000: ceniza eucalipto 18.21%.

Calicata C-03 progresiva 03+000: ceniza eucalipto 20.98%.

Calicata C-04 progresiva 04+000: ceniza eucalipto 17.79%.

Después de realizar un estudio exhaustivo sobre la estabilización de suelos mediante la aplicación de ceniza de eucalipto en el tramo EMP-CU-709 (6KM) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares, se puede concluir que esta técnica puede ser una alternativa efectiva y sostenible para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en la zona de estudio.

De acuerdo a los ensayos de laboratorio y las pruebas de campo realizadas, se ha podido observar que el uso de ceniza de eucalipto en el suelo tiene un efecto positivo en la resistencia a la compresión, estabilidad y permeabilidad del mismo.

Además, se observó que la ceniza de eucalipto puede ser una alternativa económica y ambientalmente sostenible, ya que se trata de un residuo que puede ser obtenido a partir de la quema de madera de eucalipto.

En resumen, se puede afirmar que el uso de ceniza de eucalipto como estabilizador de suelos podría ser una alternativa efectiva para mejorar las características mecánicas del suelo en la zona en cuestión, lo que podría contribuir positivamente al desarrollo de la infraestructura y a la disminución de los gastos de mantenimiento de las carreteras.





RECOMENDACIONES

La estabilización del suelo es una técnica importante para mejorar la capacidad portante del suelo y reducir su susceptibilidad a la erosión y otros daños causados por factores ambientales.

Para el presente estudio se sugiere utilizar ceniza de eucalipto, para la especificación máxima del CBR.

Calicata C-01 progresiva 01+000: ceniza eucalipto 17.79%.

Calicata C-02 progresiva 02+000: ceniza eucalipto 18.21%.

Calicata C-03 progresiva 03+000: ceniza eucalipto 20.98%.

Calicata C-04 progresiva 04+000: ceniza eucalipto 17.79%.

Además, el uso de ceniza de eucalipto como material de estabilización del suelo es muy beneficioso debido a sus propiedades como material de relleno y su capacidad para mejorar la resistencia del suelo.

La recomendación de esta tesis también es importante porque se enfoca en una carretera en el distrito de Lares, que puede tener un impacto significativo en la comunidad local al mejorar la accesibilidad y la conectividad. Además, el uso de ceniza de eucalipto es una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente para la estabilización del suelo en comparación con otros materiales convencionales.

Se recomienda la tesis, ya que es una contribución valiosa al campo de la ingeniería civil y puede ser de gran utilidad para los ingenieros y profesionales que trabajan en proyectos de construcción de carreteras y otros proyectos de infraestructura.

Sin embargo, se recomienda seguir investigando y monitoreando la evolución del suelo en el tiempo para verificar la durabilidad de esta técnica.



REFERENCIAS

BARRAGÁN & CUERVO. 2019. *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ DE LA VARIEDAD BLANCO A UN SUELO ARENO - ARCILLOSO.* GIRARDOT - CUNDINAMARCA : UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA SECCIÓN ALTO MAGDALENA, 2019. FACULTAD DE INGENIERÍA.

Baena, Guillermina. 2017. *Metodología de la Investigación.* Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com> : Patria, 2017.

Brandan, Yoselin. 2020. *Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020.* Lima-Perú : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO , 2020. FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA .

Calderon, Bautista & Rojas. 2018. *Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta.* COLOMBIA : UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS, 2018. ARTICULO ORIGINAL .

Carrasco, S. 2010. *METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA- Pautas metodologica para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.* Lima : SAN MARCOS, 2010.

COBOS MOLINA, MARIO ALEJANDRO, ORTEGON RAMIREZ, CAROL TATIANA y PERALTA ZARRATE, JUAN CAMILO. 2019. *CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE SUELOS DE ORIGEN VOLCANICO*



ESTABILIZADOS CON CENIZAS PROVENIENTES DE CASCARA DE COCO Y CISCO DE CAFE. IBAGUE : UNIVERSIDAD COOPERATIVA , 209.

Couto, Álisson F. do, Nogueira, G. S. F., Sandoval, G. F. B., Schwantes-Cezario, N. y Morales. 2019. *Estudio inicial de Ceniza de Madera de Eucalipto (CME) como aditivo mineral en concreto.* s.l. : REVISTA UN, 2019. DYNA, 86(208), 264–270.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.74580>.

Díaz Vásquez, Fernando. 2018. *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Gallo, Juan. 2022. *ANALISIS DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS EXPANSIVOS UTILIZANDO HORMIGON ASFALTICO RECICLADO, CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR PARA LA SUB RASANTE DE LOS PAVIMENTOS .* Guayaquil - Ecuador : Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2022.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4985/1/T-ULVR-4020.pdf>.

Gómez, Carlota. 2019. *Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas.* Madrid : UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, 2019.

González, A. 2014. *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante.* Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014.

Hernandez & Baptista. 2014. *Metodología de Investigación .* MEXICO : 6 ta Edición-MC GRAW HIT, 2014.

Hernandez & Herrera. 2019. *ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE SOPORTE Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN SUELO ARCILLO-LIMOSO EN LA VEREDA DE LIBERIA DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ-CUNDINAMARCA*



ESTABILIZADO CON CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ. BOGOTÁ D. C :

UNIVERSIDAD DE LA SALLE, 2019. FACULTAD DE INGENIERÍA - PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL.

Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio. 2014. *Metodología de la Investigación Sexta Edición.* México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA , 2014.

Hernández, Roberto. 2018. *Metodología de Investigación.* Mexico : UNAM, 2018.

Ministerio de Agricultura. 2016. *EL SUELO .* LIMA-PERU : MINISTERIO DE AGRICULTURA-PROYECTO DE IRRIGACIÓN (PSI), 2016.

https://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_boletines_el_suelo.pdf.

Morales Zuluaga, Daniel. 2015. *VALORACIÓN DE LAS CENIZAS DE CARBÓN PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS MEDIANTE ACTIVACION ALCALINA Y SU USO EN VIAS NO PAVIMENTADAS.* Medellin : Universidad de Medellin, 2015.

MTC. 2014. *Manual de Carreteras del Perú.* 2014.

MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018. *Manual de carreteras mantenimiento o conservacion vial.* Peru : Direccion General de Caminos y Ferrocarriles , 2018.

Ñaupaz, Mejia, Novoa & Villagomez. 2014. *Metodología de Investigación .* Bogota-Colombia : Ediciones de la U, 2014.

Pardo, Emilia. 2020. *Ceniza.* Islas Baleares-España : Emilia Pardo, 2020.

Ricra, Carmen. 2022. *Adición de ceniza de caña de azúcar en la estabilización de suelos tropicales en el centro poblado Naranjal, Selva Central - 2021.* Huancayo :

UNIVERSIDAD CONTINENTAL, 2022. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil.



Vargas, Brayan. 2020. *Estabilización de un suelo arcilloso con ceniza volcánica para el mejoramiento de subrasante en la progresiva km 5+100 al 6+100 del tramo Asirumi – Rosaspata Huancané.* Juliaca-Peru : Universidad Peruana Union , 2020. Facultad de Ingeniería y Arquitectura .



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	
¿Cómo influye la adición de ceniza de eucalipto en el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de eucalipto en el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante a en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.	La adición de ceniza de eucalipto mejora las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.	Ceniza
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	
PE1- ¿De qué manera influye la adición de ceniza de eucalipto en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante del tramo Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares?	OE1- Determinar la influencia de la adición de ceniza de eucalipto en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante del tramo Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.	HE1- La adición de ceniza de eucalipto influye en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante del tramo Quellupay-Pumapuncu del distrito de Lares.	Mejoramiento de Suelo
PE2- ¿Cómo influye de la adición de ceniza de eucalipto en el comportamiento del Proctor para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares?	OE2- Determinar la influencia de la ceniza del Eucalipto en el comportamiento del Proctor para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.	HE2- La adición de ceniza de eucalipto influye en el comportamiento del Proctor para el mejoramiento de la subrasante del tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.	



PE3- ¿Cómo influye la adición de ceniza de eucalipto en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares?

OE3- Evaluar la influencia de la adición de ceniza de eucalipto en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares.

HE3- La adición de ceniza de eucalipto influye en el índice CBR para el mejoramiento de la subrasante en el tramo EMP-CU-709 (6km) Quellupay - Pumapuncu del distrito de Lares

Anexo 2. Evidencias fotográficas del trabajo en gabinete

Figura 56. Trabajo de gabinete de tamiz



Figura 57. Trabajo de tamizado-ensayo de granulometría - zarandeo



Figura 58. Trabajo de tamizado-ensayo de granulometría – zarandeo-2



Figura 59. Trabajo de tamizado-ensayo de granulometría – zarandeo-3



Figura 60. Trabajo de tamizado-ensayo de granulometría – zarandeo-3



Figura 61. Trabajo en laboratorio

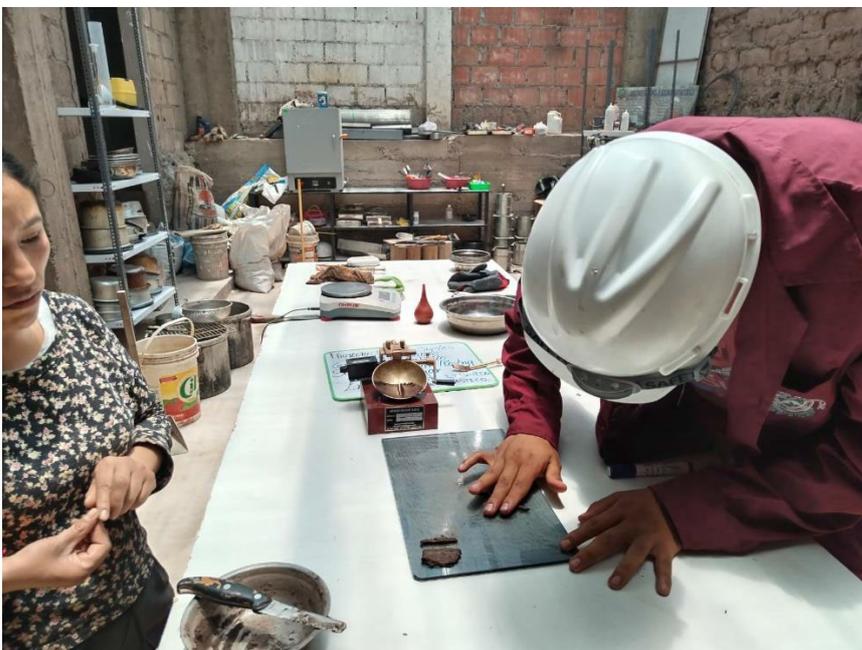


Figura 62. Uso de herramientas para el Límite de Atterberg



Figura 63. Evidencia de la prueba de Proctor





Figura 64. Desarrollo de la prueba de Proctor





	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
		PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022" TRAMO : 00+000 AL 06+000

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000	LADO : DERECHA
CALICATA : C-01	COORDENADA ESTE :
MATERIAL : COLUVIAL	COORDENADA NORTE :
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara	B-31		
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	11587.0		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	9962.0		
Peso Tara (gr.)	1580		
Peso Agua (gr.)	1625.0		
Peso Suelo Seco (gr.)	8382.0		
Contenido de Humedad (gr.)	19.4		
Promedio (%)	19.4		

Observaciones:

La camara fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 GEOMIN HIDRO AZ LABORATORIO & INGENIERIA  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 706675



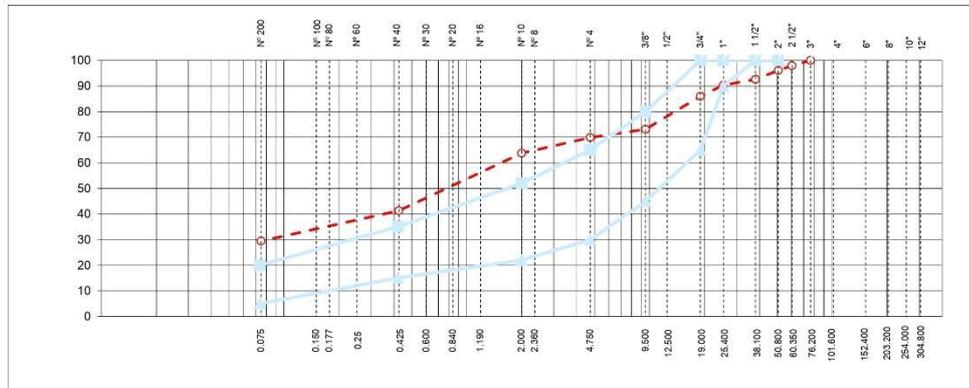
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000 CALCATA : C-01 MATERIAL : COLUVIAL PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m	LADO : DERECHA COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE : TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"
---	---

TAMIZ	AASHTO T 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
12"	304.800						
10"	254.000						
8"	203.200						Peso inicial seco : 8382.0 gr.
6"	152.400						Peso fracción : 862.0 gr.
4"	101.600						
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%) : 19.4
2 1/2"	60.350	170.8	2.0	2.0	98.0		
2"	50.800	154.8	1.8	3.9	96.1		Límite Líquido (LL): 16.0
1 1/2"	38.100	296.0	3.5	7.4	92.6		Límite Plástico (LP): 12.8
1"	25.400	189.0	2.3	9.7	90.3		Índice Plástico (IP): 3.3
3/4"	19.000	366.0	4.4	14.0	86.0		Clasificación (SUCS) : SM
1/2"	12.500				86.0		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	1081.0	12.9	26.9	73.1		Índice de Consistencia : -1.03
1/4"	6.350		3.2	30.1	69.9		
N° 4	4.750	266.0	3.2	30.1			Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS): Arena limosa con grava
N° 10	2.000	513.7	6.1	36.2	63.8		
N° 16	1.190						Materia Orgánica : 0.41
N° 20	0.840						Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	1881.8	22.5	58.7	41.3		OBSERVACIONES :
N° 60	0.250						Grava %>2" : 3.9
N° 80	0.177						Grava 2" - N° 4 : 26.2
N° 100	0.150						Arena N°4 - N° 200 : 40.5
N° 200	0.075	995.0	11.9	70.6	29.4		Finos < N° 200 : 29.4
< N° 200	FONDO	2467.9	29.4	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Asato Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 706675
---	---	--



	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110/111)		Realizado por: S. Q. F.
			Revisado por: L. A. A.
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"		Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO :	00+000 AL 06+000		Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 07+500	LADO :	DERECHA
CALICATA :	C-03/M-1	COORDENADA ESTE :	
MATERIAL :	COLUVIAL	COORDENADA NORTE :	
PROFUND. :	0.50 - 3.00		

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO		P-5	P-3	P-10
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	46.34	49.37	50.82
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	43.43	46.08	46.88
PESO DE AGUA	(g)	2.91	3.29	3.94
PESO DEL TARRO	(g)	24.20	26.37	24.89
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.23	19.71	21.99
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.13	16.69	17.92
NUMERO DE GOLPES		30	23	14

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
N° TARRO		T-14	15	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.45	32.56	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	33.05	31.01	
PESO DE AGUA	(g)	1.4	1.55	
PESO DEL TARRO	(g)	20.97	19.86	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.08	11.15	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	11.59	13.90	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	16
LIMITE PLASTICO	13
INDICE DE PLASTICIDAD	3

OBSERVACIONES
La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 266675



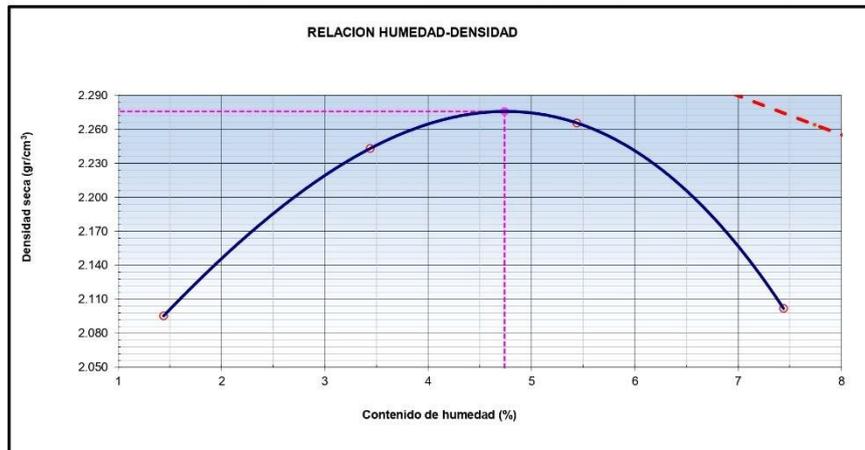
	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N° : 300-2022/DEVENCO
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha : 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01-000 CALICATA : C-01 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA NORTE :
---	--

Método "C"

Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11026	11438	11583	11307	
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4498	4910	5055	4779	
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.126	2.320	2.389	2.258	
Recipiente N°		R-5	R-1	R-20	R-17	
Peso del suelo húmedo + tara	gr	346.1	387.0	393.3	375.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	341.7	375.3	375.0	352.1	
Peso de la Tara	gr	37.8	36.2	37.7	36.8	
Peso de agua	gr	4.4	11.7	18.3	23.5	
Peso del suelo seco	gr	303.9	339.1	337.2	315.4	
Contenido de agua	%	1.44	3.44	5.44	7.44	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.095	2.243	2.266	2.102	
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.564		Densidad máxima (gr/cm ³)		2.276
				Humedad óptima (%)		4.74



Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azóate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 266675
---	---	--



	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO (MTC E 206, MTC E 205)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO :	00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	km 01+000	LADO :	DERECHA
CALICATA :	C-01	COORDENADA ESTE :	
MATERIAL :	COLUVIAL	COORDENADA NORTE :	
PROFUND. (m) :	0.00 - 1.50 m		

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 206-2000**

N° DE ENSAYOS		1	2	
Peso de muestra seca al horno	A gr.	3189.0		PROMEDIO
Peso de muestra saturada superf. Seca	B gr.	3347.0		
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida	C gr.	2103.0		
Peso específico sobre base seca A/(B-C)		2.564		2.564
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)		2.691		2.691
Peso específico aparente A/(A-C)		2.936		2.936
Absorción de agua ((B-A)*100)/A		4.95		4.95

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO
205-2000 MTC E**

N° DE ENSAYOS		1	2	
P. Picnómetro mas agua aforado	A gr.			PROMEDIO
P. de la muestra seca al horno	B gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca	C gr.			
P. Picnómetro mas agua mas muestra aforado	D gr.			
Peso específico sobre base seca B/(C-(D-A))				
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))				
Peso específico aparente B/(B-(D-A))				
Absorción de agua ((C-B)*100)/B				

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A Ing. Lenin Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 788675
------------------------------------	--	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC F. 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACION : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000 CALICATA : C-01 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	COORDENADAS ESTE : 0 COORDENADAS NORTE : 0	CLASEF. (SUCS) : SM CLASEF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA
---	---	--

	DENSIDAD MAXIMA		2.276		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.7	
Molde N°	1		2		3			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	55		26		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13406		13398		12822			
Peso de molde (g)	8372		8552		8279			
Peso del suelo húmedo (g)	5034		4846		4543			
Volumen del molde (cm ³)	2112		2140		2118			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.265		2.145			
Tara (N°)	1		3		3			
Peso suelo húmedo + tara (g)	569.0		564.6		678.8			
Peso suelo seco + tara (g)	546.4		542.0		651.2			
Peso de tara (g)	68.9		67.3		67.3			
Peso de agua (g)	22.6		22.6		27.6			
Peso de suelo seco (g)	477.5		474.8		583.9			
Contenido de humedad (%)	4.74		4.75		4.73			
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/11/2022	10:23	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
13/11/2022	10:23	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	ln	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		43.1	111.6			29.7	99.1			23.2	92.9		
1.270	0.050		124.0	187.8			85.5	151.6			66.7	133.9		
1.905	0.075		279.1	333.8			192.5	252.3			150.2	212.4		
2.540	0.100	70.5	435.0	480.5	444.3	31.0	300.0	353.4	330.5	23.1	234.1	291.4	275.0	19.2
3.810	0.150		588.7	625.1			406.0	453.1			316.8	369.2		
5.080	0.200	105.7	741.7	769.0	770.5	35.8	511.5	552.4	555.2	25.8	399.1	446.6	450.1	20.9
6.350	0.250		890.1	908.7			613.9	648.7			479.0	521.8		
7.620	0.300		982.2	995.3			677.4	708.5			528.5	568.4		
8.890	0.350		1171.5	1173.4			807.9	831.3			630.4	664.2		
10.160	0.400		1229.4	1227.9			847.9	868.9			661.5	693.6		

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

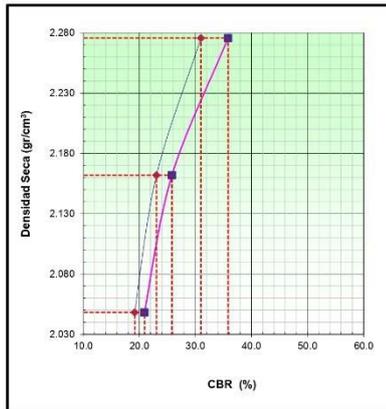
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Asuaje Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766675
---	---	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CINIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENG
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 07+500	CLASE (SUCS) : GP - GM
CALICATA : C-03/M-1	CLASE (AASHTO) : A-1-a (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : Der.
PROFUND. : 0.50 - 3.00	COORDENADA ESTE : 0
	NORTE : 0

