



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la
subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac,
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Enciso Ortiz, Claver (ORCID: 0000-0002-9015-6556)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mis padres Sergio Enciso y Teresa Ortiz, por haberme dado su apoyo con gran sacrificio en todo momento de mi vida, por haberme impulsado a seguir adelante para poder lograr mis objetivos y metas; a mis hermanos Hernán y Sergio Elias, a mis hermanas Nery y Cynthia, por apoyarme en cada adversidad de la vida; a mis tíos, tías y demás familiares por creer en mí.

A mis mejores amigos de la universidad, por haberme apoyado en todo momento en mi trabajo de investigación.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme salud, por ser mi guía, por brindarme sabiduría y por darme fortaleza; a mi padre y a mi madre, hermanos y hermanas, por apoyarme a lograr mis sueños, ya que ellos me apoyaron en los momentos más complicados de la vida.

Al Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida, quien con sus conocimientos me brindó la asesoría en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A la ingeniera Carmen Carbajal Céspedes, al ingeniero Raul Kari Benites y a la ingeniera Margoth Meza Tintaya, quienes con sus conocimientos y experiencias, me brindaron la asesoría técnica, en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A mis amigos: Yessica, Diana y Donny, quienes han sido de gran apoyo importante, en el desarrollo y la ejecución de mi trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	38
3.1. Tipo y diseño de investigación.	39
3.2. Variables y operacionalización.	40
3.3. Población, muestra y muestreo.	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	42
3.5. Procedimientos.....	44
3.6. Métodos de análisis de datos.	121
3.7. Aspectos éticos.	121
IV. RESULTADOS	122
V. DISCUSIÓN	132
VI. CONCLUSIONES	135
VII. RECOMENDACIONES	140
REFERENCIAS	142
ANEXOS	146

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de las carreteras en el Perú . ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 2. Cantidad de las calicatas para caracterizar al suelo	16
Tabla 3. Cantidad del ensayo Mr y del CBR	17
Tabla 4. Simbologías usadas para los perfiles de las calicatas, según AASHTO	18
Tabla 5. Simbologías usadas para los perfiles de las calicatas, según SUCS.....	18
Tabla 6. Ensayos de laboratorio más usados en mecánica de suelos.....	19
Tabla 7. Tamaños de mallas estándar en EE.UU	20
Tabla 8. Sistema AASHTO.....	26
Tabla 9. Métodos del ensayo de proctor estándar	29
Tabla 10. Métodos del ensayo de proctor modificada	29
Tabla 11. Valores de Validez	40
Tabla 12. Resumen del Estudio de Tráfico Vehicular	43
Tabla 13. Coordenadas de la carretera Abancay - Huayllabamba.....	45
Tabla 14. Cantidad de las calicatas para caracterizar al suelo	49
Tabla 15. Ubicación de calicatas de la zona de estudio.....	50
Tabla 16. Humedad natural de las muestras de suelo	67
Tabla 17. Distribución granulométrica del suelo, de la calicata C-1	70
Tabla 18. Distribución granulométrica del suelo, de la calicata C-2	71
Tabla 19. Distribución granulométrica del suelo, de la calicata C-3	72
Tabla 20. Límites de consistencia del suelo de las muestras naturales	77
Tabla 21. Clasificación del suelo de las muestras naturales	77
Tabla 22. Ensayo de proctor modificado del suelo de las muestras naturales.....	81
Tabla 23. Ensayos de CBR del suelo de las muestras naturales.....	87
Tabla 24. Porcentaje de dosificaciones según el tipo de estabilizador	88
Tabla 25. Humedad de las muestras de suelo con dosificación.....	90
Tabla 26. Distribución granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 3% CE	94
Tabla 27. Distribución granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 6% CE	95
Tabla 28. Distribución granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 8% CE	96
Tabla 29. Distribución granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 3% CE	97
Tabla 30. Distribución granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 6% CE	98
Tabla 31. Distribución granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 8% CE	99
Tabla 32. Distribución granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 3% CE	100
Tabla 33. Distribución granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 6% CE	101

Tabla 34. Distribución granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 8% CE	102
Tabla 35. Límites de consistencia del suelo de las muestras con dosificación ..	106
Tabla 36. Clasificación del suelo de las muestras con dosificación	107
Tabla 37. Ensayo de proctor modificado de las muestras con dosificación	112
Tabla 38. Ensayos de CBR del suelo de las muestras con dosificación	118
Tabla 39. Resultados de CBR de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con dosificaciones.	120
Tabla 40. Contenidos de humedad de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.	121
Tabla 41. Límites de consistencia de la calicata C-1 con dosificaciones de CE	122
Tabla 42. Proctor modificado de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.....	124
Tabla 43. CBR de la calicata C-1 con dosificaciones de CE	126
Tabla 44. Categorización para la subrasante.....	128

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Estructura de los pavimentos flexibles.	13
Figura 2. Estructura de los pavimentos rígidos.	14
Figura 3. Ejemplo de curva granulométrica del suelo.	22
Figura 4. Análisis granulométrico con el hidrómetro.	23
Figura 5. Estados de límites de Consistencia.....	24
Figura 6. Herramientas para el ensayo del límite líquido.	25
Figura 7. Curva para graficar el límite líquido.	25
Figura 8. Proceso de elaboración de rolones de la muestra de suelo del límite plástico.	26
Figura 9. Ecuación del índice de plasticidad (PI).	26
Figura 10. La grafica para la carta de la plasticidad.	27
Figura 11. Esquema para clasificar al suelo de grano grueso.	29
Figura 12. Esquema para clasificar al suelo arcilloso e inorgánico.	30
Figura 13. Equipos de ensayos de CBR.	32
Figura 14. Visita para ver el punto de control para el estudio de tráfico vehicular.	45
Figura 15. Visita a la zona de estudio de la Carretera Abancay - Huayllabamba.	45
Figura 16. Punto de control para el estudio de tráfico vehicular.	46
Figura 17. Toma de coordenada del tramo inicio de la carreta Abancay - Huayllabamba.	47
Figura 18. Toma de coordenada del tramo final de la carreta Abancay - Huayllabamba.	48
Figura 19. Topógrafo manipulando la estación total en la carretera Abancay - Huayllabamba.	49
Figura 20. Cogiendo el prisma, para que el topógrafo tome el punto con estación total, en la carretera Abancay - Huayllabamba.	49
Figura 21. Croquis de la carretera Abancay – Huayllabamba, con Google Earth.	50
Figura 22. Punto de partida para dar inicio el proceso de excavación de las calicatas.	52
Figura 23. Toma de la coordenada de la calicata C-3.	52
Figura 24. Marcación con yeso de la calicata C-1.	53
Figura 25. Marcación con yeso de la calicata C-2.	53
Figura 26. Marcación con yeso de la calicata C-3.	54
Figura 27. Excavación con retroexcavadora la calicata C-1.	54
Figura 28. Excavación con retroexcavadora la calicata C-2.	55

Figura 29. Excavación con retroexcavadora la calicata C-3.	55
Figura 30. El técnico laboratorista perfilando manualmente con pala la calicata.	56
Figura 31. Medición de la profundidad de la calicata C-1.	56
Figura 32. Medición de la profundidad de la calicata C-2.	57
Figura 33. Medición de la profundidad de la calicata C-3.	57
Figura 34. Extracción de la muestra de suelo para su colocación a los costales de rafia.	58
Figura 35. Rellenando el hueco de la calicata C-3, para dejarlo como en su estado original.	58
Figura 36. Muestras de suelo ensacados de la calicata C-1, para transportar al laboratorio.	59
37. Croquis de las ubicaciones de las calicatas.	59
Figura 38. Leña rajada de eucalipto.	60
Figura 39. Horno artesanal en sus inicios de encendido.	61
Figura 40. Añadiendo la leña rajada de eucalipto al horno artesanal.	61
Figura 41. Horno artesanal calcinando la leña rajada de eucalipto.	62
Figura 42. Toma de la temperatura de calcinación del horno artesanal.	62
Figura 43. El proceso de apagado del horno artesanal.	63
Figura 44. Obtención de la ceniza de eucalipto en un recipiente.	63
Figura 45. Proceso del colado de la ceniza de eucalipto para quitar las impurezas.	64
Figura 46. Obtención de la ceniza de eucalipto de buena calidad y fina.	64
Figura 47. Proceso de guardado de la ceniza de eucalipto, para luego ser usado en las dosificaciones de las muestras de suelo.	65
Figura 48. Proceso de desmenuzado de las partículas pegadas de la calicata C-1, para el ensayo de contenido de humedad.	66
Figura 49. Proceso del desmenuzado de la calicata C-1, para el resto de los ensayos de laboratorio.	66
50. Proceso del secado al aire libre de la calicata C-1.	67
Figura 51. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.	67
Figura 52. Proceso de pesado de la muestra de suelo húmedo.	68
Figura 53. Proceso del enfriamiento de la muestra de suelo.	68
Figura 54. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.	69
Figura 55. Selección de la muestra de suelo luego del cuarteo.	70
Figura 56. Proceso de vaciado de la muestra de suelo a los tamices que están ordenados.	70

Figura 57. Proceso de pesado de cada tamiz retenido.	71
Figura 58. Muestra de suelo ordenadas de cada tamiz.	71
Figura 59. Curva granulométrica del suelo, de la calicata C-1.	72
Figura 60. Curva granulométrica del suelo, de la calicata C-2.	73
Figura 61. Curva granulométrica del suelo, de la calicata C-3.	74
Figura 62. Realizando el proceso de tamizaje manual en la malla N°40.	75
Figura 63. Proceso del mezclado de la muestra pastosa por el técnico laboratorista.	76
Figura 64. Colocado de la muestra pastosa en la cuchara de Casagrande por técnico laboratorista.	76
Figura 65. Proceso de elaboración de rolones un diámetro aproximado de 3mm.	77
Figura 66. Colocación de los rolones de 3mm en su capsula respectiva.	78
Figura 67. Formula de índice de plasticidad (PI).	78
Figura 68. Midiendo la cantidad de agua para cantidad muestra de suelo.	80
Figura 69. Haciendo el proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.	80
Figura 70. Proceso del pesado del molde de proctor.	81
Figura 71. Nivelando los moldes del proctor para realizar el compactado.	82
Figura 72. Proceso del compactado del ensayo de proctor.....	82
Figura 73. Realizando el proceso del enrazado de la muestra con una regla metálica.	83
Figura 74. Proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.	84
Figura 75. Realizando el proceso de compactado de la muestra de suelo.	85
Figura 76. Proceso del nivelado de la muestra que está en el molde usando una regla metálica.	85
Figura 77. Proceso del colocado de la sobrecarga en los moldes.	86
Figura 78. Proceso del colocado del trípode a los moldes.	86
Figura 79. Proceso de saturación de las muestras en un contenedor de agua. ...	87
Figura 80. Colocando el medidor de la presión en la prensa hidráulica.	88
Figura 81. Realizando el proceso del prensado a la muestra.....	89
Figura 82. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.	91
Figura 83. Proceso de pesado de la muestra de suelo húmedo.	92
Figura 84. Proceso del enfriamiento de la muestra de suelo.....	92
Figura 85. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.	93
Figura 86. Selección de la muestra de suelo luego del cuarteo.	94
Figura 87. Proceso de vaciado de la muestra de suelo a los tamices que están	

ordenados.	94
Figura 88. Proceso de pesado de cada tamiz retenido.	95
Figura 89. Muestra de suelo ordenadas de cada tamiz.	95
Figura 90. Curva granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 3% CE.	96
<i>Figura 91.</i> Curva granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 6% CE.	97
Figura 92. Curva granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 8% CE.	98
Figura 93. Curva granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 3% CE.	99
Figura 94. Curva granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 6% CE.	100
Figura 95. Curva granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 8% CE.	101
<i>Figura 96.</i> Curva granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 3% CE.	102
Figura 97. Curva granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 6% CE.	103
Figura 98. Curva granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 8% CE.	104
Figura 99. Realizando el proceso de tamizaje manual en la malla N°40.	105
Figura 100. Proceso del mezclado de la muestra pastosa por el técnico laboratorista.	106
Figura 101. Colocado de la muestra pastosa en la cuchara de Casagrande por técnico laboratorista.	106
Figura 102. Proceso de elaboración de rolones un diámetro aproximado de 3mm.	107
Figura 103. Colocación de los rolones de 3mm en su capsula respectiva.	108
Figura 104. Formula de índice de plasticidad (PI).	108
Figura 105. Midiendo la cantidad de agua para cantidad muestra de suelo.	110
Figura 106. Haciendo el proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.	111
Figura 107. Proceso del pesado del molde de proctor.	111
Figura 108. Nivelando los moldes del proctor para realizar el compactado.	112
Figura 109. Proceso del compactado del ensayo de proctor.	112
Figura 110. Realizando el proceso del enrazado de la muestra con una regla metálica.	113
Figura 111. Proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.	115
Figura 112. Realizando el proceso de compactado de la muestra de suelo.	116
Figura 113. Proceso del nivelado de la muestra que está en el molde usando una regla metálica.	116
Figura 114. Proceso del colocado de la sobrecarga en los moldes.	117
Figura 115. Proceso del colocado del trípode a los moldes.	117

Figura 116. Proceso de saturación de las muestras en un contenedor de agua.	118
Figura 117. Colocando el medidor de la presión en la prensa hidráulica.	119
Figura 118. Realizando el proceso del prensado a la muestra.....	120
Figura 119. Contenidos de humedad de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.	124
Figura 120. Límites de consistencia de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.	125
Figura 121. Máxima densidad seca (MDS) de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.	127
Figura 122. Óptimo contenido de humedad (OCH) de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.	127
Figura 123. CBR 0.2” al 95% de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.	
129 Figura 124. CBR 0.2” al 100% de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.	130

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo: determinar en qué medida influye la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. Se tuvo como metodología; tipo: por enfoque cuantitativo y por propósito aplicada; diseño: cuasi-experimental y nivel: explicativo; población: carretera Abancay - Huayllabamba, 4km de longitud; la muestra: 3 calicatas en 1km de carretera y el muestreo: no probabilístico; técnica: observación; instrumento de recolección de datos: fichas técnicas; validez: juicio de expertos y la confiabilidad: certificados de calibración; el procedimiento fue de la siguiente manera; se realizó el estudio de tráfico vehicular, levantamiento topográfico, excavación de las calicatas y toma de muestras, elaboración de la ceniza de eucalipto, ensayos de laboratorio con muestras naturales y dosificadas. Los resultados obtenidos para la muestra más desfavorable siendo la calicata C-1 con dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto (CE): la capacidad de soporte del suelo (CBR) a 0.2" al 100% de la muestra patrón fue 8.58%, con 3% de CE el CBR a 0.2" al 100% fue 9.98%, con 6% de CE el CBR a 0.2" al 100% fue 12.31% y con 8% de CE el CBR a 0.2" al 100% fue 13.15%. Se concluye que la adición de ceniza de eucalipto influye positivamente en la mejora de la estabilidad de la subrasante, la calicata C-1 al ser mejorada con 8% de CE tuvo una subrasante buena, según se muestra en la Tabla 44 del manual de carreteras del MTC (2014).

Palabras Clave: Ceniza de eucalipto, estabilidad de subrasante, CBR.

Abstract

The objective of this research was to determine to what extent the addition of eucalyptus ash influences the improvement of the stability of the subgrade on the Abancay - Huayllabamba highway, Apurímac, 2022. The methodology used was; type: by quantitative approach and by purpose applied; design: quasi-experimental and level: explanatory; Population: Abancay - Huayllabamba highway, 4 km long; the sample: 3 test pits in 1km of highway and the sampling: non-probabilistic; technique: observation; data collection instrument: technical sheets; validity: expert judgment and reliability: calibration certificates; the procedure was as follows; the study of vehicular traffic, topographic survey, excavation of pits and sampling, elaboration of eucalyptus ash, laboratory tests with natural and dosed samples were carried out. The results obtained for the most unfavorable sample being pit C-1 with dosages of 3, 6 and 8% eucalyptus ash (CE): the soil bearing capacity (CBR) at 0.2" at 100% of the standard sample was 8.58%, with 3% CE the CBR at 0.2" at 100% was 9.98%, with 6% CE the CBR at 0.2" at 100% was 12.31% and with 8% CE the CBR at 0.2" at 100 % was 13.15%. It is concluded that the addition of eucalyptus ash positively influences the improvement of the stability of the subgrade, pit C-1, when improved with 8% CE, had a good subgrade, as shown in Table 44 of the road manual of the MTC (2014).

Keywords: Eucalyptus ash, subgrade stability, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

La **problemática a nivel internacional**, en Colombia, González (2017), menciona que en Colombia: “se emplean técnicas muy tradicionales en los pavimentos durante años, que su propósito cumplen de resistir a cargas del tránsito vehicular, pero dañan el medio ambiente” (p. 7), porque estos pavimentos no son muy eficaces ante factores como es las escorrentías de las aguas fluviales. La problemática que presenta el país de Ecuador, Armijos (2018), menciona que: “los daños en los pavimentos son un problema que afecta a las vías en todo el mundo, en su mayoría principalmente a la estructura del pavimento” (p. 2), estos pavimentos son dañados por factores como: cambios repentinos de temperaturas en un solo días, lluvias intensas, cambio climático, el incremento de tránsito vehicular y entre otros. Por su parte Esquivel y Quijas (2021), dicen: “los árboles por su mal ubicación dañan los pavimentos” (p. 1), después las vías deben ser reparados por ser dañados por las raíces de los árboles. Sin embargo para Rivera y otros (2020), dice que: “materiales usados tradicionalmente en la estabilidad química para el suelo, es de aspecto técnico, los daños al medio ambiente son un propósito que se debe superar para mejorar y dar la solución a este problema” (p. 206), la es estabilización química se usa con el propósito de aumentar las propiedades del suelo, también aumentar la resistencia de la capacidad portante del suelo, se puede mejorar algunas propiedades del suelo usando productos químicos, como: cal, cemento, sales, cenizas y entre otros. La **problemática a nivel nacional**, para SENAMHI (2019), menciona que: “fallas en masas de suelo, causan desastres en todo el Perú, producto de la presencia de intensas de lluvias” (p. 1), los movimientos en masas son provocados por las lluvias intensas, provocando desastres naturales, así dañando y destruyendo las vías nacionales, de tal forma que son afectados y aislados las poblaciones que hacen uso de dicha carretera. En el Perú, Quiñones (2017), menciona que: “las vías actuales ya terminaron su periodo de vida útil, se han dañado o deteriorado, a consecuencia de materiales de baja calidad, carencia de sistema de drenaje, estudio de tráfico erróneos, mala dirección técnica al momento de su ejecución” (p. 1), las vías del Perú ya cumplieron con su vida útil en su mayoría, por lo cual deberán ser reemplazados por nuevos pavimentos. La problemática que presenta Lima, según Orozco (2019), mención

que: “la falta de visión, de proyección, el efectivísimo político y la corrupción, se volvieron factores que hicieron que nuestras autoridades desaprovecharan esa iniciativa privada para plantearles al inversionista, el otro caso es la falta de proyección de gestiones municipales” (p. 10), debido a la corrupción que se da en el Perú los proyectos, son afectados como: expedientes inconclusos la falta de presupuesto, obras inconclusas, obras sin liquidar, etc. Para Goñas y Saldaña (2020), dice que los suelos: “tienen baja resistencia en Chachapoyas, es de poca resistencia en ser empleadas para las subrasantes” (p. 31), los suelos arcillosos tienen baja resistencia ante presencia de elevada humedad, generalmente se da en suelos de la selva y una parte de la sierra. Sin embargo en la ciudad de Abancay - región Apurímac las cenizas son desperdiciadas y desechadas a los camiones basureros, las cenizas son producto de la combustión de madera de eucalipto, también es conocido como leña rajada de eucalipto, las cenizas son producidas por las pollerías a la brasas y las panaderías artesanales, finalmente su disposición final de las cenizas son llevados al sector Quitasol del relleno sanitario compactado, por lo tanto este material que es la ceniza de debería aprovechar como material estabilizante en la subrasante, que se emplearía para aumentar y modificar la propiedad físico - mecánica de los suelo; en todas las carreteras para la región de Apurímac y en el Perú; se podría usar las cenizas como estabilizador del suelo nos ahorramos costos muy elevados, ya que otros aditivos químicos son muy costosos.

El **problema general** es: ¿En qué medida influye la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?. Los **problemas específicos** son: **PE1.** ¿Cómo influye la adición de ceniza de eucalipto en la disminución del contenido de humedad para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?. **PE2.** ¿Qué efecto tiene la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de los límites de consistencia para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?. **PE3.** ¿De qué manera influye la adición de ceniza de eucalipto en el aumento de la compactación del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?. **PE4.** ¿En qué medida la adición de ceniza de eucalipto incrementa la capacidad de soporte del suelo para mejorar la

estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?.

Justificación Práctica. Este trabajo de investigación ofrece otra forma de solución para aumentar las propiedades físico-mecánicas para las subrasantes en las carreteras en el Perú, de esta forma se podrá reducir los costos elevados que se tienen con otros materiales al estabilizar el suelo, por lo que los pueblos no tienen carreteras de buenas. Es una opción de solución al usar ceniza de eucalipto, producidos por las pollerías y los hornos artesanales de las panaderías, actualmente se desperdicia las cenizas. Por lo tanto se emplea estudios de mecánica de suelos, para tener información de la subrasante que pertenece a la carretera Abancay – Huayllabamba. **Justificación Metodológica.** Este trabajo de investigación tiene el propósito de mejorar la subrasante, por lo que se adicionara ceniza de eucalipto, originadas por las pollerías y los hornos artesanales de las panaderías, de esta forma el resultado dará una subrasante mejorada y el pavimento en vida útil no presente fallas. **Justificación Ambiental.** En el Perú existen aproximadamente unas 13000 pollerías a la brasa, también a nivel nacional existen 20000 panaderías, 10000 ubicadas en Lima y las demás en el resto del país, en gran porcentaje en el interior del país usan el árbol de eucalipto como material de combustión, a su vez anualmente generan grandes cantidades de cenizas, las cenizas son desperdicios y contaminan el medio ambiente. Por lo tanto la ceniza de eucalipto se utilizará como estabilizador de subrasante, se haría un gran aporte al medio ambiente al reutilizar la ceniza de eucalipto. **Justificación Económica.** Es favorable usar ceniza de eucalipto como material estabilizante para mejorar la subrasante, la ceniza de eucalipto esta cercana al lugar estudiado, el estabilizante de ceniza de eucalipto nos ahorraría costos, por lo que traer material de cantera para reemplazar la subrasante mala sería más costoso.

El **objetivo general** es: Determinar en qué medida influye la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. Los **objetivos específicos** son: **OE1.** Calcular como influye la adición de ceniza de eucalipto en la disminución del contenido de humedad para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. **OE2.** Establecer que efecto tiene la adición de

ceniza de eucalipto en la mejora de los límites de consistencia para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. **OE3**. Evaluar de qué manera influye la adición de ceniza de eucalipto en el aumento de la compactación del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. **OE4**. Determinar en qué medida la adición de ceniza de eucalipto incrementa la capacidad de soporte del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

La **hipótesis general** es: La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. Las **hipótesis específicas** son: **HE1**. La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en la disminución del contenido de humedad para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. **HE2**. La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en la mejora de los límites de consistencia para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. **HE3**. La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en el aumento de la compactación del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022. **HE4**. La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en el incremento de la capacidad de soporte del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

Los antecedentes encontrados de trabajos previos de investigación, que servirán como puntos de referencia para la investigación, Para **Espinoza y Velásquez** (2018), en su investigación titulada: **“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018”**. Tuvo como **objetivo de investigación**: “determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia, 2018”. Fue un estudio de **tipo** “Aplicada”, **diseño** “experimental”. La **población** de estudio es: “tramo Pinar-Marian, distrito Independencia, provincia Huaraz, departamento Ancash, longitud 1.149 km”. La **muestra** fue: “tres calicatas en 1.149 kilómetros, progresiva 0+000 hasta 1+149”; y el **muestreo** fue. “no probabilístico o dirigida, intencionalmente seleccionados por los investigadores”. Los **instrumentos** empleados son: “fichas de recolección de datos”. Los principales **resultados** fueron; **R1**: “se concluye que el contenido de humedad natural de las calicatas C-01, C-02 y C-03 son: 17.04, 16.69 y 16.22%, el promedio del contenido de humedad natural es 16.65%”; **R2**: “se concluye que los límites de constancia para la calicata C-01, con la adición de ceniza de caña de azúcar de 10, 20 y 30% son: limite liquido (LL), 18.19, 13.28, 10.56 y 19.92% ; limite plástico (LL), 2.08, 1.69, 0.83 y 0.78%, el índice de plasticidad (IP), 16.11, 11.59, 9.73 y 12.14%, el óptimo es con 20% de ceniza de caña de azúcar es, el LL=10.56%, el LP=0.83% y el IP=9.73%”; **R3**: “se concluye que la compactación del suelo es para la calicata C-01, con la adición de ceniza de caña de azúcar de 10, 20 y 30% son: máxima densidad seca (MDS), 1.656, 1.802, 1.859 y 1.776gr/cm³; optimo contenido de humedad (OCH), 6.382, 8.708, 9.567 y 8.321%, el óptimo es con 20% de ceniza de caña de azúcar es, el MDS=1.859gr/cm³, el OCH=9.567%”; **R4**: “se concluye que la capacidad de soporte del suelo (CBR) es para la calicata C-01, con la adición de ceniza de caña de azúcar de 10, 20 y 30% son: el CBR de 0.1pulg. al 95% son, 4.81, 11.56, 15.18 y 10.42%, el CBR de 0.1pulg. al 100% son, 6.67, 12.93, 16.97 y 11.49%, el óptimo es con 20% de ceniza de caña de azúcar es, el CBR al 95% es 15.18%, el CBR al 100% es 16.97%”. Se **concluyó** que: “los límites de consistencia, proctor

modificado y CBR, la adicción de ceniza de caña de azúcar del 20% de CCA con referencia al peso de la muestra, se logró un CBR al 95% de 15.18%, una DMS de 1.859gr/cm³, una óptima humedad de 9.567% y reduciendo el IP a 9.73%”.