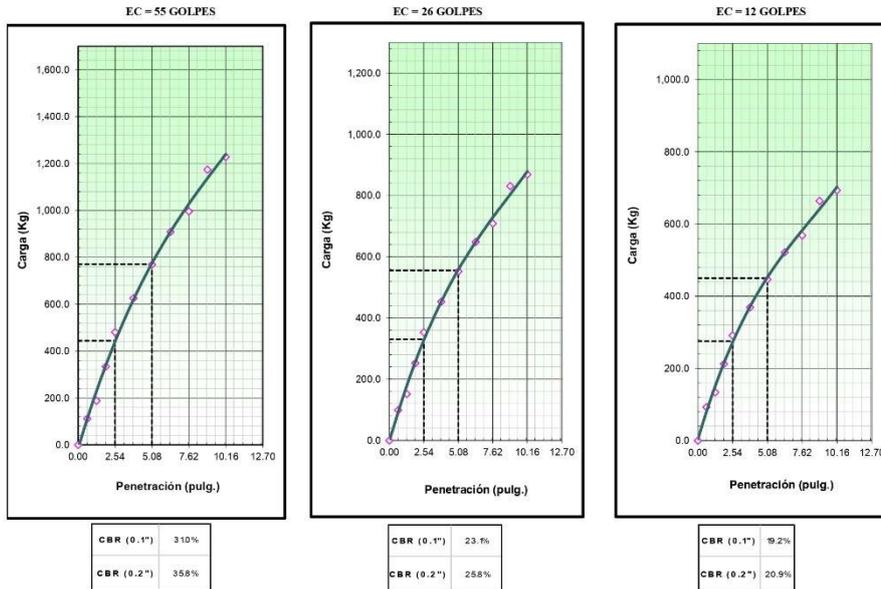


METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.276
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 4.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.162

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	31.0	0.2"	35.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	23.1	0.2"	25.8

RESULTADOS CBR a 0.1"	=	31.0	(%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	23.1	(%)

OBSERVACIONES:



TÉC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A 
---	---	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1683 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 10%	ESTE : NORTE :	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA
	DENSIDAD MAXIMA 2.276 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 4.74	
Molde N°	19	20
Capas N°	5	5
Golpes por capa N°	56	25
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12930	12326
Peso de molde (g)	7939	6969
Peso del suelo húmedo (g)	4991	5357
Volumen del molde (cm ³)	2094	2366
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384	2.264
Tara (N°)	6	7
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10	578.30
Peso suelo seco + tara (g)	619.67	559.01
Peso de tara (g)	125.32	151.22
Peso de agua (g)	23.43	19.29
Peso de suelo seco (g)	494.35	407.79
Contenido de humedad (%)	4.74	4.73
Densidad seca (g/cm ³)	2.276	2.162

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

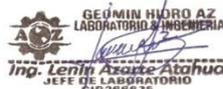
NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. In	CARGA kg/cm ²	MOLDE N° 19				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0			0.0	0.0	
0.635	0.025		50.0	50.0				36.7	36.7			30.1	30.1	
1.270	0.050		144.0	144.0				105.5	105.5			86.8	86.8	
1.905	0.075		324.3	324.3				237.6	237.6			195.3	195.3	
2.540	0.100	70.5	505.4	505.4	452.4	31.8		370.4	370.4	331.6	23.3	304.4	304.4	
3.810	0.150		683.9	683.9				501.2	501.2			411.9	411.9	
5.080	0.200	105.7	861.5	861.5	856.4	40.1		631.4	631.4	627.6	29.4	519.0	519.0	
6.350	0.250		1034.0	1034.0				757.8	757.8			622.8	622.8	
7.620	0.300		1141.0	1141.0				836.1	836.1			687.3	687.3	
10.160	0.400		1428.1	1428.1				1046.6	1046.6			860.2	860.2	

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

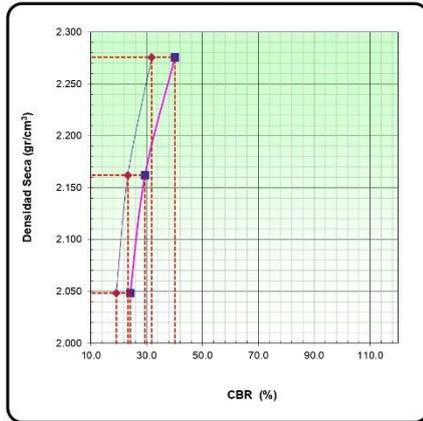
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A 
--	--	--



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
		PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Registro N°: 300-2022/DEVENCO	Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

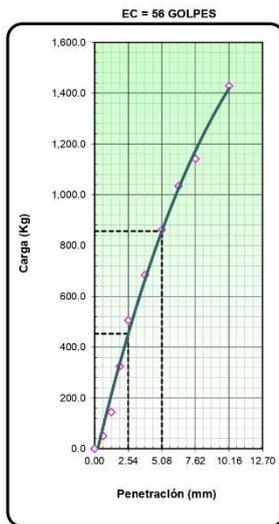
PROCEDENCIA : km 01+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 10%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASH) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA
--	---



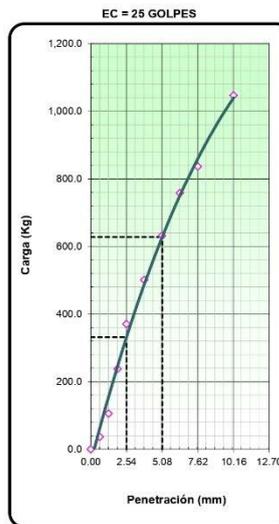
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	31.8	0.2"	40.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	23.3	0.2"	29.4

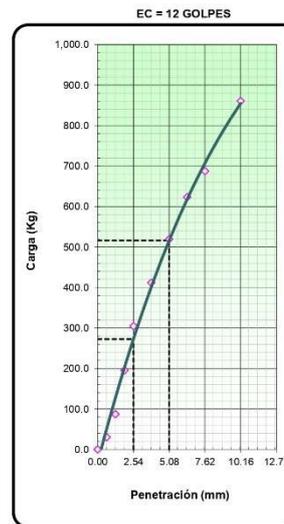
RESULTADOS CBR a 0.1": = 31.8 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 23.3 (%)



CBR (0.1")	31.8%
CBR (0.2")	40.1%



CBR (0.1")	23.3%
CBR (0.2")	29.4%



CBR (0.1")	19.2%
CBR (0.2")	24.2%

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenih Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 766675
--	--	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 14%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA
--	---

	ESTE :		NORTE :	
	DENSIDAD MAXIMA	2.276	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	4.7
Molde N°	22	23	24	24
Capas N°	5	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13699	11950	12446	12446
Peso de molde (g)	8279	7191	7790	7790
Peso del suelo húmedo (g)	5420	4759	4656	4656
Volumen del molde (cm ³)	2274	2102	2171	2171
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384	2.264	2.145	2.145
Tara (N°)	6	8	12	12
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00	556.00	618.00	618.00
Peso suelo seco + tara (g)	601.10	516.70	590.15	590.15
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	43.90	39.30	27.86	27.86
Peso de suelo seco (g)	601.10	516.70	590.15	590.15
Contenido de humedad (%)	4.74	4.73	4.72	4.72
Densidad seca (g/cm ³)	2.276	2.162	2.048	2.048

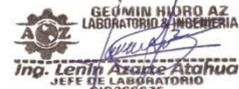
EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. In	CARGA kg/cm2	MOLDE N° 22				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0					0.0	0.0			0.0	0.0
0.635	0.025		55.8	55.8					42.5	42.5			35.9	35.9
1.270	0.050		160.7	160.7					122.2	122.2			103.5	103.5
1.905	0.075		361.9	361.9					275.2	275.2			232.9	232.9
2.540	0.100	70.5	564.0	564.0	504.9	35.5	429.0	429.0	384.0	27.0	363.0	363.0	325.0	22.8
3.810	0.150		763.2	763.2					580.5	580.5			491.2	491.2
5.080	0.200	105.7	961.4	961.4	955.7	44.8	731.3	731.3	726.9	34.1	618.9	618.9	615.2	28.8
6.350	0.250		1153.9	1153.9					877.7	877.7			742.7	742.7
7.620	0.300		1273.3	1273.3					968.4	968.4			819.6	819.6
10.160	0.400		1593.7	1593.7					1212.2	1212.2			1025.8	1025.8

Observaciones:

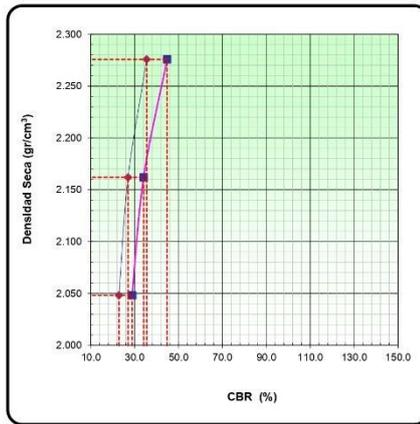
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766675
--	--	--



		RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
PROYECTO	"Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llacabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"		Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN	TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP. CU-1326 km.30+677		Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

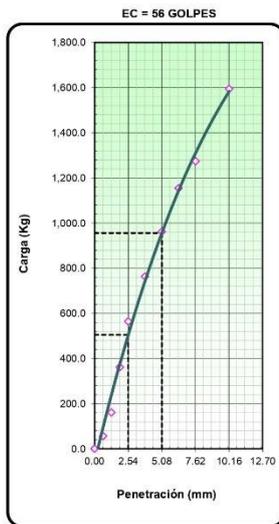
PROCEDENCIA	: km 01+000	CLASF. (SUCS)	: SM
ESTRUCTURA	: Base Con Estabilización.	CLASF. (AASHTO)	: A-2-4 (0)
MATERIAL	: COLUVIAL	LADO	: DERECHA
DISEÑO	: CENIZA DE EUALIPTO AL 14%		



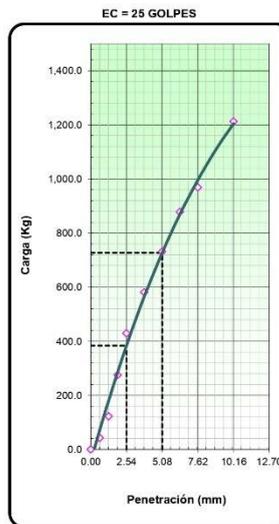
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.5	0.2"	44.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.0	0.2"	34.1

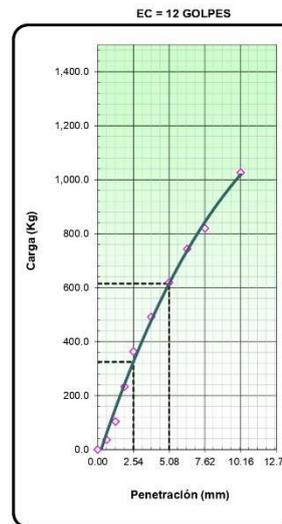
RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.0 (%)



CBR (0.1")	35.5%
CBR (0.2")	44.8%



CBR (0.1")	27.0%
CBR (0.2")	34.1%



CBR (0.1")	22.8%
CBR (0.2")	28.8%

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azaola Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 766675
---	---	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)		Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"		
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677			Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 18%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA
--	--

	DENSIDAD MAXIMA		2.276		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.7	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	25		26		27			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12301		13801		13105			
Peso de molde (g)	7248		8641		8225			
Peso del suelo húmedo (g)	5053		5160		4880			
Volumen del molde (cm ³)	2120		2279		2275			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.264		2.145			
Tara (N°)	8		12		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00		589.00			
Peso suelo seco + tara (g)	647.32		533.75		562.45			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	30.68		25.25		26.55			
Peso de suelo seco (g)	647.32		533.75		562.45			
Contenido de humedad (%)	4.74		4.73		4.72			
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 25				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025	57.0	57.0			43.6	43.6			37.1	37.1			
1.270	0.050	164.1	164.1			125.6	125.6			106.8	106.8			
1.905	0.075	369.4	369.4			282.8	282.8			240.4	240.4			
2.540	0.100	70.5	575.7	575.7	515.4	36.2	440.7	440.7	394.5	27.7	374.7	374.7	335.5	23.6
3.810	0.150		779.0	779.0			596.3	596.3			507.1	507.1		
5.080	0.200	105.7	981.4	981.4	975.6	45.7	751.2	751.2	746.8	35.0	638.8	638.8	635.0	29.8
6.350	0.250		1177.9	1177.9			901.6	901.6			766.7	766.7		
7.620	0.300		1299.7	1299.7			994.9	994.9			846.0	846.0		
10.160	0.400		1626.9	1626.9			1245.3	1245.3			1059.0	1059.0		

Observaciones:

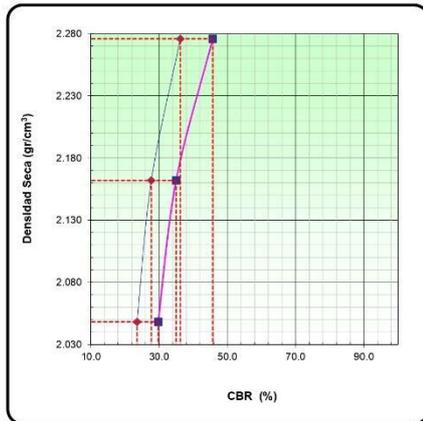
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 7266675
---	---	---



		RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
PROYECTO	"Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llacabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"		Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN	TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677		Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

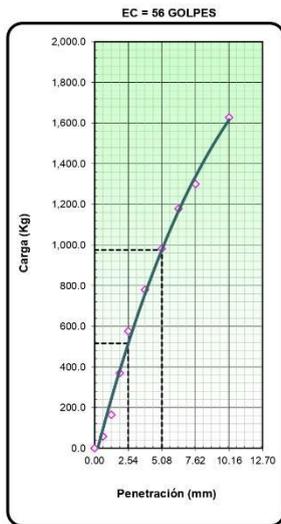
PROCEDENCIA	: km 01+000	CLASF. (SUCS)	: SM
ESTRUCTURA	: Base Con Estabilización.	CLASF. (AASH)	: A-2-4 (0)
MATERIAL	: COLUVIAL	LADO	: DERECHA
DISEÑO	: CENIZA DE EUCALIPTO AL 18%		



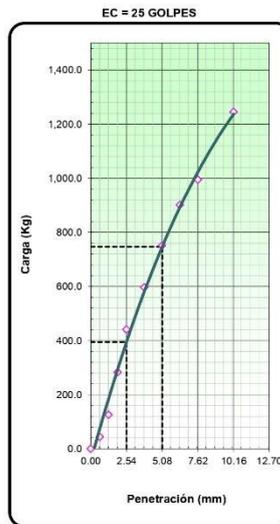
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	36.2	0.2"	45.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.7	0.2"	35.0

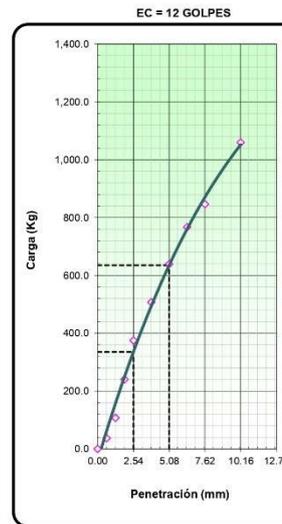
RESULTADOS CBR a 0.1": = 36.2 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.7 (%)



CBR (0.1")	36.2%
CBR (0.2")	45.7%



CBR (0.1")	27.7%
CBR (0.2")	35.0%



CBR (0.1")	23.6%
CBR (0.2")	29.8%

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azoque-Aldana JEFE DE LABORATORIO CIP: 766675
---	---	--



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huaró) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llaqtabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huaró - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huaró km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 22%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA
--	---

	DENSIDAD MAXIMA		2.276		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		4.7	
Molde N°	28		29		30			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12415		12252		12017			
Peso de molde (g)	7359		7469		7193			
Peso del suelo húmedo (g)	5056		4783		4824			
Volumen del molde (cm ³)	2121		2112		2249			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.384		2.265		2.145			
Tara (N°)	10		14		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00		567.00		505.00			
Peso suelo seco + tara (g)	509.83		541.29		482.24			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	24.17		25.71		22.76			
Peso de suelo seco (g)	509.83		541.29		482.24			
Contenido de humedad (%)	4.74		4.75		4.72			
Densidad seca (g/cm ³)	2.276		2.162		2.048			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

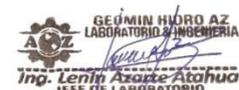
NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 28				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	In	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		55.2	55.2			41.9	41.9			35.3	35.3		
1.270	0.050		159.1	159.1			120.6	120.6			101.8	101.8		
1.905	0.075		358.1	358.1			271.5	271.5			229.2	229.2		
2.540	0.100	70.5	558.1	558.1	499.6	35.1	423.1	423.1	378.8	26.6	357.1	357.1	319.7	22.5
3.810	0.150		755.3	755.3			572.5	572.5			483.3	483.3		
5.080	0.200	105.7	951.4	951.4	945.8	44.3	721.3	721.3	717.0	33.6	608.9	608.9	605.3	28.4
6.350	0.250		1141.9	1141.9			865.7	865.7			730.8	730.8		
7.620	0.300		1260.0	1260.0			955.2	955.2			806.3	806.3		
10.160	0.400		1577.2	1577.2			1195.6	1195.6			1009.3	1009.3		

Observaciones:

.....

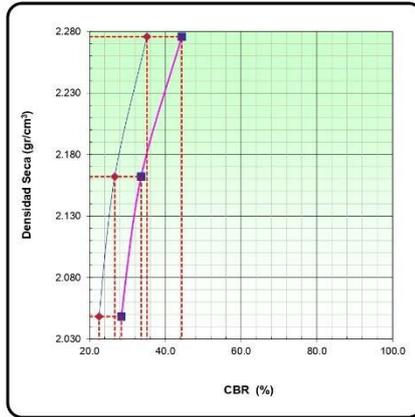
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A 
---	---	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huario) - Urpay - DV. Pallacaya (Chanca) - Sirumayo - Llaqtabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

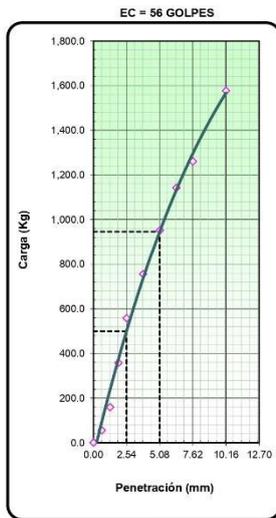
PROCEDENCIA : km 01+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 22%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : DERECHA
--	---



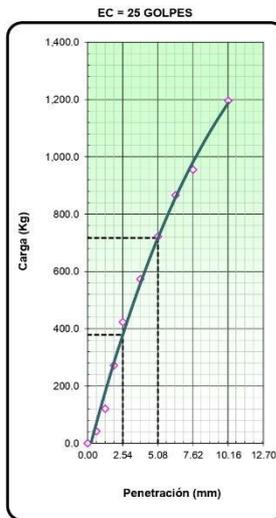
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.276
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.162
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.1	0.2"	44.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.6	0.2"	33.6

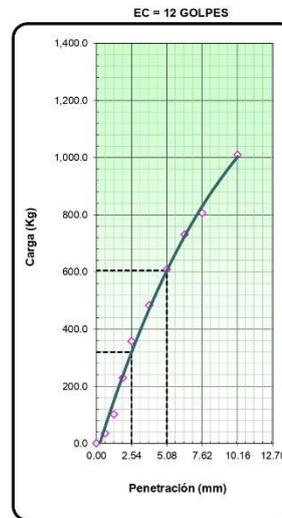
RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.1 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.6 (%)



CBR (0.1")	35.1%
CBR (0.2")	44.3%



CBR (0.1")	26.6%
CBR (0.2")	33.6%



CBR (0.1")	22.6%
CBR (0.2")	28.4%

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766575
--	--	--



		ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ANGELES (MTC E-207, AASHTO T.96)		Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"				Registro N°: 300-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 AL 06+000				Fecha: 11/11/2022	
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA : km 01+000		TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"			
UBICACIÓN : C-01		LADO : DERECHA			
MATERIAL : COLUVIAL		COORDENADA ESTE :			
PROFUND. (m) : 0.00 - 1.50 m		COORDENADA NORTE :			
		GRADUACIONES			
TAMIZ					D
	A	B	C		
1 1/2"					
1"	1251.0				
3/4"	1251.0				
1/2"	1250.0				
3/8"	1250.0				
1/4"					
N° 4					
PESO TOTAL	5002.0				
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	2819.0				
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12	2183.0				
PORCENTAJE OBTENIDO	43.6				

OBSERVACIONES :

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Azate-Atahua JEFE DE LABORATORIO CIF: 266675



	Certificado	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL) PERFIL ESTRATIGRAFICO ASTM D 2488	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°:	300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Nov-22	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000	TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"
CALICATA : C-01	LADO : DERECHA
MATERIAL : COLUVIAL	COORDENADA ESTE :
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	COORDENADA NORTE :

Perfil Estratigrafico									
Prof. (m)	Muestra		Simbologia	Características Físicas de la Muestra	Clasificación		Constantes Físicas		
	Estrato	Espesor (m)			SUCS	AASHTO	L.L.	L.P	IP
0.1	E - 01	1.50m.	SM	Arena limosa con grava	SM	A-2-4 (0)	16	13	3
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.1									
1.2									
1.3									
1.4									
1.5									

CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000						Imagen Fotografica del perfil.
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %	
SM	A-2-4 (0)	16	13	3	19.39	
PROCTOR		RESULTADOS CBR a		ABRASION	PE. G.	
D. max (gr/cm3)	H. ópt. (%)	0.1": (%)		(%)	(gr/cm3)	
2.28	4.74	30.99		43.64	2.69	
CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000	CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				
		10	14	18	22	
		100	31.81	35.50	36.23	35.13
	95	23.31	27.00	27.74	26.63	
Arena limosa con grava						

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A. Ing. Lenín Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 286675
-----------------------------	---------------------------------	--



	Certificado	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	DOSIFICACIÓN MÁXIMA DE ADITIVO (CENIZA)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022	Registro N°: 300-2022/DEVENCO	
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000		Nov-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 01+000 CALICATA : C-01 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	TAMAÑO MÁXIMO : 2 1/2" LADO : DERECHA COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
---	---

CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000						DESCRIPCION
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P. %	IP %	HN %	
SM	A-2-4 (0)	16	13	3	19.39	Arena limosa con grava. Grava %>2" :3.88, Grava 2" - N° 4 :26.22, Arena N°4 - N° 200 :40.45, Finos < N° 200 :29.44

CALICATA C-01. PROCEDENCIA km 01+000				
PROCTOR		RESULTADOS CBR	ABRASION (%)	FE. G. (gr/cm3)
H. ópt. (%)	D.max (gr/cm3)			
4.74	2.28	30.99	43.64	2.69

CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				DESCRIPCION
	10	14	18	22	
100	31.81	35.50	36.23	35.13	Arena limosa con grava. Se estabilizo con ceniza de Eucalipto, realizando 4 dosificaciones iniciando con el 10% y culminando con el 22% de ceniza. % Grava:30.1, % Arena:40.45, % Finos:29.44
95	23.31	27.00	27.74	26.63	



MÁXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	17.79 %
CBR	36.41 %

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-01 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000	LADO : IZQ
CALICATA : C-02	COORDENADA ESTE :
MATERIAL : COLUVIAL	COORDENADA NORTE :
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara	C-13		
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	13606.0		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	13435.0		
Peso Tara (gr.)	822		
Peso Agua (gr.)	171.0		
Peso Suelo Seco (gr.)	12613.0		
Contenido de Humedad (gr.)	1.4		
Promedio (%)	1.4		

Observaciones:

La camara fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 706675



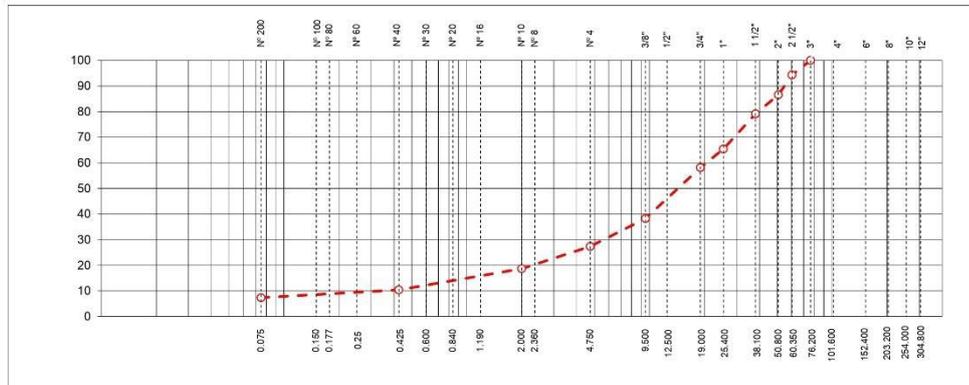
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00-000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 CALICATA : C-02 MATERIAL : COLUVIAL PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m	LADO : IZO COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE : TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"
--	---

TAMIZ	AASHTO T 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
12"	304.800						
10"	254.000						
8"	203.200						Peso inicial seco : 12613.0 gr.
6"	152.400						Peso fracción : 868.0 gr.
4"	101.600						
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%) : 1.4
2 1/2"	60.350	713.0	5.7	5.7	94.3		
2"	50.800	979.0	7.8	13.4	86.6		Límite Líquido (LL) : 28.0
1 1/2"	38.100	940.0	7.5	20.9	79.1		Límite Plástico (LP) : 25.5
1"	25.400	1734.0	13.7	34.6	65.4		Índice Plástico (IP) : 2.6
3/4"	19.000	913.0	7.2	41.9	58.1		Clasificación (SUCS) : GP - GM
1/2"	12.500				58.1		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
3/8"	9.500	2509.0	19.9	61.7	38.3		Índice de Consistencia : 10.39
1/4"	6.350		10.9	72.7	27.3		
N° 4	4.750	1376.0	10.9	72.7			Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS) : Grava pobremente gradada con limo y arena
N° 10	2.000	1096.7	8.7	81.4	18.6		
N° 16	1.190						Materia Orgánica : 0.41
N° 20	0.840						Turba : --
N° 30	0.600						CU : 59.355 CC : 0.964
N° 40	0.425	1045.0	8.3	89.6	10.4		OBSERVACIONES :
N° 60	0.250						Grava %>2" : 13.4
N° 80	0.177						Grava 2" - N° 4 : 59.2
N° 100	0.150						Arena N°4 - N° 200 : 20.0
N° 200	0.075	381.5	3.0	92.7	7.3		Finos < N° 200 : 7.3
< N° 200	FONDO	925.8	7.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Asato Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 786675
---	---	---



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110/111)	
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
TRAMO :	00+000 al 06+000	Fecha: 11/1/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 07+500	LADO :	Der.
CALICATA :	C-03/M-1	COORDENADA ESTE :	0
MATERIAL :	COLUVIAL	COORDENADA NORTE :	0
PROFUND. :	0.50 - 3.00		

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO		T-13	T-04	T-06
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.23	45.20	41.94
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.09	39.49	36.80
PESO DE AGUA	(g)	3.14	5.71	5.14
PESO DEL TARRO	(g)	18.52	19.41	19.34
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.57	20.08	17.46
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.14	28.44	29.44
NUMERO DE GOLPES		30	24	17

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
N° TARRO		T-20	T-11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.25	33.22	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	28.86	30.58	
PESO DE AGUA	(g)	2.39	2.64	
PESO DEL TARRO	(g)	19.38	20.3	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.48	10.28	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	25.21	25.68	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28
LIMITE PLASTICO	25
INDICE DE PLASTICIDAD	3

OBSERVACIONES
La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 266675
---	---	---



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N° : 101-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 al 06+000	Fecha : 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 CALICATA : C-02 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ NORTE :
---	---

Método "C"

Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11062	11321	11426	11324	
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4534	4793	4898	4796	
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.143	2.265	2.315	2.266	
Recipiente N°		R-3	R-2	B-09	R-04	
Peso del suelo húmedo + tara	gr	346.1	355.4	341.2	325.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	334.9	337.9	319.3	299.9	
Peso de la Tara	gr	36.8	34.7	37.7	36.8	
Peso de agua	gr	11.2	17.5	21.9	25.7	
Peso del suelo seco	gr	298.1	303.1	281.6	263.2	
Contenido de agua	%	3.77	5.77	7.77	9.77	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.065	2.141	2.148	2.065	
	Gravedad Específica (gr/cm ³)	2.383			Densidad máxima (gr/cm ³)	2.155
					Humedad óptima (%)	6.95



Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 266675
--	--	---



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO (MTC E 206, MTC E 205)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 CALICATA : C-02 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. (m) : 0.00 - 1.50 m	LADO : IZQ COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
---	--

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 206-2000**

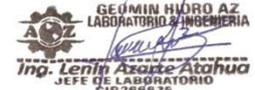
N° DE ENSAYOS	1	2		
Peso de muestra seca al horno A gr.	3911.0		PROMEDIO	
Peso de muestra saturada superf. Seca B gr.	4029.0			
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida C gr.	2388.0			
Peso específico sobre base seca A/(B-C)	2.385			2.383
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)	2.455			2.455
Peso específico aparente A/(A-C)	2.568			2.568
Absorción de agua ((B-A)*100)/A	3.02			3.02

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO
205-2000 MTC E**

N° DE ENSAYOS	1	2	
P. Picnómetro mas agua aforado A gr.			PROMEDIO
P. de la muestra seca al horno B gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca C gr.			
P. Picnómetro mas agua mas muestra aforado D gr.			
Peso específico sobre base seca B/(C-(D-A))			
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))			
Peso específico aparente B/(B-(D-A))			
Absorción de agua ((C-B)*100)/B			

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 786675
---	---	--



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
UBICACION : 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 CALICATA : C-02 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	CLASEF. (SUCS) : GP - GM CLASEF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ NORTE :
COORDENADAS ESTE :	
	DENSIDAD MAXIMA 2.155 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 6.9
Molde N°	4 5 6
Capas N°	5 5 5
Golpes por capa N°	55 26 12
Condición de la muestra	NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12688 12710 12898
Peso de molde (g)	7779 8053 8489
Peso del suelo húmedo (g)	4909 4657 4409
Volumen del molde (cm ³)	2130 2127 2126
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305 2.189 2.074
Tara (N°)	4 5 6
Peso suelo húmedo + tara (g)	487.5 424.2 421.5
Peso suelo seco + tara (g)	460.3 401.2 398.5
Peso de tara (g)	68.5 69.6 66.8
Peso de agua (g)	27.2 23.1 23.0
Peso de suelo seco (g)	391.8 331.6 331.7
Contenido de humedad (%)	6.95 6.96 6.94
Densidad seca (g/cm ³)	2.155 2.047 1.939

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/11/2022	10:23	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
13/11/2022	10:23	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025	47.3	115.6			35.6	104.6			24.3	94.0			
1.270	0.050	136.1	199.2			102.5	167.6			70.1	137.0			
1.905	0.075	306.5	359.5			230.8	288.3			157.7	219.5			
2.540	0.100	70.5	477.7	520.6	480.2	33.5	359.7	409.5	380.8	26.6	245.8	302.4	284.9	19.9
3.810	0.150		646.5	679.4			486.7	529.1			332.6	384.1		
5.080	0.200	105.7	814.4	837.4	838.5	39.0	613.2	648.0	650.3	30.2	419.1	465.4	468.7	21.8
6.350	0.250		977.5	990.8			735.9	763.5			502.9	544.3		
7.620	0.300		1078.5	1085.9			812.0	835.2			555.0	593.3		
8.890	0.350		1286.4	1281.5			968.5	982.4			661.9	693.9		
10.160	0.400		1350.0	1341.4			1016.4	1027.5			694.6	724.7		

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

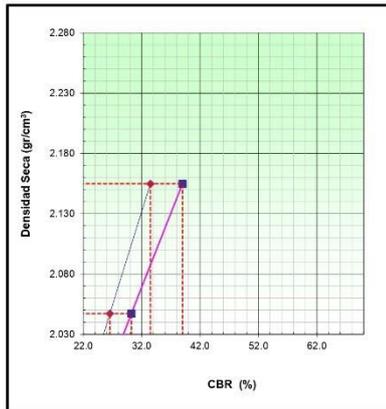
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Asuaje Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766675
---	---	---



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CINIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENG	
TRAMO : 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 07+500	CLASE (SUCS) : GP - GM
CALICATA : C-03/M-1	CLASE (AASHTO) : A-1-a (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : Der.
PROFUND. : 0.50 - 3.00	COORDENADA ESTE : NORTE

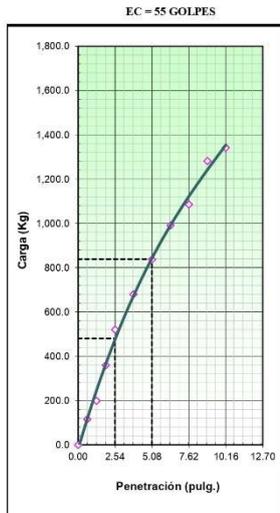


METODO DE COMPACTACION : ASIM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.155
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.047

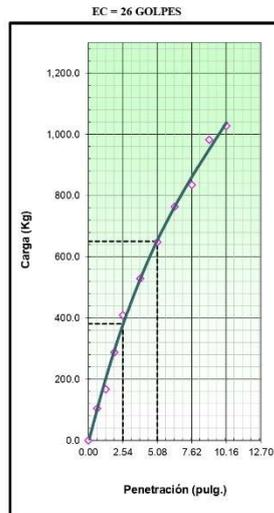
CBR. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	33.5	0.2"	39.0
CBR. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.6	0.2"	30.2

RESULTADOS CBR a 0.1" : = 33.5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : = 26.6 (%)

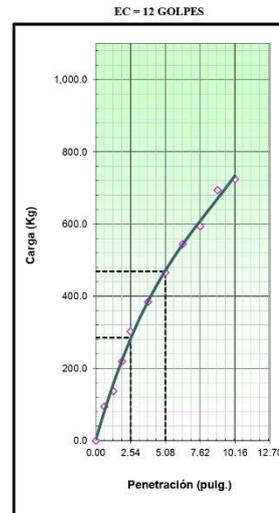
OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	33.5%
CBR (0.2")	39.0%



CBR (0.1")	26.6%
CBR (0.2")	30.2%



CBR (0.1")	19.9%
CBR (0.2")	21.8%

TÉC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO EIP 286675



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1683 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022" UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Registro N°: 101-2022/DEVENCO Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000	CLASF. (SUCS) : GP - GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : IZQ
DISEÑO : CENIZA AL 10 %	ESTE : 0 NORTE : 0
	DENSIDAD MÁXIMA 2.155 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 8.95
Molde N°	14 11 12
Capas N°	5 5 5
Golpes por capa N°	56 25 12
Condición de la muestra	NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12742 13184 12777
Peso de molde (g)	7875 8261 8053
Peso del suelo húmedo (g)	4867 4923 4724
Volumen del molde (cm ³)	2112 2249 2278
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305 2.189 2.074
Tara (N°)	6 7 9
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10 578.30 612.60
Peso suelo seco + tara (g)	609.48 550.60 581.51
Peso de tara (g)	125.32 151.22 132.54
Peso de agua (g)	33.63 27.70 31.09
Peso de suelo seco (g)	484.16 399.38 448.97
Contenido de humedad (%)	6.95 6.94 6.93
Densidad seca (g/cm ³)	2.155 2.047 1.939

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

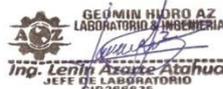
NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. In	CARGA kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6					
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0.000	0.000		0.0	0.0					0.0	0.0						
0.635	0.025		54.2	54.2					42.6	42.6				31.3	31.3	
1.270	0.050		166.2	166.2					122.5	122.5				90.1	90.1	
1.905	0.075		351.6	351.6					275.9	275.9				202.8	202.8	
2.540	0.100	70.5	548.0	548.0	490.6	34.5	430.0	430.0	384.9	27.1	316.1	316.1	283.0	19.9		
3.810	0.150		741.6	741.6					581.9	581.9				427.8	427.8	
5.080	0.200	105.7	934.3	934.3	928.8	43.5	733.0	733.0	728.7	34.2	538.9	538.9	535.7	25.1		
6.350	0.250		1121.3	1121.3					879.8	879.8				646.8	646.8	
7.620	0.300		1237.3	1237.3					970.8	970.8				713.7	713.7	
10.160	0.400		1548.7	1548.7					1215.1	1215.1				893.4	893.4	

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

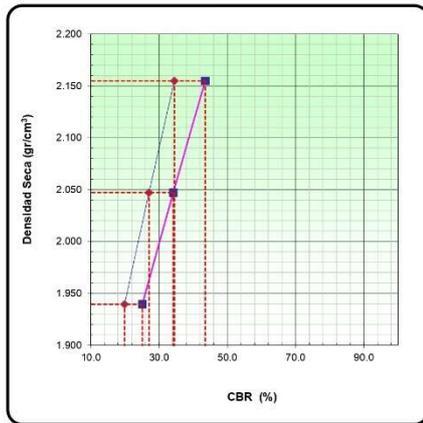
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
		PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

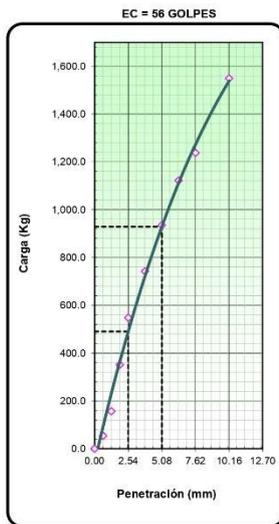
PROCEDENCIA : km 02+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 10 %	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASH) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	--



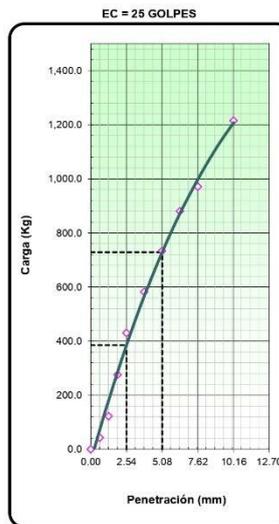
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.155
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.047
 DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	34.5	0.2"	43.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.1	0.2"	34.2

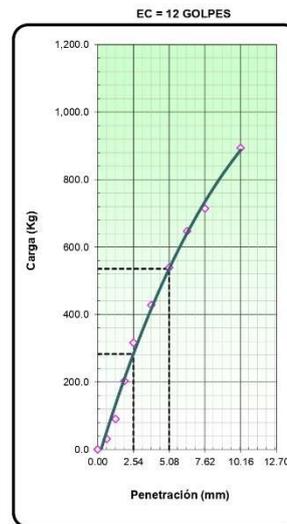
RESULTADOS CBR a 0.1": = 34.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.1 (%)



CBR (0.1")	34.5%
CBR (0.2")	43.5%



CBR (0.1")	27.7%
CBR (0.2")	34.2%



CBR (0.1")	19.9%
CBR (0.2")	25.1%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenih Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 766675
-------------------------	--	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 14 %	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ ESTE : 0 NORTE : 0
DENSIDAD MAXIMA 2.155 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 6.9	
Molde N°	10 1 2
Capas N°	5 5 5
Golpes por capa N°	56 25 12
Condición de la muestra	NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12796 12476 11628
Peso de molde (g)	7904 7901 7228
Peso del suelo húmedo (g)	4892 4575 4400
Volumen del molde (cm ³)	2123 2090 2122
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305 2.189 2.074
Tara (N°)	6 8 12
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00 556.00 618.00
Peso suelo seco + tara (g)	603.11 519.94 577.98
Peso de tara (g)	0.00 0.00 0.00
Peso de agua (g)	41.89 36.06 40.03
Peso de suelo seco (g)	603.11 519.94 577.98
Contenido de humedad (%)	6.95 6.94 6.93
Densidad seca (g/cm ³)	2.155 2.047 1.939

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 10				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	In	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		57.7	57.7			46.0	46.0			34.8	34.8		
1.270	0.050		166.2	166.2			132.6	132.6			100.1	100.1		
1.905	0.075		374.2	374.2			298.5	298.5			225.4	225.4		
2.540	0.100	70.5	583.2	583.2	522.1	36.7	465.1	465.1	416.4	29.3	351.3	351.3	314.5	22.1
3.810	0.150		789.2	789.2			629.5	629.5			475.4	475.4		
5.080	0.200	105.7	994.2	994.2	988.3	46.3	793.0	793.0	788.3	36.9	598.9	598.9	595.3	27.9
6.350	0.250		1193.3	1193.3			951.7	951.7			718.8	718.8		
7.620	0.300		1316.7	1316.7			1050.2	1050.2			793.1	793.1		
10.160	0.400		1648.1	1648.1			1314.5	1314.5			992.7	992.7		

Observaciones:

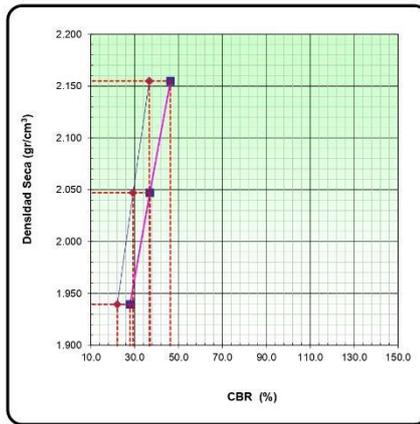
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:706675
-------------------------	--	--



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huaro) - Urpay - DV. Pallapaya (Chanca) - Sirumayo - Llacabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huaro - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huaro km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