Por su parte **Casas** (2020), en su investigación titulada: **“Ceniza de carbón mineral para estabilización de suelos cohesivos en subrasante”**. Tuvo como **objetivo de investigación**: “evaluar la influencia de la ceniza de carbón mineral en la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante”. Fue un estudio de **tipo** “Aplicada”, **nivel** “explicativo”, **diseño** “experimental, a su vez cuasi - experimental”. La **población** de estudio es: “la población correspondió a los 560 kilos de suelo patrón y con adición de la ceniza de carbón mineral, obtenida de la calicata que se realizó entre el Pasaje 30 de mayo – Jirón Mariátegui del anexo de Uñas, provincia Huancayo y Región Junín”. La **muestra** fue: “se consideró el total de la población, 560 kilos de suelo patrón”. Los **instrumentos** empleados son: “observación, fichas de laboratorio”. Los principales **resultados** fueron; **R1**: “se concluye que el contenido de humedad natural de la calicatas C-01 es 30%”; **R2**: “se concluye que los límites de constancia para la calicata C-01, con la adición de ceniza de carbón mineral de 3, 5 y 7% son: limite liquido (LL), 38, 41, 44 y 45% ; limite plástico (LL), 20, 21, 23 y 21%, el índice de plasticidad (IP), 18, 20, 21 y 24%, el óptimo es con 7% de ceniza de carbón mineral es, el LL=45%, el LP=21% y el IP=24%”; **R3**: “se concluye que la compactación del suelo es para la calicata C-01, con la adición de ceniza de carbón mineral de 3, 5 y 7% son: máxima densidad seca (MDS), 1.569, 1.547, 1.547 y 1.469gr/cm³; optimo contenido de humedad (OCH), 15.8, 17.4, 17.4 y 17.6%, el óptimo es con 7% de ceniza carbón mineral es, el MDS=1.469gr/cm³, el OCH=17.6%”; **R4**: “se concluye que la capacidad de soporte del suelo (CBR) es para la calicata C-01, con la adición de ceniza de carbón mineral de 3, 5 y 7% son: el CBR de 0.2pulg. al 95% son, 2.2, 5.5, 6.0 y 7.5%, el CBR de 0.2pulg. al 100% son, 4.59, 9.19, 11.34 y 12.47%, el óptimo es con 7% de ceniza de carbón mineral es, el CBR al 95% es 7.5%, el CBR al 100% es 12.47%”. Se **concluyó** que: “la ceniza de carbón mineral sobre la propiedad mecánica del suelo, se determinó que la capacidad de soporte (CBR) incrementa, de 2.2% que es su valor inicial hasta 5.5%, 6% y 7.5% con el 3%, 5% y 7% de CCM respectivamente, obteniendo resultados deseados con el 5% y 7%”.

Por otro lado, Ramírez (2020), en su investigación titulada: ***“Incorporación de la ceniza de cabuya para mejorar las propiedades de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020”***. Tuvo como **objetivo de investigación**: “determinar la influencia de la Incorporación de la ceniza de cabuya mejora las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020”. Fue un estudio de **tipo** “aplicada”, **nivel** “correlacional”, **diseño** “experimental, a su vez cuasi - experimental”. La **población** de estudio: “tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, distancia de 6 km”. La **muestra** fue: “3 calicatas”; y el **muestreo** fue: “no probabilístico”. Los **instrumentos** empleados son: “observación, formatos de ensayos”. Los principales **resultados** fueron; **R1**: “se concluye que el contenido de humedad natural de las calicatas C-01, es: 12.8%”. **R2**: “se concluye que los límites de constancia para la calicata C-01, con la adición de ceniza de cabuya de 6, 8 y 12% son: limite liquido (LL), 29% ; limite plástico (LL), 18%, el índice de plasticidad (IP), 11%, el óptimo es con 12% de ceniza de cabuya es, el LL=10.56%, el LP=0.83% y el IP=9.73%”; **R3**: “se concluye que la compactación del suelo es para la calicata C-01, con la adición de cabuya de 6, 8 y 12% son: máxima densidad seca (MDS), 1.884, 1.754, 1.745 y 1.692gr/cm³; optimo contenido de humedad (OCH), 12.8, 13.4, 15.5 y 16.2%, el óptimo es con 12% de ceniza de cabuya es, el MDS=1.692gr/cm³, el OCH=16.2%”; **R4**: “se concluye que la capacidad de soporte del suelo (CBR) es para la calicata C-01, con la adición de ceniza de cabuya de 6, 8 y 12% son: el CBR de 0.1pulg. al 95% son, 8.0, 13.2, 14.0 y 17.5%, el óptimo es con 12% de ceniza de cabuya es, el CBR al 95% es 17.5%”. Se **concluyó** que: “el 12% de ceniza de cabuya, mejoran las propiedades del suelo del tramo Yarumayo – San pedro de Chaulán, disminuye el índice de plasticidad; el incremento de la capacidad de soporte CBR”.

Por otro lado, para Araujo y Urbano (2020), en su investigación titulada:

“Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cascara de arroz en calle Integración - Chosica 2019”. Tuvo como **objetivo de investigación**: “determinar si la incorporación de la ceniza de cascara de arroz, influye en la estabilización a nivel de subrasante, en calle integración - Chosica 2019”. Fue un estudio de **tipo** “aplicada”, **nivel** “explicativo”, **diseño** “experimental”. La **población** de estudio: “Calle Integración en la 3ra Zona del Asentamiento Humano Nicolás de

Piérola – Chosica, con 599.23m, del 0+000km - 0+599.23km”. La **muestra** fue: “fórmula de muestra finita: 509.42m de longitud”; y el **muestreo** fue: “no probabilístico, elección razonada”. Los **instrumentos** empleados son: “fichas de recolección de datos”. Los principales **resultados** fueron; **R1**: “se concluye que el contenido de humedad natural de las calicatas C-01, C-02 y C-03 son: 0.9, 0.8 y 3.1%”; **R2**: “se concluye que la compactación del suelo es para la calicata C-01, con la adición de ceniza de cáscara de arroz de 4, 7 y 10% son: máxima densidad seca (MDS), 1.533, 1.592, 1.612 y 1.499gr/cm³; óptimo contenido de humedad (OCH), 13.5, 14.3, 15.1 y 17.2%, el óptimo es con 7% de ceniza de cascara de arroz es, el MDS=1.612gr/cm³, el OCH=15.1%”; **R3**: “se concluye que la capacidad de soporte del suelo (CBR) es para la calicata C-01, con la adición de ceniza de cáscara de arroz de 4, 7 y 10% son: el CBR de 0.2pulg. al 95% son, 28.5, 35.1, 39.9 y 21.0%, el CBR de 0.2pulg. al 100% son, 39.4, 50.1, 51.2 y 25.6%, el óptimo es con 7% de ceniza de cáscara de arroz es, el CBR al 95% es 39.9%, el CBR al 100% es 51.2%”. Se **concluyó** que: “el 7% de ceniza de cascara de arroz es el óptimo y si influye en la estabilización de la subrasante Calle Integración en Chosica, mejorando el contenido de humedad, compactación y la capacidad de soporte”.

TEORIAS RELACIONADAS

Definición del pavimento.

Montejo (2002), menciona que son: “está compuesta por varias capas se sostiene sobre la subrasante, la estructura del pavimento generalmente está compuesta por: base, subbase y capa de la rodadura, su función principal del pavimento es la resistencia al tránsito vehicular” (p. 1), estas capas cumplen distintas funciones, principalmente de resistir al tránsito vehicular que se da en estas vías.

La importancia del pavimento.

Un pavimento tiene una gran importancia para la necesidad para las personas como: ya se movilizarse en varios lugares, tener gran comodidad, tener la seguridad, estar conectado con otros lugares, transportar productos de una zona a otra, etc. Zambrano (2015), menciona que: “el pavimento es el rostro de una carretera, es la cara para el usuario, la calidad de un pavimento debe ser diseñado dependiendo de su funcionalidad que esta va a tener” (p. 15); esto depende

directamente de su percepción acerca de la calidad del pavimento, la percepción de la duración de los materiales, para el usuarios que frecuentemente transitan por una carretera; por lo tanto el tránsito frecuente es que comienza para el proceso de deterioro de la capa de cubrimiento de una carretera” Sin embargo para Macea, y otros (2016), dice que: “se debe mantener en buen estado los pavimentos, tienen gran importancia para el transporte de las personas y entre otros; la función principal de una infraestructura vía debe ser la seguridad y comodidad de los usuarios” (p. 224), en los últimos tiempos la ciencia y la tecnología han propuesto nuevas tecnologías para crear y combinar diversos tipos de pavimentos.

Características que debe reunir un pavimento.

Las funciones más principales que los pavimentos deben tener Montejo (2002), dice: “debe tener resistencia al tránsito vehicular, tener resistencia para el intemperismo, debe tener una superficie adaptada para las velocidades pronosticadas de vehículos y la influencia en la seguridad vial” (p. 1). En conclusión las características principales del pavimento sería, resistente al tránsito vehicular, comodidad y seguridad para los usuarios de la vía que usarán.

Clasificación de pavimentos. A.

Pavimentos flexibles.

Montejo (2002), menciona que: “el de pavimento flexible se compone por una capa asfáltica, compuesta casi siempre de 2 capas, que son: la base y subbase; las capas se usan de acuerdo al tipo de obra” (p. 2). Sin embargo para Rondón y Reyes (2007), mencionan lo siguiente: “los pavimentos flexibles tienen una deformación permanente, sin embargo actualmente los métodos empíricos predicen esta deformación que se produce en la subrasante; por lo tanto se podrá saber cuál es la capacidad de soporte del suelo” (p. 43). Por su parte Massenlli y De Paiva (2019), dicen: “las deformaciones que tienen las capas nuevas de subrasante, son por ser débiles” (p. 1), para ello se debe reforzar la subrasante con diferentes mecanismos de estabilización, así lograr una subrasante buena a excelente.

Para Ríos y otros (2020), dice que: “las infraestructuras viales flexibles tienen fallas superficiales, afectando en el entorno social y económico” (p. 1), para poder evitar estos problemas con la sociedad entre otros, los diseños de pavimentos flexibles

deben tener buenas estructuras, según el tipo de vía al que pertenece. Por otro lado para Herrera y otros (2018), dicen: “las mezclas asfálticas tibias o calientes, son las más usadas en la construcción de pavimentos flexibles” (p. 1), pero estos afectan al medio ambiente, sin embargo hoy en día existen mezclas asfálticas en frío y así evitan la combustión que se produce en el impacto al medio ambiente. Por su parte Cando y otros (2020), dicen: “las mezclas asfálticas en caliente pueden ser modificadas usando escoria, que provienen de las fundiciones del plomo de las baterías usadas de los vehículos” (p. 2), de tal manera que mejora la granulometría de las mezclas asfálticas, así se tendrá una mezcla asfáltica más compacta. Para Vargas y otros (2017), mencionan que: “las geomallas se emplean con un propósito de reforzar y mejorar los pavimentos” (p. 1), para ello las geomallas se usan como refuerzo estructural en las infraestructuras viales, sobre todo en pavimentos flexibles.

Según Tello y otros (2020), menciona que: “existen métodos de evaluaciones para medir el deterioro del pavimento” (p. 4), en la actualidad hay diversos métodos para evaluar los pavimentos, entre ellos se puede usar la fotogrametría para poder medir el deterioro de las vías, también existen las redes neuronales donde se puede predecir las fallas que pueda tener el pavimento flexible.

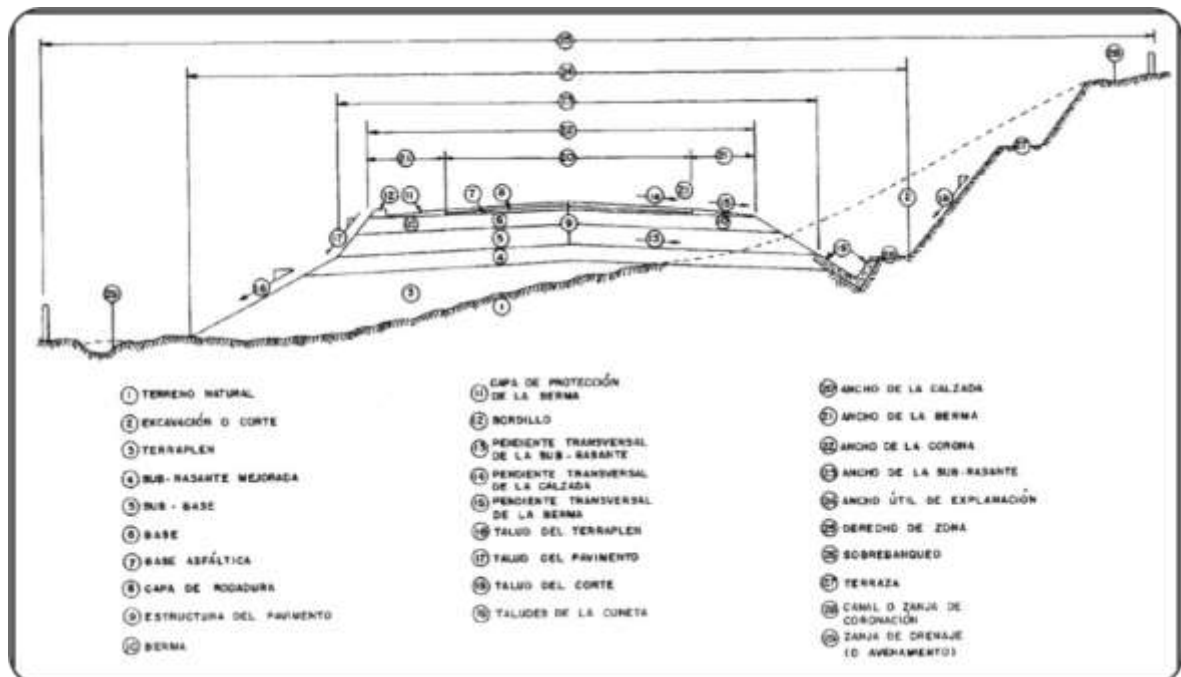


Figura 1. Estructura de los pavimentos flexibles.

Fuente: Recuperado de “Ingeniería de pavimentos para carreteras” (Montejo, 2002, p. 3).

B. Pavimentos semirrígidos.

El pavimento semirrígido está compuesto por distintas capas que conforman su estructura semirrígida. Montejo (2002), menciona que el pavimento semirrígido esta: “conforma la misma estructura de los pavimentos flexibles, una capa es rigidizada con aditivos como: cemento, cal, asfalto y otros químicos. Los aditivos tienen el propósito de modificar las propiedades de los suelos” (p. 5).

C. Pavimentos Rígidos.

El pavimento rígido está compuesto por distintas capas que conforman su estructura rígida como son: la subbase, base y la estructura de pavimento de concreto. Montejo (2002), menciona lo siguiente: “está conformados por una capa de concreto, sostenida en la subrasante, subbase y base, la capa de concreto distribuye los esfuerzos que se da en zonas más amplias, la capa de concreto resiste una parte de esfuerzo de tensiones” (p. 5). Sin embargo para Guerra y Guerra (2020), dicen que: “ciertos criterios en el diseño y para construcciones de pavimento, se refieren a la accesibilidad, resistencia y eficiencia económica, estos aspectos beneficiaran al tránsito de vehículos” (p. 123), si se toma en cuenta estos aspectos se evitara dañar al medio ambiente en gran magnitud.

Según Briceño y otros (2019), dicen que: “para evitar los desprendimientos de los pavimentos rígidos, se usan refuerzos que se colocan, como la malla electrosoldada” (p. 1), al usar refuerzos en el pavimento rígido, el módulo de rotura aumenta y la resistencia es mayor. Por su parte Guzmán y otros (2021), dicen: “el tránsito vehicular con excesivas cargas, son responsables del deterioro de los pavimentos, para ello se emplean pavimento flexible reciclado para evitar el desgaste y pueda contribuir en la resistencia” (p. 1).

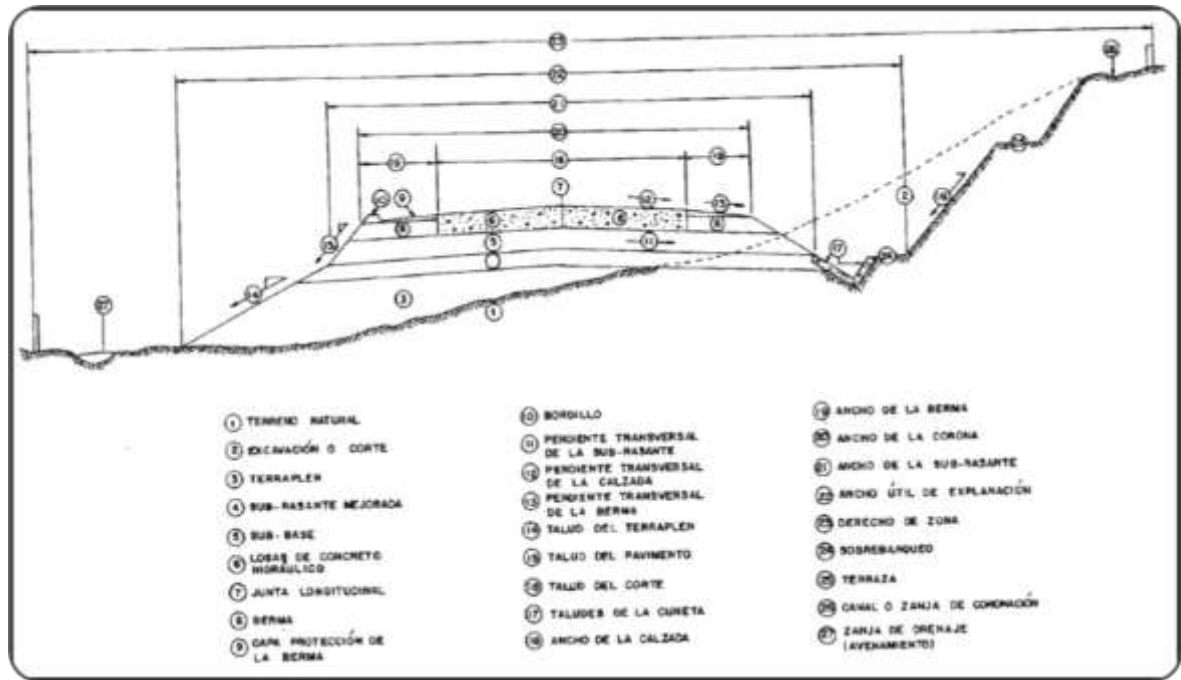


Figura 2. Estructura de los pavimentos rígidos.

Fuente: Recuperado de "Ingeniería de pavimentos para carreteras" (Montejo, 2002, p. 6).

D. Pavimentos Articulados.

El pavimento articulado está compuesto por distintas capas que conforman su estructura, la capa de rodadura está compuesto por piezas prefabricadas, ya sea con diseños o modelos en cada pieza y se colocan como si fueran rompecabezas. Montejo (2002), menciona lo siguiente sobre los pavimentos articulados: "son bloques de concretos prefabricados o adoquines, tienen espesores iguales entre ellos, son colocados encima de la capa de arena delgada, se apoya sobre las bases granulares, a veces encima de las subrasantes" (p. 7). Sin embargo para Higuera y Pacheco (2010), mencionan que el pavimento articulado: "garantiza su continuidad durante muchos años, dando servicios de comodidad, rapidez, seguridad y economía, para los que ejecutan y usuarios beneficiarios" (p. 77), en ese sentido el pavimento articulado debe ser más arquitectónico, para su buena presentación para los usuarios.

Según Higuera y Pacheco (2010), dicen que: "las patologías del pavimento articulas son: deformación, desprendimiento, desplazamiento, fracturas y entre otros" (p. 4), todas estas fallas se pueden evitar, con una buena base y subbase, también con una subrasante muy resistente.

Materiales que componen los pavimentos. A.

Capa de Rodadura.

Es la estructura que está en contacto con los neumáticos de los vehículos que circulan sobre ella. Tapia (2015), menciona que el pavimento: “está directamente a las sollicitaciones del tránsito, su función estructural es absorber el esfuerzo horizontal y alguna cantidad del vertical; la alta intensidad de tránsito requiere espesores mayores; la carpeta puede ser de concreto hidráulico o mezcla asfáltica” (p. 11), los concretos hidráulicos pueden tener espesores hasta 40cm, se da fundamentalmente en aeropuertos.

B. Base.

Las bases son aquellas capas que están por debajo de la capa de rodaduras, las funciones de las bases son de absorción de los esfuerzos que se produce producto de la carga vehicular. Tapia (2015), menciona lo siguiente la función de la base debe tener: “resistencia, absorbe la mayor parte de esfuerzos verticales, la base tiene resistencia a la deformación sobre el tránsito repetitivo que ejerce sobre ella, tiene una resistencia al tránsito pesado intenso” (p. 11). Sin embargo para el MTC (2013), dice que la base debe: “aguantar y distribuirlos el esfuerzo de la carga de los tránsitos vehiculares, la base pueden ser materiales granulares $CBR \geq 80\%$, también la base puede ser mejorada con asfalto, cal, cemento, etc.” (p. 24).

C. Subbase.

Es la capa que está ubicado por debajo de la base, la función de subbase es de drenar la humedad que se produce en la base. Tapia (2015), menciona que la subbase es: “una de las capas que se ubica por debajo de las bases, también son colocados encima de las subrasantes; la función de la subbase es drenante, los materiales empleados deben carecer de finos, debe ser una capa de transición necesaria” (p. 12). Sin embargo para MTC (2013), la subbase: “aguanta las bases y después a la capa de rodaduras; la subbase se usa como drenaje y que controle la capilaridad de la presencia del agua; se pueden quitar la subbase según los diseños, la subbase es de material granular $CBR \geq 40\%$ ” (p. 24).

D. Subrasantes.

La subrasante es el terreno natural de una vía o carretera, sobre la subrasante se coloca todas las capas del pavimento como son: subbases, bases y las carpetas de

rodaduras. Para Tapia (2015), la subrasante: “soportar cargas producto del tránsito vehicular, son transmitidas por el pavimento dentro de un tiempo determinado que dure todo el proyecto, la subrasante no debe deteriorarse, ni deformarse para que no afecte la integridad del pavimento” (p. 12).

Clasificación de las carreteras.

Para MTC (2018), menciona lo siguiente sobre la clasificación de carreteras: “sirve para poder identificar, clasificar, el tipo de vía que se tiene en la zona de estudio, sobre proyectos de infraestructura vial” (p. 12).

Tabla 1. Clasificación de las carreteras en el Perú.

TIPO DE VIA	DESCRIPCIÓN
Autopistas de primera clase.	Tiene un índice medio diario anual (IMDA), mayor a 6000veh/día, calzadas separadas por un separador central mínimo de 6.00m; las calzadas deben ser de dos o más carriles que están entre 3.60m de ancho, con control total de ingresos y salidas de flujos vehiculares continuos.
Autopistas de segunda clase.	Tiene un IMDA de 6000 a 4001veh/día, calzadas separadas por un separador central entre 6.00 m a 1.00 m; cada calzada debe tener dos o más carriles de 3.60m de ancho, con control parcial de vehiculares continuos.
Carreteras de primera clase	Tiene un IMDA de 4000 a 2001veh/día, calzada de dos carriles de 3.60m de ancho, puede tener cruces vehiculares y puentes peatonales en zonas urbanas, la carretera de primera clase debe ser pavimentada.
Carreteras de segunda clase.	Tiene un IMDA de 2000 a 400veh/día, calzada de dos carriles de 3.30m de ancho, recomienda tener cruces de vehiculares y puentes peatonales en zonas urbanas; la carretera de segunda clase debe ser pavimentadas.
Carreteras de tercera clase.	Tienen un IMDA inferiores a 400veh/día, calzada de dos carriles de 3.00m a 2.50m de ancho con la justificación técnica, pueden ser estabilizados con emulsiones asfálticas en afirmado en su superficie de rodadura, también pueden ser pavimentadas.
Trochas carrozables.	Tienen un IMDA inferiores a 200veh/día, la calzada debe ser 4.00m de ancho como mínimo, se considera plazoletas de paso vehicular cada 500m aproximados, la trocha carrozable puede ser afirmada o sin afirmar.

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de tráfico vehicular.

A. Índice medio diario anual (IMDA).

Según MTC (2018), menciona lo siguiente: “es la representación de los promedios aritméticos de tránsitos diarios durante todo el año, es el dato cuantitativo que da la vía, tiene importancia para hacer cálculos de viabilidad económica” (p. 92). Por lo tanto el índice medio diario anual IMDA, tiene la importancia para los tramos de las carreteras nacionales, brinda la información suficiente, para poder calcular la cantidad de vehículos que circula por dicha carretera, luego se podrá calcular con estos datos el tipo de vía que corresponde la carretera, finalmente con los datos del IMDA se podrá diseñar la infraestructura vial que le corresponde a dicha carretera.

Exploración de suelos.

A. Introducción a la exploración de suelos.

La exploración de suelos sirve para características y poder darle su clasificación del tipo de suelo al que pertenece. Para MTC (2013), la exploración de suelos es: “caracterizar y clasificar los tipos de suelos, que serán usados en construcciones de pavimento en el Perú; la exploración del suelo tiene gran importancia para caracterizar al suelo, son enviadas al laboratorio y obtener resultados” (p. 29).

B. Exploración de suelos y rocas.

El manual del MTC da a conocer cómo y en donde se debe hacer las calicatas o pozos de exploración. MTC (2014), menciona lo siguiente: “las calicatas son para caracterizar al suelo, generalmente están ubicados de 250m a 2000m de longitud; deben ser ubicadas cuando cambia la topografía del suelo, por la naturaleza del suelo donde presente en forma errática o irregular” (p. 29).

C. Caracterización de la subrasante.

El manual del MTC muestra en la tabla siguiente donde las cantidades de calicatas o pozos de exploración se debe de hacer, según el índice medio diario anual (IMDA). El MTC (2013), menciona lo siguiente: “las calicatas son para caracterizar las propiedades físico-mecánicas del suelo que conforma la subrasante; las calicatas deben ser 1.5m de profundidad como mínimo, las calicatas se ubicarán en forma longitudinal y alternadas” (p. 30).

Tabla 2. Cantidad de las calicatas para caracterizar al suelo.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Recuperado de “Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (MTC, 2013, p. 31).

D. Registros de excavación para Mr y CBR.

El MTC explica en la tabla siguiente con mayor detalle se da a conocer las cantidades necesarias de ensayos de CBR que se debe hacer según el índice medio diario anual (IMDA). El MTC (2013), menciona que las calicatas: “deben ser identificadas mediante una ficha y colocar la ubicación con coordenadas UTM, cantidad de muestras, profundidades de 1.5m, poner en la bolsa de polietileno para poder trasladarlos al laboratorio, las muestras más representativas se realizan ensayos de CBR” (p. 32).

Tabla 3. Cantidad del ensayo Mr y del CBR.

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Recuperado de "Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos". (MTC, 2013, p. 33).

E. Descripción de los suelos.

El manual del MTC muestra las dos siguientes tablas, la simbología y clasificación del suelo, según MTC (2013), menciona que: "el suelo tendrá la clasificación según la construcción de vía que pertenece, la clasificación del suelo se realiza con los sistemas SUCS - AASHTO" (p. 34).

Tabla 4. Simbologías usadas para los perfiles de las calicatas, según AASHTO.

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

Fuente: Recuperado de “Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”. (MTC, 2013, p. 35).

Tabla 5. Simbologías usadas para los perfiles de las calicatas, según SUCS.