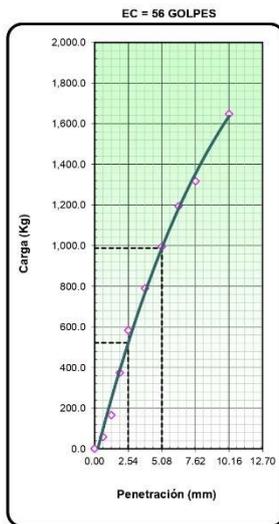
PROCEDENCIA : km 02+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 14 %	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	---



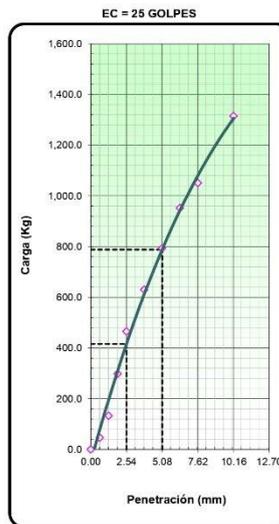
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.155
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.047
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	36.7	0.2"	46.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	29.3	0.2"	36.9

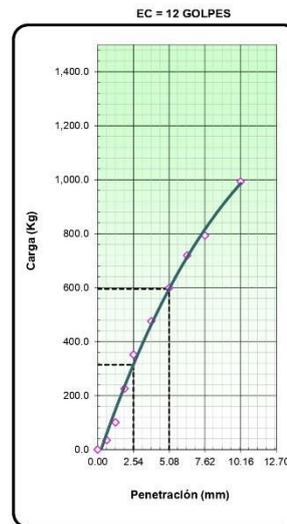
RESULTADOS CBR a 0.1": = 36.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.3 (%)



C.B.R. (0.1")	36.7%
C.B.R. (0.2")	46.3%



C.B.R. (0.1")	29.3%
C.B.R. (0.2")	36.9%



C.B.R. (0.1")	22.1%
C.B.R. (0.2")	27.9%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 18 %	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	--

	DENSIDAD MAXIMA		2.155		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	3		4		5		5	
Capas N°	5		5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12376		12893		11575			
Peso de molde (g)	7520		8176		7177			
Peso del suelo húmedo (g)	4856		4717		4398			
Volumen del molde (cm ³)	2107		2155		2121			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	8		12		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00		589.00			
Peso suelo seco + tara (g)	633.97		522.75		550.85			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	44.03		36.25		38.15			
Peso de suelo seco (g)	633.97		522.75		550.85			
Contenido de humedad (%)	6.95		6.94		6.93			
Densidad seca (g/cm ³)	2.155		2.047		1.939			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025	60.0	60.0			48.4	48.4			37.1	37.1			
1.270	0.050	172.9	172.9			139.2	139.2			106.8	106.8			
1.905	0.075	389.2	389.2			313.5	313.5			240.4	240.4			
2.540	0.100	70.5	606.6	606.6	543.1	38.2	488.6	488.6	437.4	30.8	374.7	374.7	335.5	23.6
3.810	0.150		820.9	820.9			661.2	661.2			507.1	507.1		
5.080	0.200	105.7	1034.2	1034.2	1028.1	48.2	832.9	832.9	828.0	38.8	638.8	638.8	635.0	29.8
6.350	0.250		1241.2	1241.2			999.7	999.7			766.7	766.7		
7.620	0.300		1369.6	1369.6			1103.1	1103.1			846.0	846.0		
10.160	0.400		1714.3	1714.3			1380.7	1380.7			1059.0	1059.0		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

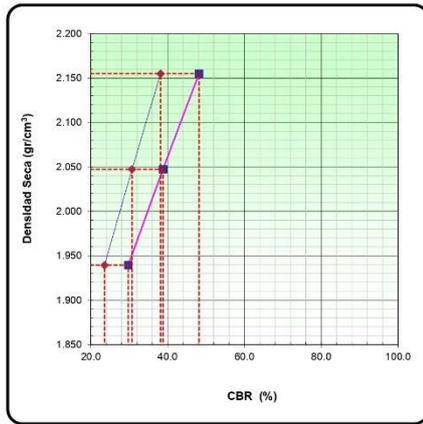
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 786675
-------------------------	--	--



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

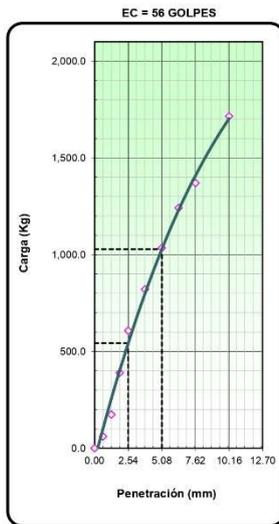
PROCEDENCIA : km 02+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 18 %	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASH) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	---



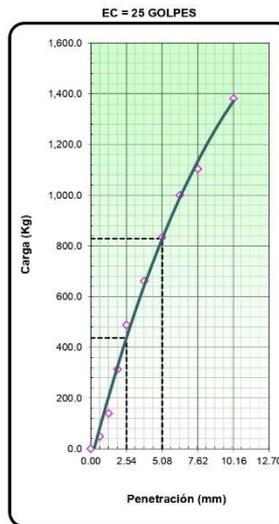
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.155
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.047
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	38.2	0.2"	48.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	30.8	0.2"	38.8

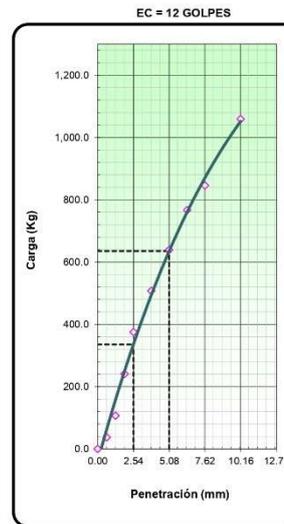
RESULTADOS CBR a 0.1": = 38.2 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 30.8 (%)



CBR (0.1")	38.2%
CBR (0.2")	48.2%



CBR (0.1")	30.8%
CBR (0.2")	38.8%



CBR (0.1")	23.6%
CBR (0.2")	29.8%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A 
--------------------------------	---	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llaqtabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 22 %	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	--

	DENSIDAD MAXIMA		2.155		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.9	
Molde N°	6		7		8			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13211		12030		12324			
Peso de molde (g)	8323		7369		7938			
Peso del suelo húmedo (g)	4888		4661		4386			
Volumen del molde (cm ³)	2121		2129		2115			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	10		14		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00		567.00		505.00			
Peso suelo seco + tara (g)	499.32		530.13		472.29			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	34.68		36.87		32.71			
Peso de suelo seco (g)	499.32		530.13		472.29			
Contenido de humedad (%)	6.95		6.96		6.93			
Densidad seca (g/cm ³)	2.155		2.047		1.939			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	In	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		58.3	58.3			46.6	46.6			35.3	35.3		
1.270	0.050		167.9	167.9			134.2	134.2			101.8	101.8		
1.905	0.075		378.0	378.0			302.2	302.2			229.2	229.2		
2.540	0.100	70.5	589.1	589.1	527.4	37.1	471.0	471.0	421.7	29.6	357.1	357.1	319.7	22.5
3.810	0.150		797.1	797.1			637.4	637.4			483.3	483.3		
5.080	0.200	105.7	1004.2	1004.2	998.3	46.8	803.0	803.0	798.2	37.4	608.9	608.9	605.3	28.4
6.350	0.250		1205.3	1205.3			963.7	963.7			730.8	730.8		
7.620	0.300		1329.9	1329.9			1063.4	1063.4			806.3	806.3		
10.160	0.400		1664.7	1664.7			1331.0	1331.0			1009.3	1009.3		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

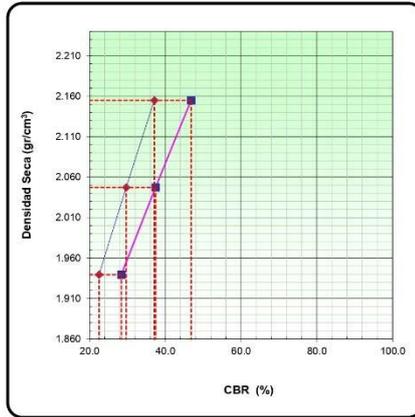
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llaqtabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco" UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Registro N°: 101-2022/DEVENCO Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

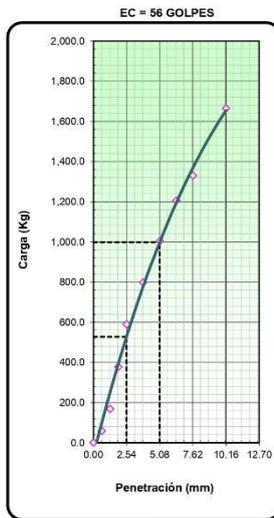
PROCEDENCIA : km 02+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 22 %	CLASF. (SUCS) : GP - GM CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	--



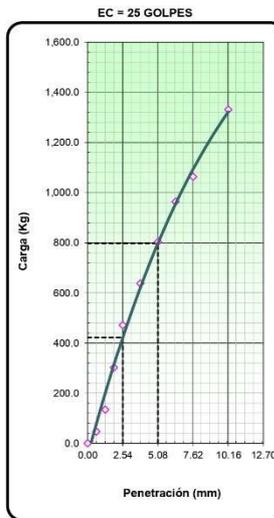
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.155
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.047
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	37.1	0.2"	46.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	29.6	0.2"	37.4

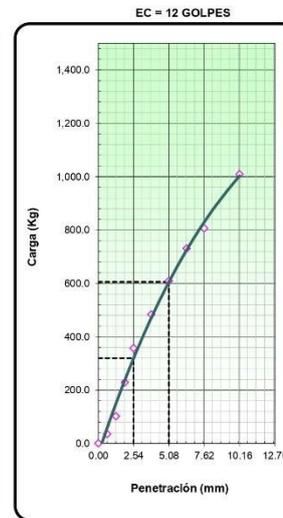
RESULTADOS CBR a 0.1": = 37.1 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.6 (%)



CBR (0.1")	37.1%
CBR (0.2")	46.8%



CBR (0.1")	29.6%
CBR (0.2")	37.4%



CBR (0.1")	22.8%
CBR (0.2")	28.4%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766575
-------------------------	--	---



CERTIFICADO DE ENSAYO		Realizado por: S. Q. F.			
ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ANGELES (MTC E-207, AASHTO T.96)		Revisado por: L. A. A.			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO. TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022	Registro N°: 101-2022/DEVENCO			
TRAMO	: 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022			
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA	: km 02+000	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"			
UBICACIÓN	: C-02	LADO : IZQ			
MATERIAL	: COLUVIAL	COORDENADA ESTE :			
PROFUND. (m)	: 0.00 - 1.50 m	COORDENADA NORTE :			
TAMIZ		GRADUACIONES			
		A	B	C	D
1 1/2"					
1"		1250.0			
3/4"		1251.0			
1/2"		1250.0			
3/8"		1250.0			
1/4"					
N° 4					
PESO TOTAL		5001.0			
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12		2987.0			
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12		2014.0			
PORCENTAJE OBTENIDO		40.3			

OBSERVACIONES :

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F.
	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL) - PERFIL ESTRATIGRAFICO ASTM D 2488	Revisado por: L. A. A.
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"		Registro N°: 101-2022/DEVENCO
TRAMO : 00+000 al 06+000		Fecha: 11/11/2022

L. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000	TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"
CALICATA : C-02	LADO : 1ZQ
MATERIAL : COLUVIAL	COORDENADA ESTE :
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	COORDENADA NORTE :

Perfil Estratigrafico									
Prof. (m)	Muestra		Simbologia	Caracteristicas Fisicas de la Muestra	Clasificacion		Constantes Fisicas		
	Estrato	Espesor (m)			SUCS	AASHTO	L.L.	L.P	IP
0.1	E - 01	1.50m.		Grava pobremente gradada con limo y arena	GP - GM	A-1-a (0)	28	25	3
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.1									
1.2									
1.3									
1.4									
1.5									

CALICATA C-02. PROCEDENCIA km 02+000						Imagen Fotografica del perfil.
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %	
GP - GM	A-1-a (0)	28	25	3	1.36	
PROCTOR		RESULTADOS CBR a		ABRASION	PE. G.	
D. max (gr/cm3)	H. ópt. (%)	0.1": (%)		(%)	(gr/cm3)	
2.15	6.95	33.50		40.27	2.46	
CALICATA C-02. PROCEDENCIA km 02+000	CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				
		10	14	18	22	
		100	34.49	36.71	38.18	37.08
	95	27.06	29.28	30.75	29.65	
<i>Grava pobremente gradada con limo y arena</i>						

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A. Ing. Lenin Abante Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 7888 7 ^a
-----------------------------	-----------------	---



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	DOSIFICACIÓN MÁXIMA DE ADITIVO (CENIZA)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Nov-22	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 02+000 CALICATA : C-02 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	TAMAÑO MÁXIMO : 2 1/2" LADO : IZQ COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
---	---

CALICATA C-02. PROCEDENCIA km 02+000						DESCRIPCIÓN
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P. %	IP %	HN %	
GP - GM	A-1-a (0)	28	25	3	1.36	Arena limosa con grava. Grava %>2" : 13.41, Grava 2" - N° 4 : 59.24, Arena N°4 - N° 200 : 20, Finos < N° 200 : 7.34

CALICATA C-02. PROCEDENCIA km 02+000				
PROCTOR		RESULTADOS CBR	ABRASION (%)	FE. G. (gr/cm3)
H. ópt. (%)	D.max (gr/cm3)			
6.95	2.15	33.50	40.27	2.46

CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				DESCRIPCIÓN
	10	14	18	22	
CENIZA					Grava pobremente gradada con limo y arena. Se estabilizo con ceniza de Eucalipto, realizando 4 dosificaciones iniciando con el 10% y culminando con el 22% de ceniza. % Grava: 72.65, % Arena: 20, % Finos: 7.34
100	34.49	36.71	38.18	37.08	
95	27.06	29.28	30.75	29.65	



MÁXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	18.21 %
CBR	37.90 %

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-02 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO PUC-2015-15



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 :(6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000	LADO : IZQ
CALICATA : C-03	COORDENADA ESTE :
MATERIAL : COLUVIAL	COORDENADA NORTE :
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara	C-13		
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	11757.0		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	11127.0		
Peso Tara (gr.)	561		
Peso Agua (gr.)	630.0		
Peso Suelo Seco (gr.)	10566.0		
Contenido de Humedad (gr.)	6.0		
Promedio (%)	6.0		

Observaciones:

La camara fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 706675
---	---	--



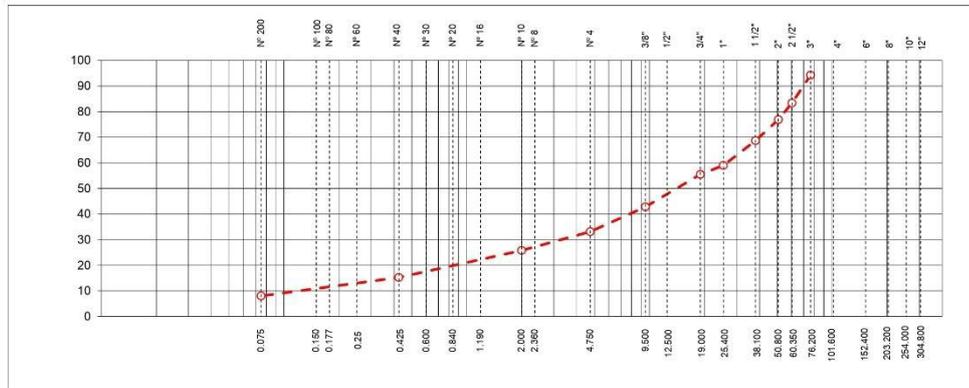
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)	
PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
TRAMO	: 00-000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA	: km 03+000	LADO	: IZO
CALICATA	: C-03	COORDENADA ESTE	:
MATERIAL	: COLUVIAL	COORDENADA NORTE	:
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m	TAMAÑO MÁXIMO	: 2 1/2"

TAMIZ	AASHTO T 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
12"	304.800						
10"	254.000						
8"	203.200						Peso inicial seco : 10566.0 gr.
6"	152.400						Peso fracción : 868.0 gr.
4"	101.600				100.0		
3"	76.200	608.0	5.8	5.8	94.2		Contenido de Humedad (%) : 6.0
2 1/2"	60.350	1148.0	10.9	16.6	83.4		
2"	50.800	690.0	6.5	23.1	76.9		Límite Líquido (LL) : 19.1
1 1/2"	38.100	861.0	8.1	31.3	68.7		Límite Plástico (LP) : 13.6
1"	25.400	1029.0	9.7	41.0	59.0		Índice Plástico (IP) : 5.5
3/4"	19.000	368.0	3.5	44.5	55.5		Clasificación (SUCS) : GW - GC
1/2"	12.500				55.5		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
3/8"	9.500	1340.0	12.7	57.2	42.8		Índice de Consistencia : 2.38
1/4"	6.350		9.7	66.9	33.1		
N° 4	4.750	1026.0	9.7	66.9			Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS) : Grava bien graduada con arcilla y arena
N° 10	2.000	773.5	7.3	74.2	25.8		Materia Orgánica : 0.41
N° 16	1.190						Turba : --
N° 20	0.840						CU : 218.430 CC : 2.524
N° 30	0.600						OBSERVACIONES :
N° 40	0.425	1116.1	10.6	84.8	15.2		Grava %>2" : 23.1
N° 60	0.250						Grava 2" - N° 4 : 43.8
N° 80	0.177						Arena N°4 - N° 200 : 25.1
N° 100	0.150						Finos < N° 200 : 8.0
N° 200	0.075	761.2	7.2	92.0	8.0		
< N° 200	FONDO	845.2	8.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A



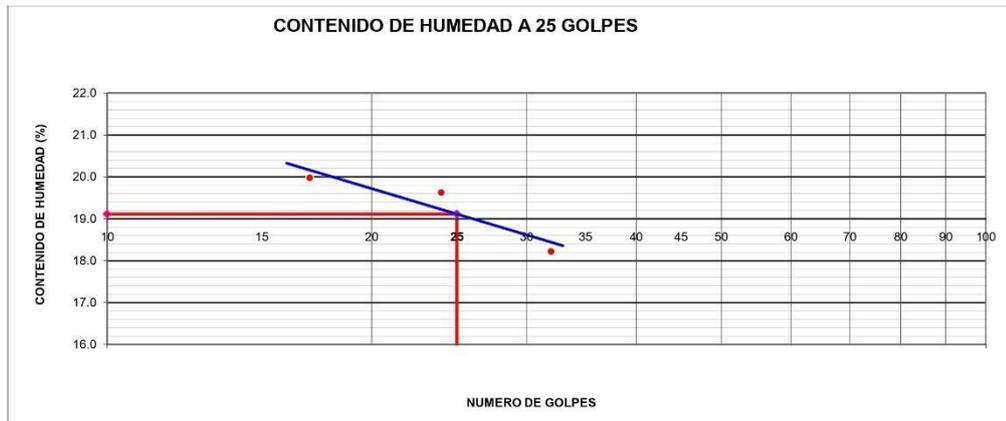
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110/111)	
PROYECTO :	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
TRAMO :	00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 07+500	LADO :	Der.
CALICATA :	C-03/M-1	COORDENADA ESTE :	0
MATERIAL :	COLUVIAL	COORDENADA NORTE :	0
PROFUND. :	0.50 - 3.00		

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO		T-24	T-04	T-06
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	42.76	44.24	43.49
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	39.05	40.24	39.76
PESO DE AGUA	(g)	3.71	4.00	3.73
PESO DEL TARRO	(g)	20.48	19.86	19.29
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.57	20.38	20.47
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.98	19.63	18.22
NUMERO DE GOLPES		17	24	32

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
N° TARRO		T-18	T-17	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.27	30.56	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.68	29.24	
PESO DE AGUA	(g)	1.59	1.32	
PESO DEL TARRO	(g)	19.17	19.36	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.51	9.88	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	13.81	13.36	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	14
INDICE DE PLASTICIDAD	6

OBSERVACIONES
La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Asate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 266675
---	---	---



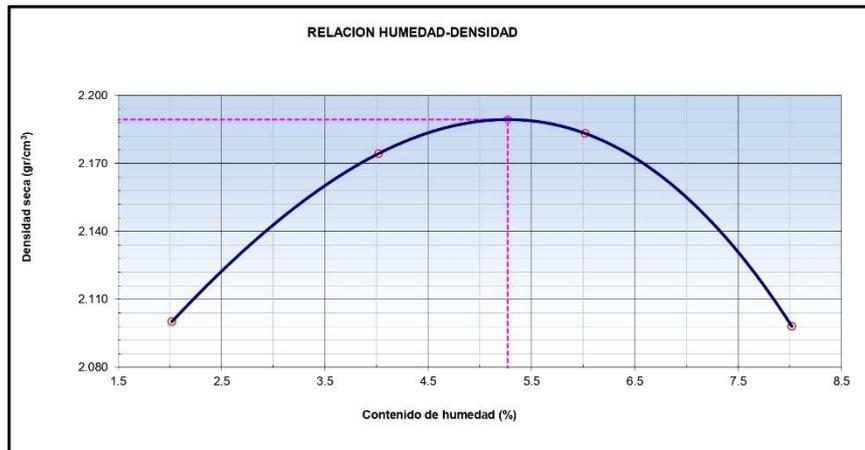
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)	
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N° : 101-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 al 06+000	Fecha : 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03-000 CALICATA : C-03 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	CLASF. (SUCS) : GW - GC CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ NORTE :
---	---

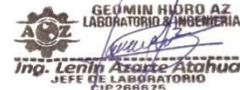
Método "C"

Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11062	11314	11426	11324	
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4534	4786	4898	4796	
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.143	2.262	2.315	2.266	
Recipiente N°		R-6	R-7	B-12	R-11	
Peso del suelo húmedo + tara	gr	368.6	398.2	388.2	374.8	
Peso del suelo seco + tara	gr	362.0	384.2	368.3	349.7	
Peso de la Tara	gr	36.8	34.7	37.7	36.8	
Peso de agua	gr	6.6	14.0	19.9	25.1	
Peso del suelo seco	gr	325.2	349.5	330.6	313.0	
Contenido de agua	%	2.02	4.02	6.02	8.02	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.100	2.174	2.183	2.098	
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.158		Densidad máxima (gr/cm ³)		2.189
				Humedad óptima (%)		5.27



Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A. 
---	---	--



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO (MTC E 206, MTC E 205)	
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000 CALICATA : C-03 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. (m) : 0.00 - 1.50 m	LADO : IZQ COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
---	--

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 206-2000**

N° DE ENSAYOS	1	2	
Peso de muestra seca al horno A gr.	3201.0		PROMEDIO
Peso de muestra saturada superf. Seca B gr.	3302.0		
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida C gr.	1817.0		
Peso específico sobre base seca A/(B-C)	2.158		2.158
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)	2.224		2.224
Peso específico aparente A/(A-C)	2.310		2.310
Absorción de agua ((B-A)*100)/A	3.06		3.06

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO
205-2000 MTC E**

N° DE ENSAYOS	1	2	
P. Picnómetro mas agua aforado A gr.			PROMEDIO
P. de la muestra seca al horno B gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca C gr.			
P. Picnómetro mas agua mas muestra aforado D gr.			
Peso específico sobre base seca B/(C-(D-A))			
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))			
Peso específico aparente B/(B-(D-A))			
Absorción de agua ((C-B)*100)/B			

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 786675
---	---	--



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales					
PROCEDENCIA : km 03+000 CALICATA : C-03 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	CLASE, (SUCS): GW - GC CLASE, (AASHTO): A-1-a (0) LADO: IZQ NORTE :				
COORDENADAS ESTE :					
	DENSIDAD MAXIMA	2.189	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.3
Molde N°	17	20			18
Capas N°	5	5			5
Golpes por capa N°	55	26			12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13285	12701			12881
Peso de molde (g)	8394	8068			8490
Peso del suelo húmedo (g)	4891	4633			4391
Volumen del molde (cm ³)	2122	2116			2117
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305	2.190			2.074
Tara (N°)	1	14			3
Peso suelo húmedo + tara (g)	487.5	424.2			421.5
Peso suelo seco + tara (g)	466.6	406.4			403.8
Peso de tara (g)	68.9	69.3			67.3
Peso de agua (g)	21.0	17.8			17.7
Peso de suelo seco (g)	397.7	337.1			336.6
Contenido de humedad (%)	5.27	5.28			5.26
Densidad seca (g/cm ³)	2.189	2.080			1.970

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/11/2022	10:23	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
13/11/2022	10:23	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 17				MOLDE N° 20				MOLDE N° 18			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	ln	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		42.9	111.5			28.6	98.1			17.4	87.5		
1.270	0.050		118.3	182.4			79.0	145.5			47.9	116.2		
1.905	0.075		273.5	328.5			182.7	243.0			110.8	175.4		
2.540	0.100	70.5	428.8	474.5	439.1	30.6	286.4	340.6	319.2	22.3	173.7	234.6	224.2	15.6
3.810	0.150		586.2	622.7			391.6	439.5			237.5	294.6		
5.080	0.200	105.7	734.1	761.8	764.1	35.5	490.3	532.5	535.9	24.9	297.4	350.9	355.2	16.5
6.350	0.250		881.9	900.9			589.1	625.4			357.3	407.3		
7.620	0.300		975.8	989.2			651.8	684.4			395.3	443.1		
8.890	0.350		1162.1	1164.5			776.2	801.5			470.8	514.1		
10.160	0.400		1220.5	1219.5			815.2	838.2			494.4	536.3		

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

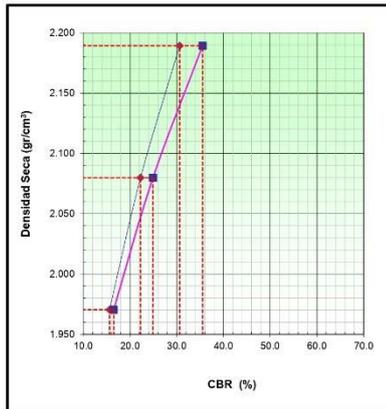
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Asuaje Atohua JEFE DE LABORATORIO CIP 766675
---	---	---



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"		Registro N°: 101-2022/DEVENC
TRAMO : 00+000 al 06+000		Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 07+500	CLASE (SUCS) : GP - GC
CALICATA : C-03/M-1	CLASE (AASHTO) : A-1-a (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : Der.
PROFUND. : 0.50 - 3.00	COORDENADA ESTE : NORTE

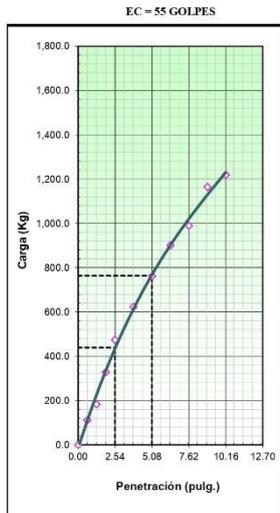


METODO DE COMPACTACION : ASIM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.189
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.080

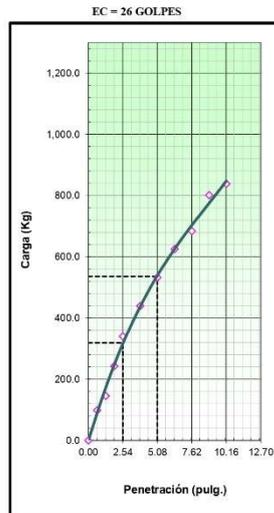
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	30.6	0.2"	35.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	22.3	0.2"	24.9

RESULTADOS CBR a 0.1" = 30.6 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 22.3 (%)

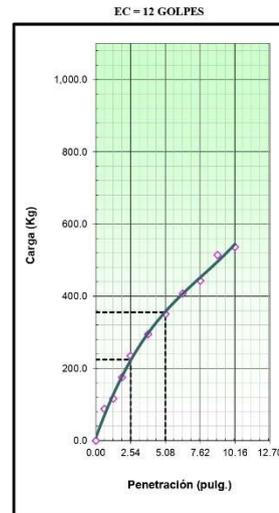
OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	30.6%
CBR (0.2")	35.5%



CBR (0.1")	22.3%
CBR (0.2")	24.9%



CBR (0.1")	16.6%
CBR (0.2")	16.5%

TÉC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 GEOMIN HIDRO AZ LABORATORIO & INGENIERIA Ing. Lenin Acosta Atahua JEFE DE LABORATORIO EIP 286675



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1683 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000	CLASF. (SUCS) : GW - GC
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : IZQ
DISEÑO : CENIZA AL 10 %	ESTE : 0 NORTE : 0
	DENSIDAD MAXIMA 2.189 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 5.27
Molde N°	14 11 12
Capas N°	5 5 5
Golpes por capa N°	56 25 12
Condición de la muestra	NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO NO SATURADO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12742 13185 12777
Peso de molde (g)	7875 8261 8053
Peso del suelo húmedo (g)	4867 4924 4724
Volumen del molde (cm ³)	2112 2249 2278
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305 2.189 2.074
Tara (N°)	6 7 9
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10 578.30 612.60
Peso suelo seco + tara (g)	617.18 556.96 588.65
Peso de tara (g)	125.32 151.22 132.54
Peso de agua (g)	25.92 21.34 23.95
Peso de suelo seco (g)	491.86 405.74 456.11
Contenido de humedad (%)	5.27 5.26 5.25
Densidad seca (g/cm ³)	2.189 2.080 1.970

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. In	CARGA kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0						0.0	0.0			
0.635	0.025		53.1	53.1				42.6	42.6			31.3	31.3	
1.270	0.050		146.4	146.4				117.4	117.4			86.3	86.3	
1.905	0.075		338.6	338.6				271.5	271.5			199.6	199.6	
2.540	0.100	70.5	530.8	530.8	475.5	33.4	425.6	425.6	381.2	26.8	312.9	312.9	280.2	19.7
3.810	0.150		725.8	725.8				581.9	581.9			427.8	427.8	
5.080	0.200	105.7	908.8	908.8	904.5	42.4	728.6	728.6	725.1	34.0	535.7	535.7	533.1	25.0
6.350	0.250		1091.9	1091.9				875.4	875.4			643.6	643.6	
7.620	0.300		1208.1	1208.1				968.6	968.6			712.1	712.1	
10.160	0.400		1511.0	1511.0				1211.5	1211.5			890.7	890.7	

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

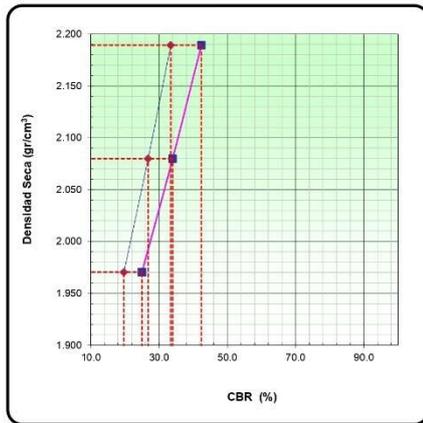
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

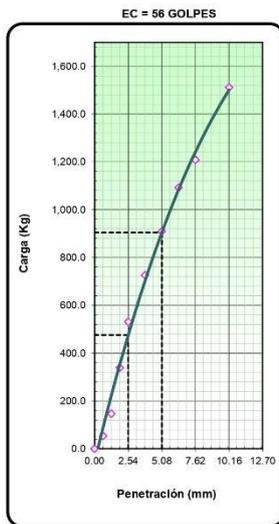
PROCEDENCIA : km 03+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 10 %	CLASF. (SUCS) : GW - GC CLASF. (AASH) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	---



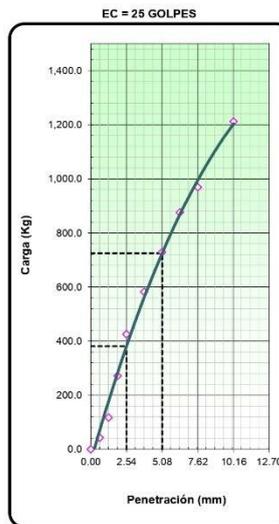
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.189
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.080
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	33.4	0.2"	42.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.8	0.2"	34.0

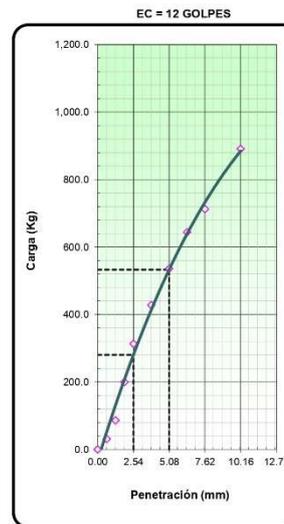
RESULTADOS CBR a 0.1": = 33.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.8 (%)



CBR (0.1")	33.4%
CBR (0.2")	42.4%



CBR (0.1")	26.8%
CBR (0.2")	34.0%



CBR (0.1")	19.7%
CBR (0.2")	25.0%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 14 %	ESTE : 0 NORTE : 0	CLASF. (SUCS) : GW - GC CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ	
DENSIDAD MAXIMA 2.189 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 5.3			
Molde N°	10	1	2
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12797	12476	11629
Peso de molde (g)	7904	7901	7228
Peso del suelo húmedo (g)	4893	4575	4401
Volumen del molde (cm ³)	2123	2090	2122
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305	2.189	2.074
Tara (N°)	6	8	12
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00	556.00	618.00
Peso suelo seco + tara (g)	612.71	528.22	587.17
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	32.29	27.78	30.83
Peso de suelo seco (g)	612.71	528.22	587.17
Contenido de humedad (%)	5.27	5.26	5.25
Densidad seca (g/cm ³)	2.189	2.080	1.970

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. In	CARGA kg/cm2	MOLDE N° 10				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0					0.0	0.0				
0.635	0.025		56.0	56.0				44.3	44.3			33.0	33.0	
1.270	0.050		154.4	154.4				122.2	122.2			91.1	91.1	
1.905	0.075		357.1	357.1				282.6	282.6			210.7	210.7	
2.540	0.100	70.5	559.8	559.8	501.4	35.3	443.0	443.0	396.8	27.9	330.3	330.3	295.8	20.8
3.810	0.150		765.4	765.4				605.7	605.7			451.6	451.6	
5.080	0.200	105.7	958.5	958.5	953.9	44.7	758.4	758.4	754.8	35.4	565.5	565.5	562.8	26.4
6.350	0.250		1151.5	1151.5				911.2	911.2			679.4	679.4	
7.620	0.300		1274.1	1274.1				1008.2	1008.2			751.7	751.7	
10.160	0.400		1593.6	1593.6				1261.0	1261.0			940.2	940.2	

Observaciones:

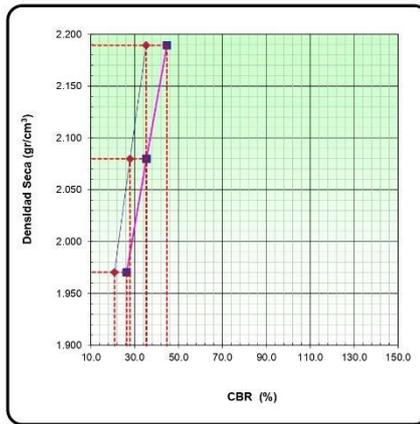
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766675
-------------------------	--	--



		RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
PROYECTO	"Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallapaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"		Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN	TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677		Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

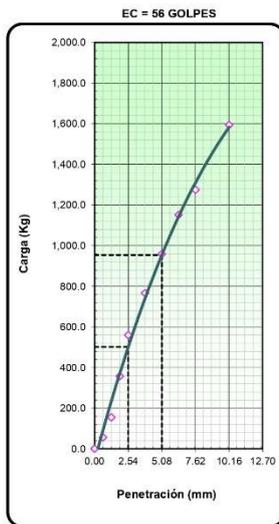
PROCEDENCIA	: km 03+000	CLASF. (SUCS)	: GW - GC
ESTRUCTURA	: Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO)	: A-1-a (0)
MATERIAL	: COLUVIAL	LADO	: IZQ
DISEÑO	: CENIZA AL 14 %		



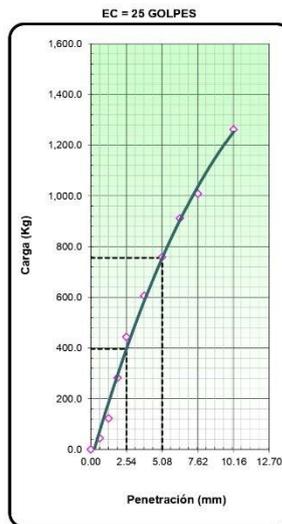
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.189
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.080
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.3	0.2"	44.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.9	0.2"	35.4

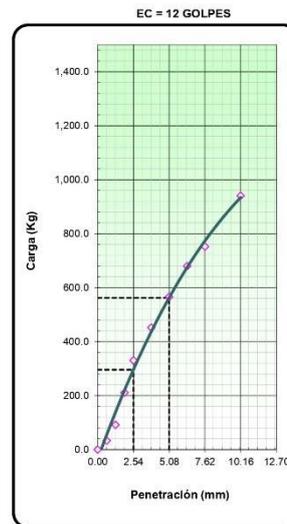
RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.3 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.9 (%)



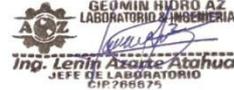
CBR (0.1")	35.3%
CBR (0.2")	44.7%



CBR (0.1")	27.9%
CBR (0.2")	35.4%



CBR (0.1")	20.8%
CBR (0.2")	26.4%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Lactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 18 %	CLASF. (SUCS) : GW - GC CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	---

	DENSIDAD MAXIMA		2.189		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	3		4		5			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12376		12894		11576			
Peso de molde (g)	7520		8176		7177			
Peso del suelo húmedo (g)	4856		4718		4399			
Volumen del molde (cm ³)	2107		2155		2121			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.189		2.074			
Tara (N°)	8		12		16			
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00		589.00			
Peso suelo seco + tara (g)	644.06		531.07		559.62			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	33.94		27.93		29.38			
Peso de suelo seco (g)	644.06		531.07		559.62			
Contenido de humedad (%)	5.27		5.26		5.25			
Densidad seca (g/cm ³)	2.189		2.080		1.970			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

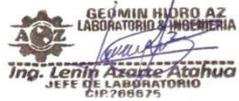
NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025	58.3	58.3			47.2	47.2			35.3	35.3			
1.270	0.050	160.8	160.8			130.2	130.2			97.5	97.5			
1.905	0.075	371.9	371.9			301.1	301.1			225.5	225.5			
2.540	0.100	70.5	583.0	583.0	522.2	36.7	472.0	472.0	422.7	29.7	353.5	353.5	316.6	22.3
3.810	0.150		797.1	797.1			645.3	645.3			483.3	483.3		
5.080	0.200	105.7	998.2	998.2	993.4	46.6	808.1	808.1	804.2	37.7	605.2	605.2	602.3	28.2
6.350	0.250		1199.2	1199.2			970.8	970.8			727.1	727.1		
7.620	0.300		1326.9	1326.9			1074.2	1074.2			804.5	804.5		
10.160	0.400		1659.6	1659.6			1343.5	1343.5			1006.2	1006.2		

Observaciones:

.....