	Gravas bien graduadas, arena, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulados.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Gravas mal graduadas, mezcla de arena-grava con poco nada de material fino.		Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcillosas.
	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa.		Limas orgánicas y arenas muy finas, poco de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limas arcillosas con ligera plasticidad.
	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla grava con material fino contenido apreciable de material fino.		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o mediana, arcillas gruesas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas negras.
	Arenas bien graduadas, arenas con grava, poco o nada de material fino. Arenas limosas poco o nada, amplia variación en tamaño granulados y cantidades de partículas en tamaño intermedios.		Limas orgánicas y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad.
	Arenas mal graduadas con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.		Limas inorgánicas suelos finos granosos o limosas, micáceas o diatomáceas, limas elásticas.
	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas gruesas.		
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limas orgánicas.		
	Turba, suelos considerablemente orgánicos.		

Fuente: Recuperado de “Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”. (MTC, 2013, p. 35).

F. Ensayos de laboratorio.

Según el MTC muestra una lista de ensayos que se puede hacer con las muestras de suelo, los ensayos que se requieran deben ser realizados en laboratorios que tengan el personal capacitado y calificado, los equipos deben estar debidamente calibrados y operativos, para poder garantizar los resultados de los ensayos de suelos. El MTC (2013), menciona los siguiente: “son ensayos de laboratorio que se debe de realizar a la muestra de suelo, extraídas de las calicatas” (p. 44).

Tabla 6. Ensayos de laboratorio más usados en mecánica de suelos.

TIPOS DE ENSAYOS	DESCRIPCIÓN
Ensayos Estándares	Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E108.
	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107.
	Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E110.
	Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E111.
	Clasificación SUCS ASTM D-2487.
	Clasificación AASHTO M-145.
	Contenido Sulfatos ASTM D-516.
	Contenido Cloruros ASTM D-512.
	Contenido Sales Solubles Totales MTC - E219.
Ensayos Especiales	Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC – E115.
	California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC – E132.
	Módulo resiliente de suelos de subrasante AASHTO T 274, MTC – E128.
	Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC-E114.
	Ensayo de Expansión Libre ASTM D-4546.
	Colapsabilidad Potencial ASTM D-5333.
	Consolidación Uniaxial ASTM D-2435.

Fuente: Elaboración propia.

Estudios de mecánica de suelos.

A. Análisis granulométrico del suelo.

a. Introducción del análisis granulométrico.

El análisis de la muestra del suelo consiste en determinar, los tamaños de los granos del suelo, ya que estos varían, así para poder clasificar bien un suelo se debe conocer su granulometría que esta posee. Para Terzaghi y Peck (1976), menciona que el análisis granulométrico consiste en: “consiste calcular los tamaños de partículas del suelo, son de distintos tamaños los granos del suelo, consiste en separar fracciones de suelo por los tamices, si el suelo contiene partículas muy pequeñas debe ser lavado sobre el tamiz más fino” (p. 18).

b. Métodos de análisis granulométricos.

a) Análisis granulométrico con tamices.

Este ensayo granulométrico se pasa por tamices, las muestras de suelo sean bien secada y disuelta con un martillo de goma, luego la muestra de suelo se debe pasar por varios tamices o mallas colocando de arriba hacia abajo, luego esta deber ser sacudida por una maquina vibradora o manualmente, finalmente se pesa la muestra retenida de cada malla y sacar el porcentaje de cada una de ellas; la tabla siguiente muestra las mallas usadas para el tamizaje. Das (2012), menciona que: “es tomar una muestra suelo seco, se pasa la muestra de suelo colocando en pilas varios tamices, se mide las cantidades retenidas en cada malla en porcentajes. La muestra de suelo se grafica en una curva granulométrica” (p. 2).

Tabla 7. Tamaños de mallas estándar en EE.UU.

Malla núm.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones”. (Das, 2012 p. 2).

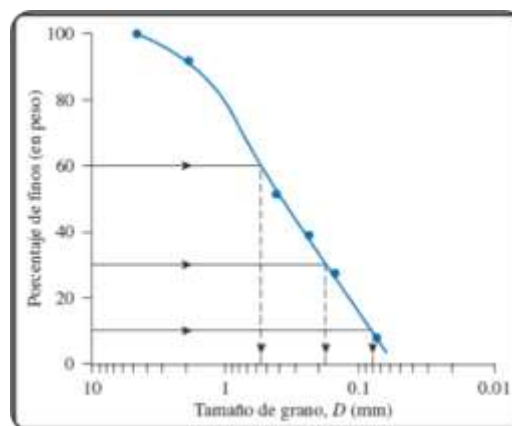


Figura 3. Ejemplo de curva granulométrica del suelo.

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones”. (Das, 2012, p. 3).

b) Análisis hidrométrico.

El análisis hidrométrico usa pequeñas cantidades de muestras de suelos sea de 50 gramos sea seco y pulverizado, esta muestra se deja que se sature con agente defloculante, finalmente las muestras se colocan sobre 1 cilindro de 1000ml y agregarle agua destilada para luego agitarla y luego determinar la gravedad específica. Para Das (2012), menciona que: “se da por sedimentación, se usa 50gr de suelo desmenuzado y seco, agregar agente defloculante, dejar durante 16 horas, luego se mide la gravedad específica de suspensión suelo - agua durante un periodo de 24 horas” (p.4).

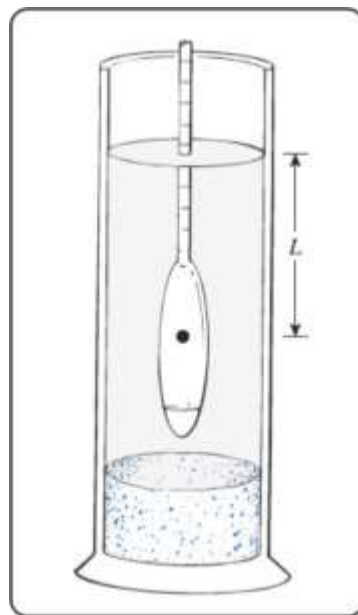


Figura 4. Análisis granulométrico con el hidrómetro.

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones”. (Das, 2012, p. 4).

B. Contenido de humedad.

Este ensayo es para poder calcular la humedad del suelo, y debe ser expresado en porcentajes. Para Duque y Escobar (2002), dice lo siguiente: “relación porcentual, peso suelo húmedo y suelo seco, las muestras de suelo requieren más temperatura y tiempo de secado, también secado en estufa a 105°C – 110°C, la humedad es de 0 hasta 100%” (p.11).

C. Límite de consistencia.

a. Introducción a los límites de consistencia.

El límite de consistencia llamado también límite Atterberg, es cuando a una muestra de suelo se le agrega agua en diferentes proporciones, la muestra cambia

en diferentes estados dependiendo de la humedad. Para Das (2015), dice lo siguiente: “en 1900 Albert Mauritz Atterberg creo este método para calcular los diferentes contenidos de humedad del suelo; dividiendo al suelo en 4 estados” (p. 64).

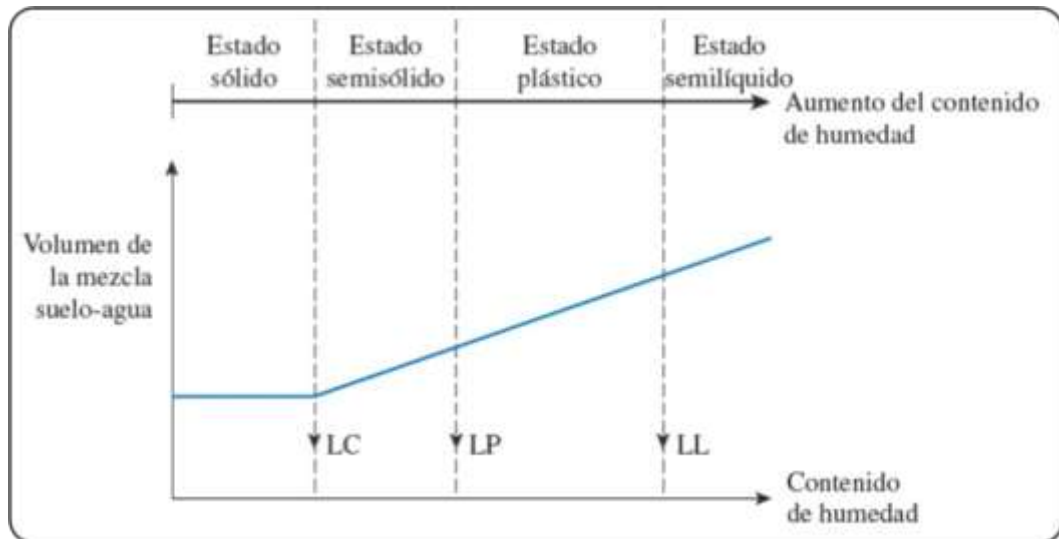


Figura 5. Estados de límites de Consistencia.

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones”. (Das, 2012, p. 16).

b. Límites de consistencia.

a) Límite líquido (LL).

Das (2015), afirma que el límite líquido: “consiste en añadir agua en diferentes proporciones y esta muestra es pastosa, se coloca en la cuchara de Casagrande, después hacer una abertura con el ranurador, determina los números de golpes de muestra hasta que tenga contacto la muestra” (p. 65); finalmente se determina en una gráfica el contenido de humedad versus los números de golpes, pero para hacer esta grafica se debe hacer 4 ensayos para poder trazar la línea.

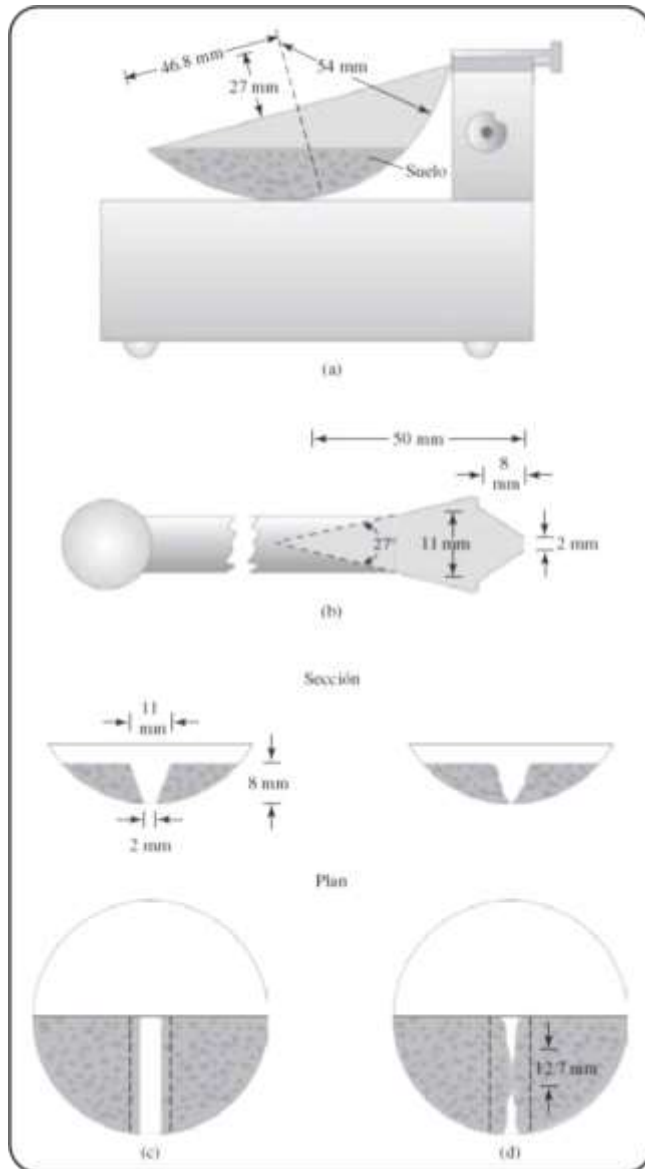


Figura 6. Herramientas para el ensayo del límite líquido.

Fuente: Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica". (Das, 2015, p. 66).

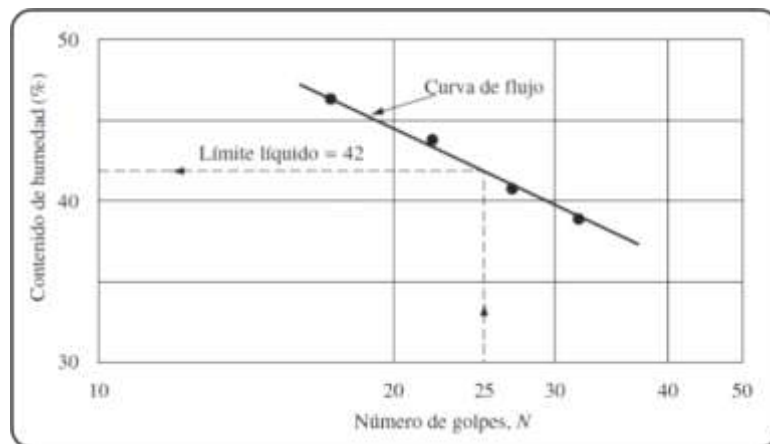


Figura 7. Curva para graficar el límite líquido.

Fuente: Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica". (Das, 2015, p. 67).

b) Límite plástico (PL).

Das (2015), afirma que el límite plástico: “consiste en coger la muestra pastosa del límite líquido de cada prueba realizada, estas muestras se tienen que hacer unos rolones de 3mm hasta que se desmoronen, la prueba se realiza mediante rodados en una placa de vidrio esmerilado” (p. 65); finalmente estos rolones de muestras se le coloca en una capsula, luego se coloca al horno estas capsulas para calcular la humedad de estos rolones de muestra de suelo.



Figura 8. Proceso de elaboración de rolones de la muestra de suelo del límite plástico.

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería geotécnica”. (Das, 2015, p. 69).

c) El índice de plasticidad (PI).

Das (2015), menciona lo siguiente: “el índice de plasticidad (PI) es representada en una ecuación, la cual se muestra a continuación” (p. 65).

$$PI = LL - PL$$

Figura 9. Ecuación del índice de plasticidad (PI).

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería geotécnica”. (Das, 2015, p. 65).

c. Carta de plasticidad.

La carta de plasticidad sirve para ubicar la muestra de suelo, se ubica teniendo los datos de los límites de consistencia. Para Das (2015), la carta de plasticidad es: “proporciona la información del estado del suelo ubicada en la carta de plasticidad” (p. 73); la muestra de suelo obtenido se ubica en la carta de plasticidad y dicha información proporcionada es importante.

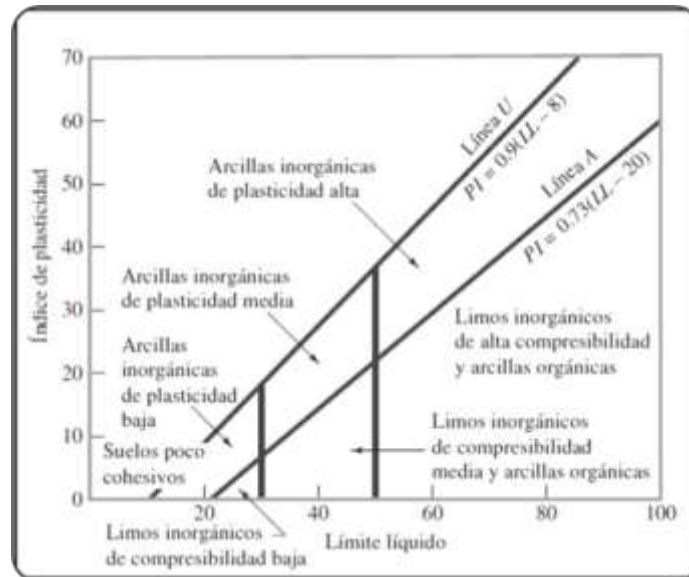


Figura 10. La grafica para la carta de la plasticidad.

Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica". (Das, 2015, p. 74).

D. Clasificación del suelo.

a. Introducción a la clasificación del suelo.

Das (2012), dice que: "se dividen en grupos y subgrupos, con diferente granulométrica y límites de consistencia, los principales sistemas son: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)" (p. 17). En conclusión la clasificación del suelo consiste en poner el nombre correcto a la muestra de suelo, para clasificar el suelo existen dos clasificaciones que son las más usadas y son la clasificación AASHTO que es para vías y la clasificación SUCS que es para edificaciones.

b. Sistemas de clasificación del suelo.

a) Sistema AASHTO.

Das (2015), dice lo siguiente sobre los suelos: "dividido en 7 grupos, del A-1 al A-7; los grupos A-1 al A-3 son granulares menos del 35% deben pasar el tamiz N°200; más del 35% pasan el tamiz N°200 grupos A-4 al A-7 son limo y materiales arcillosos" (p. 78). En conclusión el sistema de clasificación AASHTO sirve para obras viales.

Tabla 8. Sistema AASHTO.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
Grupo de clasificación		A-4	A-5	A-6	A-7		A-7-5*
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							A-7-6†
Núm. 10							
Núm. 40							
Núm. 200		36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.		36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido		40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.		41 mín.
Índice de plasticidad		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.		11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes		Suelos limosos			Suelos arcillosos		
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo						
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$							
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$							

Fuente: Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica". (Das, 2015, p. 79).

b) Sistema de clasificación SUCS.

Das (2015), dice lo siguiente: "son gravas y arena, si menos del 50% pasa el tamiz N°200 llevan prefijo G gravas, S arena; si más del 50% pasa el tamiz N°200 llevan prefijo M limos inorgánicos, C arcillas inorgánicas, O limos orgánicos, Pt turbas" (p. 82). En conclusión el Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) sirve en las obras de edificaciones.

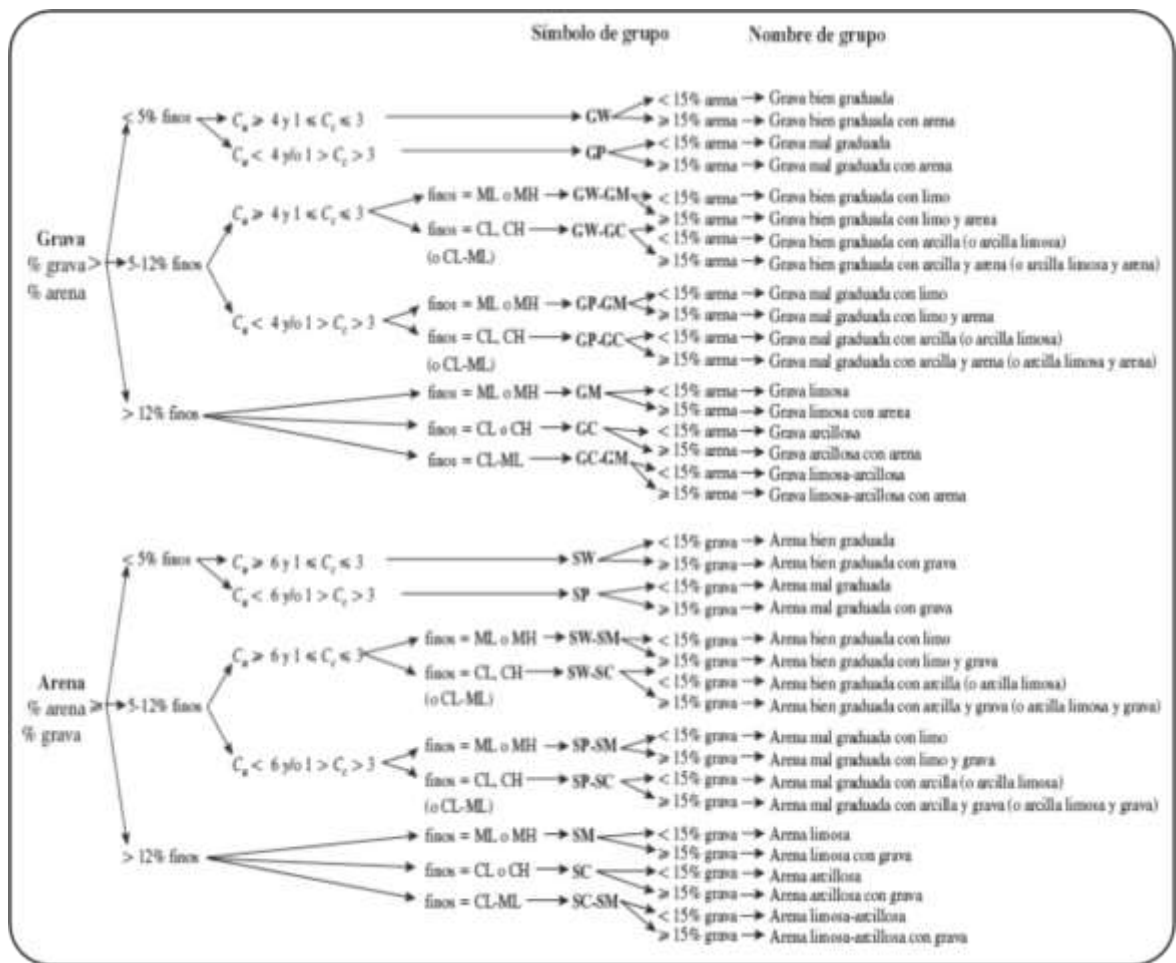


Figura 11. Esquema para clasificar al suelo de grano grueso.

Fuente: Recuperado de "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones". (Das, 2012, p. 22).

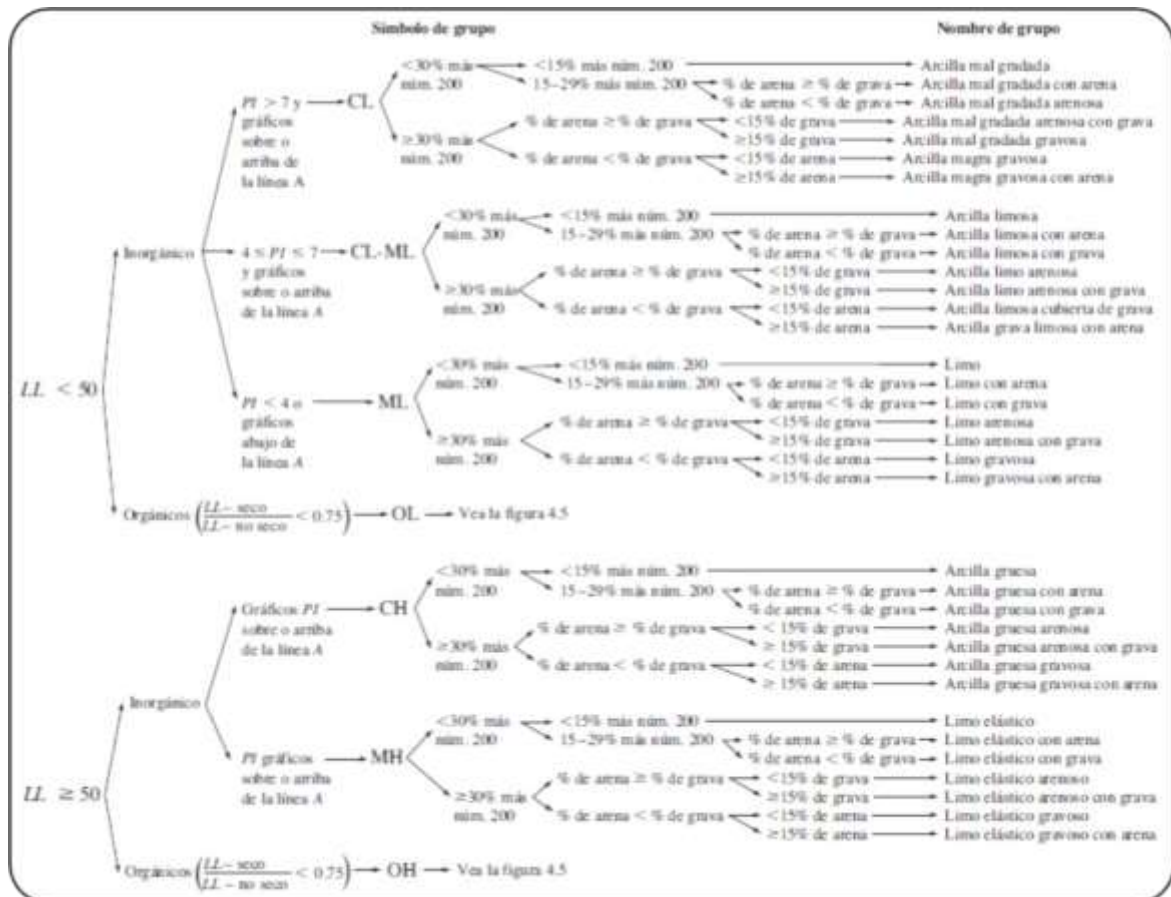


Figura 12. Esquema para clasificar al suelo arcilloso e inorgánico.

Fuente: Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica". (Das, 2015, p. 86).

E. Compactación de Suelos.

a. Introducción de Compactación de Suelos.

Das (2012), menciona que: "al agregarle cierta cantidad de agua al suelo aumenta gradualmente su compactación, cuando sea la densidad máximo seca hay será el contenido de humedad óptimo" (p. 723). En conclusión la compactación del suelo sirve para darle resistencia y estabilidad al suelo, ya sea en distintas construcciones de obras civiles, pero sin embargo los suelos sueltos son compactados para aumentar su resistencia.

b. Ensayo de proctor.

a) Prueba proctor estándar.

Das (2015), menciona que el ensayo de proctor estándar se coloca en: "un molde cilíndrico de 943.3cm³, diámetro de 101.6mm, el molde usa una placa base inferior, la muestra se mezcla con agua, después se compacta en 3 capas, por un martillo; son 25 golpes por cada capa de muestra de suelo" (p. 92).

Tabla 9. Métodos del ensayo de proctor estándar.

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	944 cm ³	944 cm ³	2124 cm ³
Masa del pisón	2.5 kg	2.5 kg	2.5 kg
Altura de caída del pisón	304.8 mm	304.8 mm	304.8 mm
Número de golpes del pisón por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	3	3	3
Energía de compactación	600 kN · m/m ³	600 kN · m/m ³	600 kN · m/m ³
Suelo por usarse	Porción que pasa la malla núm. 4 (4.57 mm). Puede usarse si 20% o menos en peso de material se retiene en la malla núm. 4.	Porción que pasa la malla de 9.5 mm. Puede usarse si el suelo retenido en la malla núm. 4 es más de 20% y 20% o menos en peso se retiene en la malla de 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ -pulg.).	Porción que pasa la malla de 19.0 mm. Puede usarse si más de 20% en peso del material se retiene en la malla de 9.5 mm y menos de 30% en peso se retiene en la malla de 19.0 mm.

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones”. (Das, 2012, p. 723).

b) Prueba proctor modificado.

Das (2015), afirma que: “la prueba proctor modificado es el mismo molde de 943.3cm³, se compacta en 5 capas, por un martillo de peso 44.5N=4.536kg y que cae desde 457.2mm, con 25 como la prueba proctor estándar” (p. 92).

Tabla 10. Métodos del ensayo de proctor modificada.