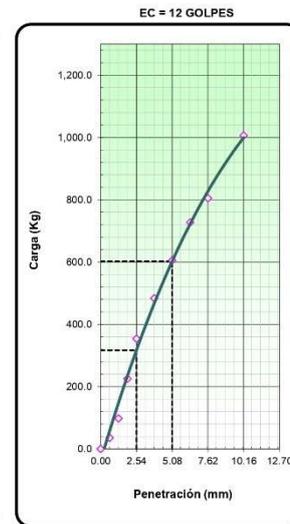
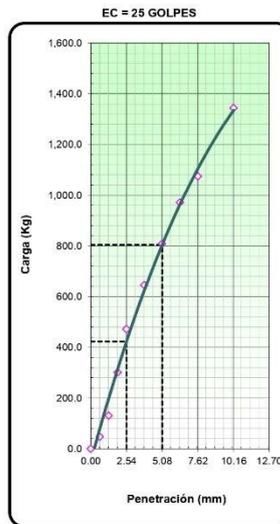
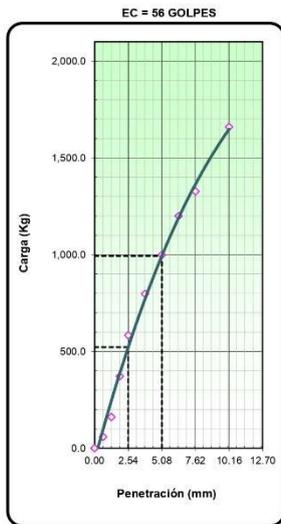
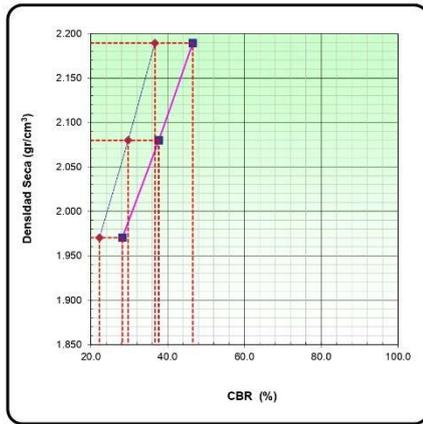
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 18 %	CLASF. (SUCS) : GW - GC CLASF. (AASH) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	---



TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)		Realizado por: S. Q. F.
			Revisado por: L. A. A.
PROYECTO :	"Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huaru) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llaqtabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huaru - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"		Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN :	TRAMO 01: Huaru km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677		Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000	CLASF. (SUCS) : GW - GC
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : IZQ
DISEÑO : CENIZA AL 22 %	

	DENSIDAD MAXIMA		2.189	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		5.3
Molde N°	6		7	8		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13211		12031		12324	
Peso de molde (g)	8323		7369		7938	
Peso del suelo húmedo (g)	4888		4662		4386	
Volumen del molde (cm ³)	2121		2129		2115	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.305		2.190		2.074	
Tara (N°)	10		14		16	
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00		567.00		505.00	
Peso suelo seco + tara (g)	507.27		538.56		479.81	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	26.73		28.44		25.19	
Peso de suelo seco (g)	507.27		538.56		479.81	
Contenido de humedad (%)	5.27		5.28		5.25	
Densidad seca (g/cm ³)	2.189		2.080		1.970	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	In	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		58.3	58.3			46.6	46.6			35.3	35.3		
1.270	0.050		160.8	160.8			128.6	128.6			97.5	97.5		
1.905	0.075		371.9	371.9			297.4	297.4			225.5	225.5		
2.540	0.100	70.5	583.0	583.0	522.2	36.7	466.2	466.2	417.6	29.4	353.5	353.5	316.6	22.3
3.810	0.150		797.1	797.1			637.4	637.4			483.3	483.3		
5.080	0.200	105.7	998.2	998.2	993.4	46.6	798.1	798.1	794.3	37.2	605.2	605.2	602.3	28.2
6.350	0.250		1199.2	1199.2			958.9	958.9			727.1	727.1		
7.620	0.300		1326.9	1326.9			1061.0	1061.0			804.5	804.5		
10.160	0.400		1659.6	1659.6			1327.0	1327.0			1006.2	1006.2		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

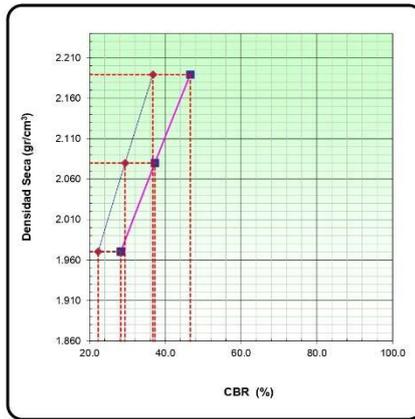
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

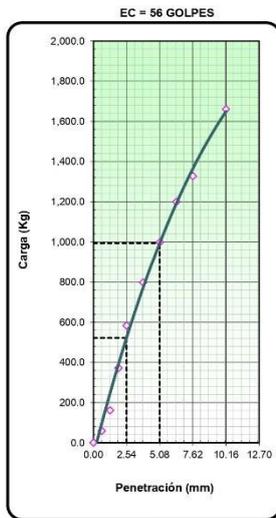
I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA AL 22 %	CLASF. (SUCS) : GW - GC CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) LADO : IZQ
---	---

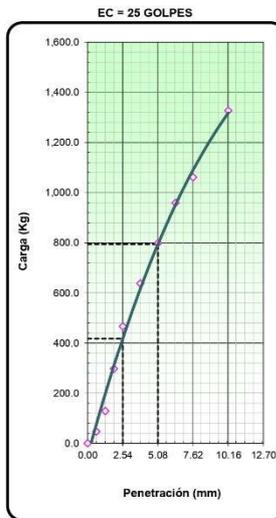


METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.189		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 5.3		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.080		
DENSIDAD INSITU (g/cm3)	:		
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	36.7	0.2" : 46.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	29.4	0.2" : 37.2

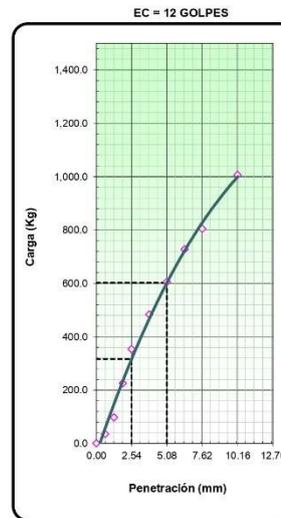
RESULTADOS CBR a 0.1": = 36.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.4 (%)



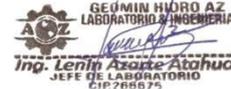
C.B.R. (0.1")	36.7%
C.B.R. (0.2")	46.6%



C.B.R. (0.1")	29.4%
C.B.R. (0.2")	37.2%



C.B.R. (0.1")	22.3%
C.B.R. (0.2")	28.2%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



CERTIFICADO DE ENSAYO		Realizado por: S. Q. F.		
ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ANGELES (MTC E-207, AASHTO T.96)		Revisado por: L. A. A.		
PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"			
TRAMO	: 00+000 al 06+000	Registro N°: 101-2022/DEVENCO		
I. Datos Generales		Fecha: 11/11/2022		
PROCEDENCIA	: km 03+000	TAMANO MÁXIMO: 2 1/2"		
UBICACIÓN	: C-03	LADO: IZQ		
MATERIAL	: COLUVIAL	COORDENADA ESTE:		
PROFUND. (m)	: 0.00 - 1.50 m	COORDENADA NORTE:		
TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"	1250.0			
3/4"	1251.0			
1/2"	1251.0			
3/8"	1250.0			
1/4"				
N° 4				
PESO TOTAL	5002.0			
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	2924.0			
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12	2078.0			
PORCENTAJE OBTENIDO	41.5			

OBSERVACIONES:

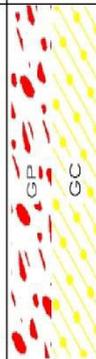
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIF: 266675



	CERTIFICADO DE ENSAYO	Realizado por: S. Q. F.
	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL) - PERFIL ESTRATIGRAFICO ASTM D 2488	Revisado por: L. A. A.
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"		Registro N°: 101-2022/DEVINCO
TRAMO : 00+000 al 06+000		Fecha: 11/11/2022

L. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000	TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"
CALICATA : C-03	LADO : 1ZQ
MATERIAL : COLUVIAL	COORDENADA ESTE :
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	COORDENADA NORTE :

Perfil Estratigrafico									
Prof. (m)	Muestra		Simbologia	Caracteristicas Fisicas de la Muestra	Clasificacion		Constantes Fisicas		
	Estrato	Espesor (m)			SUCS	AASHTO	L.L.	L.P	IP
0.1	E - 01	1.50m.		Grava bien gradada con arcilla y arena	GW - GC	A-1-a (0)	19	14	6
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.1									
1.2									
1.3									
1.4									
1.5									

CALICATA C-03. PROCEDENCIA km 03+000						Imagen Fotografica del perfil.
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %	
GW - GC	A-1-a (0)	19	14	6	5.96	
PROCTOR		RESULTADOS CBR a		ABRASION	PE. G.	
D. max (gr/cm3)	H. ópt. (%)	0.1": (%)		(%)	(gr/cm3)	
2.19	5.27	30.63		41.54	2.22	
CALICATA C-03. PROCEDENCIA km 03+000	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %					
	CBR	10	14	18	22	
	100	33.43	35.25	36.71	36.71	
	95	26.80	27.89	29.72	29.36	
Grava bien gradada con arcilla y arena						

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Abante-Atohua JEFE DE LABORATORIO CIP 2888 7°



	Certificado	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	DOSIFICACIÓN MÁXIMA DE ADITIVO (CENIZA)	
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO EN EL TRAMO EMP-CU-709 (8KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 101-2022/DEVENCO	
UBICACIÓN : 00+000 al 06+000	Nov-22	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 03+000 CALICATA : C-03 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	TAMAÑO MÁXIMO : 2 1/2" LADO : IZQ COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
---	---

CALICATA C-03. PROCEDENCIA km 03+000						DESCRIPCIÓN
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P. %	IP %	HN %	
GW - GC	A-1-a (0)	19	14	6	5.96	Grava bien gradada con arcilla y arena. Grava %>2" :23.15, Grava 2" - Nº 4 :43.76, Arena Nº4 - Nº 200 :25.09, Finos < Nº 200 :8

CALICATA C-03. PROCEDENCIA km 03+000					
PROCTOR		RESULTADOS CBR	ABRASION (%)	FE. G. (gr/cm3)	
H. ópt. (%)	D.max (gr/cm3)				
5.27	2.19	30.63	41.54	2.22	

CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				DESCRIPCIÓN
	10	14	18	22	
100	33.43	35.25	36.71	36.71	Grava bien gradada con arcilla y arena. Se estabilizo con ceniza de Eucalipto, realizando 4 dosificaciones iniciando con el 10% y culminando con el 22% de ceniza. % Grava:66.91, % Arena:25.09, % Finos:8
95	26.80	27.89	29.72	29.36	



MÁXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	20.98 %
CBR	36.81 %

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-03 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A. Ing. Lenin Asante Atahua JEFE DE LABORATORIO P.O. 2085175
-----------------------------	---------------------------------	--



	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
	TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 CALCATA : C-04 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	LADO : IZQUIERDA COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
--	---

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara	B-31		
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	12220.8		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	10506.9		
Peso Tara (gr.)	1666.4		
Peso Agua (gr.)	1713.9		
Peso Suelo Seco (gr.)	8840.5		
Contenido de Humedad (gr.)	19.4		
Promedio (%)	19.4		

Observaciones:

La camara fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  GEOMIN HIDRO AZ LABORATORIO INGENIERIA  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 706675
--	--	---



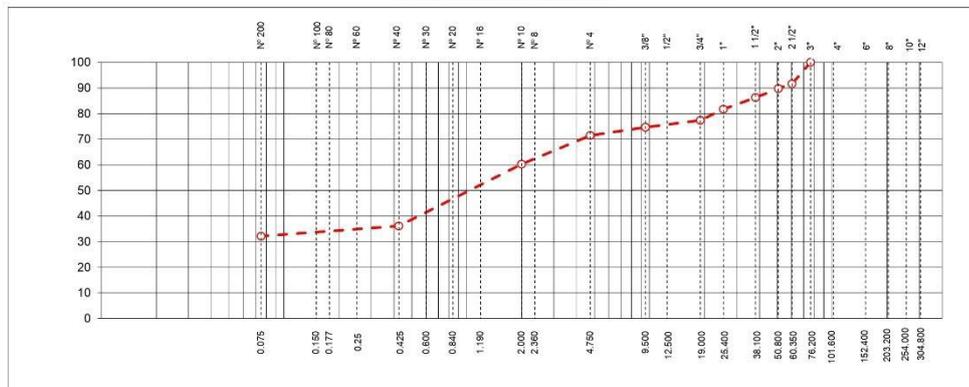
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 CALICATA : C-04 MATERIAL : COLUVIAL PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m	LADO : IZQUIERDA COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE : TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"
--	---

TAMIZ	AASHTO T 27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
12"	304.800						
10"	254.000						
8"	203.200						Peso inicial seco : 8840.5 gr.
6"	152.400						Peso fracción : 862.0 gr.
4"	101.600						
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%) : 19.4
2 1/2"	60.350	741.0	8.4	8.4	91.6		
2"	50.800	163.3	1.8	10.2	89.8		Límite Líquido (LL): NP
1 1/2"	38.100	312.2	3.5	13.8	86.2		Límite Plástico (LP): NP
1"	25.400	399.3	4.5	18.3	81.7		Índice Plástico (IP): NP
3/4"	19.000	386.0	4.4	22.6	77.4		Clasificación (SUCS) : SM
1/2"	12.500				77.4		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	240.1	2.7	25.4	74.6		Índice de Consistencia : NP
1/4"	6.350				71.4		
N° 4	4.750	284.6	3.2	28.6			Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS): Arena limosa con grava
N° 10	2.000	984.2	11.1	39.7	60.3		
N° 16	1.190						Materia Orgánica : 0.41
N° 20	0.840						Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	2140.1	24.2	63.9	36.1		OBSERVACIONES :
N° 60	0.250						Grava %>2" : 10.2
N° 80	0.177						Grava 2" - N° 4 : 18.3
N° 100	0.150						Arena N°4 - N° 200 : 39.3
N° 200	0.075	348.6	3.9	67.9	32.1		Finos < N° 200 : 32.1
< N° 200	FONDO	2841.1	32.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Asato Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 706675
---	---	--



	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110/111)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANtera Km. 07+500	LADO :	IZQUIERDA
CALICATA :	C-03/M-1	COORDENADA ESTE :	
MATERIAL :	COLUVIAL	COORDENADA NORTE :	
PROFUND. :	0.50 - 3.00		

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NUMERO DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)				



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES
La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Asate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP 266675
---	---	---



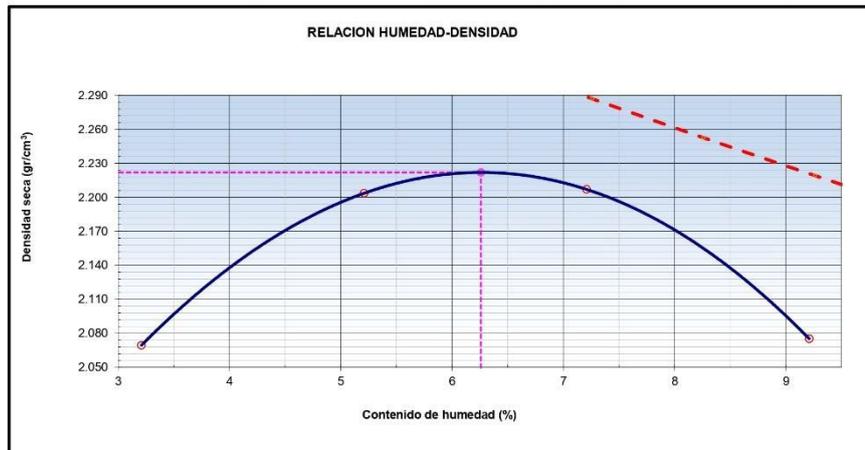
	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N° : 300-2022/DEVENCO
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha : 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 CALICATA : C-04 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	CLASF. (SUCS) : SM CLASE. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA NORTE :
---	--

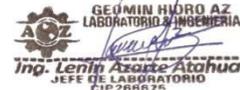
Método "C"

Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	11048	11434	11535	11324	
Peso molde	gr	6529	6529	6529	6529	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4520	4906	5007	4796	
Volumen del molde	cm ³	2116	2116	2116	2116	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.136	2.318	2.366	2.266	
Recipiente N°		R-5	R-1	R-20	R-17	
Peso del suelo húmedo + tara	gr	346.1	387.0	393.3	375.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	336.5	369.6	369.4	347.0	
Peso de la Tara	gr	37.8	36.2	37.7	36.8	
Peso de agua	gr	9.6	17.4	23.9	28.6	
Peso del suelo seco	gr	298.7	333.4	331.7	310.3	
Contenido de agua	%	3.21	5.21	7.21	9.21	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.070	2.204	2.207	2.075	
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.572		Densidad máxima (gr/cm ³)		2.222
				Humedad óptima (%)		6.26



Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio. En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m.

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A. 
---	---	--



	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO (MTC E 206, MTC E 205)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
TRAMO :	00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	km 01+000	LADO :	IZQUIERDA
CALICATA :	C-04	COORDENADA ESTE :	
MATERIAL :	COLUVIAL	COORDENADA NORTE :	
PROFUND. (m) :	0.00 - 1.50 m		

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 206-2000**

N° DE ENSAYOS		1	2	
Peso de muestra seca al horno	A gr.	3181.0		PROMEDIO
Peso de muestra saturada superf. Seca	B gr.	3341.0		
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida	C gr.	2104.0		
Peso específico sobre base seca A/(B-C)		2.572	2.572	
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)		2.701	2.701	
Peso específico aparente A/(A-C)		2.954	2.954	
Absorción de agua ((B-A)*100)/A		5.03	5.03	

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO
205-2000 MTC E**

N° DE ENSAYOS		1	2	
P. Picnómetro mas agua aforado	A gr.			PROMEDIO
P. de la muestra seca al horno	B gr.			
P. de la muestra saturada superficialmente seca	C gr.			
P. Picnómetro mas agua mas muestra aforado	D gr.			
Peso específico sobre base seca B/(C-(D-A))				
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))				
Peso específico aparente B/(B-(D-A))				
Absorción de agua ((C-B)*100)/B				

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
------------------------------------	--	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC F. 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACION : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 CALICATA : C-04 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	CLASEF. (SUCS) : SM CLASEF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA NORTE :		
COORDENADAS ESTE :			
	DENSIDAD MAXIMA 2.222 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 6.3		
Molde N°	21	19	14
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	55	26	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13315	12883	12535
Peso de molde (g)	8307	8092	8033
Peso del suelo húmedo (g)	5008	4791	4502
Volumen del molde (cm ³)	2121	2136	2119
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361	2.243	2.125
Tara (N°)	1	3	4
Peso suelo húmedo + tara (g)	569.0	564.6	678.8
Peso suelo seco + tara (g)	539.5	535.3	642.9
Peso de tara (g)	68.9	67.3	68.5
Peso de agua (g)	29.5	29.3	35.9
Peso de suelo seco (g)	470.6	468.0	574.4
Contenido de humedad (%)	6.26	6.27	6.25
Densidad seca (g/cm ³)	2.222	2.111	2.000

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/11/2022	10:23	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/11/2022	10:23	24	0.0	NO EXPANSIVO		0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
13/11/2022	10:23	48	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
14/11/2022	10:23	72	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
15/11/2022	10:23	96	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 21				MOLDE N° 19				MOLDE N° 14				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025	41.3	110.0			26.1	95.7			17.4	87.5			
1.270	0.050	119.0	183.1			75.2	141.8			50.1	118.3			
1.905	0.075	267.9	323.2			169.2	230.3			112.8	177.3			
2.540	0.100	70.5	417.5	463.9	429.5	30.0	263.7	319.2	299.9	20.9	175.8	256.5	225.9	15.8
3.810	0.150		564.9	602.7			356.9	406.9			237.9	295.0		
5.080	0.200	105.7	711.7	740.8	742.4	34.5	449.6	494.1	497.3	23.1	299.7	353.1	357.1	16.6
6.350	0.250		854.2	874.8			539.6	578.8			359.7	409.6		
7.620	0.300		942.5	957.9			595.4	631.3			396.9	444.6		
8.890	0.350		1124.2	1128.9			710.1	739.3			473.4	516.5		
10.160	0.400		1179.7	1181.1			745.2	772.3			496.8	538.6		

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

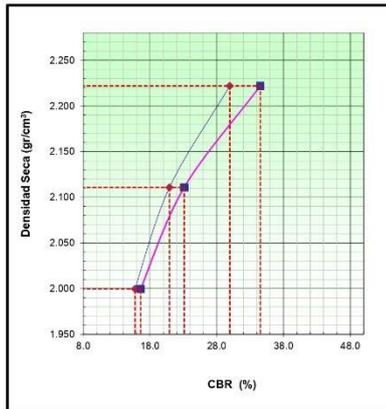
TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azoque Atohua JEFE DE LABORATORIO CIP 766675
---	---	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CINIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENG
TRAMO : 00+000 AL 06+000	Fecha: 11/11/2022	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 07+500	CLASE (SUCS) : GP - GM
CALICATA : C-03/M-1	CLASE (AASHTO) : A-1-a (0)
MATERIAL : COLUVIAL	LADO : Der.
PROFUND. : 0.50 - 3.00	NORTE : 0
COORDENADA ESTE : 0	

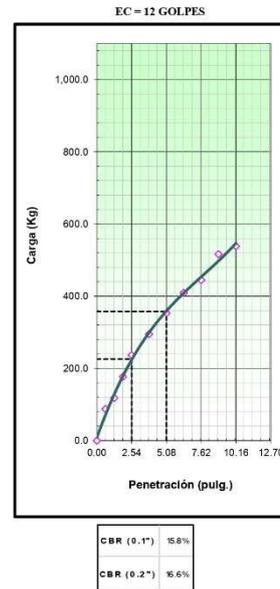
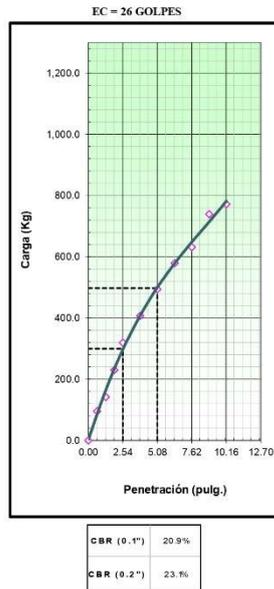
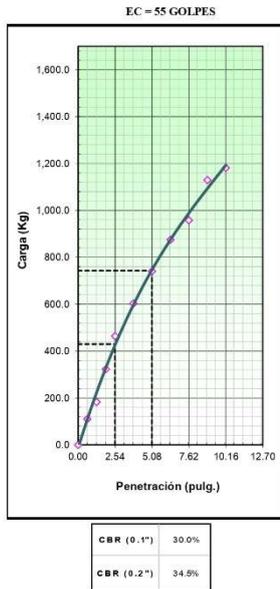


METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.222
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.111

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	30.0	0.2"	34.5
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	20.9	0.2"	23.1

RESULTADOS CBR a 0.1"	=	30.0	(%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	20.9	(%)

OBSERVACIONES:



TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Acosta Atahua JEFE DE LABORATORIO EIP 286675
---	---	---