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	944 cm ³	944 cm ³	2124 cm ³
Masa del pisón	4.54 kg	4.54 kg	4.54 kg
Altura de caída del pisón	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes del pisón por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2 700 kN · m/m ³	2 700 kN · m/m ³	2 700 kN · m/m ³
Suelo para usarse	Porción que pasa la malla núm. 4 (4.57 mm). Puede usarse si 20% o menos en peso de material se retiene en la malla núm. 4.	Porción que pasa la malla de 9.5 mm. Puede usarse si el suelo retenido en la malla núm. 4 es más que 20%, y 20% o menos en peso se retiene en la malla de 9.5 mm.	Porción que pasa la malla de 19.0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg.). Puede usarse si más de 20% en peso de material se retiene en la malla de 9.5 mm, y menos de 30% en peso se retiene en la malla de 19.0 mm.

Fuente: Recuperado de “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones”. (Das, 2012, p. 724).

F. Ensayo california bearing ratio (CBR).

a. Introducción del ensayo california bearing ratio (CBR).

Kraemer, y otros (2004), dice que: “Porter propuso el ensayo CBR (California Bearing Ratio) en 1928, durante la Segunda Guerra Mundial lo uso para proyectos de aeropuertos, el CBR es muy empleado en todas partes del mundo para calcular la resistencia del suelo” (p. 69).



Figura 13. Equipos de ensayos de CBR.

Fuente: Recuperado de “Diseño estructural de pavimentos”. (Zambrano, 2015, p. 45).

b. Valor de Soporte California Bearing Ratio (CBR).

Minaya y Ordóñez (2006), mencionan lo siguiente las muestras de suelo se: “ensayan en estado natural, luego es saturada en agua un tiempo establecido, el CBR es representada en porcentajes, la resistencia a la penetración por el pistón de 3pulg, 2 de área y se introduce 0.1pulg en el suelo desde 1000psi” (p. 7); en conclusión el CBR es la resistencia que tiene la muestra de suelo, finalmente se obtendrá dicho dato de capacidad de soporte del suelo en valores porcentuales.

Estabilización de suelos.

A. Introducción de estabilización de suelos.

El MTC (2013), menciona lo siguiente: “la estabilización de suelos consiste en mejorar la propiedad físico-mecánica de los suelos, a través de un proceso mecánico, también agregando producto natural, químico y sintético, con la estabilización se puede mejorar la subrasante inadecuado o pobre” (p. 107); en la estabilización química se pueden usar materiales como: cemento, cal, asfalto, sales y otros, al estabilizar un suelo hace que aumente la resistencia mecánica; la estabilización del suelo es también cambiar un suelo por otro suelo, a agregar 1 o varios estabilizadores químicos, todas estas técnicas de estabilización llevan un proceso de compactación por medio de equipos manuales o maquinarias.

B. Criterio para la estabilización de suelos.

El MTC (2013), menciona los criterios para estabilizar un suelo: “las subrasantes con $CBR \geq 6\%$ son materiales aptos, si es menor la subrasante se considera pobre o subrasante inadecuada: para zonas húmedas, blandas, será un estudio especial para ser estabilizado en el mejoramiento y reemplazo” (p. 107); en conclusión la estabilidad mecánica es un cambio del suelo, la estabilidad química mejora las propiedades del suelo, también se puede usar en la estabilización los geosintéticos como son: geotextiles, geomallas u otros, según lo requiera cada proyecto

C. Estabilizaciones mecánicas de los suelos.

a. Introducción a la estabilización mecánica de suelos.

MTC (2013), dice sobre la estabilización mecánica: “es el mejoramiento de los suelos existentes, sin modificar las composiciones del suelo, las herramientas usadas para la compactación mecánica son: equipos mecánicos y manuales, para poder estabilizar el suelo, y así tener un suelo con una resistencia adecuada” (p. 113); en conclusión en la estabilización mecánica consiste en compactar el suelo y así mejore su resistencia.

b. Estabilizaciones por las combinaciones del suelo.

MTC (2013), dice lo siguiente: “es combinar el suelo original con un material de suelo de prestado, los suelo existentes se excavan 15cm de profundidad y después se colocará el suelo de préstamo; luego se mezcla ambos suelos con agua para compactarla” (p. 113); en conclusión la estabilización por combinación consiste en combinar 2 suelos el natural más el préstamo luego se mezcla ambos suelos, después se agrega agua hasta que quede uniformemente mezclado sin que llegue a ser barro o lodo, luego se compacta el suelo por medio de equipos mecánicos como es el rodillo, así la subrasante sea mayor resistente.

c. Estabilizaciones por la sustitución del suelo.

MTC (2013), dice que la estabilización por sustitución de suelos: “sea reemplazada por un suelo deseado; deberá excavar la subrasante 15cm de profundidad, quitarla el suelo de la vía, colocar el suelo optimo, extenderla en la vía, humedecerla y extenderla en toda la vía, finalmente compactarla” (p. 113).

d. Estabilización con geosintéticos.

MTC (2013), sobre la estabilización con geosintéticos nos dice que: “los geosintéticos dan resistencia a la tracción y drenantes, los geotextiles son anticontaminante, la función principal de usar geomallas es de dar refuerzo al suelo; y al usar geomembranas es para la impermeabilización del suelo” (p. 115). Por su parte Sivapriya y Ganesh (2019) dicen: “se pueden usar diversos geosintéticos, como el geotextil y geomembrana, estos materiales refuerzan la subrasante aumentando la resistencia del CBR” (p. 1).

D. Estabilización química del suelo.

a. Introducción a la estabilización química del suelo.

La estabilización química del suelo consiste en usar aditivos naturales y químicos, son para mejorar la propiedad físico-mecánicas del suelo, la estabilización química consiste en mezclar el suelo con aditivos estabilizantes, después se agrega agua hasta obtener la humedad optima, finalmente se compacta el suelo con un rodillo mecánico hasta que quede totalmente compacta, y así tener una buena subrasante ideal para la infraestructura vial.

Para Martínez y Olaya (2019), dicen: “se debe aprovechar los subproductos industriales, es una opción para poder estabilizar las vías terciarias” (p. 244), entre ellos se encuentra el aceite, polvo de ladrillo, cenizas y entre otros, estos estabilizantes mejoran la capacidad de soporte del suelo, también disminuye la absorción de agua. Por su parte Cabrera y otros (2020), dicen que: “para la estabilización de bloques de tierra comprimida (BTC), se emplearon la cal hidratada y el cemento portland” (p. 1), estos estabilizantes químicos mejoran la resistencia a la compresión. También para Hernández y otros (2021), menciona: “La puzolana natural se puede emplear como estabilizante químico para los suelos, también la puzolana es uno de los compuestos en fabricación del cemento” (p. 1), por su parte también las puzolanas tienen la función de juntar partículas de suelo, así unir las y hacerlas más resistentes.

b. Suelos estabilizados con cal.

MTC (2013), sobre la estabilización con cal nos dice que: “cambia la su plasticidad, si el $IP < 15$ por lo tanto aumentan los LL y LP y un poco el IP; pero si el $IP > 15$ se reduce IP; la humedad óptima de aumenta” (p. 116). Sin embargo para para

Higuera (2011), la cal proviene de la calcinación de la: “piedra caliza, las propiedades de la cal varían según la cantidad de arcilla y su temperatura de calcinación, la cal se puede dividir en: cales vivas, cales apagadas, cales grasas, cales magras, cales aéreas y cales hidráulicas” (p. 237). Pero para Elio Zondo, y otros (2010), dicen que: “los factores que se consideran para la cal como un estabilizador idóneo para el suelo son: tipo de suelo, propósito para utilizar, resistencia requerida, durabilidad del suelo estabilizada, y fundamentalmente en las condiciones ambientales y en el costo económico” (p. 94). En conclusión la cal aumenta la granulometría al suelo y se vuelve más granular, por lo tanto aumenta su límite plástico y humedad óptima de compactado; la estabilización con cal en la subrasante se da en zonas arcillosas o cuando la cantera de suelo de material granular se encuentra muy lejos.

Para Odar y Silvera (2019), dicen que: “los bofedales o humedales están compuestos básicamente por las arcillas saturadas, los índices de plasticidad son mayores, al estabilizar estos suelos con cal tienen ventajas, mejorando las propiedades mecánicas como el MR y el CBR” (p. 1).

c. Suelos estabilizados con cemento.

MTC (2013), sobre la estabilización con cemento nos dice que: “se mezcla el cemento con el suelo, agrega agua hasta tener la humedad opima, finalmente se compacta y se realiza su respectivo curado, se convierte en un material endurecido, mucho más resistente al que se tenía originalmente” (p. 118). Sin embargo para MTC (2008), dice que: “el suelo - cemento aumenta la resistencia según se vaya agregando el cemento, y el IP del suelo cemento se reduce, su LL cambia ligeramente, finalmente la compactación del suelo aumenta o también se disminuye poco” (p. 160).

d. Suelos estabilizados con escoria.

MTC (2013), sobre la estabilización con escoria nos dice que: “las escorias de acería se usan en muchas partes del mundo, son usados en la construcción de infraestructura vial” (p. 119). Por su parte Ospina y otros (2020), mencionan: “la mezcla de los suelos arcillosos incorporando la escoria de acero, funcionan muy bien mejorando las propiedades físicas y mecánicas” (p. 185), la subrasante al ser mejorada con escoria de acero mejora la capacidad de soporte del suelo.

e. Estabilización con cloruro de sodio.

MTC (2013), nos dice que la estabilización del suelo con cloruro de sodio: “es para poder controlar el polvo que se produce en el suelo, se mezcla el suelo y el cloruro de sodio, agregarle agua hasta obtener la humedad optima, finalmente será compactada” (p. 120); en conclusión la subrasante tratada no podrá perder la humedad tan fácilmente y será retenida por los cloruros de sodios.

f. Estabilizaciones con cloruros de calcio.

MTC (2013), nos dice que: “se usa por tener efecto oxidante; los cloruros de calcio ayudan para compactar al suelo, mejorando la resistencia de los suelos, evitando que se desmorone las superficies, también disminuye del polvo producido por el tránsito vehicular” (p. 122).

g. Estabilización con cloruro de magnesio.

MTC (2013), nos dice que la estabilización con cloruro de magnesio es para poder: “tener superficies de suelos más duras; los cloruros de magnesio consisten en hacer una mezcla entre el suelo y el cloruro de magnesio, agrega agua, finalmente se compacta el suelo, así tener una resistencia mayor y dura” (p. 122).

h. Estabilización con productos asfálticos.

MTC (2013), dice que la estabilización con productos asfáltico: “depende de la granulometría de los suelos, el suelo fino necesita más aditivo asfáltico, el suelo bastante fino no es posible estabilizar porque demandan mayor costo” (p. 125). Sin embargo el uso de asfalto varía entre 4% a 7%, el agua para compactar no debe ser a la mayor a la cantidad necesaria; el curado con la estabilización con asfalto es importante, ya que depende de la humedad, viento, lluvias, la temperatura del ambiente.

i. Estabilización con cenizas.

Melissari (2012), dice que: “las cenizas provienen de la combustión de desechos industriales, cultivos energéticos, maderas, hornos artesanales, etc.; las cenizas son para poder mejorar las subrasantes finas, el uso de las cenizas en la estabilización del suelo aumenta la granulometría; en términos generales todo suelo podrá ser estabilizado adecuadamente con cenizas, las cenizas desarrollan suficiente resistencia y estabilidad a la sobrasante, por lo tanto la estabilización del

suelo con las cenizas se puede lograr con una cantidad necesaria de ceniza, y la ceniza se puede adquirir de la manera fácil y a bajo costo” (p.1). Sin embargo para Ayala, y otros (2019), menciona que: “las cenizas en el Perú se tiene una gran cantidad de la industria ladrillera artesanal, estas son las principales productoras de cenizas, dice que 1548 microempresas ladrilleras producían las cenizas con sus hornos artesanales, y estas las cenizas eran desechadas al medio ambientalmente afectando la salud de las personas, que habitan cerca a estos centros de producción. quema del carbón y la madera en los hornos artesanales, también se dice que anualmente se generan 53500 toneladas de ceniza” (p. 1).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación. A.

Por enfoque.

Según Hernández, y otros (2014), mencionan sobre la investigación cuantitativa: “son conjuntos de procesos, secuencial y probatorio; cada etapa depende de la otra, no se puede brincar o eludir procedimientos; se da de una idea delimitada, se plantean objetivos y preguntas, se revisa literatura y construye su perspectiva teoría” (p. 4).

Por lo tanto, este trabajo de investigación corresponde por enfoque a una investigación “**cuantitativa**”, porque la variable independiente ceniza de eucalipto y la variable dependiente estabilidad de la subrasante, son variables que son medibles numéricamente y ordenadas según correspondan.

B. Por propósito.

Según Valderrama (2013), mención lo siguiente: “son activas, dinámicas, practicas o empíricas; se encuentran ligadas a las investigaciones básicas, dependen de descubrimientos y aportes teóricos, para poder dar soluciones a problemas, con el fin de proporcionar tranquilidad a las sociedades” (p. 164).

Por lo tanto, este trabajo de investigación corresponde al tipo de investigación “**aplicada**”; porque se usa información teórica en la estabilidad de las subrasantes, aplicar la ceniza de eucalipto en diferentes dosificaciones a las muestras de suelo, finalmente llegar a la solución al problema presentado, dando una buena resistencia al suelo de la subrasante de la carretera Abancay – Huayllabamba.

Nivel de investigación. A.

Explicativa.

Según Arias (2012), dice que: “busca el porqué de los sucesos, por medio de la relación causa-efecto; se ocupa en determinar las causas de las investigaciones, efecto de la investigación experimental, usando las hipótesis, obteniendo resultados y conclusiones” (p. 26).

Por lo tanto, este trabajo de investigación tiene un nivel de investigación “**explicativa**”, porque la finalidad es comparar las diferentes dosificaciones adicionando ceniza de eucalipto de 3, 6 y 8% al suelo, luego explicar cómo llega a comportarse la muestra de suelo con dichas dosificaciones, luego tener los resultados de su efecto al añadir las dosificaciones de ceniza de eucalipto.

Diseño de la investigación.

Hernández, y otros (2014), menciona sobre la investigación experimental: “son estudios donde se manipularán intencionalmente una o varias variables independientes, analizar las consecuencias producto de la manipulación de una o varias variables dependientes, teniendo el control el investigador” (p. 129).

Bernal (2010), menciona que la investigación cuasi-experimental: “son aquéllos donde el investigador ejerce poco o ningún control sobre las variables, los participantes de la investigación pueden asignar aleatoriamente los grupos y a veces tiene grupo de control” (p. 146).

Entonces esta investigación corresponde a un diseño de investigación “**experimental**”, porque se manipula al menos una de las variables intencionalmente, que es la variable independiente la ceniza de eucalipto, a su vez también corresponde a una investigación “**cuasi-experimental**”, porque se tiene solo el control sobre la variable independiente la ceniza de eucalipto, que es añadir diferentes dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto a las muestras de suelo.

3.2. Variables y operacionalización.

Por lo tanto, está investigación tiene 2 variables: una es la variable independiente y la otra es la variable dependiente.

Variable independiente:

Ceniza de eucalipto.

A. Definición conceptual:

Melissari (2012), dice lo siguiente sobre las cenizas: “proviene de la combustión: desechos industriales, cultivos energéticos, maderas, hornos artesanales, etc.; generalmente, todo tipo de suelo podrá estabilizarse

adecuadamente con ceniza, si esta desarrolla suficiente resistencia y estabilidad, el mejoramiento puede lograrse con una cantidad económica de ceniza” (p.1).

B. Definición operacional:

Se añadirá la ceniza de eucalipto en diferentes dosificaciones de 3%, 6% y 8% al suelo, luego verificar los cambios que este produce. La ceniza de eucalipto es un compuesto químico utilizado para estabilizar los suelos, por lo que ayuda a sostener una contextura equilibrada y un volumen uniforme al suelo.

Variable dependiente:

Estabilidad de la subrasante.

A. Definición conceptual:

MTC (2014), menciona lo siguiente: “la estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales, sintéticos. Las estabilizaciones, generalmente se realizan en suelos de subrasante inadecuado o pobre” (p .92).

B. Definición operacional:

Con las muestras de suelos dosificadas en distintas proporciones con ceniza de eucalipto, se calculará como mejora las propiedades físicas como: contenido de humedad y límites de consistencia, luego como mejora las propiedades mecánicas como: compactación del suelo y la capacidad de soporte.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población.

Lerma (2009), menciona lo siguiente sobre la población: “son todos los elementos de la misma especie que presenta una característica determinada o que corresponden a un mismo tipo de elementos, se estudiarán las características y relaciones, puede ser personas, viviendas, ventas, tonillos, computadoras, etc.” (p .72).

Por lo tanto, la “**población**” de este trabajo de investigación es: carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay – Apurímac, la cual cuenta con una longitud de 4km.

Muestra.

Hernández, y otros (2014), mencionan que la muestra es: “subgrupo de la población; son subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población; las muestras deben ser representativas al azar y aleatorio, relacionado con la probabilidad” (p .175).

Por lo tanto, la “**muestra**” para este trabajo de investigación es: de acuerdo al IMDA según el MTC (2013) se hará 3 calicatas en 1km de longitud de carretera.

Muestreo.

A. Muestreo no probabilístico.

Según Ñaupas, y otros (2018), mencionan que el muestreo no probabilístico: “es el criterio del investigador para seleccionar unidades muestrales, de acuerdo con las características que requiera la investigación para desarrollar; los más usados son: por conveniencia, circunstancial y etc.” (p .342).

Por lo tanto Ñaupas, y otros (2018), dice que el muestreo de la elección razonada: “requiere que el investigador tenga algunos conocimientos de la población de la cual se va a seleccionar la muestra; con este conocimiento el investigador selecciona la muestra que necesita” (p .342).

Por lo tanto el “**muestreo**” de este trabajo de investigación es “**no probabilístico**”, a su vez también “**muestra de elección razonada**”; porque es la muestra es la más representativa, de acuerdo al tramo de la carretera la zona escogida presenta baja resistencia la subrasante, entonces el muestreo es: Carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay – Apurímac, km0+000 al km1+000, con una longitud de 1km de carretera.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas.

A. La observación.

Según Lerma (2009), la técnica de observación es: “el investigador observa directamente al objeto con el propósito de medir las características, usando los sentidos y recurre a aparatos para su observación” (p .94).

Por lo tanto la “**técnica**” empleada para este trabajo de investigación es “**la observación**”, porque observo directamente las muestras de suelo extraídas de campo, apoyándome de aparatos de laboratorio de mecánicas de suelos.

Instrumentos de recolección de datos.

Para Ñaupas, y otros (2018), menciona sobre los instrumentos de recolección de datos: “son las herramientas conceptuales, mediante la cual se recolecta los datos e informaciones” (p .273).

Por lo tanto esta investigación consta de “**instrumentos de recolección**” de datos que las variables requieren, son: “**fichas técnicas**”, para poder tener todos los datos importantes en un resumen, y estas se detallan a continuación.

- Ficha técnica N°01: Contenido de humedad (anexo 3).
- Ficha técnica N°02: Límites de Consistencia (anexo 3).
- Ficha técnica N°03: Compactación del suelo (anexo 3).
- Ficha técnica N°04: Capacidad de soporte del suelo (CBR) (anexo 3).

Validez.

Según Hernández, y otros (2014), mencionan lo siguiente sobre la validez: “se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. La validez debe alcanzarse en todo instrumento para ver su calidad que esta tiene” (p .200).

Tabla 11. Valores de Validez.

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Fuente: Recuperado de “Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación”. (Oseda, 2009, p. 5).

Por lo tanto este trabajo de investigación tiene la “**validez**” empleada por “**juicio de expertos**”, que son 3 especialistas en la materia de mi tema de investigación, son aquellos que evaluarán si mis instrumentos de recolección de datos son válidos, por lo cual mis instrumentos deben tener una validez mayor a 0.5 para que sea usado en mi trabajo de investigación; cuyos expertos son:

- Experto 1: Ing. Carmen, Carbajal Céspedes; CIP: 270374.
- Experto 2: Ing. Raul, Kari Benites; CIP: 270380.
- Experto 3: Ing. Margoth, Meza Tintaya; CIP: 270383.

Confiabilidad.

Hernández, y otros (2014), mencionan sobre la confiabilidad: “los instrumentos de medición deben tener cierto grado de confiabilidad, la aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p .200).

Por lo tanto la “**confiabilidad**” para esta investigación, los instrumentos y equipos de laboratorio, sean confiables y tener una garantía de que los datos obtenidos sean los correctos mas no erróneos, entonces se contara de “**certificados de calibración**” para los equipos del laboratorio.

- Equipos de Contenido de humedad (anexo 8).
- Equipos de Limites de Consistencia (anexo 8).
- Equipos de Compactación del suelo (anexo 8).
- Equipos de Capacidad de soporte del suelo (CBR) (anexo 8).

3.5. Procedimientos.

Etapa 1: Estudio de tráfico vehicular en la zona de estudio. A.

Equipos y materiales.

- Formato de conteo vehicular.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.
- Software: Excel.

B. Procedimiento.

- Se realizó el reconocimiento de la zona de estudio que es la carretera Abancay – Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay – Apurímac, para poder detallar la zona de estudio.

- Se fue a la zona de estudio, para hacer la contabilización de los vehículos, que circulan en dicha carretera.



Figura 14. Visita para ver el punto de control para el estudio de tráfico vehicular.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Visita a la zona de estudio de la Carretera Abancay - Huayllabamba.
Fuente: Elaboración propia.

- Se realizó el conteo vehicular durante 7 días, desde un lunes hasta un domingo de forma corrida.



Figura 16. Punto de control para el estudio de tráfico vehicular.
Fuente: Elaboración propia.

- Una vez terminado el conteo vehicular se procedió, calcular en gabinete los datos traídos del lugar de estudio, por medio del software: Excel, para calcular el índice medio diario (IMD).
- Las fichas de estudio de tráfico se ubican en el (anexo 4).

Tabla 12. Resumen del Estudio de Tráfico Vehicular.

FECHA	DIA	TOTAL DE VEHICULOS/DIA
03/01/2022	DIA 1	205
04/01/2022	DIA 2	239
05/01/2022	DIA 3	233
06/01/2022	DIA 4	194
07/01/2022	DIA 5	217
08/01/2022	DIA 6	353
09/01/2022	DIA 7	377
TOTAL DE VEHICULOS:		1818
PROMEDIO DE VEH/DIA:		259.71
INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA):		260

Fuente: Elaboración propia.

- Por lo tanto el tipo de vía que pertenece la carretera Abancay – Huayllabamba es: carretera de tercera clase IMDA de 400 a 200veh/día; teniendo como resultado un IMDA 260veh/día.

Etapa 2: Levantamiento topográfico en la zona de estudio. A.

Equipos y materiales.

- Wincha de 30m.
- Wincha de mano 5m.
- Libreta de apuntes.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.
- Estación total.
- Mira.
- Prisma.
- GPS.
- USB.
- Software: Google Earth, Excel y AutoCAD.

B. Procedimiento.

- Se realizó la visita a la zona de estudio, que es la carretera Abancay – Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay – Apurímac, para hacer el levantamiento topográfico, que consta de 1km de longitud de carretera.
- Se tomó la coordenada inicial y final con GPS de la zona estudiada.



Figura 17. Toma de coordenada del tramo inicio de la carreta Abancay - Huayllabamba.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Toma de coordenada del tramo final de la carreta Abancay - Huayllabamba.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Coordenadas de la carretera Abancay - Huayllabamba.

UBICACIÓN	COORDENADAS UTM
-----------	-----------------

TRAMO	PROGRESIVA	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN (msnm)
INICIO	0+000	8492963.579	727991.147	2653.58
FINAL	1+000	8492978.044	727208.868	2698.16

Fuente: Elaboración propia.

- Se realizo la medición de la longitud de la zona de estudio, con wincha de 50m.
- Se realizo el levantamiento topográfico de la zona de estudio con estación total.



Figura 19. Topógrafo manipulando la estación total en la carretera Abancay - Huayllabamba.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Cogiendo el prisma, para que el topógrafo tome el punto con estación total, en la carretera Abancay - Huayllabamba.

Fuente: Elaboración propia.

- Unas ves recogido los datos de campo se procedió a extraer los datos de la estación total, colocándolo en un USB.
- Luego se realizó el croquis de la zona de estudio por medio Software: Google Earth.



Figura 21. Croquis de la carretera Abancay – Huayllabamba, con Google Earth.

Fuente: Elaboración propia.

- Con los datos obtenidos de campo, en el gabinete se colocó los datos usando software: Excel.
- Después se colocó en excel los datos se procedió a procesar en el Software AutoCAD, después dibujar los planos necesarios. Los planos de ubican en el (anexo 9).

Etapa 3: Excavación de las calicatas y toma de muestras en la zona de estudio.

A. Equipos y materiales.

- Ficha de campo para las calicatas.
- Lapiceros para anotes.
- Wincha de mano 5m.
- Yeso para marcar calicatas.
- Herramientas manuales pico y pala para excavar las calicatas.
- Maquinaria de retroexcavadora para excavar las calicatas.
- Bolsas de plástico para las muestras de suelo.
- Costales de rafia para las muestras de suelo.
- Plumones para marcar las muestras de suelo.
- Pizarra para enumerar las calicatas.
- Cámara fotográfica.

B. Procedimiento.

- Según el manual del MTC (2013), las calicatas deben ser de acuerdo a la siguiente tabla que se muestra.

Tabla 14. Cantidad de las calicatas para caracterizar al suelo.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Recuperado de "Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos" (MTC, 2013, p. 31).

- Por lo tanto el tipo de vía que corresponde la zona de estudio, de la carretera Abancay – Huayllabamba, con el estudio de tráfico realizado es: carretera de tercera clase; entonces las calicatas deben ser de 1.5m de profundidad, también la cantidad mínima es de 2 calicatas por 1km.
- Se fue a la zona de estudio para excavar las calicatas, para extraer las muestras de suelo.



Figura 22. Punto de partida para dar inicio el proceso de excavación de las calicatas.
Fuente: Elaboración propia.

- Se tomaron las coordenadas de las calcitas C-1, C-2 y C-3.



Figura 23. Toma de la coordenada de la calicata C-3.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Ubicación de calicatas de la zona de estudio.

CALICATA (C)	PROGRESIVA	COORDENADAS UTM			PROFUNDIDAD (m)
		NORTE	ESTE	ELEVACIÓN (msnm)	
C-1	0+441	8493101.631	727732.264	2675.97	1.50
C-2	0+648	8493063.665	727536.926	2678.85	1.50
C-3	0+961	8493001.138	727238.192	2695.71	1.50

Fuente: Elaboración propia.

- Se marco con yeso las ubicaciones donde se elaboró las calicatas de 1m x 1m; también se marcó el número de las calicatas en una pizarra acrílica.



Figura 24. Marcación con yeso de la calicata C-1.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Marcación con yeso de la calicata C-2.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Marcación con yeso de la calicata C-3.
Fuente: Elaboración propia.

- Se procedió a realizar la excavación con la maquinaria retroexcavadora las calicatas.



Figura 27. Excavación con retroexcavadora la calicata C-1.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Excavación con retroexcavadora la calicata C-2.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 29. Excavación con retroexcavadora la calicata C-3.

Fuente: Elaboración propia.

- Luego se perfilo las calicatas manualmente con pico y pala.



Figura 30. El técnico laboratorista perfilando manualmente con pala la calicata.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se verifico midiendo con wincha manual, la calicata tuvo 1.5m de profundidad cada una.



Figura 31. Medición de la profundidad de la calicata C-1.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 32. Medición de la profundidad de la calicata C-2.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 33. Medición de la profundidad de la calicata C-3.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se procedió a recoger las muestras de suelo un aproximado de 150kg por calicata, colocándolos una pequeña parte en bolsas impermeables, también la otra gran cantidad fueron colocados las muestras en costales de rafia.



Figura 34. Extracción de la muestra de suelo para su colocación a los costales de rafia.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se procedió a tapar el hueco de las calicatas manualmente, para dejarlo tal como se encontró.



Figura 35. Rellenando el hueco de la calicata C-3, para dejarlo como en su estado original.

Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente se trasladado las muestras al laboratorio de mecánica de suelos.



Figura 36. Muestras de suelo ensacados de la calicata C-1, para transportar al laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente se hizo un croquis de la zona de estudio, también se hizo la ubicación de cada calicata, en la carretera Abancay – Huayllabamba.



Figura 37. Croquis de las ubicaciones de las calicatas.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 4: Elaboración de la ceniza de eucalipto. A.

Equipos y materiales.

- Leña de eucalipto.
- Fosforo para prender el horno artesanal.
- Horno artesanal.
- Bandeja para colocar la ceniza.
- Malla fina para poder separar las impurezas de las cenizas.
- Cámara fotográfica.
- Bolsas impermeables para almacenar la ceniza.
- Costales de rafia para el transportar la ceniza.

B. Procedimiento.

- La elaboración de la ceniza de eucalipto, se realizó con un horno artesanal que pertenece a la familia Torres Fanola, para el proceso de calcinación se usó la leña rajada de eucalipto.
- Se tuvo la leña de eucalipto en su forma de rajada manualmente por un hacha.



Figura 38. Leña rajada de eucalipto.
Fuente: Elaboración propia.

- Se colocó cierta cantidad de la leña de eucalipto al horno artesanal en frío, es decir, sin prender, luego se procedió a prender el horno artesanal.



Figura 39. Horno artesanal en sus inicios de encendido.
Fuente: Elaboración propia.

- Una vez encendida el horno artesanal, luego se agregó mucha leña de eucalipto cada cierto tiempo, según lo requirió el horno artesanal para que no se llegue a apagarse, este proceso se hizo durante muchas veces seguidas.



Figura 40. Añadiendo la leña rajada de eucalipto al horno artesanal.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 41. Horno artesanal calcinando la leña rajada de eucalipto.
Fuente: Elaboración propia.

- El horno artesanal tuvo la temperatura de una aproximación de 520°C de calcinación.



Figura 42. Toma de la temperatura de calcinación del horno artesanal.
Fuente: Elaboración propia.

- Una vez tenido la cantidad necesaria de ceniza de eucalipto requerida, se dejó de añadir leña de eucalipto al horno, después se esperó a que se termine de calcinar toda la leña, finalmente se apagó el fuego y se enfrió el horno.



Figura 43. El proceso de apagado del horno artesanal.
Fuente: Elaboración propia.

- El horno artesanal tuvo un aproximado de 10 horas de calcinación, iniciando a las 8:00am hasta 6:00pm.
- Unas ves enfriada completamente el horno artesanal, se sacó la ceniza de eucalipto en un recipiente.



Figura 44. Obtención de la ceniza de eucalipto en un recipiente.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se colocó la ceniza de eucalipto en una malla fina, para quitar las impurezas, y hacer el proceso del colado.



Figura 45. Proceso del colado de la ceniza de eucalipto para quitar las impurezas.
Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente se obtuvo la ceniza de eucalipto de buena calidad con 0% de humedad, bien fina, calcinada a una temperatura aproximada de 520°C, que tuvo un periodo aproximado de calcinación de 10 horas.



Figura 46. Obtención de la ceniza de eucalipto de buena calidad y fina.
Fuente: Elaboración propia.

- Por último se almaceno la ceniza de eucalipto en una bolsa impermeable, para que no pueda absorber la humedad del ambiente, luego se utilizará cuando se requiera para las dosificaciones.



Figura 47. Proceso de guardado de la ceniza de eucalipto, para luego ser usado en las dosificaciones de las muestras de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 5: Ensayos de laboratorio con las muestras naturales. A.

Equipos y materiales.

- Equipos de laboratorio de mecánica de suelos.
- Formatos de ensayos de laboratorio.
- Lapiceros para anotes.
- Cámara fotográfica.
- Software: Excel.

B. Procedimiento.

a. Trabajos previos antes de hacer los ensayos de laboratorio.

- Se hizo los estudios de mecánica de suelos con las muestras naturales, para lo cual se usó el laboratorio de mecánica de suelos de: GEOMAT SERV E.I.R.L.
- La muestra de la bolsa de polietileno, está bien sellada, será para el ensayo de contenido de humedad.



Figura 48. Proceso de desmenuzando de las partículas pegadas de la calicata C-1, para el ensayo de contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia.

- El resto de las muestras de cada calicata, se extendió en una manta grande, para poder desmenuzar todos los terrones.



Figura 49. Proceso del desmenuzando de la calicata C-1, para el resto de los ensayos de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

- Luego se procedió a realizar el secado de la muestra al aire libre, para hacer los ensayos de: granulometría, límites de consistencia, proctor y CBR.



Figura 50. Proceso del secado al aire libre de la calicata C-1.
Fuente: Elaboración propia.

b. Contenido de humedad (%), Natural.

- Se realizo con la muestra de suelo el contenido de humedad natural con la norma (ASTM D-2216, MTC E108); para poder saber cuál es el porcentaje de humedad que tiene la muestra de suelo. El ensayo de contenido de humedad natural, se hace con la muestra de suelo tal como se trajo de campo.
- Se realizo el cuarteo de la muestra de suelo húmeda, en 4 partes iguales.



Figura 51. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se colocó en un recipiente la muestra seleccionada, para poder pesar la muestra de suelo húmedo.



Figura 52. Proceso de pesado de la muestra de suelo húmedo.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se hizo el secado de la muestra de suelo en una estufa, hasta llegar a que se seque por completo.



Figura 53. Proceso del enfriamiento de la muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Una vez secada la muestra de suelo, se pesó en una balanza digital; se obtuvo el peso de la muestra de suelo seco.

Finalmente se procesó los datos obtenidos con el software de excel.

Tabla 16. Humedad natural de las muestras de suelo.

CALICATA (C)	CONTENIDO HUMEDAD (CH) (%)
C-1	16.79
C-2	14.27
C-3	15.64

Fuente: Elaboración propia.

c. Ensayos de granulometría.

- Se realizó con la muestra de suelo el análisis granulométrico por tamizado con la norma (ASTM D-422, MTC E107); para poder saber que granulometría tiene la muestra de suelo. El ensayo de granulometría se hace con la muestra de suelo seco.
- Con la muestra seca se hizo el cuarteo en 4 partes iguales.



Figura 54. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 55. Selección de la muestra de suelo luego del cuarteo.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se pesó la muestra que se seleccionó, para poder tener un peso inicial de la muestra de suelo.
- Después se comienza a echar la muestra de suelo en los tamices que están ordenados de mayor a menor.



Figura 56. Proceso de vaciado de la muestra de suelo a los tamices que están ordenados.
Fuente: Elaboración propia.

-

Después se hizo el proceso de zarandeo de forma manual, sacudiendo toda la serie de tamices que están en forma ordenada.

- Luego se pesó las muestras retenidas en cada tamiz.



Figura 57. Proceso de pesado de cada tamiz retenido.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se obtuvo en forma ordenada las muestras retenidas en cada tamiz.



Figura 58. Muestra de suelo ordenadas de cada tamiz.
Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente se procesó los datos del análisis granulométrico, mediante el software de Excel.
- Resultado de la granulometría de la muestra de suelo, datos de la calicata C-1.

Tabla 17. Distribución granulométrica del suelo, de la calicata C-1.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				100.0
3/8"	9.500	1.2	0.1	0.1	99.9
N° 4	4.750	87.7	6.1	6.2	93.8
N° 10	2.000	158.3	11.1	17.3	82.7
N° 20	0.840	165.5	11.6	28.8	71.2
N° 40	0.425	103.1	7.2	36.0	64.0
N° 50	0.300	45.6	3.2	39.2	60.8
N° 80	0.177	77.7	5.4	44.6	55.4
N° 100	0.150	27.4	1.9	46.5	53.5
N° 200	0.075	73.1	5.1	51.7	48.3
< N° 200	FONDO	692.3	48.3	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

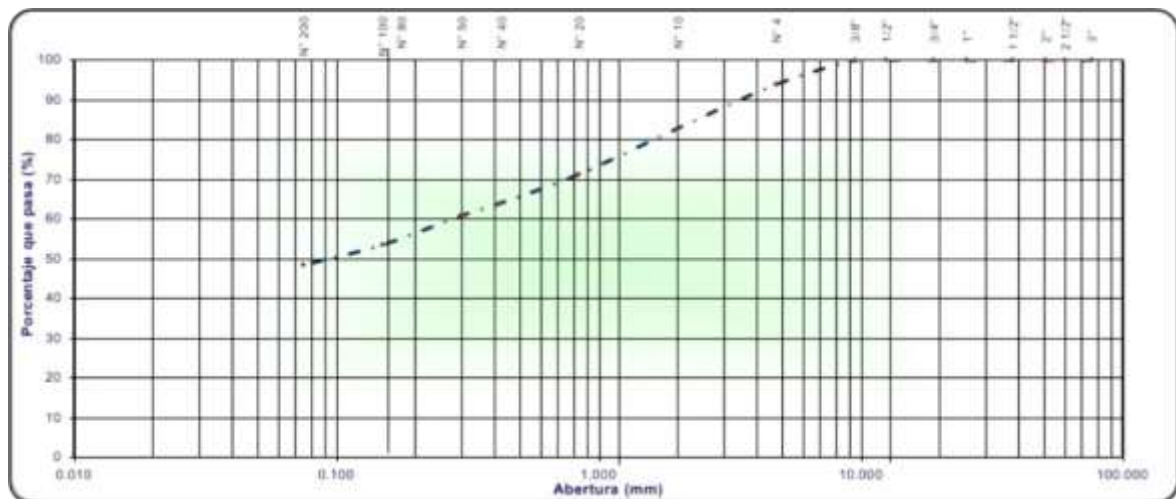


Figura 59. Curva granulométrica del suelo, de la calicata C-1.

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de la granulometría de la muestra de suelo, datos de la calicata C-2.

Tabla 18. Distribución granulométrica del suelo, de la calicata C-2.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	25.0	0.9	0.9	99.1
1/2"	12.500	105.0	4.0	4.9	95.1
3/8"	9.500	87.9	3.3	8.2	91.8
N° 4	4.750	275.0	10.4	18.6	81.4
N° 10	2.000	331.7	12.5	31.2	68.8
N° 20	0.840	327.3	12.4	43.6	56.4
N° 40	0.425	211.5	8.0	51.5	48.5
N° 50	0.300	86.1	3.3	54.8	45.2
N° 80	0.177	153.5	5.8	60.6	39.4
N° 100	0.150	52.6	2.0	62.6	37.4
N° 200	0.075	156.5	5.9	68.5	31.5
< N° 200	FONDO	832.9	31.5	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

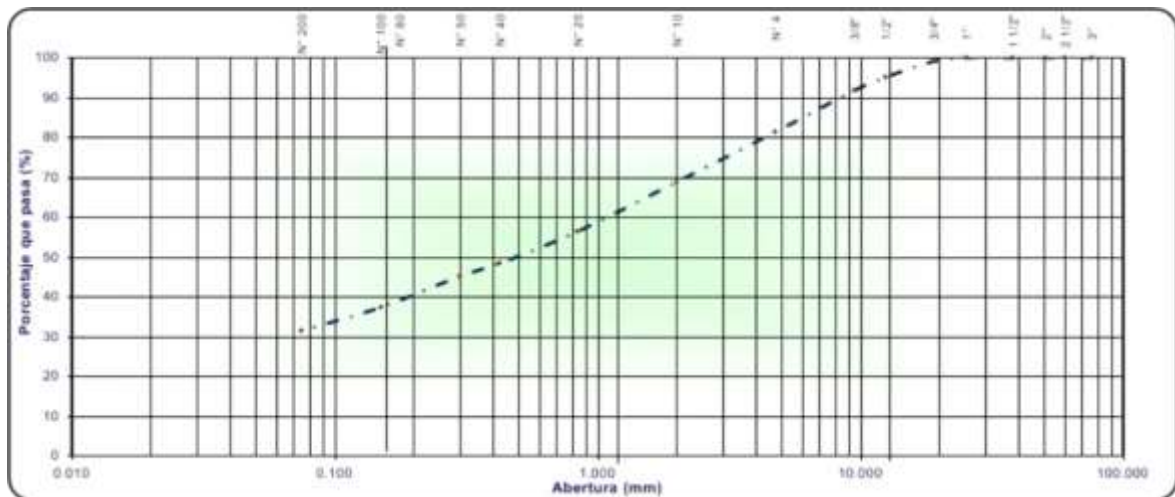


Figura 60. Curva granulométrica del suelo, de la calicata C-2.

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de la granulometría de la muestra de suelo, datos de la calicata C-3.

Tabla 19. Distribución granulométrica del suelo, de la calicata C-3.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	95.2	4.2	4.2	95.8
1/2"	12.500	83.6	3.7	7.9	92.1
3/8"	9.500	79.6	3.5	11.4	88.6
N° 4	4.750	293.1	12.9	24.3	75.7
N° 10	2.000	383.4	16.9	41.1	58.9
N° 20	0.840	259.6	11.4	52.5	47.5
N° 40	0.425	164.7	7.2	59.8	40.2
N° 50	0.300	98.6	4.3	64.1	35.9
N° 80	0.177	180.6	7.9	72.1	27.9
N° 100	0.150	47.5	2.1	74.1	25.9
N° 200	0.075	87.3	3.8	78.0	22.0
< N° 200	FONDO	500.5	22.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

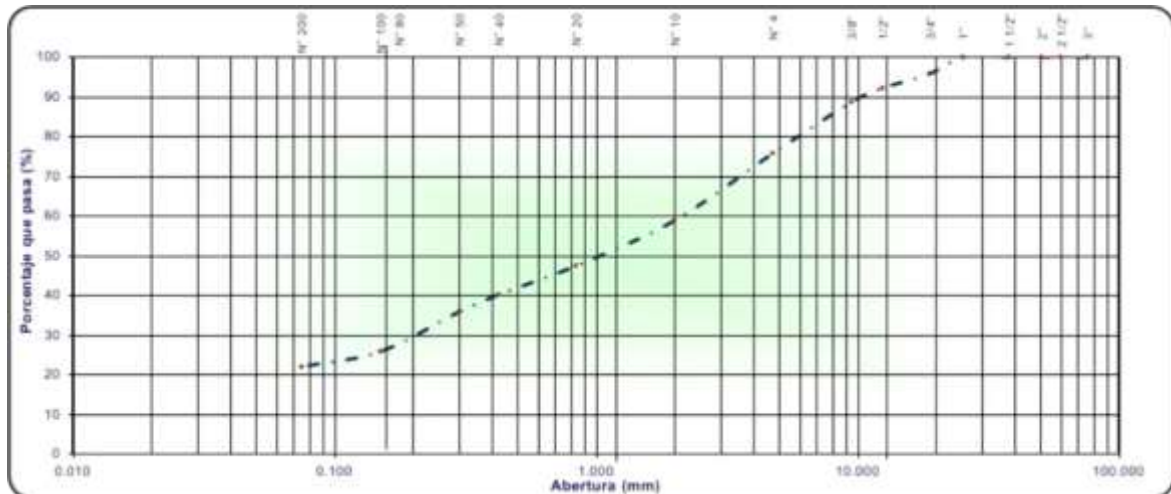


Figura 61. Curva granulométrica del suelo, de la calicata C-3.

Fuente: Elaboración propia.

d. Límites de consistencia (%).

Trabajos previos antes de hacer los ensayos.

- Se realizó con la muestra de suelo los límites de consistencia, con la norma (ASTM D-4318, MTC E110, MTC E111.), para poder saber que tan plástica es la muestra de suelo. El ensayo de los límites de consistencia se hace con la muestra de suelo seco.

Se cogió una porción de muestra de suelo seco, después se comenzó a echar la muestra de suelo en el tamiz N°40, después se hizo el tamizaje de forma manual, la muestra se tuvo la cantidad necesaria para cada prueba de límite de consistencia.



Figura 62. Realizando el proceso de tamizaje manual en la malla N°40.
Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente se tuvo una cantidad necesaria de muestra de suelo seco, para hacer los ensayos de límite de consistencia, para cada prueba que se requiera.

Ensayo de límite líquido (%).

- El ensayo de límite líquido se realizó con la norma ASTM D-4318, MTC E110.
- Se tuvo un aproximado de 150 a 200g de muestra para cada prueba.
- Se colocó la muestra en un envase de porcelana, después se añadió agua en un aproximado de 15 a 20ml, después se hizo la mezcla hasta que quede como una masa pastosa.



Figura 63. Proceso del mezclado de la muestra pastosa por el técnico laboratorista.
Fuente: Elaboración propia.

- Se colocó la mezclada pastosa en la cuchara de Casagrande, después se esparció hasta que quede totalmente nivelada u horizontalmente.



Figura 64. Colocado de la muestra pastosa en la cuchara de Casagrande por técnico laboratorista.

Fuente: Elaboración propia.

- Luego con un ranurador se dividió la muestra pastosa, formando una ranura dentro de la cuchara de Casagrande.
- Después se hizo girar la manizuela de la cuchara de Casagrande, y se anotó el número de golpes, hasta que llegue a juntarse la muestra pastosa.

-
- Después con una espátula se quitó la muestra pastosa. Luego se siguió haciendo este proceso unas 4 veces.
- Finalmente se procesó los datos, para poder obtener los resultados y la gráfica del ensayo realizado.

Ensayo de límite plástico (%).

- El ensayo de límite plástico se realizó con la norma ASTM D-4318, MTC E111.
- El ensayo de límite plástico se hizo con la sobra, de la muestra pastosa del ensayo de límite líquido.
- Se amasa la muestra pastosa en un aproximado de 1.5 a 2 gramos, dando la forma de una esfera y seguir con el ensayo.
- Se hizo rodarlo la pequeña masa de muestra de suelo, con la mano y dedos sobre una superficie de vidrio liso, hasta tener una forma de un alambre de 3mm, el rolón de masa no debe quebrarse, y se hace varios de estos rolones.



Figura 65. Proceso de elaboración de rolones un diámetro aproximado de 3mm.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se guardó en una capsula, para tener su peso húmedo de esa muestra; luego son secados al horno, se obtuvo su peso seco de la muestra encapsulada.



Figura 66. Colocación de los rolones de 3mm en su capsula respectiva.
Fuente: Elaboración propia.

- Se hizo este proceso varias veces, para cada muestra pastosa, que se añadió agua en diferentes proporciones.
- Finalmente se procesó los datos, en una hoja de cálculo de Excel, para obtener el dato de límite líquido.

Índice de plasticidad (%).

- Una vez tenido los datos de límite líquido y límite plástico; finalmente se procedió a calcular el índice de plasticidad, mediante la fórmula.

$$PI = LL - PL$$

Figura 67. Fórmula de índice de plasticidad (PI).

Fuente: Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica". (Das, 2015, p. 65).

- Finalmente se procesó los datos mediante una hoja de cálculo de Excel, luego se tuvo el resumen en una tabla.

Tabla 20. Límites de consistencia del suelo de las muestras naturales.

CALICATA (C)	LÍMITE LÍQUIDO (LL) (%)	LÍMITE PLÁSTICO (LP) (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (PI) (%)
C-1	37.94	26.67	11.28
C-2	34.47	24.78	9.69
C-3	35.11	25.70	9.41

Fuente: Elaboración propia.

e. Clasificación del suelo.

- Se realizó la clasificación AASHTO con la siguiente norma (M-145).
- Se realizó la clasificación SUCS con la siguiente norma ASTM D-2487.
- Luego se procesó los datos que obtuvimos anteriormente de los ensayos.
- Finalmente se procedió a clasificar el tipo de suelo, que pertenece la muestra de suelo que se obtuvo de las calicatas.

Tabla 21. Clasificación del suelo de las muestras naturales.

CALICATA (C)	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
C-1	CL	A-6
C-2	CL	A-2-4
C-3	CL	A-2-4

Fuente: Elaboración propia.

f. Compactación del suelo (ensayo de proctor).

- Se realizó el ensayo de proctor modificado con la norma (ASTM D-1557, MTCE115), para poder saber cuál es la densidad máxima seca (DMS) y la óptimo contenido de humedad (OCH) la muestra de suelo. El ensayo de proctor, se hace con la muestra de suelo seco.
- Después de haber secado la muestra de suelo completamente, se cogió una porción de muestra de suelo, luego se tamizó por los tamices 3/4", 3/8" y N°4, se calculó la muestra retenida en cada tamiz, para poder emplear el método que se debe usar.
- Se empleará el método A, si menos de 20% de peso de la muestra es retenida en el tamiz N°4; se empleará el método B, si más de 20% de peso de la muestra

es retenida en la malla N°4 y menos de 20% de peso de la muestra es retenida en el tamiz 3/8"; se empleará el método C, si más de 20% de peso de la muestra es retenida en tamiz 3/8" y menos de 30% de peso de la muestra es retenida en el tamiz 3/4".

- Se empleo el contenido del agua adecuado según al método que se usará.



Figura 68. Midiendo la cantidad de agua para cantidad muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se preparó 4 muestras con distinto contenido de agua. Luego se preparó la mezcla para que tenga el óptimo contenido de humedad; después se preparó las siguientes muestras con distintas dosificaciones de agua que varían 2% en cada una de las mezclas realizadas.



Figura 69. Haciendo el proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se obtuvo 2 muestras secas, y luego 2 muestras húmedas para determinar con exactitud la gráfica de la curva.
- Se uso un aproximado de 2.3kg de muestra de suelo, tamizando para los métodos A o B y 5.9kg para emplear el método C.
- Se calculo, se pesó el molde y luego el plato de base.



Figura 70. Proceso del pesado del molde de proctor.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se colocó los seguros al molde, el collar y el plato de base; después se puso en un lugar nivelado con rigidez para facilitar el desmolde.
- Se colocó la muestra de suelo en el molde, se niveló previamente antes de hacer el compactado, con el fin de que la muestra de suelo no se encuentre suelta.



Figura 71. Nivelando los moldes del proctor para realizar el compactado.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se compacto la muestra de suelo en 5 capas de 25 golpes en cada una de las capas; seguidamente en la última compactación removió el collar, luego la base del molde.



Figura 72. Proceso del compactado del ensayo de proctor.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego con una regla se le enraso la muestra de suelo, se compacto en la parte superior e inferior del molde con el fin de tener una superficie uniforme plana.



Figura 73. Realizando el proceso del enrazado de la muestra con una regla metálica.
Fuente: Elaboración propia.

- Se calculo y se anotó la masa de la muestra del suelo y del molde.
- Se determino el peso unitario seco, después la cantidad del agua para cada una de las muestras compactadas.
- Finalmente se procesó los datos mediante una hoja de cálculo Excel, después se graficó en una curva los puntos obtenidos, para poder tener la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la muestra de suelo.

Tabla 22. Ensayo de proctor modificado del suelo de las muestras naturales.

CALICATA (C)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (MDS) (g/cm ³)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH) (%)
C-1	1.903	16.15
C-2	1.877	13.35
C-3	1.886	15.55

Fuente: Elaboración propia.

g. Capacidad de soporte del suelo (ensayo de CBR).

- Se realizo el ensayo de CBR con la norma (ASTM D-1883, MTC-E132), para poder saber cuál es la capacidad de soporte del suelo. El ensayo de CBR, se realiza con la muestra de suelo seco.

- Se cogió una muestra de suelo de la calicata extraída, después se tamizo por los tamices 3/4, 3/8 y N°4; si más de 75% de la muestra de suelo pasa por el tamiz 3/4 se usa la muestra; sin embargo, si la muestra retenida en el tamiz 3/4 supera el 25%, se cambia por otra porción de muelo de la misma cantidad seleccionada, y debe pasar las mallas 3/4 o N°4.
- Después de preparo la muestra, seguidamente se cogió una porción requerida, para poder hacer los ensayos, se toma 5kg de muestra por molde, luego realizar el ensayo con 3 moldes.
- Para poder hacer el ensayo de CBR, se usa la optimo contenido de humedad, que se realizó en el ensayo de proctor modificado, se realizó el mezclado de la muestra más el agua, esto proceso debe quedar bien mezclado.



Figura 74. Proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.
Fuente: Elaboración propia.

- Se peso los moldes y con cada una con sus bases, luego se colocó los collares y discos espaciadores, también se colocó los papeles filtro encima de los discos que tiene los mismos diámetros.
- Se compacto usando el sistema de proctor modificado, a cada una de las muestras de los 3 moldes; si la muestra es granular se emplea 55, 26 y 12 golpes para cada capa de la muestra; si la muestra es cohesiva se emplea en 55, 26 y 12 por cada una de las capas.



Figura 75. Realizando el proceso de compactado de la muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se terminó el compactado, se quitó el collar, seguidamente se enrasó la muestra de suelo usando la regla metálica.



Figura 76. Proceso del nivelado de la muestra que está en el molde usando una regla metálica.
Fuente: Elaboración propia.

- Se desarmó los moldes, después se invirtió el molde sin los discos espaciadores, se colocó los papeles filtros en los moldes y sus bases.

- Luego se registró el peso de la muestra de suelo y el molde.
- Después de invertir la muestra se colocó una placa perforada, sobre los anillos con la finalidad de poder completar las sobrecargas.



Figura 77. Proceso del colocado de la sobrecarga en los moldes.
Fuente: Elaboración propia.

- Seguidamente se colocó un trípode, las patas del trípode deben estar en los cantos del molde; se igualará el vástago del dial con una placa perforada.



Figura 78. Proceso del colocado del trípode a los moldes.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego los moldes se colocaron en un depósito lleno de agua por un periodo de 96 horas equivalente a 4 días.



Figura 79. Proceso de saturación de las muestras en un contenedor de agua.
Fuente: Elaboración propia.