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1683 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022" UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Registro N°: 300-2022/DEVENCO Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000			CLASF. (SUCS) : SM	
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización.			CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0)	
MATERIAL : COLUVIAL			LADO : IZQUIERDA	
DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 10%	ESTE :		NORTE :	
	DENSIDAD MAXIMA		HUMEDAD ÓPTIMA (%)	
	2.222		8.26	
Molde N°	3		16	
Capas N°	5		5	
Golpes por capa N°	56		25	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12495		12754	11971
Peso de molde (g)	7520		8085	7193
Peso del suelo húmedo (g)	4975		4669	4778
Volumen del molde (cm ³)	2107		2082	2249
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361		2.243	2.125
Tara (N°)	2		11	8
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.10		578.30	612.60
Peso suelo seco + tara (g)	609.28		548.12	580.59
Peso de tara (g)	68.95		65.23	67.66
Peso de agua (g)	33.82		30.18	32.01
Peso de suelo seco (g)	540.33		482.89	512.93
Contenido de humedad (%)	6.26		6.25	6.24
Densidad seca (g/cm ³)	2.222		2.111	2.000

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

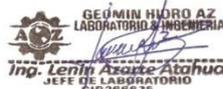
NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. In	CARGA kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0						0.0	0.0			
0.635	0.025		49.9	49.9				36.5	36.5			29.6	29.6	
1.270	0.050		143.6	143.6				105.2	105.2			85.2	85.2	
1.905	0.075		323.4	323.4				236.9	236.9			191.8	191.8	
2.540	0.100	70.5	504.0	504.0	451.2	31.7		369.2	369.2	330.5	23.2	298.9	298.9	
3.810	0.150		682.0	682.0				499.6	499.6			404.4	404.4	
5.080	0.200	105.7	859.1	859.1	854.0	40.0		629.4	629.4	625.6	29.3	509.5	509.5	
6.350	0.250		1031.1	1031.1				755.4	755.4			611.5	611.5	
7.620	0.300		1137.8	1137.8				833.5	833.5			674.7	674.7	
10.160	0.400		1424.2	1424.2				1043.3	1043.3			844.6	844.6	

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

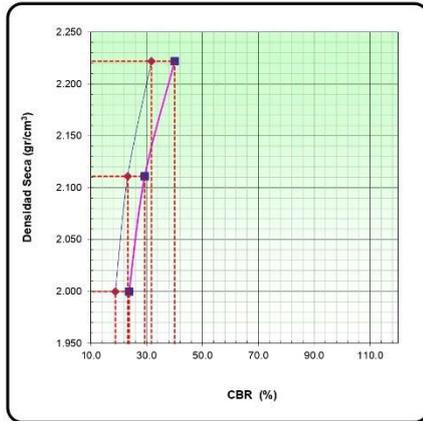
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
		PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCLIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022" UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000

I. Datos Generales

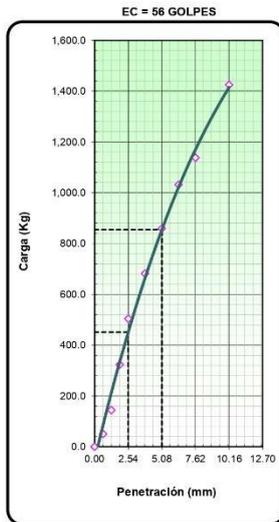
PROCEDENCIA : km 04+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCLIPTO AL 10%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASH) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA
---	---



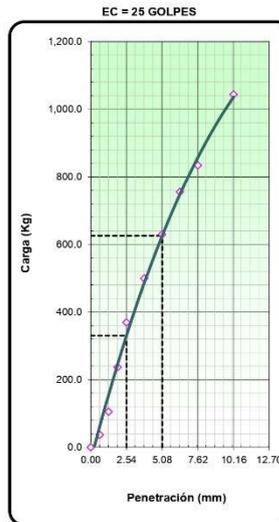
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.222
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.111
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	31.7	0.2"	40.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	23.2	0.2"	29.3

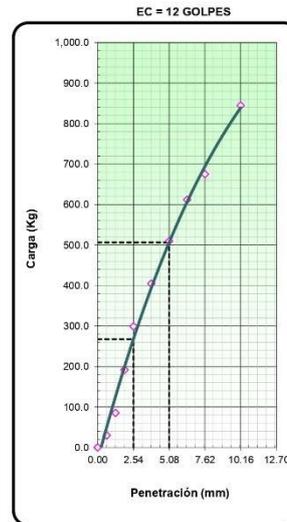
RESULTADOS CBR a 0.1": = 31.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 23.2 (%)



CBR (0.1")	31.7%
CBR (0.2")	40.0%



CBR (0.1")	23.2%
CBR (0.2")	29.3%



CBR (0.1")	18.8%
CBR (0.2")	23.7%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenih Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP: 766675
-------------------------	--	--



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) : QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 14%	ESTE :	NORTE :	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA
	DENSIDAD MAXIMA	2.222	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
	11	22	6.3
	5	5	5
	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13571	13379	11996
Peso de molde (g)	8261	8279	6969
Peso del suelo húmedo (g)	5310	5100	5027
Volumen del molde (cm ³)	2249	2274	2366
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361	2.243	2.125
Tara (N°)	74	80	50
Peso suelo húmedo + tara (g)	645.00	556.00	618.00
Peso suelo seco + tara (g)	601.10	516.70	585.78
Peso de tara (g)	69.04	69.55	69.44
Peso de agua (g)	43.90	39.30	32.22
Peso de suelo seco (g)	532.06	447.15	516.34
Contenido de humedad (%)	6.26	6.25	6.24
Densidad seca (g/cm ³)	2.222	2.111	2.000

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. In	CARGA kg/cm2	MOLDE N° 11				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0						0.0	0.0			
0.635	0.025		55.7	55.7				42.3	42.3			35.4	35.4	
1.270	0.050		160.3	160.3				121.9	121.9			101.9	101.9	
1.905	0.075		361.0	361.0				274.5	274.5			229.4	229.4	
2.540	0.100	70.5	562.6	562.6	503.6	35.4	427.8	427.8	383.0	26.9	357.5	357.5	320.0	22.5
3.810	0.150		761.3	761.3				578.9	578.9			483.7	483.7	
5.080	0.200	105.7	959.0	959.0	953.4	44.7	729.3	729.3	724.9	34.0	609.4	609.4	605.8	28.4
6.350	0.250		1151.0	1151.0				875.3	875.3			731.4	731.4	
7.620	0.300		1270.1	1270.1				965.8	965.8			807.0	807.0	
10.160	0.400		1589.8	1589.8				1208.9	1208.9			1010.2	1010.2	

Observaciones:

.....

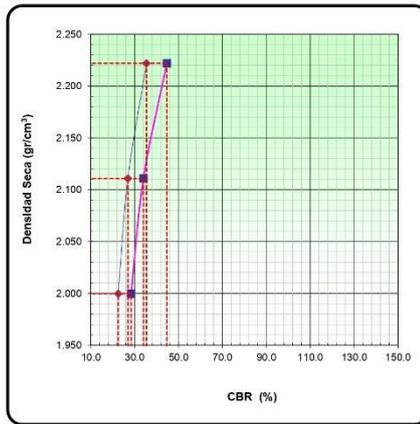
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766675
-------------------------	--	--



		RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
PROYECTO	"Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llacabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"		Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN	TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677		Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

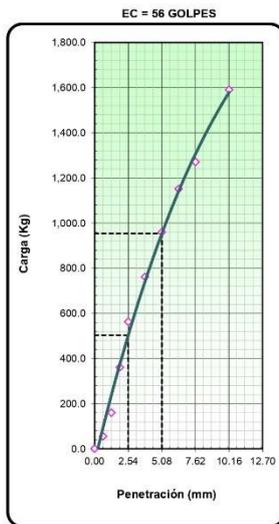
PROCEDENCIA	: km 04+000	CLASF. (SUCS)	: SM
ESTRUCTURA	: Base Con Estabilización.	CLASF. (AASHTO)	: A-2-4 (0)
MATERIAL	: COLUVIAL	LADO	: IZQUIERDA
DISEÑO	: CENIZA DE EUCALIPTO AL 14%		



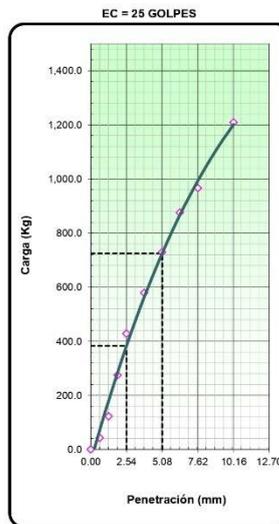
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.222
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.3
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.111
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.4	0.2"	44.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	26.9	0.2"	34.0

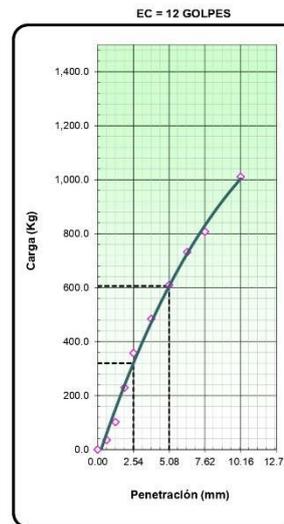
RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.4 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.9 (%)



CBR (0.1")	35.4%
CBR (0.2")	44.7%



CBR (0.1")	26.9%
CBR (0.2")	34.0%



CBR (0.1")	22.5%
CBR (0.2")	28.4%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)		Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.	
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"			Registro N°: 300-2022/DEVENCO
	UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677			Fecha: 14/01/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 18%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA
--	---

	DENSIDAD MAXIMA		2.222		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		6.3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	14		32				30	
Capas N°	5		5				5	
Golpes por capa N°	56		25				12	
Condición de la muestra								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12861		13054				11971	
Peso de molde (g)	7875		8320				7193	
Peso del suelo húmedo (g)	4986		4734				4778	
Volumen del molde (cm ³)	2112		2111				2249	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361		2.243				2.125	
Tara (N°)	8		12				16	
Peso suelo húmedo + tara (g)	678.00		559.00				589.00	
Peso suelo seco + tara (g)	638.06		526.12				554.41	
Peso de tara (g)	0.00		0.00				0.00	
Peso de agua (g)	39.94		32.88				34.60	
Peso de suelo seco (g)	638.06		526.12				554.41	
Contenido de humedad (%)	6.26		6.25				6.24	
Densidad seca (g/cm ³)	2.222		2.111				2.000	

EXPANSION

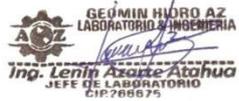
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION mm	PENETRACION in	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6						
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION				
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					0.0	0.0		
0.635	0.025		56.8	56.8				43.5	43.5					36.5	36.5		
1.270	0.050		163.7	163.7				125.3	125.3					105.2	105.2		
1.905	0.075		368.5	368.5				282.0	282.0					236.9	236.9		
2.540	0.100	70.5	574.3	574.3	514.1	36.1	439.5	439.5	393.5	27.7	369.2	369.2	330.5	23.2			
3.810	0.150		777.1	777.1				594.8	594.8					499.6	499.6		
5.080	0.200	105.7	979.0	979.0	973.2	45.6	749.3	749.3	744.8	34.9	629.4	629.4	625.6	29.3			
6.350	0.250		1175.0	1175.0				899.3	899.3					755.4	755.4		
7.620	0.300		1296.5	1296.5				992.3	992.3					833.5	833.5		
10.160	0.400		1622.9	1622.9				1242.0	1242.0					1043.3	1043.3		

Observaciones:

.....

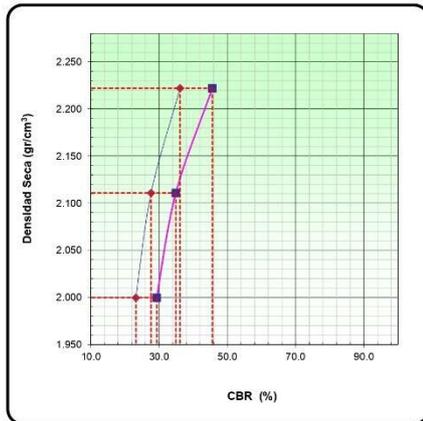
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-3S (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llacabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

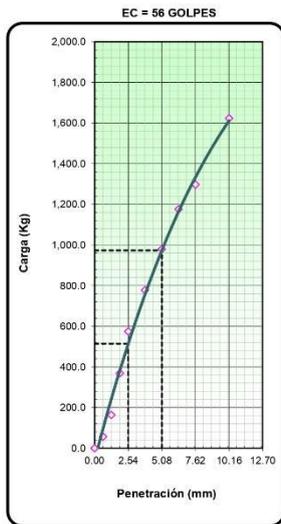
PROCEDENCIA : km 04+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 18%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASH) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA
--	--



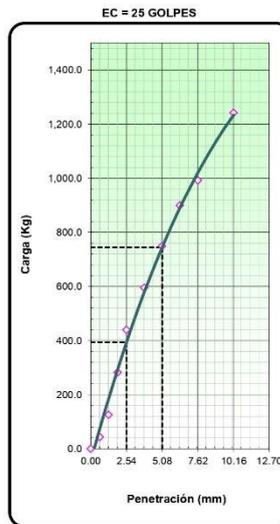
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.222
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.111
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	36.1	0.2"	45.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.7	0.2"	34.9

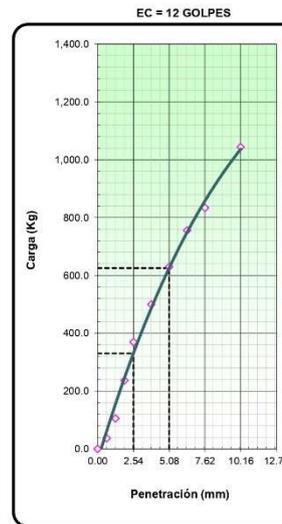
RESULTADOS CBR a 0.1": = 36.1 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.7 (%)



CBR (0.1")	36.1%
CBR (0.2")	45.6%



CBR (0.1")	27.7%
CBR (0.2")	34.9%



CBR (0.1")	23.2%
CBR (0.2")	29.3%

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huario) - Urpay - DV. Pallpacaya (Chanca) - Sirumayo - Llaqtambamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 22%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA
--	---

	DENSIDAD MAXIMA		HUMEDAD ÓPTIMA (%)	
	2.222	2.222	6.3	6.3
Molde N°	25	14	26	5
Capas N°	5	5	5	12
Golpes por capa N°	56	25	12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12253	12613	13483	
Peso de molde (g)	7248	7875	8641	
Peso del suelo húmedo (g)	5005	4738	4842	
Volumen del molde (cm ³)	2120	2112	2279	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.361	2.243	2.125	
Tara (N°)	10	14	16	
Peso suelo húmedo + tara (g)	534.00	567.00	505.00	
Peso suelo seco + tara (g)	502.54	533.55	475.34	
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua (g)	31.46	33.45	29.66	
Peso de suelo seco (g)	502.54	533.55	475.34	
Contenido de humedad (%)	6.26	6.27	6.24	
Densidad seca (g/cm ³)	2.222	2.111	2.000	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/01/2021	10:35	0									
15/01/2021	10:35	24									
16/01/2021	10:35	48									
17/01/2021	10:35	72									
18/01/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 25												MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		mm		In		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION					
		kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0						0.0	0.0			0.0	0.0						
0.635	0.025		55.1	55.1						41.8	41.8			34.8	34.8						
1.270	0.050		158.7	158.7						120.2	120.2			100.2	100.2						
1.905	0.075		357.2	357.2						270.7	270.7			225.6	225.6						
2.540	0.100	70.5	556.7	556.7	498.4	35.0	421.9	421.9	377.7	26.6	351.6	351.6	314.8	22.1							
3.810	0.150		753.4	753.4						571.0	571.0			475.8	475.8						
5.080	0.200	105.7	949.1	949.1	943.4	44.2	719.3	719.3	715.0	33.5	599.4	599.4	595.8	27.9							
6.350	0.250		1139.1	1139.1						863.3	863.3			719.4	719.4						
7.620	0.300		1256.9	1256.9						952.6	952.6			793.8	793.8						
10.160	0.400		1573.2	1573.2						1192.3	1192.3			993.6	993.6						

Observaciones:

.....

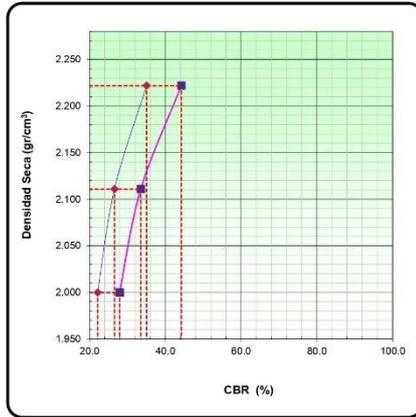
TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		



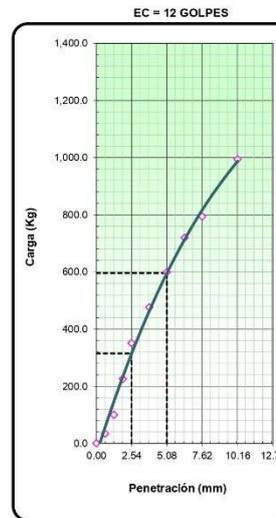
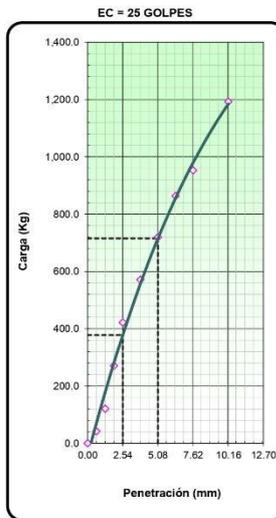
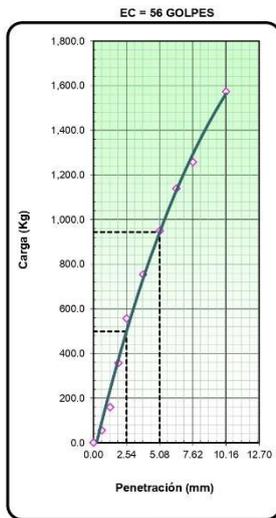
	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	PROYECTO : "Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP. PE-35 (Huario) - Urpay - DV. Pallacaya (Chanca) - Sirumayo - Llactabamba - Sullumayo - EMP. CU-1326 (Chacha), Distrito De Huario - Provincia De Quispicanchi - Departamento De Cusco"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO
UBICACIÓN : TRAMO 01: Huario km 00+000 - EMP.CU-1326 km.30+677	Fecha: 14/01/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización. MATERIAL : COLUVIAL DISEÑO : CENIZA DE EUCALIPTO AL 22%	CLASF. (SUCS) : SM CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0) LADO : IZQUIERDA
--	--



RESULTADOS CBR a 0.1": = 35.0 (%) Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.6 (%)



TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A  Ing. Lenin Azarte Atahua JEFE DE LABORATORIO CIP:766575
--------------------------------	---	---



		ENSAYO DE ABRASION - MAQUINA DE LOS ANGELES (MTC E-207, AASHTO T.96)		Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"				Registro N°: 300-2022/DEVENCO	
TRAMO : 00+000 AL 06+000				Fecha: 11/11/2022	
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA : km 04+000		TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"			
UBICACIÓN : C-04		LADO : IZQUIERDA			
MATERIAL : COLUVIAL		COORDENADA ESTE :			
PROFUND. (m) : 0.00 - 1.50 m		COORDENADA NORTE :			
		GRADUACIONES			
TAMIZ					D
	A	B	C		
1 1/2"					
1"	1251.0				
3/4"	1251.0				
1/2"	1250.0				
3/8"	1250.0				
1/4"					
N° 4					
PESO TOTAL	5002.0				
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	2825.0				
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12	2177.0				
PORCENTAJE OBTENIDO	43.5				

OBSERVACIONES :

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A
		 Ing. Lenin Azate-Atahua JEFE DE LABORATORIO CIF: 266675



	Certificado	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL) PERFIL ESTRATIGRAFICO ASTM D 2488	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO	
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Nov-22	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 CALICATA : C-04 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2" LADO : IZQUIERDA COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
---	---

Perfil Estratigrafico									
Prof. (m)	Muestra		Simbologia	Características Físicas de la Muestra	Clasificación		Constantes Físicas		
	Estrato	Espesor (m)			SUCS	AASHTO	L.L.	L.P	IP
0.1	E - 01	1.50m.	SM	Arena limosa con grava	SM	A-2-4 (0)	NP	NP	NP
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.1									
1.2									
1.3									
1.4									
1.5									

CALICATA C-04. PROCEDENCIA km 04+000						Imagen Fotografica del perfil.
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P %	IP %	HN %	
SM	A-2-4 (0)	NP	NP	NP	19.39	
PROCTOR		RESULTADOS CBR a		ABRASION	PE. G.	
D. max (gr/cm3)	H. ópt. (%)	0.1": (%)		(%)	(gr/cm3)	
2.22	6.26	29.96		43.52	2.70	
CALICATA C-04. PROCEDENCIA km 04+000	CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				
		10	14	18	22	
		100	31.72	35.41	36.15	
	95	23.24	26.92	27.66	26.56	
<i>Arena limosa con grava</i>						

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F.	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A



	Certificado	Realizado por: S. Q. F. Revisado por: L. A. A.
	DOSIFICACIÓN MÁXIMA DE ADITIVO (CENIZA)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO LA CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"	Registro N°: 300-2022/DEVENCO	
UBICACIÓN : 00+000 AL 06+000	Nov-22	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : km 04+000 CALICATA : C-04 MATERIAL : COLUVIAL PROFUND. : 0.00 - 1.50 m	TAMAÑO MÁXIMO : 2 1/2" LADO : IZQUIERDA COORDENADA ESTE : COORDENADA NORTE :
---	---

CALICATA C-04. PROCEDENCIA km 04+000						DESCRIPCIÓN
SUCS	AASHTO	L.L. %	L.P. %	IP %	HN %	
SM	A-2-4 (0)	NP	NP	NP	19.39	Arena limosa con grava. Grava %>2" : 10.23, Grava 2" - N° 4 : 18.35, Arena N°4 - N° 200 : 39.28, Finos < N° 200 : 32.14

CALICATA C-04. PROCEDENCIA km 04+000				
PROCTOR		RESULTADOS CBR	ABRASION (%)	FE. G. (gr/cm3)
H. ópt. (%)	D.max (gr/cm3)			
6.26	2.22	29.96	43.52	2.70

CBR	DOSIFICACION DE CENIZA DE EUCALIPTO EN %				DESCRIPCIÓN
	10	14	18	22	
100	31.72	35.41	36.15	35.04	Arena limosa con grava. Se estabilizo con ceniza de Eucalipto, realizando 4 dosificaciones iniciando con el 10% y culminando con el 22% de ceniza. % Grava:28.58, % Arena:39.28, % Finos:32.14
95	23.24	26.92	27.66	26.56	



MÁXIMA DOSIFICACION	
CENIZA	17.79 %
CBR	36.32 %

Observaciones:

La cantera fue prospectada por el solicitante y por el personal del laboratorio En la calicata C-04 no se detectó NF a la profundidad de 0.00 - 1.50 m

TEC. LABORATORIO S.Q.F. 	LABORATORIO GEOMIN HIDRO AZ 	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS L.A.A.  Ing. Lenin Azate Atahua JEFE DE LABORATORIO PUC-2022-125
--	--	---



OBSERVACIONES DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Sr (a) docente jurado de sustentación de tesis; sírvase llenar este formato con las observaciones que considere pertinentes; en caso de no tener observaciones consigne literalmente "Sin Observaciones". Al finalizar la sustentación entregue este formato lleno al secretario(a) de actas. El(la) o los(las) tesisistas le deberán presentar este formato al momento de levantar las observaciones para el control respectivo.