- Cuando se colocó el molde en el agua se tuvo la lectura inicial, después se volvió a tomar las lecturas cada 24 horas; después de 96 horas se tomó la última lectura, luego se calculó los porcentajes de hinchamientos, donde que se tuvo las diferencias entre las lecturas iniciales y finales, se divide las alturas de la muestra inicial, luego multiplicar por 100.
- Luego del tiempo de saturación, se retiró los moldes que están en el agua, después dejar que se escurra los moldes aproximadamente de 15min., en su estado del molde normal.
- Una vez que paso los 15min., retirar las sobrecargas y las placas perforadas, seguidamente se pesa el molde.
- Después se realizó los ensayos de penetración, de la muestra que están en los moldes, no debe pasar mucho tiempo después de haber quitado las sobrecargas para poder hacer el ensayo de penetración.
- Luego coloco el molde en la prensa hidráulica, de debe centrar el molde con el pistón de penetración, este pistón genera la carga intensa equivalente a los de un pavimento, con una aproximación de $\pm 2.27\text{kg}$, pero menos a un peso de 4.54kg.

- Se coloca el dial para medir, luego anotar las penetraciones del pistón, ya que el pistón tiene una carga de 5kg igual a 50N; después se coloca la aguja de los diales en cero para poder hacer la lectura.



Figura 80. Colocando el medidor de la presión en la prensa hidráulica.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se sometió al pistón cargas, utilizando la prensa hidráulica, que tiene la velocidad uniforme de 1,27mm o 0,05" por cada minuto.
- Luego registro las cargas, cuando realice la penetración el pistón, estas se ubican en: 0.025pulg, 0.050pulg, 0.075pulg, 0.100pulg, 0.125pulg, 0.150pulg, 0.200pulg, 0.300pulg, 0.400pulg y 0.500pulg.



Figura 81. Realizando el proceso del prensado a la muestra.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de terminar de hacer el ensayo de penetración con la prensa hidráulica, se deberá quitar el molde de la prensa, luego se tomó una pequeña porción de la muestra parte de arriba del molde, para poder determinar la humedad que tiene.
- Finalmente se procesó los datos mediante una hoja de cálculo excel, por último se tuvo los valores del ensayo CBR, para poder obtener la capacidad de soporte del suelo al 95% y 100%.

Tabla 23. Ensayos de CBR del suelo de las muestras naturales.

CALICATA (C)	C.B.R. 0.1" AL 95%	C.B.R. 0.1" AL 100%	C.B.R. 0.2" AL 95%	C.B.R. 0.2" AL 100%
C-1	5.48	6.61	6.48	8.58
C-2	5.85	7.54	6.35	9.17
C-3	5.61	6.91	6.44	8.79

Fuente: Elaboración propia.

Eta 6: Ensayos de laboratorio con las muestras dosificadas 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto.

A. Equipos y materiales.

- Equipos de laboratorio de mecánica de suelos.
- Formatos de ensayos de laboratorio.

- Lapiceros para anotes.
- Cámara fotográfica.
- Software: Excel.

B. Procedimiento.

- Según el manual del MTC (2013), las dosificaciones de los estabilizadores están entre 0 a 12%, por esta razón mis dosificaciones de estabilizador químico que propongo, para este trabajo de investigación son: 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto.

Tabla 24. Porcentaje de dosificaciones según el tipo de estabilizador.

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO ⁽¹⁾	DOSIFICACIÓN ⁽²⁾	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) ⁽³⁾	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1-A-2-A-3-A-4-A-5-A-6 y A-7 LL < 40% IP < 18% CMO (1) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF < 10% - AG < 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF < 15% - AG < 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 < 10% IP < 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF < 10% - AG < 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF < 15% - AG < 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-4, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO (1) < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO (1) < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO (1) < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ²	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO (1) < 3.0% pH mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ²	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO (1) No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ²	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO (1) < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Recuperado de "Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos" (MTC, 2013, p. 112).

- Se hacen los estudios de mecánica de suelo con las muestras con las dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto.
- Se hizo los estudios de mecánica de suelos con las muestras con dosificación de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto, para lo cual se usó el laboratorio de mecánica de suelos de: GEOMAT SERV E.I.R.L.
- La muestra de la bolsa de polietileno, está bien sellada, será para el ensayo de contenido de humedad con dosificación de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto.
- Luego el resto de las muestras que se secaron anteriormente con las muestras naturales, el resto que sobro se usó para hacer las dosificaciones, para hacer los ensayos de: granulometría, límites de consistencia, proctor y CBR, añadiendo dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto al suelo seco.

a. Contenido de humedad (%), con dosificación.

- Se realizo con la muestra de suelo el contenido de humedad natural con la norma (ASTM D-2216, MTC E108); para poder saber cuál es el porcentaje de humedad que tiene la muestra de suelo. El ensayo de contenido de humedad natural, se hace con la muestra de suelo tal como se trajo de campo.
- Se realizo el cuarteo de la muestra de suelo húmeda, con la adición de ceniza de eucalipto (CE) de 3, 6 y 8%, en 4 partes iguales.



Figura 82. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

- Luego se colocó en un recipiente la muestra seleccionada, para poder pesar la muestra de suelo húmedo.



Figura 83. Proceso de pesado de la muestra de suelo húmedo.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se hizo el secado de la muestra de suelo en una estufa, hasta llegar a que se seque por completo.



Figura 84. Proceso del enfriamiento de la muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Unas ves secada la muestra de suelo, se pesó en una balanza digital; se obtuvo el peso de la muestra de suelo seco.
- Finalmente se procesó los datos obtenidos con el software de excel.

Tabla 25. Humedad de las muestras de suelo con dosificación.

CALICATA (C)	CENIZA EUCALIPTO (CE) (%)	DE	CONTENIDO HUMEDAD (CH) (%)	DE
C-1	D ₁	3 %	15.62	
	D ₂	6 %	14.58	

	D ₃	8 %	13.79
C-2	D ₁	3 %	13.20
	D ₂	6 %	12.25
	D ₃	8 %	11.67
C-3	D ₁	3 %	14.52
	D ₂	6 %	13.48
	D ₃	8 %	13.26

Fuente: Elaboración propia.

b. Ensayos de granulometría, con dosificación.

- Se realizó con la muestra de suelo el análisis granulométrico por tamizado con la norma (ASTM D-422, MTC E107); para poder saber que granulometría tiene la muestra de suelo. El ensayo de granulometría se hace con la muestra de suelo seco, añadiendo dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto.
- Con la muestra seca se hizo el cuarteo en 4 partes iguales.



Figura 85. Proceso de cuarteo de la muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 86. Selección de la muestra de suelo luego del cuarteo.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se pesó la muestra que se seleccionó, para poder tener un peso inicial de la muestra de suelo.
- Después se comienza a echar la muestra de suelo en los tamices que están ordenados de mayor a menor.



Figura 87. Proceso de vaciado de la muestra de suelo a los tamices que están ordenados.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se hizo el proceso de zarandeo de forma manual, sacudiendo toda la serie de tamices que están en forma ordenada.

- Luego se pesó las muestras retenidas en cada tamiz.



Figura 88. Proceso de pesado de cada tamiz retenido.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se obtuvo en forma ordenada las muestras retenidas en cada tamiz.



Figura 89. Muestra de suelo ordenadas de cada tamiz.
Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente se procesó los datos del análisis granulométrico, mediante el software de Excel.
- Resultado de la granulometría de la muestra de suelo, datos de la calicata C-1, añadiendo la dosificación de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto (CE).

Tabla 26. Distribución granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 3% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				100.0
3/8"	9.500	1.5	0.1	0.1	99.9
N° 4	4.750	88.0	6.0	6.1	93.9
N° 10	2.000	158.6	10.8	16.8	83.2
N° 20	0.840	165.8	11.2	28.1	71.9
N° 40	0.425	103.4	7.0	35.1	64.9
N° 50	0.300	45.9	3.1	38.2	61.8
N° 80	0.177	78.0	5.3	43.5	56.5
N° 100	0.150	27.7	1.9	45.4	54.6
N° 200	0.075	85.3	5.8	51.1	48.9
< N° 200	FONDO	720.7	48.9	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

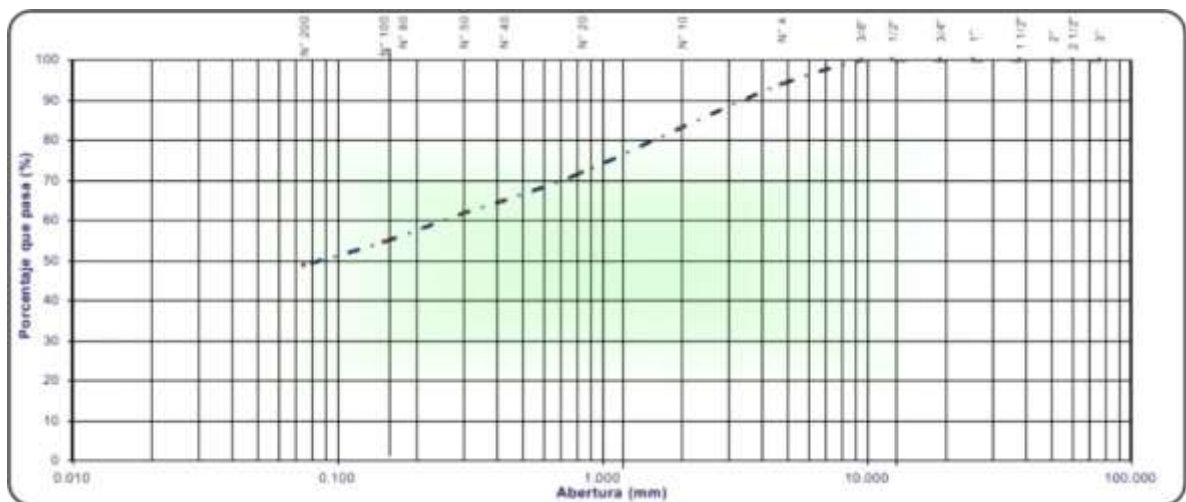


Figura 90. Curva granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 3% CE.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Distribución granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 6% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				100.0
3/8"	9.500	1.8	0.1	0.1	99.9
N° 4	4.750	88.3	5.8	5.9	94.1
N° 10	2.000	158.9	10.5	16.4	83.6
N° 20	0.840	166.1	10.9	27.3	72.7
N° 40	0.425	103.7	6.8	34.2	65.8
N° 50	0.300	46.2	3.0	37.2	62.8
N° 80	0.177	78.3	5.2	42.4	57.6
N° 100	0.150	28.0	1.8	44.2	55.8
N° 200	0.075	97.4	6.4	50.6	49.4
< N° 200	FONDO	749.1	49.4	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

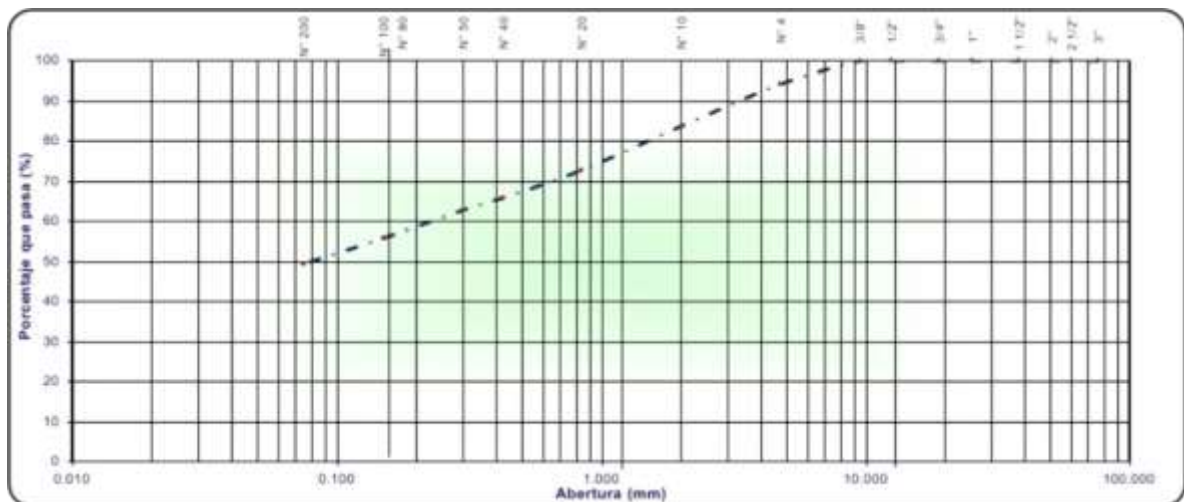


Figura 91. Curva granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 6% CE.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Distribución granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 8% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				100.0
3/8"	9.500	4.0	0.3	0.3	99.7
N° 4	4.750	91.5	5.9	6.2	93.8
N° 10	2.000	162.1	10.5	16.7	83.3
N° 20	0.840	169.3	10.9	27.6	72.4
N° 40	0.425	106.9	6.9	34.5	65.5
N° 50	0.300	49.4	3.2	37.7	62.3
N° 80	0.177	81.5	5.3	43.0	57.0
N° 100	0.150	31.2	2.0	45.0	55.0
N° 200	0.075	98.6	6.4	51.4	48.6
< N° 200	FONDO	751.9	48.6	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

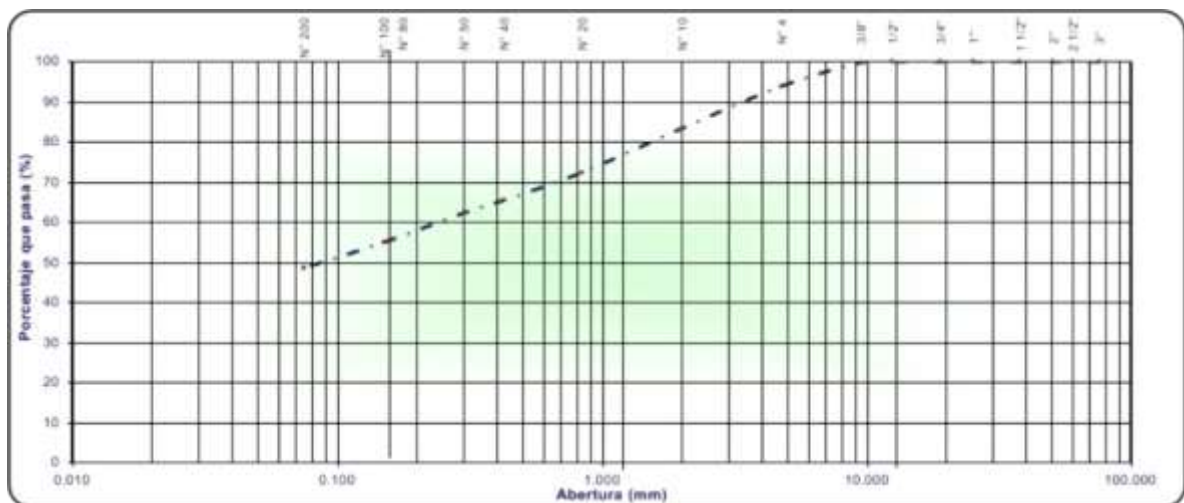


Figura 92. Curva granulométrica de la calicata C-1, añadiendo 8% CE.

Fuente: Elaboración propia.

- Resultado de la granulometría de la muestra de suelo, datos de la calicata C-2, añadiendo la dosificación de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto (CE).

Tabla 29. Distribución granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 3% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	25.3	0.9	0.9	99.1
1/2"	12.500	105.3	3.9	4.8	95.2
3/8"	9.500	88.2	3.2	8.0	92.0
N° 4	4.750	275.3	10.1	18.1	81.9
N° 10	2.000	332.0	12.2	30.3	69.7
N° 20	0.840	327.6	12.0	42.3	57.7
N° 40	0.425	211.8	7.8	50.1	49.9
N° 50	0.300	86.4	3.2	53.3	46.7
N° 80	0.177	153.8	5.6	58.9	41.1
N° 100	0.150	52.9	1.9	60.9	39.1
N° 200	0.075	179.4	6.6	67.5	32.5
< N° 200	FONDO	886.3	32.5	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

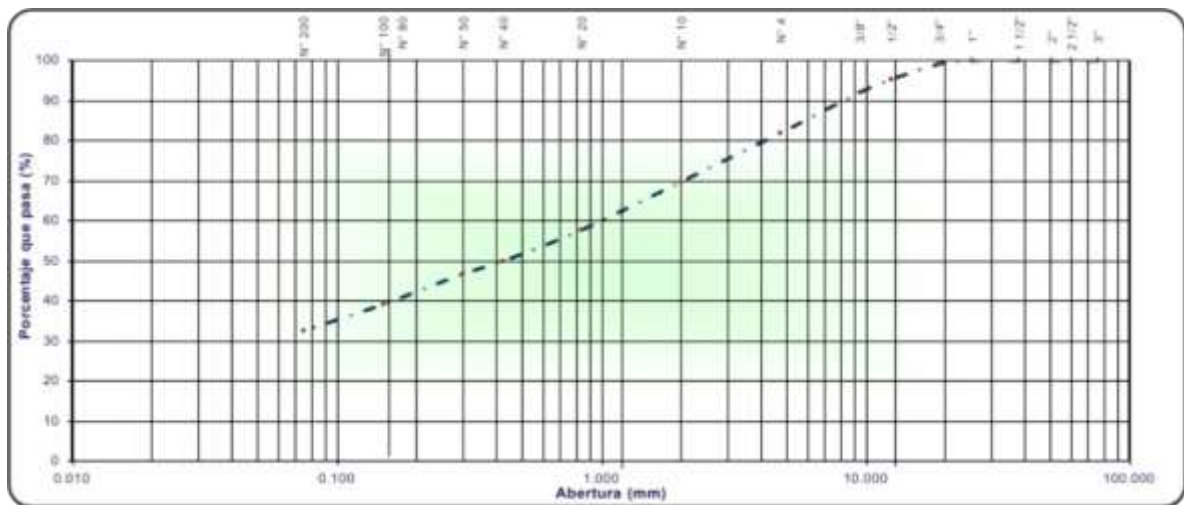


Figura 93. Curva granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 3% CE.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Distribución granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 6% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	26.6	0.9	0.9	99.1
1/2"	12.500	106.6	3.8	4.8	95.2
3/8"	9.500	87.5	3.1	7.9	92.1
N° 4	4.750	276.6	9.9	17.7	82.3
N° 10	2.000	333.3	11.9	29.6	70.4
N° 20	0.840	328.9	11.7	41.4	58.6
N° 40	0.425	213.1	7.6	49.0	51.0
N° 50	0.300	87.7	3.1	52.1	47.9
N° 80	0.177	155.1	5.5	57.6	42.4
N° 100	0.150	54.2	1.9	59.5	40.5
N° 200	0.075	199.9	7.1	66.7	33.3
< N° 200	FONDO	934.2	33.3	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

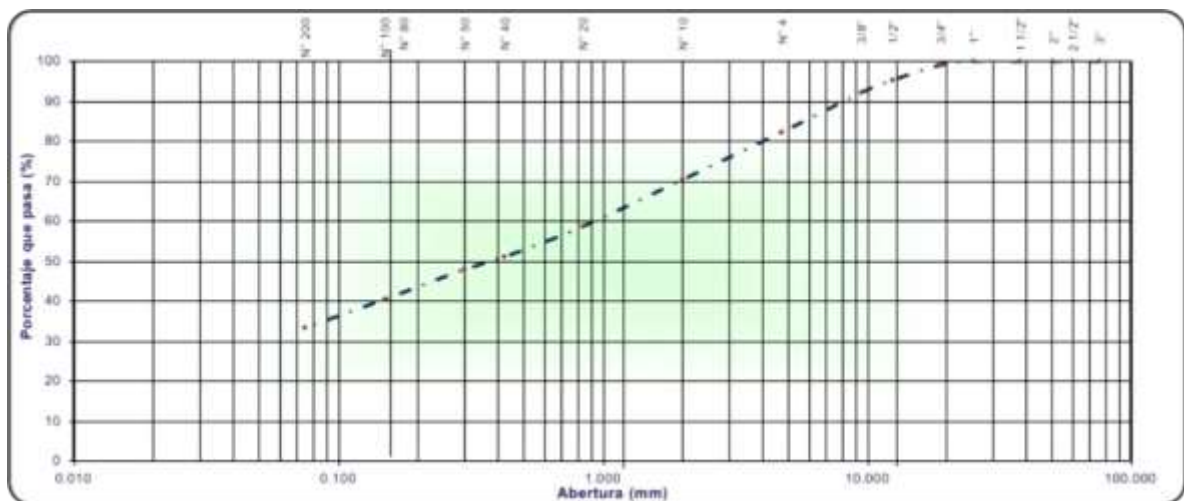


Figura 94. Curva granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 6% CE.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Distribución granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 8% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	27.8	1.0	1.0	99.0
1/2"	12.500	107.8	3.8	4.7	95.3
3/8"	9.500	88.7	3.1	7.9	92.1
N° 4	4.750	277.8	9.7	17.6	82.4
N° 10	2.000	334.5	11.7	29.3	70.7
N° 20	0.840	330.1	11.6	40.8	59.2
N° 40	0.425	214.3	7.5	48.3	51.7
N° 50	0.300	88.9	3.1	51.5	48.5
N° 80	0.177	156.3	5.5	56.9	43.1
N° 100	0.150	55.4	1.9	58.9	41.1
N° 200	0.075	212.2	7.4	66.3	33.7
< N° 200	FONDO	962.8	33.7	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

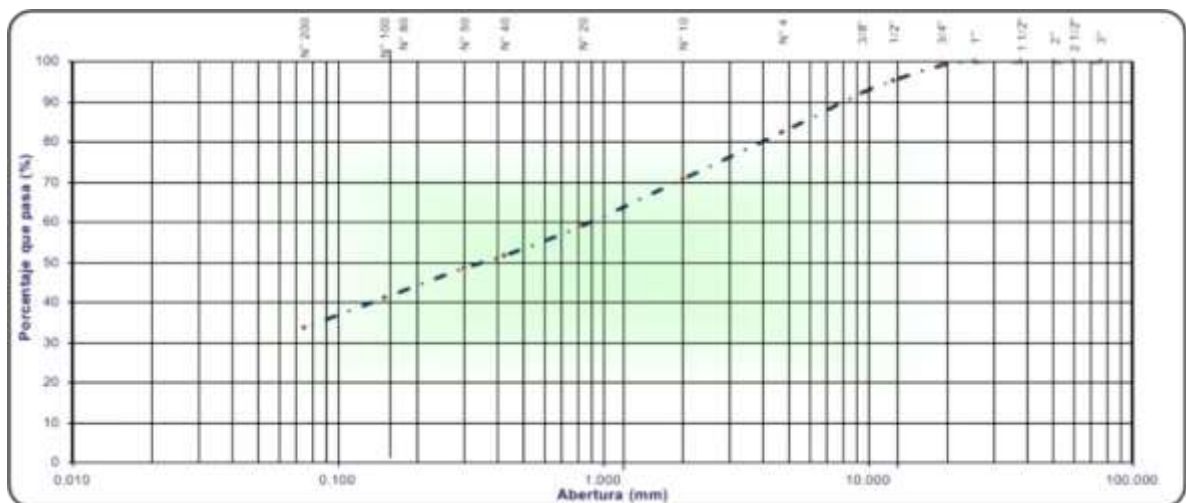


Figura 95. Curva granulométrica de la calicata C-2, añadiendo 8% CE.

Fuente: Elaboración propia.

- Resultado de la granulometría de la muestra de suelo, datos de la calicata C-3, añadiendo la dosificación de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto (CE).

Tabla 32. Distribución granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 3% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	97.5	4.0	4.0	96.0
1/2"	12.500	85.9	3.5	7.5	92.5
3/8"	9.500	81.9	3.3	10.9	89.1
N° 4	4.750	295.4	12.1	22.9	77.1
N° 10	2.000	385.7	15.8	38.7	61.3
N° 20	0.840	261.9	10.7	49.4	50.6
N° 40	0.425	167.0	6.8	56.3	43.7
N° 50	0.300	100.9	4.1	60.4	39.6
N° 80	0.177	182.9	7.5	67.9	32.1
N° 100	0.150	49.8	2.0	69.9	30.1
N° 200	0.075	180.2	7.4	77.3	22.7
< N° 200	FONDO	555.8	22.7	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

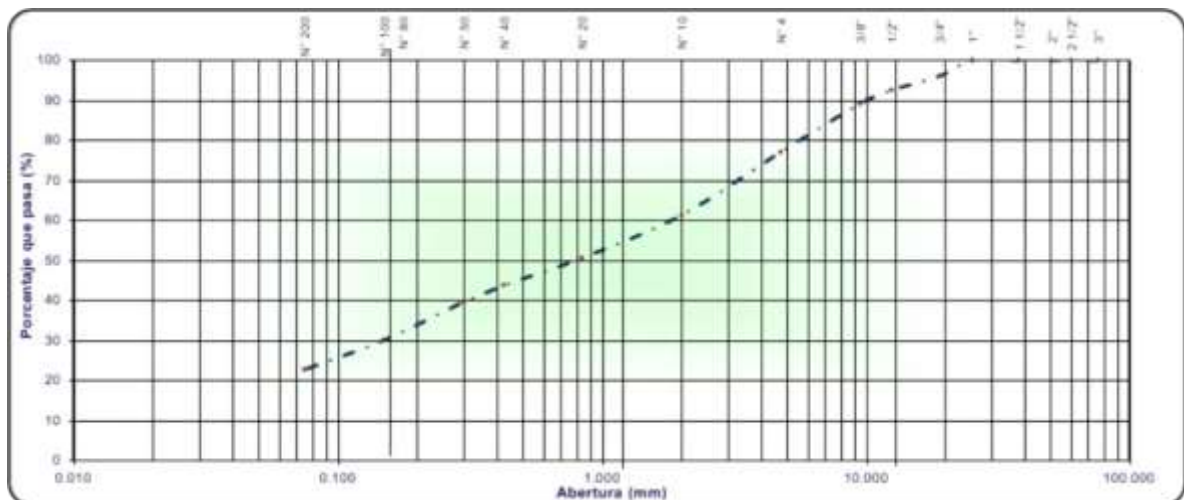


Figura 96. Curva granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 3% CE.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Distribución granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 6% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	98.8	3.9	3.9	96.1
1/2"	12.500	87.2	3.5	7.4	92.6
3/8"	9.500	83.2	3.3	10.7	89.3
Nº 4	4.750	296.7	11.8	22.5	77.5
Nº 10	2.000	387.0	15.4	37.9	62.1
Nº 20	0.840	263.2	10.5	48.3	51.7
Nº 40	0.425	168.3	6.7	55.0	45.0
Nº 50	0.300	102.2	4.1	59.1	40.9
Nº 80	0.177	184.2	7.3	66.4	33.6
Nº 100	0.150	51.1	2.0	68.4	31.6
Nº 200	0.075	197.7	7.9	76.3	23.7
< Nº 200	FONDO	596.6	23.7	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

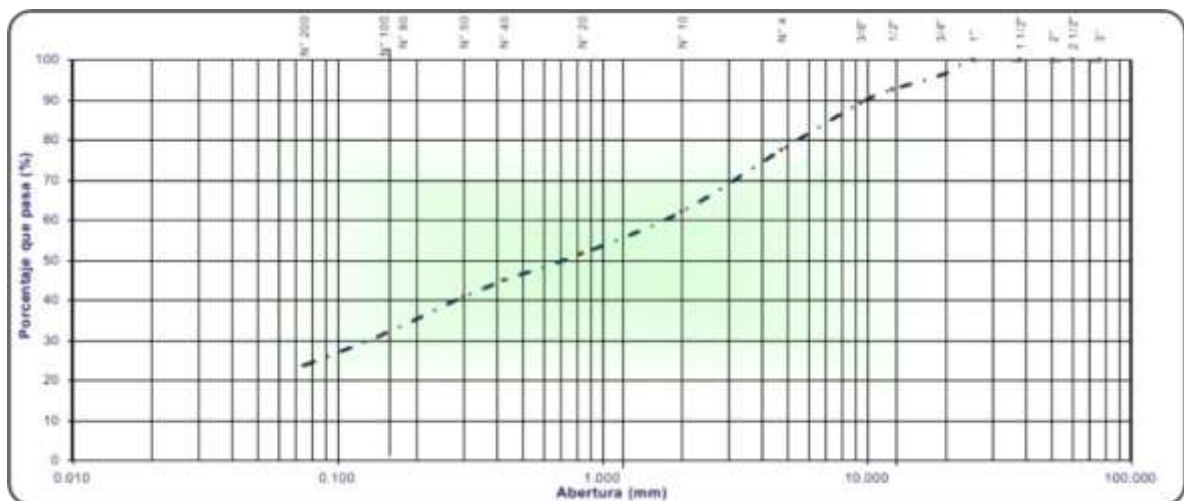


Figura 97. Curva granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 6% CE.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Distribución granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 8% CE.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	100.0	3.9	3.9	96.1
1/2"	12.500	88.4	3.4	7.3	92.7
3/8"	9.500	84.4	3.3	10.6	89.4
N° 4	4.750	297.9	11.6	22.3	77.7
N° 10	2.000	388.2	15.1	37.4	62.6
N° 20	0.840	264.4	10.3	47.7	52.3
N° 40	0.425	169.5	6.6	54.3	45.7
N° 50	0.300	103.4	4.0	58.4	41.6
N° 80	0.177	185.4	7.2	65.6	34.4
N° 100	0.150	52.3	2.0	67.6	32.4
N° 200	0.075	208.3	8.1	75.8	24.2
< N° 200	FONDO	621.4	24.2	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

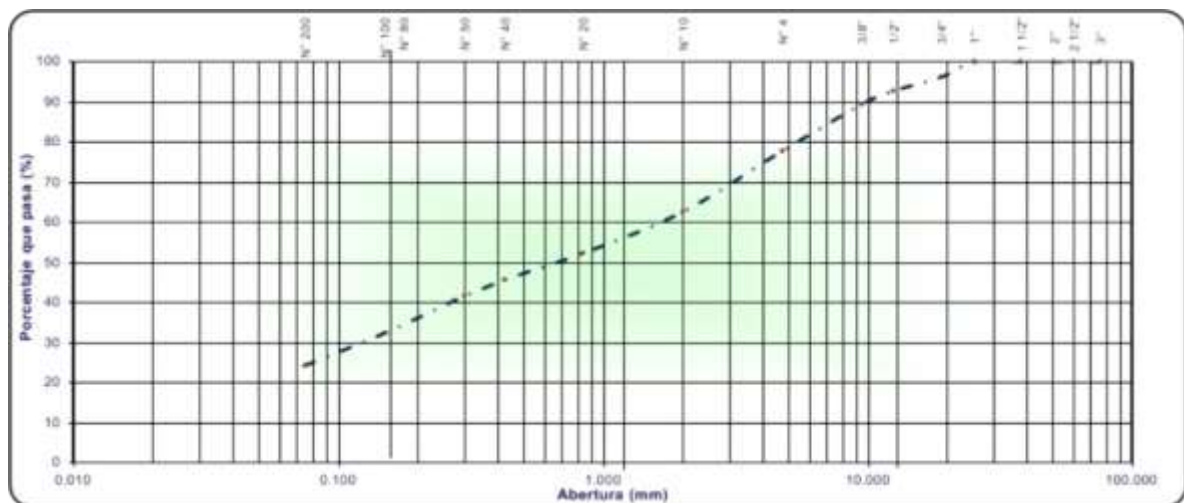


Figura 98. Curva granulométrica de la calicata C-3, añadiendo 8% CE.

Fuente: Elaboración propia.

c. Límites de consistencia (%), con dosificación.

Trabajos previos antes de hacer los ensayos.

- Se realizó con la muestra de suelo los límites de consistencia, con la norma (ASTM D-4318, MTC E110, MTC E111.), para poder saber que tan plástica es la muestra de suelo. El ensayo de los límites de consistencia se hace con la muestra de suelo seco, añadiendo dosificación de 3, 8 y 8% de ceniza de eucalipto.

- Se cogió una porción de muestra de suelo seco, después se comenzó a echar la muestra de suelo en el tamiz N°40, después se hizo el tamizaje de forma manual, la muestra se tuvo la cantidad necesaria para cada prueba de límite de consistencia.



Figura 99. Realizando el proceso de tamizaje manual en la malla N°40.
Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente se tuvo una cantidad necesaria de muestra de suelo seco, para hacer los ensayos de límite de consistencia, para cada prueba que se requiera.

Ensayo de límite líquido (%).

- El ensayo de límite líquido se realizó con la norma ASTM D-4318, MTC E110.
- Se tuvo un aproximado de 150 a 200g de muestra para cada prueba.
- Se colocó la muestra en un envase de porcelana, después se añadió agua en un aproximado de 15 a 20ml, después se hizo la mezcla hasta que quede como una masa pastosa.



Figura 100. Proceso del mezclado de la muestra pastosa por el técnico laboratorista.
Fuente: Elaboración propia.

- Se colocó la mezclada pastosa en la cuchara de Casagrande, después se esparció hasta que quede totalmente nivelada u horizontalmente.



Figura 101. Colocado de la muestra pastosa en la cuchara de Casagrande por técnico laboratorista.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego con un ranurador se dividió la muestra pastosa, formando una ranura dentro de la cuchara de Casagrande.

- Después se hizo girar la manizuela de la cuchara de Casagrande, y se anoto el número de golpes, hasta que llegue a juntarse la muestra pastosa.
- Después con una espátula se quitó la muestra pastosa.
- Luego se siguió haciendo este proceso unas 4 veces.
- Finalmente se procesó los datos, para poder obtener los resultados y la gráfica del ensayo realizado.

Ensayo de límite plástico (%).

- El ensayo de límite plástico se realizó con la norma ASTM D-4318, MTC E111.
- El ensayo de limite plástico se hizo con la sobra, de la muestra pastosa del ensayo de límite líquido.
- Se amaso la muestra pastosa en un aproximado de 1.5 a 2 gramos, dando la forma de una esfera y seguir con el ensayo.
- Se hizo rodarlo la pequeña masa de muestra de suelo, con la mano y dedos sobre una superficie de vidrio liso, hasta tener una forma de un alambre de 3mm, el rolón de masa no debe quebrarse, y se hace varios de estos rolones.



Figura 102. Proceso de elaboración de rolones un diámetro aproximado de 3mm.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se guardó en una capsula, para tener su peso húmedo de esa muestra; luego son secados al horno, se obtuvo su peso seco de la muestra encapsulada.



Figura 103. Colocación de los rolones de 3mm en su capsula respectiva.
Fuente: Elaboración propia.

- Se hizo este proceso varias veces, para cada muestra pastosa, que se añadió agua en diferentes proporciones.
- Finalmente se procesó los datos, en una hoja de cálculo de Excel, para obtener el dato de límite líquido.

Índice de plasticidad (%).

- Una vez tenido los datos de límite líquido y limite plástico; finalmente se procedió a calcular el índice de plasticidad, mediante la formula.

$$PI = LL - PL$$

Figura 104. Formula de índice de plasticidad (PI).

Fuente: Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica". (Das, 2015, p. 65).

- Finalmente se procesó los datos mediante una hoja de cálculo de Excel, luego se tuvo el resumen en una tabla.

Tabla 35. Límites de consistencia del suelo de las muestras con dosificación.

CALICATA (C)	CENIZA EUCALIPTO (CE) (%)	DE	LÍMITE LÍQUIDO (LL) (%)	LÍMITE PLÁSTICO (LP) (%)	ÍNDICE PLASTICIDAD (PI) (%)	DE
-----------------	---------------------------------	----	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	----

C-1	D ₁	3 %	35.65	25.27	10.39
	D ₂	6 %	33.87	24.08	9.80
	D ₃	8 %	32.81	23.38	9.44
C-2	D ₁	3 %	32.45	23.81	8.65
	D ₂	6 %	30.92	22.96	7.96
	D ₃	8 %	29.92	22.45	7.47
C-3	D ₁	3 %	33.46	24.96	8.50
	D ₂	6 %	31.85	24.30	7.55
	D ₃	8 %	31.03	24.10	6.93

Fuente: Elaboración propia.

d. Clasificación del suelo.

- Se realizó la clasificación AASHTO con la siguiente norma (M-145).
- Se realizó la clasificación SUCS con la siguiente norma ASTM D-2487.
- Luego se procesó los datos que obtuvimos anteriormente de los ensayos.
- Finalmente se procedió a clasificar el tipo de suelo, que pertenece la muestra de suelo que se obtuvo de las calicatas.

Tabla 36. Clasificación del suelo de las muestras con dosificación.

CALICATA (C)	CENIZA DE EUCALIPTO (CE) (%)		CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
C-1	D ₁	3 %	CL	A-4
	D ₂	6 %	CL	A-4
	D ₃	8 %	CL	A-4
C-2	D ₁	3 %	CL	A-2-4
	D ₂	6 %	CL	A-2-4
	D ₃	8 %	CL	A-2-4
C-3	D ₁	3 %	CL	A-2-4
	D ₂	6 %	CL	A-2-4
	D ₃	8 %	CL-ML	A-2-4

Fuente: Elaboración propia.

e. Compactación del suelo (ensayo de proctor), con dosificación. • Se realizó el ensayo de proctor modificado con la norma (ASTM D-1557, MTC-

E115), para poder saber cuál es la densidad máxima seca (DMS) y la óptimo contenido de humedad (OCH) la muestra de suelo. El ensayo de proctor, se hace con la muestra de suelo seco, añadiendo dosificación de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto.

- Después de haber secado la muestra de suelo completamente, se cogió una porción de muestra de suelo, luego se tamizó por los tamices 3/4", 3/8" y N°4, se calculó la muestra retenida en cada tamiz, para poder emplear el método que se debe usar.
- Se empleará el método A, si menos de 20% de peso de la muestra es retenida en el tamiz N°4; se empleará el método B, si más de 20% de peso de la muestra es retenida en la malla N°4 y menos de 20% de peso de la muestra es retenida en el tamiz 3/8"; se empleará el método C, si más de 20% de peso de la muestra es retenida en tamiz 3/8" y menos de 30% de peso de la muestra es retenida en el tamiz 3/4".
- Se empleó el contenido del agua adecuado según al método que se usará.



Figura 105. Midiendo la cantidad de agua para cantidad muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego se preparó 4 muestras con distinto contenido de agua. Luego se preparó la mezcla para que tenga el óptimo contenido de humedad; después se preparó las siguientes muestras con distintas dosificaciones de agua que varían 2% en cada una de las mezclas realizadas.



Figura 106. Haciendo el proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se obtuvo 2 muestras secas, y luego 2 muestras húmedas para determinar con exactitud la gráfica de la curva.
- Se usó un aproximado de 2.3kg de muestra de suelo, tamizando para los métodos A o B y 5.9kg para emplear el método C.
- Se calculó, se pesó el molde y luego el plato de base.



Figura 107. Proceso del pesado del molde de proctor.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se colocó los seguros al molde, el collar y el plato de base; después se puso en un lugar nivelado con rigidez para facilitar el desmolde.
- Se colocó la muestra de suelo en el molde, se niveló previamente antes de hacer el compactado, con el fin de que la muestra de suelo no se encuentre suelta.



Figura 108. Nivelando los moldes del proctor para realizar el compactado.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se compactó la muestra de suelo en 5 capas de 25 golpes en cada una de las capas; seguidamente en la última compactación removió el collar, luego la base del molde.



Figura 109. Proceso del compactado del ensayo de proctor.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego con una regla se le enraso la muestra de suelo, se compacto en la parte superior e inferior del molde con el fin de tener una superficie uniforme plana.



Figura 110. Realizando el proceso del enrazado de la muestra con una regla metálica.
Fuente: Elaboración propia.

- Se calculo y se anotó la masa de la muestra del suelo y del molde.
- Se determino el peso unitario seco, después la cantidad del agua para cada una de las muestras compactadas.

- Finalmente se procesó los datos mediante una hoja de cálculo Excel, después se graficó en una curva los puntos obtenidos, para poder tener la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la muestra de suelo.

Tabla 37. Ensayo de proctor modificado de las muestras con dosificación.

CALICATA (C)	CENIZA EUCALIPTO (CE) (%)	DE	MÁXIMA DENSIDAD SECA (MDS) (g/cm ³)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH) (%)	DE
C-1	D ₁	3 %	1.937	15.67	
	D ₂	6 %	1.976	14.95	
	D ₃	8 %	1.988	14.75	
C-2	D ₁	3 %	1.895	12.98	
	D ₂	6 %	1.915	12.64	
	D ₃	8 %	1.928	12.46	
C-3	D ₁	3 %	1.925	15.06	
	D ₂	6 %	1.965	14.58	
	D ₃	8 %	1.975	14.42	

Fuente: Elaboración propia.

f. Capacidad de soporte del suelo (ensayo de CBR), con dosificación.

- Se realizó el ensayo de CBR con la norma (ASTM D-1883, MTC-E132), para poder saber cuál es la capacidad de soporte del suelo. El ensayo de CBR, se realiza con la muestra de suelo seco, añadiendo dosificación de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto.
- Se cogió una muestra de suelo de la calicata extraída, después se tamizó por los tamices 3/4, 3/8 y N°4; si más de 75% de la muestra de suelo pasa por el tamiz 3/4 se usa la muestra; sin embargo, si la muestra retenida en el tamiz 3/4 supera el 25%, se cambia por otra porción de suelo de la misma cantidad seleccionada, y debe pasar las mallas 3/4 o N°4.
- Después de preparar la muestra, seguidamente se cogió una porción requerida, para poder hacer los ensayos, se toma 5kg de muestra por molde, luego realizar el ensayo con 3 moldes.
- Para poder hacer el ensayo de CBR, se usa el óptimo contenido de humedad, que se realizó en el ensayo de proctor modificado, se realizó el mezclado de la muestra más el agua, este proceso debe quedar bien mezclado.



Figura 111. Proceso del mezclado de la muestra de suelo más el agua.
Fuente: Elaboración propia.

- Se peso los moldes y con cada una con sus bases, luego se colocó los collares y discos espaciadores, también se colocó los papeles filtro encima de los discos que tiene los mismos diámetros.
- Se compacto usando el sistema de proctor modificado, a cada una de las muestras de los 3 moldes; si la muestra es granular se emplea 55, 26 y 12 golpes para cada capa de la muestra; si la muestra es cohesiva se emplea en 55, 26 y 12 por cada una de las capas.



Figura 112. Realizando el proceso de compactado de la muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Después de termino el compactado, se quitó el collar, seguidamente se enraso la muestra de suelo usando la regla metálica.



Figura 113. Proceso del nivelado de la muestra que está en el molde usando una regla metálica.

Fuente: Elaboración propia.

- Se desarmo los moldes, después se invirtió el molde sin los discos espaciadores, se colocó los papeles filtros en los moldes y sus bases.
- Luego se registró el peso de la muestra de suelo y el molde.

- Después de invertir la muestra se colocó una placa perforada, sobre los anillos con la finalidad de poder completar las sobrecargas.



Figura 114. Proceso del colocado de la sobrecarga en los moldes.
Fuente: Elaboración propia.

- Seguidamente se colocó un trípode, las patas del trípode deben estar en los cantos del molde; se igualará el vástago del dial con una placa perforada.



Figura 115. Proceso del colocado del trípode a los moldes.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego los moldes se colocaron en un depósito lleno de agua por un periodo de 96 horas equivalente a 4 días.



Figura 116. Proceso de saturación de las muestras en un contenedor de agua.
Fuente: Elaboración propia.

- Cuando se colocó el molde en el agua se tuvo la lectura inicial, después se volvió a tomar las lecturas cada 24 horas; después de 96 horas se tomó la última lectura, luego se calculó los porcentajes de hinchamientos, donde que se tuvo las diferencias entre las lecturas iniciales y finales, se divide las alturas de la muestra inicial, luego multiplicar por 100.
- Luego del tiempo de saturación, se retiró los moldes que están en el agua, después dejar que se escurra los moldes aproximadamente de 15min., en su estado del molde normal.
- Una vez que paso los 15min., retirar las sobrecargas y las placas perforadas, seguidamente se pesa el molde.
- Después se realizó los ensayos de penetración, de la muestra que están en los moldes, no debe pasar mucho tiempo después de haber quitado las sobrecargas para poder hacer el ensayo de penetración.
- Luego coloco el molde en la prensa hidráulica, de debe centrar el molde con el pistón de penetración, este pistón genera la carga intensa equivalente a los de un pavimento, con una aproximación de $\pm 2.27\text{kg}$, pero menos a un peso de 4.54kg.

- Se coloca el dial para medir, luego anotar las penetraciones del pistón, ya que el pistón tiene una carga de 5kg igual a 50N; después se coloca la aguja de los diales en cero para poder hacer la lectura.



Figura 117. Colocando el medidor de la presión en la prensa hidráulica.
Fuente: Elaboración propia.

- Después se sometió al pistón cargas, utilizando la prensa hidráulica, que tiene la velocidad uniforme de 1,27mm o 0,05" por cada minuto.
- Luego registro las cargas, cuando realice la penetración el pistón, estas se ubican en: 0.025pulg, 0.050pulg, 0.075pulg, 0.100pulg, 0.125pulg, 0.150pulg, 0.200pulg, 0.300pulg, 0.400pulg y 0.500pulg.



Figura 118. Realizando el proceso del prensado a la muestra.
Fuente: Elaboración propia.

- Luego de terminar de hacer el ensayo de penetración con la prensa hidráulica, se deberá quitar el molde de la prensa, luego se tomó una pequeña porción de la muestra parte de arriba del molde, para poder determinar la humedad que tiene.
- Finalmente se procesó los datos mediante una hoja de cálculo excel, por último se tuvo los valores del ensayo CBR, para poder obtener la capacidad de soporte del suelo al 95% y 100%.

Tabla 38. Ensayos de CBR del suelo de las muestras con dosificación.

CALICATA (C)	CENIZA DE EUCALIPTO (CE) (%)		CBR 0.1" AL 95%	CBR 0.1" AL 100%	CBR 0.2" AL 95%	CBR 0.2" AL 100%
	D1	D2				
C-1	D1	3 %	7.46	8.36	8.61	9.98
	D2	6 %	8.47	10.46	9.25	12.31
	D3	8 %	9.86	11.86	10.17	13.15
C-2	D1	3 %	6.98	9.22	7.78	10.76
	D2	6 %	8.70	10.55	9.16	11.88
	D3	8 %	9.09	10.97	9.65	12.06
C-3	D1	3 %	7.83	8.80	8.61	10.05
	D2	6 %	9.47	10.69	10.27	12.24

	D ₃	8 %	9.92	11.32	10.65	12.66
--	----------------	-----	------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Métodos de análisis de datos.

Existen hoy en día varios programas para poder analizar datos; ya que estos son muy similares, para poder procesar los datos de cada indicador por indicador. Para Hernández, y otros (2014), mencionan sobre la estadística descriptiva: “uno de los primeros aspectos a tratar, es describir e interpretar datos, valores, puntuaciones, etc., todo estos son obtenidos previamente, para cada indicador” (p .282).

De acuerdo a lo antes señalado este trabajo de investigación se usará la estadística descriptiva, también usaremos programas para poder procesar los datos que se obtuvieron previamente, para lo cual se usará programas como: Excel y otros, para poder verificar e interpretar los resultados de cada indicador.

3.7. Aspectos éticos.

Esta investigación recolectarán datos, de la zona de estudio que es la carretera Abancay – Huayllabamba; con el apoyo respectivo del asesor y de algunos amigos de la universidad, se dará a este trabajo de investigación la calidad necesaria, para dar unos aportes a futuros investigadores que les interese la estabilización de la subrasante adicionando productos químicos, como es en mi caso la ceniza de eucalipto; la ceniza de eucalipto es material de estabilización para la subrasante, ya que la ceniza de eucalipto se deshecha a los camiones basureros producto de la combustión de las pollerías y las panaderías artesanales, por esta razón la ceniza de eucalipto se usó como insumo, para poder realizar este trabajo de investigación, finalmente se dará a conocer todos los aspectos necesarios para resolver las variables estudiadas y luego determinar los resultados obtenidos.

Por lo tanto este trabajo de investigación respeta los derechos de autor, también se verifica la autenticidad de mi trabajo de investigación mediante el Turnitin ver en el (anexo 10).

IV. RESULTADOS

Indicador I: Contenido de humedad.

Tabla 39. Resultados de CBR de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con dosificaciones.

CALICATA (C)	CENIZA DE EUCALIPTO (CE) (%)		CBR 0.1" AL 95%	CBR 0.1" AL 100%	CBR 0.2" AL 95%	CBR 0.2" AL 100%
C-1	D ₀	0 %	5.48	6.61	6.48	8.58
	D ₁	3 %	7.46	8.36	8.61	9.98
	D ₂	6 %	8.47	10.46	9.25	12.31
	D ₃	8 %	9.86	11.86	10.17	13.15
C-2	D ₀	0 %	5.85	7.54	6.35	9.17
	D ₁	3 %	6.98	9.22	7.78	10.76
	D ₂	6 %	8.70	10.55	9.16	11.88
	D ₃	8 %	9.09	10.97	9.65	12.06
C-3	D ₀	0 %	5.61	6.91	6.44	8.79
	D ₁	3 %	7.83	8.80	8.61	10.05
	D ₂	6 %	9.47	10.69	10.27	12.24
	D ₃	8 %	9.92	11.32	10.65	12.66

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 39, se muestra la capacidad de soporte (CBR) del suelo de las calicatas C-1, C-2 y C-3; de las cuales se escogió la calicata más desfavorable, que tiene baja capacidad de soporte CBR y es la **calicata C-1**, para poder realizar la interpretación y la contrastación de la hipótesis, para los cuatro siguientes indicadores de este trabajo de investigación.

Tabla 40. Contenidos de humedad de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

CALICATA (C)	CENIZA DE EUCALIPTO (CE) (%)		CONTENIDO DE HUMEDAD (CH) (%)	VARIACIÓN (CH) (%)
	Dosificación	CE (%)		
C-1	D ₀	0 %	16.79	-
	D ₁	3 %	15.62	-1.17
	D ₂	6 %	14.58	-2.21
	D ₃	8 %	13.79	-3.00

Fuente: Elaboración propia.

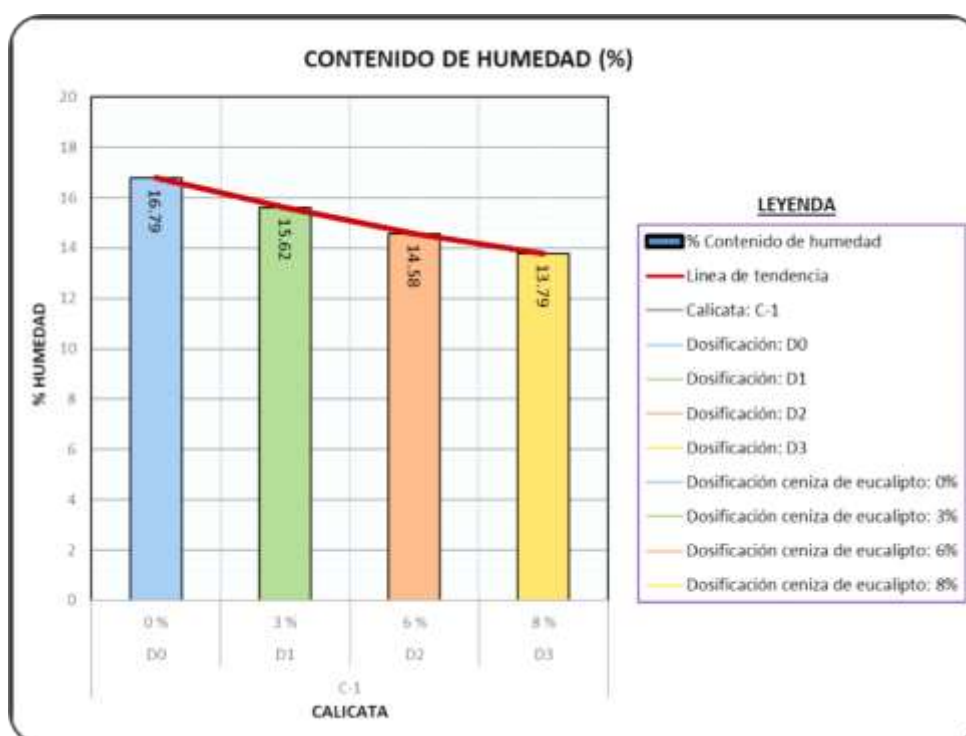


Figura 119. Contenidos de humedad de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De la Figura 119 y la Tabla 40, se puede observar; el comportamiento del **contenido de humedad** de las muestra de suelo con distintas dosificaciones, adicionando la ceniza de eucalipto (CE) se tienen una tendencia a la baja, lo cual es favorable porque se reduce el porcentaje de humedad, dando como resultado lo siguiente: donde la **calicata C-1** tiene el contenido de humedad natural (CH) D₀ es de 16.79%, al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₁ disminuye en -1.17% con respecto al D₀, al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₂ disminuye en -2.21% con respecto al D₀, y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₃ disminuye en -3.00% con respecto al D₀.

Contratación de hipótesis:

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, por lo que se **acepta la hipótesis**, porque al adicionar la ceniza de eucalipto (CE) en 3, 6 y 8% a la subrasante, esta influye en la **disminución** del **contenido de humedad** (CH), lo cual es favorable para la subrasante, por lo que se tiene una mejor resistencia, se reduce la plasticidad del suelo, y es más compacto a lo que era originalmente la muestra C-1.

Indicador II: Límites de consistencia.