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERIA CIVIL

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 16 DE OCTUBRE DEL 2023

TESISTA (S): BACH. CÉSAR RODRÍGUEZ BÉJAR

TESIS: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY – PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022"

OBSERVACIONES: SE SOLICITA SE INCORPORE UN ANALISIS DE VOLUMENES Y COSTOS DEL MATERIAL CENIZA DE EUCALIPTO, Y UN SUSTENTO DE LA VIABILIDAD DE REALIZAR ESTE TIPO DE MEJORAMIENTO EN EL TRAMO EN ESTUDIO, YA QUE SEGÚN LA SUSTENTACION REALIZADA EL MUESTREO DEL MATERIAL MENCIONADO SE REALIZO DE LA ZONA DE SAN JERONIMO (FABRICA DE LADRILLOS), LO CUAL NO ES COHERENTE CON UN TRABAJO DE MEJORAMIENTO EN LA ZONA DE LARES.

Nombre del docente: MGT. ING. VICTOR EDHER SOLIS TAPIA

Firma:



Ing. Victor Edher Solis Tapia
INGENIERO CIVIL
C.I. 111984



CALCULO DE Y COSTOS DE CENIZA DE EUCALIPTO Y VOLUMENES REQUERIDOS PARA EL “MEJORAMIENTO DE LA SUBRAZANTE APLICANDO CENIZA DE EUCALIPTO, TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES-2022”

1. Introducción

El presente análisis sobre costos de la ceniza de eucalipto está basado o referenciado en el cálculo de costos del carbón vegetal dada la similitud de sus procesos de elaboración, usamos como base estos datos, debido a que no existe información bibliográfica que ayude a estudiar, comparar y contribuir en el cálculo de los costos de producción de ceniza de eucalipto, por lo tanto como ayuda para sustentar el cálculo del precio de la ceniza de eucalipto utilizaremos los cálculos de los costos de producción de carbón vegetal, sobre el cual la información es abundante en la red y será nuestro punto de partida para aproximarnos al cálculo del costo de producción de ceniza de eucalipto.

2.- Ceniza de eucalipto

Es un aditivo natural producto del proceso termoquímico aplicado dentro de la industria agrícola y otros, se elabora por medio de la combustión de hojas y tallos realizados en hornos artesanales de elaboración o producción de ladrillos, la quema se desarrolla a una temperatura de 400°C en un periodo de más de 2 horas el porcentaje de su reducción es en proporción de 63.78 % (Couto, 2019).

La ceniza se refiere a la consecuencia de combustión de carbón pulverizado, es un producto fino basado en elementos de sílice, alúmina, álcalis y otros óxidos, con



características puzolánica, en contacto con la cal forman composiciones de elementos cementantes; característico por sus elementos de sustancias inorgánicas (Pardo, 2020).

3.- Carbón vegetal

Se puede considerar el carbón vegetal un producto obtenido de la madera carbonizada en condiciones supervisadas en un horno. El proceso de carbonización implica la entrada de aire controlada, por lo que la madera se descompone químicamente en carbón en lugar de quemarse como en un fuego tradicional. Además, es uno de los combustibles más antiguos de la historia de la humanidad y satisface necesidades importantes como calefacción, preparación de comidas y en la construcción. (CONAF, 2009)

El carbón vegetal es un producto duro, quebradizo y poroso con un alto contenido de carbono (aprox. 80%). Se produce calentando madera o restos vegetales en ausencia de aire, temperatura a la que se crea es de 400 °C a 700 °C, este proceso se llama pirólisis o carbonización, este proceso produce gases y aceites que se obtienen calentando materiales vegetales. (IBAMA, 1999)

En general, se pueden carbonizar todos los tipos de madera para producir carbón vegetal útil. El contenido de cenizas de los distintos tipos de madera varía, pero suele ser insignificante. Sin embargo, la corteza tiene un contenido de cenizas inaceptablemente alto y la estructura del carbón vegetal es en la mayoría de los casos demasiado quebradiza para su uso. Por lo tanto, se debe evitar el uso de corteza si es posible o se debe mantener al mínimo la cantidad de corteza contenida en la madera. (FAO, 1983)

3.2.2.-Pasos para la obtención de carbón vegetal

En este contexto la (CONAF, 2009) publicó que la producción de carbón vegetal involucra varios pasos, los cuales pueden ser:



Recolección de la madera.

Teniendo en cuenta que las rutas de transporte de la madera deben ser lo más cortas posible.

dsecado y disposición de la madera.

El secado de leña tiene un impacto significativo en el rendimiento del carbón vegetal. Cuando la madera se corta en trozos pequeños, el agua contenida en la madera se evapora rápidamente en el aire. Cuando se almacena durante tres meses, el contenido de humedad se puede reducir al 30-35%. La pérdida de agua de la madera también provoca una pérdida de peso, lo que abarata y facilita el transporte.

Se pueden eliminar la corteza durante el secado, algunas especies, el cual es ventajoso, porque la corteza sólo produce carbón quebradizo con un alto contenido de cenizas y poco valor comercial.

Carbonización de la madera para producir carbón vegetal

Según (Otavio, 1990), lo primero durante la carbonización en el horno es desecar el material a 100°C o menor hasta llegar a 0% de humedad. Después se incrementa la temperatura a 280°C, produciendo energía proveniente de la calcinación de una parte de la madera. a los 280°C, se empieza a fraccionar, después aumenta la temperatura entre 500°C a 700°C obteniéndose carbón vegetal y cenizas.

Bajas temperaturas de carbonización dan un mayor rendimiento de carbón vegetal, pero de baja calidad que es corrosivo por contener alquitranes, ácidos y no se queman con una llama limpia sin humo. Un buen carbón vegetal comercial contiene carbono fijo alrededor de 75%, para lo cual se requiere una temperatura de 500°C, interfiere también en la calidad del carbón el tipo de madera utilizado (Hast, y otros, 1996)



Tamizado, almacenamiento y transporte a depósito o puntos de distribución

Luego de la descarga del horno, las partículas de carbón se clasifican por tamaño mediante un tamiz del tamaño requerido y se envasan en bolsas o similar. Para su posterior venta debe almacenarse en lugar protegido y seco.

3.2.2.- Proceso en campo de la carbonización o pirolisis para la elaboración del carbón vegetal

Para este proceso se utilizará un horno artesanal de ladrillo sólido, El autor (Vera da Silveira, y otros, 2017), en esta parte presenta el proceso de fabricación de carbón vegetal por parte de una empresa. El proceso es el siguiente: Se necesitan dos personas y una media de seis horas para cargar el horno. Para evitar el contacto directo de la leña con el suelo, dentro del horno se prepara una especie de parrilla en la que se coloca la leña. Se Coloca en posición horizontal hasta que el horno esté lleno. luego, se cierra la puerta con ladrillos y se sellan con barro. Para facilitar el encendido de la estufa, coloque un pequeño trozo de leña seca debajo de la chimenea.

Una vez encendido el fuego, todas las ventilaciones de aire deben estar abiertas. Después del encendido, a medida que aumenta la temperatura dentro del horno, la madera comienza a destilarse y en esta etapa la madera pierde humedad. Desde el momento en que se enciende el horno, éste es monitoreado continuamente las 24 horas del día, día y noche. Esta gestión es realizada por personal especializado.



De este personal depende el rendimiento de cada horno, quien debe controlar la velocidad y dirección del viento, ya que el viento altera el proceso de carbonización y puede acelerar o ralentizar este proceso. Además, es necesario controlar el color del humo. el humo es el indicador del cierre de las ventilaciones. Es en el cuidado de los hornos el que se optimiza el uso de las materias primas y determina la calidad del producto final.

A minutos de empezar a arder el fuego comienza a brotar por las ventilaciones un humo albino y denso dependiendo de las condiciones climáticas, viento y cantidad de humedad de la madera, este humo dura entre dos y tres días, después el humo se vuelve cerúleo y dura tres días para volverse transparente, que indica que se debe cerrarse las ventilaciones.

El humo azul es un indicador de que el proceso de carbonización ha comenzado y en esta etapa el encargado del horno debe estar atento ya que el manejo adecuado del humo determina el rendimiento y la calidad del carbón. Las ventilaciones no se cierran todos de golpe, se empiezan a cerrar uno tras otro, empezando por los que van en contra del viento, de arriba hacia abajo, teniendo en cuenta que el fuego empezó arriba y fue bajando, ya que el fuego estuvo presente a través de la chimenea incendiada. Cuando se completa el proceso de carbonatación, el humo permanece casi transparente, como el aire caliente que sale del horno. En este punto se deben tapar todas las ventilaciones que faltan y luego cubrir completamente con barro. los empleados deben demostrar experiencia y habilidad mientras trabajan a altas temperaturas. Por ello, el horno debe estar en buen estado para no poner en peligro la vida del personal, luego se deja enfriar 3 días, todo es proceso dura entre 12 y 15 días y el carbón obtenido será en promedio la cuarta parte de la madera colocada en el horno.

3.2.3.- Análisis del proceso y comparación para la obtención de ceniza de eucalipto.

De acuerdo a lo indicado en le ítem anterior se tiene muy en cuenta el control del ingreso de oxígeno mediante el aire y/o viento si no la madera tiende a quemarse por completo y



descomponerse hasta convertirse en ceniza, es por eso que se evita el ingreso de oxígeno, pero en nuestro caso será de forma contraria es decir que se debe permitir el ingreso de oxígeno para que ayude a generar más combustión de la madera y convertirlo en ceniza que es el material que deseamos obtener, en cuanto a los costos directo e indirectos de producción de la ceniza de eucalipto utilizaremos los que se usan para la producción de carbón vegetal.

4.- Cálculo de costos de producción de ceniza de eucalipto.

Para el cálculo del costo de producción de ceniza de eucalipto tomaremos como base los datos de otras investigaciones nacionales e internacionales referidas a la producción de carbón vegetal de donde se obtiene la ceniza, y luego estableceremos un precio promedio de la ceniza de eucalipto, con los cuales haremos la evaluación de costos de acuerdo a la necesidad de este material, tal como detallamos a continuación:

(Carrillo Parra, y otros, 2011), menciona en su trabajo de investigación denominado “Factores económicos a considerar en la producción de carbón vegetal en un sistema tipo fosa.” Realizado en México, Hace el cálculo de los Costos de producción de carbón vegetal y adecuaremos al costo de ceniza de eucalipto tal como se puede apreciar en los siguientes cuadros.



Tabla 123. Lista de costos directos de la producción de carbón en un horno tipo fosa (Carrillo

Actividad	Descripcion	Unidad	Precio (Pesos)	Cantidad	Parcial (Pesos)	%
Aprovechamiento	Permisos	Ha	200.00	0.50	100.00	5.0
	Derechos de monte	Kg	0.50	1,200.00	600.00	30.2
	Marqueo de arboles	m3	30.00	7.20	216.00	10.9
Mano de Obra	Derribo,troceos y acarreo	m3	100.00	7.20	720.00	36.3
	Flete	Viaje	50.00	2.00	100.00	5.0
	Quema y cuidado	Jornal	50.00	2.00	100.00	5.0
	Llenado de costales	Jornal	50.00	1.00	50.00	2.5
Otros	Aceite,aditivo,gasolina,refacciones y herramientas	Pieza	100.00	1.00	100.00	5.0
Sub total					1,986.00	100

(Parra, y otros, 2011)

Tabla 2. Lista de costos indirectos y total de la producción de carbón en un horno tipo fosa

Actividad	Descripcion	Unidad	Precio (Pesos)	Cantidad	Parcial (Pesos)	%
Administracion	Encargado de gestion	Kg	0.10	1,200.00	120.00	38.5
Pago de impuestos	Pago impuestos	Kg	0.16	1,200.00	192.00	61.5
Sub total					312.00	100
Costo Total (Cd+ Ci)					2,298.00	
Costo en pesos por Kg					1.92	
Costo en Soles por Kg					0.42	

(Carrillo Parra, y otros, 2011) ,

(Ochoa Landa, 2015), opina en su trabajo de investigación denominado “Análisis comparativos de dos sistemas de producción de carbón vegetal de dos especies forestales de Tambopata - Madre de Dios” Realizado en Perú, Hace el cálculo de los Costos de producción de carbón de estas dos especies arbóreas el cual se indica en le cuadro siguiente.

Tabla 3. Participación porcentual de los costos de producción de carbón (%)en horno

Descripcion	Horno Tipo Artesanal	
	(S./)Kg	Participacion (%)
M. de obra	0.470	49.270
Materia Prima	0.403	42.240
Servicios	0.081	8.490
Depreciacion hornos		
Total	0.954	100.000



(Ochoa Landa, 2015)

En su trabajo de investigación (Casas Villanueva, 2014), denominado “Industria Artesanal del Carbón Vegetal en el Perú” Realizado en Perú, Hace el cálculo de los Costos de producción de la elaboración de carbón vegetal y el cual asumiremos como costo de producción de ceniza tal como se indica en los siguientes cuadros.

Tabla 124. Costos (S/.) para la obtención de carbón vegetal en la selva central

del Perú para 100 kg de producción

Actividad	Descripcion	Unidad	Precio (Soles)	Cantidad	Parcial (Soles)	%
Preparacion de la fosa	Operario	Jornal	12.00	1.00	12.00	5.3
Abastecimiento de materia prima	Trozas	Tuco	0.74	54.00	40.00	17.5
	Aserrador	Jornal	80.00	1.00	80.00	35.1
Proceso de carbonizacion	Operario	Jornal	12.00	7.00	84.00	36.8
Descarga del carbon	Operario	Jornal	12.00	1.00	12.00	5.3
Costo Total					228.00	100
Costo en Soles por Kg					0.23	

(Casas

Villanueva, 2014)

4.1.- Análisis del cálculo de costos de producción de ceniza de eucalipto.

De acuerdo a los cuadros de cálculo de costos de producción de ceniza de eucalipto, se aprecia que el promedio del costo de ceniza de eucalipto de S/. 0.42; S/. 0.954 Y S/. 0.23 resulta S/. 0.53 el Kg. y para fines constructivos los requerimientos se hacen en m³ debido a la cantidad alta que se necesita y para esto es necesario conocer el peso específico de la ceniza de eucalipto, para el cual recurrimos a (Francisco Agrela, 2019) que en su trabajo de investigación calcula el peso específico y obtiene 2.68 g/cm³, valor con el que haremos nuestros cálculos.

Con este valor del peso específico calculamos la cantidad en Kilogramos que hay en un m³ de ceniza de eucalipto. Procedemos al cálculo y llegamos a obtener que 1 m³ de ceniza de

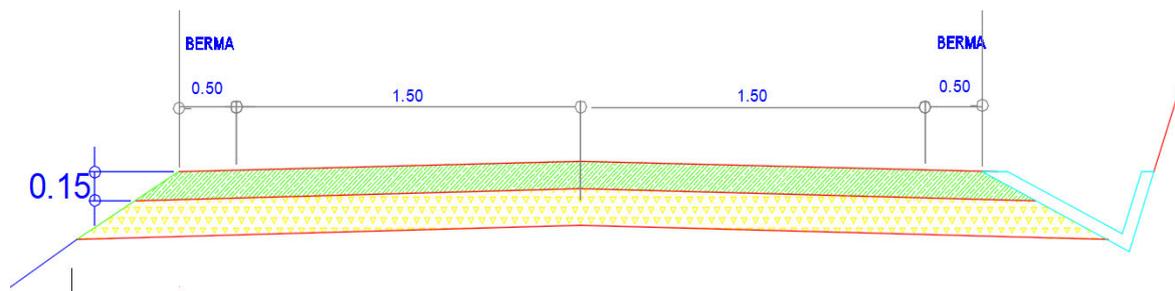


eucalipto pesa 2,680.00 Kg , si hacemos el cálculo del costo de un m³ de ceniza de eucalipto obtenemos que 1 m³ es igual S/. 1420.00 el cual resulta un costo elevado dándonos una idea que el uso de este aditivo natural como estabilizador de la subrasante resultaría bastante costoso.

5.-Cálculo de volúmenes necesarios de ceniza de eucalipto.

Para el cálculo de volúmenes necesarios de ceniza de eucalipto, haremos un cálculo de cuanto de ceniza de eucalipto se necesita por Km. De vía a estabilizar, para el cual utilizaremos la sección en promedio de la vía a intervenir, para el calculo estableceremos que se estabilizará una profundidad de 15 cm. De la subrasante.

Figura 65. Detalle de la sección de la vía



Elaboración Propia

V= Volumen de afirmado por Km.

Vc = Volumen de ceniza por Km.

L = 1 Km.

Ancho vía= 4.00 m.

Espesor de estabilización = 0.15 m

Porcentaje de Ceniza = 18 %

$$V = 1000 * 4 * 0.15 \quad V = 600 \text{ m}^3 \text{ de afirmado}$$

$$V_c = 600 * 0.18 \quad V = 108 \text{ m}^3 \text{ de ceniza de eucalipto}$$

6.- Viabilidad del uso de ceniza de eucalipto como aditivo natural para la estabilización de la subrasante.



En cuanto a la viabilidad tal como se mencionó en el ítem anterior, la evaluación se hará por Km. de estabilización de la subrasante con ceniza de eucalipto, sobre el cual se evaluará, verificará la viabilidad técnica y económica del uso de la ceniza de eucalipto en la estabilización de la subrasante de la investigación.

6.1.- Viabilidad técnica

Respecto a esta viabilidad se ha demostrado durante el desarrollo de la investigación que este aditivo natural como es la ceniza de eucalipto representa adecuada solución técnica para la estabilización de la subrasante de la vía: **“TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES”** de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación en indicado en sus correspondientes conclusiones y recomendaciones los

6.2.- Viabilidad económica

Respecto a esta viabilidad los cálculos de costos indican claramente que para cualquier longitud de tramo que se requiera a intervenir representara un costo altísimo, esto debido a que el costo por km de estabilización con ceniza de eucalipto intervención con resulta la suma de:

C_k = Costo por kilometro de estabilización con ceniza de eucalipto.

$$C_k = 108 * 1420.40$$

$$C_k = S/. 153,403.20$$

7.- Conclusiones

Como conclusión diremos que si bien el aditivo natural como es la ceniza de eucalipto, mejora el CBR de la subrasante de la vía **“TRAMO EMP-CU-709 (6KM) QUELLUPAY - PUMAPUNCU DEL DISTRITO DE LARES”**, económicamente no es viable debido a los altos costos que representa adquirir y/o elaborar la ceniza de eucalipto.