Tabla 41. Límites de consistencia de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

CALICATA (C)	CENIZA DE EUCALIPTO (CE) (%)		LÍMITE LÍQUIDO (LL) (%)	VARIACIÓN (LL) (%)	LÍMITE PLÁSTICO (LP) (%)	VARIACIÓN (LP) (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (PI) (%)	VARIACIÓN (PI) (%)
	D ₀							
C-1	D ₀	0 %	37.94	-	26.67	-	11.28	-
	D ₁	3 %	35.65	-2.29	25.27	-1.40	10.39	-0.89
	D ₂	6 %	33.87	-4.07	24.08	-2.59	9.80	-1.48
	D ₃	8 %	32.81	-5.13	23.38	-3.29	9.44	-1.84

Fuente: Elaboración propia.

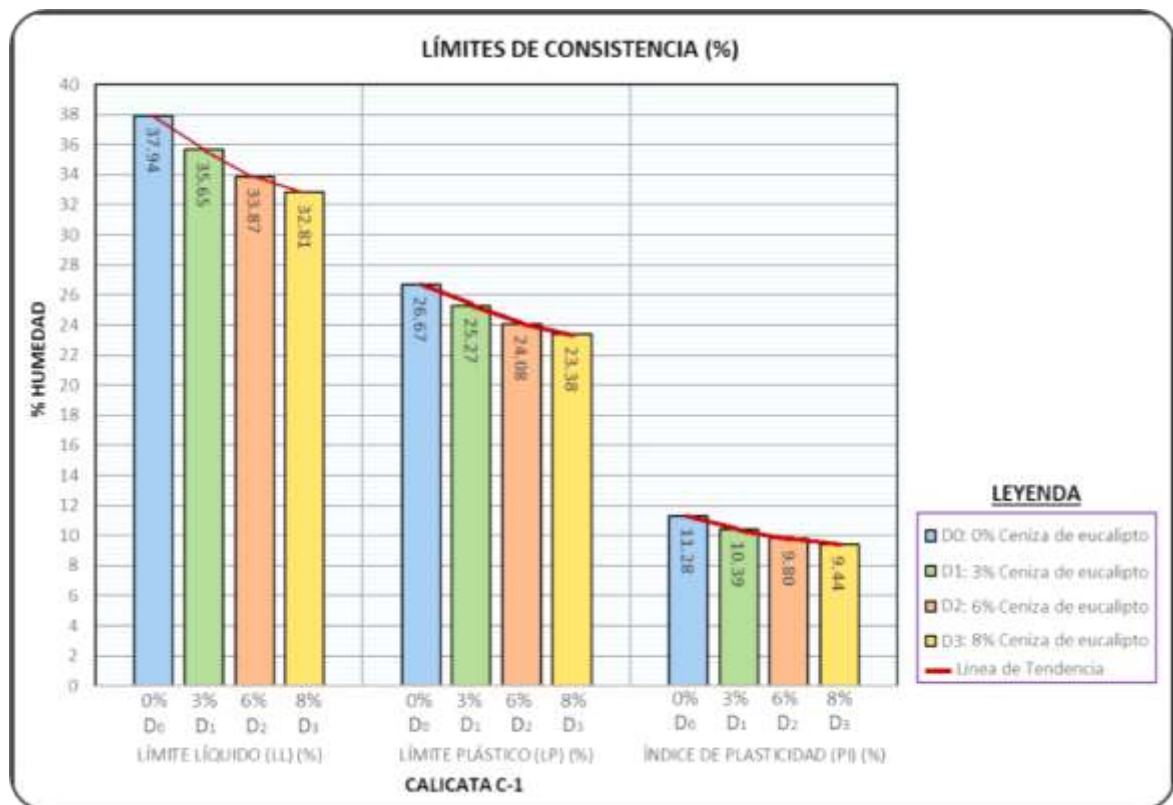


Figura 120. Límites de consistencia de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De la Figura 120 y la Tabla 41, se puede observar; el comportamiento de los **límites de consistencia** de la calicata C-1 con las dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto, lo cual se tienen una tendencia a la baja, lo cual es favorable, porque se reduce el límite líquido (LL), límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (PI), dando como resultado la **calicata C-1** lo siguiente:

- El límite líquido (LL) D₀ es de 37.94%, al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₁ disminuye en -2.29% con respecto al D₀, al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₂ disminuye en -4.07% con respecto al D₀, y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₃ disminuye en -5.13% con respecto al D₀.
- El límite plástico (LP) D₀ es de 26.67%, al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₁ disminuye en -1.40% con respecto al D₀, al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₂ disminuye en -2.59% con respecto al D₀,

y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₃ disminuye en -3.29% con respecto al D₀.

- El índice de plasticidad (PI) D₀ es de 11.28%, al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₁ disminuye en -0.89% con respecto al D₀, al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₂ disminuye en -1.48% con respecto al D₀, y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₃ disminuye en -1.84% con respecto al D₀.

Contratación de hipótesis:

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, por lo que se **acepta la hipótesis**, porque al adicionar la ceniza de eucalipto (CE) en 3, 6 y 8% a la subrasante, esta influye en la **mejora** de los **límites de consistencia**, lo cual es favorable para la subrasante, por lo que reduce la plasticidad del suelo, y es más compacto a lo que se tenía originalmente la muestra C-1.

Indicador III: Compactación del suelo.

Tabla 42. Proctor modificado de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

CALICATA (C)	CENIZA EUCALIPTO (CE) (%)	DE	MÁXIMA DENSIDAD SECA (MDS) (g/cm ³)	VARIACIÓN (MDS) (%)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH) (%)	VARIACIÓN (OCH) (%)
C-1	D ₀	0 %	1.903	-	16.15	-
	D ₁	3 %	1.937	0.034	15.67	-0.48
	D ₂	6 %	1.976	0.073	14.95	-1.20
	D ₃	8 %	1.988	0.085	14.75	-1.40

Fuente: Elaboración propia.

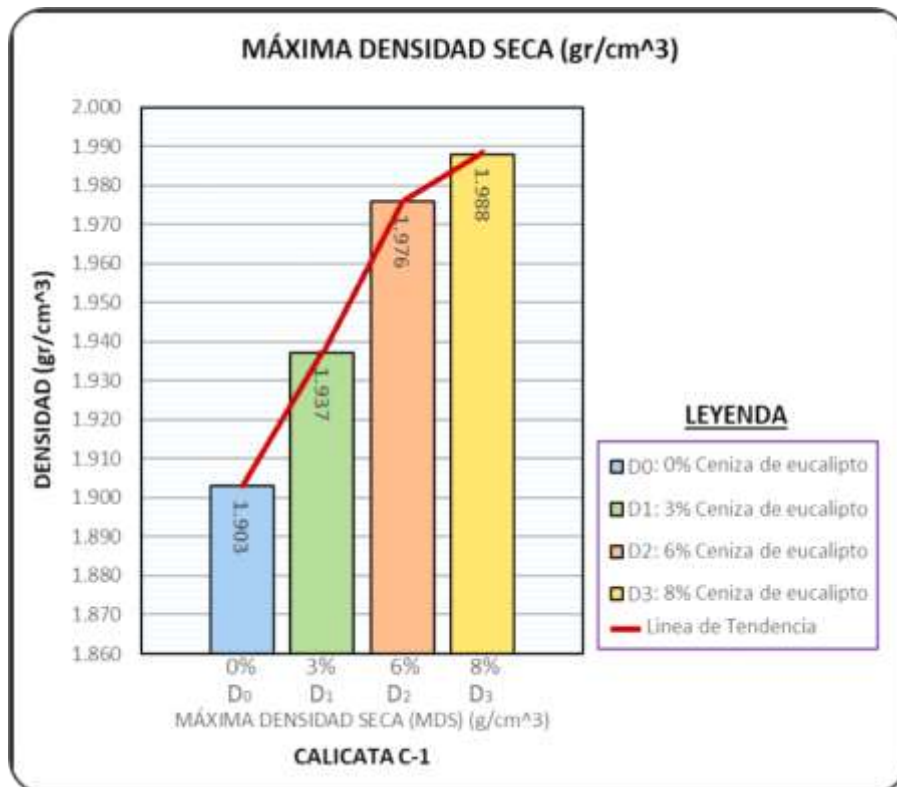


Figura 121. Máxima densidad seca (MDS) de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.
Fuente: Elaboración propia.

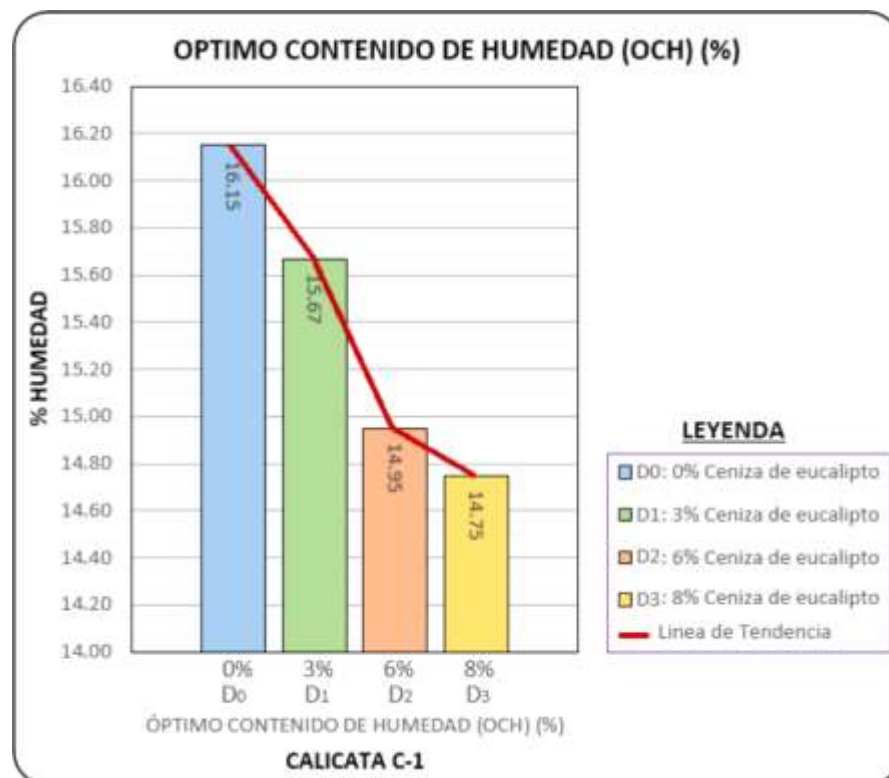


Figura 122. Óptimo contenido de humedad (OCH) de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Del Figura 121, 122 y la Tabla 42, se puede observar; el comportamiento de la **compactación del suelo** de la calicata C-1 con las dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto, lo cual la máxima densidad seca (DMS) tienen una tendencia al alza y es favorable, por su parte el óptimo contenido de humedad (OCH) tiene una tendencia a la baja lo cual es favorable, dando como resultado la **calicata C-1** lo siguiente:

- La máxima densidad seca (DMS) D_0 es de 1.903gr/cm^3 , al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D_1 aumenta en 0.034% con respecto al D_0 , al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D_2 aumenta en 0.073% con respecto al D_0 , y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D_3 aumenta en 0.085% con respecto al D_0 .
- El óptimo contenido de humedad (OCH) D_0 es de 16.15%, al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D_1 disminuye en -0.48% con respecto al D_0 , al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D_2 disminuye en -1.20% con respecto al D_0 , y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D_3 disminuye en -1.40% con respecto al D_0 .

Contratación de hipótesis:

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, por lo que se **acepta la hipótesis**, porque al adicionar la ceniza de eucalipto (CE) en 3, 6 y 8% a la subrasante, esta influye en el **aumento** de la **compactación del suelo**, lo cual es favorable para la subrasante, es más compacto y resistente a lo que se tenía originalmente la muestra C-1.

Indicador IV. Capacidad de soporte del suelo (CBR).

Tabla 43. CBR de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

CALICATA (C)	CENIZA DE EUCALIPTO (CE) (%)		CBR 0.1" AL 95%	VARIACIÓN CBR 0.1" AL 95% (%)	CBR 0.1" AL 100%	VARIACIÓN CBR 0.1" AL 95% (%)	CBR 0.2" AL 95%	VARIACIÓN CBR 0.2" AL 95% (%)	CBR 0.2" AL 100%	VARIACIÓN CBR 0.2" AL 100% (%)
C-1	D ₀	0 %	5.48	-	6.61	-	6.48	-	8.58	-
	D ₁	3 %	7.46	1.98	8.36	1.75	8.61	2.13	9.98	1.40
	D ₂	6 %	8.47	2.99	10.46	3.85	9.25	2.77	12.31	3.73

D ₃	8 %	9.86	4.38	11.86	5.25	10.17	3.69	13.15	4.57
----------------	-----	------	------	-------	------	-------	------	-------	------

Fuente: Elaboración propia.

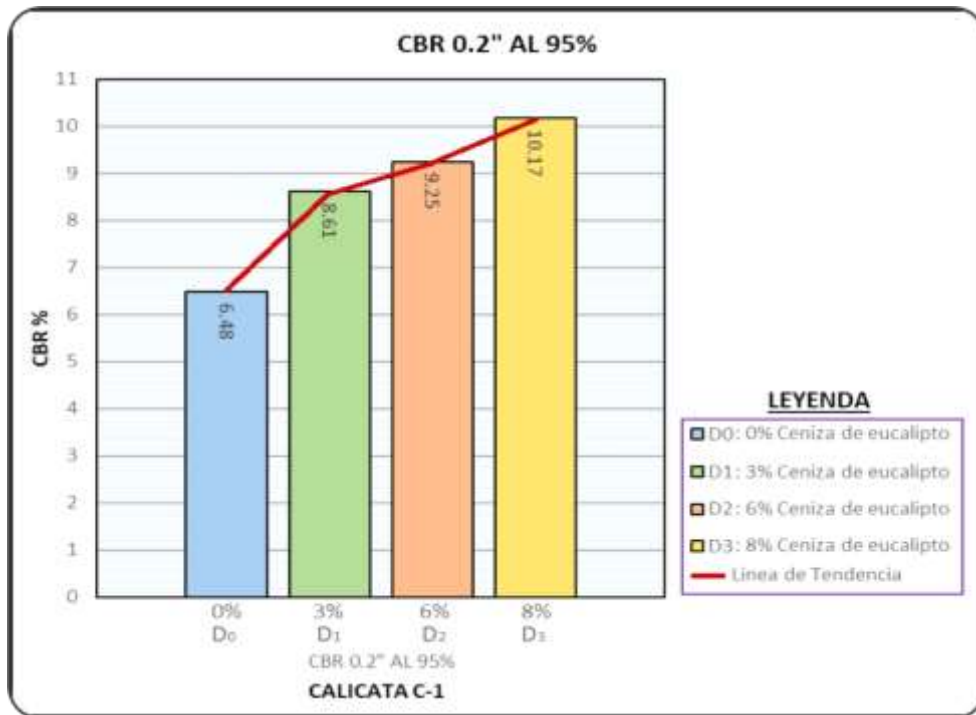


Figura 123. CBR 0.2" al 95% de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

Fuente: Elaboración propia.

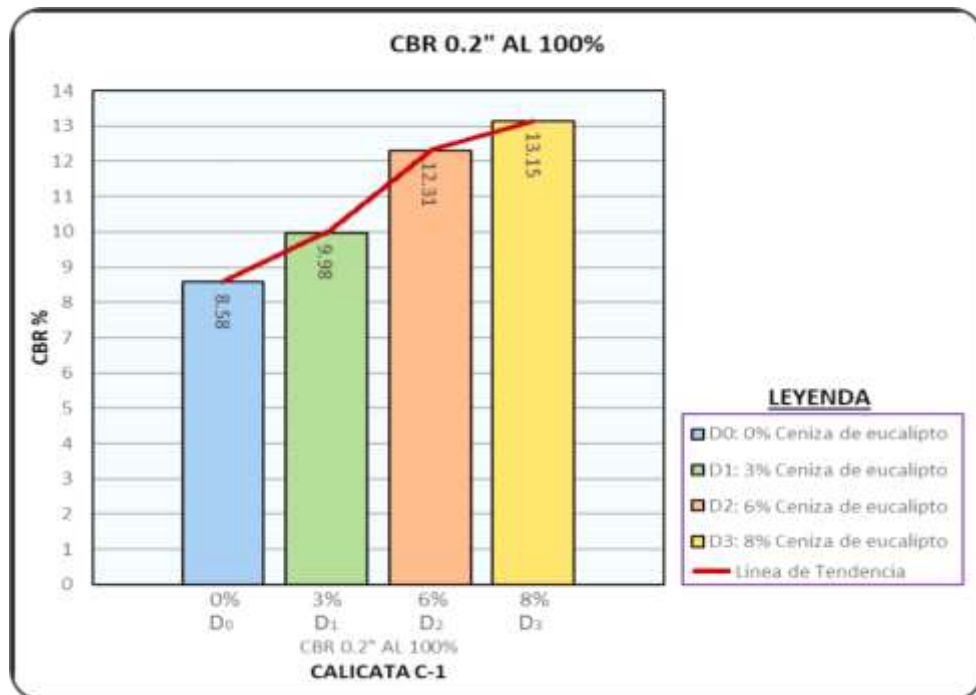


Figura 124. CBR 0.2" al 100% de la calicata C-1 con dosificaciones de CE.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44. Categorización para la subrasante.

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Recuperado de "Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos". (MTC, 2014, p. 35).

Interpretación:

Del Figura 123, 124 y la Tabla 43, se puede observar; la **capacidad de soporte del suelo** (CBR) de la calicata C-1 con las dosificaciones de 3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto, lo cual el CBR de 0.2" al 95% tienen una tendencia al alza y es favorable, por su parte también el CBR de 0.2" al 100% tiene una tendencia al alza y es favorable, dando como resultado la **calicata C-1** lo siguiente:

- La capacidad de soporte del suelo (CBR) de 0.2" al 95% el D₀ es de 6.48%, al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₁ aumenta en 2.13% con respecto al D₀, al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₂ aumenta en 2.77% con respecto al D₀, y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₃ aumenta en 3.69% con respecto al D₀; por lo tanto al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) a la subrasante, el suelo tiene un CBR a 0.2" al 95% de 10.17%.
- La capacidad de soporte del suelo (CBR) de 0.2" al 100% el D₀ es de 8.58%, al adicionar 3% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₁ aumenta en 1.40% con respecto al D₀, al adicionar 6% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₂ aumenta en 3.73% con respecto al D₀, y finalmente al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) el valor del D₃ aumenta en 4.57% con respecto al D₀; por lo tanto al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) a la subrasante, el suelo tiene un CBR a 0.2" al 100% de 13.15%.

Por lo tanto al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) a la subrasante, la muestra tiene una **subrasante buena**, según se muestra en la **Tabla 44** del manual del MTC (2014).

Contratación de hipótesis:

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, por lo que se **acepta la hipótesis**, porque al adicionar la ceniza de eucalipto (CE) en 3, 6 y 8% a la subrasante, esta influye en el **incremento** de la **capacidad de soporte del suelo (CBR)**, lo cual es favorable para la subrasante, es más compacto, tiene mayor resistencia a lo que se tenía originalmente la muestra C-1.

V. DISCUSIÓN

Indicador I: Contenido de humedad.

De los resultados de esta investigación realizada se obtuvo los **contenidos de humedad** (CH), las cuales fueron: para la **calicata C-1** el contenido de humedad (CH) natural de 16.79%, para la **calicata C-2** el contenido de humedad (CH) natural de 14.27%, y por último para la **calicata C-3** el contenido de humedad (CH) natural de 15.64%. **Espinoza y Velásquez (2018)**, para el contenido de humedad natural obtuvo lo siguiente: para la **calicata C-1** el contenido de humedad (CH) natural de 17.04%, para la **calicata C-2** el contenido de humedad (CH) natural de 16.69%, y por último para la **calicata C-3** el contenido de humedad (CH) natural de 16.22%. **Finalmente** estos resultados mencionados son similares, por lo que tienen resultados de **contenido de humedad** parecidos, porque los tipos de suelos son similares dando una clasificación de suelos arcillosos.

Indicador II: Límites de consistencia.

De los resultados de la investigación realizada se obtuvo los **límites de consistencia**, por lo tanto se eligió a la más desfavorable en su CBR es la **calicata C-1**, se obtuvo el límite líquido (LL) D_0 de 37.94%, el LL D_1 es 35.65%, el LL D_2 es 33.87% y el LL D_3 es 32.81%; por su parte el límite plástico (LP) D_0 es 26.67%, el LP D_1 es 25.27%, el LP D_2 es 24.08% y el LP D_3 es 23.38%; finalmente se obtuvo el índice de plasticidad (PI) D_0 de 11.28%, el PI D_1 es 10.39%, el PI D_2 es 9.80% y el PI D_3 es 9.44%. **Casas (2020)**, para los límites de consistencia de la **muestra C1**, se obtuvo el límite líquido (LL) en condiciones naturales de 38%, con 3% de ceniza de carbón mineral (CCM) el LL es 41%, con 5% de CCM el LL es 44% y con 7% de CCM el LL es 45%; y para el límite plástico (LP) en condiciones naturales es 18%, con 3% de ceniza de carbón mineral (CCM) el LP es 20%, con 5% de CCM el LP es 21% y con 7% de CCM el LP es 24%. **Finalmente**, estos resultados mencionados son diferentes, los resultados de los **límites de consistencia** son distintos, porque se usan otras proporciones de cenizas para estabilizar la subrasante.

Indicador III: Compactación del suelo.

De los resultados de la investigación realizada se obtuvo la **compactación del suelo**, por lo tanto se eligió a la más desfavorable en su CBR es la **calicata C-1**, se obtuvo la máxima densidad seca (MDS) D₀ es 1.903gr/cm³, la MDS D₁ es 1.937gr/cm³, la MDS D₂ es 1.976gr/cm³ y la MDS D₃ es 1.988gr/cm³; y para el óptimo contenido de humedad (OCH) D₀ es 16.15%, el OCH D₁ es 15.67%, el OCH D₂ es 14.95% y el OCH D₃ es 14.75%. **Ramírez (2020)**, para la compactación del suelo de la **muestra C-1**, se obtuvo la máxima densidad seca (DMS) en condiciones naturales de 1.884gr/cm³, con 6% de ceniza de cabuya (CC) la MDS es 1.754gr/cm³, con 8% de CC la MDS es 1.745gr/cm³ y con 12% de CC la MDS es 1.692gr/cm³; y para el óptimo contenido de humedad (OCH) en condiciones naturales es 12.8%, con 6% de ceniza de cabuya (CC) el OCH es 13.4%, con 8% de CC el OCH es 15.5% y con 12% de CC el OCH es 16.2%. **Finalmente** estos resultados mencionados son diferentes, los resultados de la **compactación del suelo** son distintos, porque se usan otras proporciones de cenizas para estabilizar la subrasante.

Indicador IV. Capacidad de soporte del suelo (CBR).

De los resultados de esta investigación realizada se obtuvo la **capacidad de soporte del suelo**, por lo tanto se eligió a la más desfavorable en su CBR es la **calicata C-1**, se obtuvo el CBR D₀ a 0.2" al 95% de 6.48%, el CBR D₁ a 0.2" al 95% es 8.61%, el CBR D₂ a 0.2" al 95% es 9.25% y el CBR D₃ a 0.2" al 95% es 10.17%; y para el CBR D₀ a 0.2" al 100% de 8.58%, el CBR D₁ a 0.2" al 100% es 9.98%, para el CBR D₂ a 0.2" al 100% es 12.31% y para el CBR D₃ a 0.2" al 100% es 13.15%. **Araujo y Urbano (2020)**, para la capacidad de soporte del suelo de la **muestra C-1**, se obtuvo la capacidad de soporte del suelo (CBR) en condiciones naturales a 0.2" al 95% es 28.5%, con 4% de ceniza de cascara de arroz (CCA) el CBR a 0.2" al 95% es 35.1%, con 7% de CCA el CBR a 0.2" al 95% es 39.9% y con 12% CCA el CBR es 21.0%, y para el CBR en condiciones naturales a 0.2" al 100% es 39.4%, con 4% de ceniza de cascara de arroz (CCA) el CBR a 0.2" al 100% es 50.1%, con 7% de CCA el CBR a 0.2" al 100% es 51.2% y con 12% CCA el CBR es 25.6%. **Finalmente**, estos resultados mencionados son diferentes, los

resultados la capacidad de soporte del suelo (CBR) son distintos, porque para ambos casos, las proporciones de cenizas son distintos para estabilizar la subrasante.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión I: Contenido de humedad.

Objetivo 1:

Calcular como influye la adición de ceniza de eucalipto en la disminución del contenido de humedad para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

Conclusión 1:

De los resultados obtenidos se calculó que la adición de ceniza de eucalipto (CE), influye positivamente en la disminución del **contenido de humedad**, donde se eligió a la muestra más desfavorable siendo esta la calicata C-1, según lo indicado en la Tabla 39; con la adición de 3% de ceniza de eucalipto (CE) el contenido de humedad (CH) ha disminuido en -1.17% respecto al patrón, para 6% de CE el CH ha disminuido en -2.21% respecto al patrón y para 8% de CE el CH ha disminuido en -3.00%; según se muestra en la Tabla 40. Se puede definir que a mayor adición de ceniza de eucalipto (CE), aumenta la disminución del **contenido de humedad** (CH), mejorando en la estabilidad de la subrasante.

Conclusión II: Límites de consistencia.

Objetivo 2:

Establecer que efecto tiene la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de los límites de consistencia para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

Conclusión 2:

En la presente investigación se estableció que la adición de ceniza de eucalipto (CE), tiene un efecto positivo en la mejora de los **límites de consistencia**, donde se escogió a la muestra más desfavorable siendo esta la calicata C-1, según se indica en la Tabla 39: para 3% de ceniza de eucalipto (CE), el límite líquido (LL) ha disminuido en -2.29%, el límite plástico (LP) ha disminuido en -1.40% y el índice de plasticidad (PI) ha disminuido en -0.89%, todos estos respecto al patrón; para 6% de CE, el LL ha disminuido en -4.07%, el LP ha disminuido en -2.59% y el PI ha disminuido en -1.48%, todos estos respecto al patrón, y para 8% de CE, el LL ha

disminuido en -5.13%, el LP ha disminuido en -3.29% y el PI ha disminuido en 1.84%, todos estos respecto al patrón; según se muestra en la Tabla 41. Se puede definir que a mayor adición de ceniza de eucalipto (CE), mejora en la disminución de los **límites de consistencia**, mejorando de esta manera la estabilidad de la subrasante.

Conclusión III: Compactación del suelo.

Objetivo 3:

Evaluar de qué manera influye la adición de ceniza de eucalipto en el aumento de la compactación del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

Conclusión 3:

De los resultados obtenidos se evaluó que la adición de ceniza de eucalipto (CE), influye positivamente en el aumento de la **compactación del suelo**, donde se eligió a la muestra más desfavorable siendo esta la calicata C-1, según lo indicado en la Tabla 39: para 3% de ceniza de eucalipto (CE), la máxima densidad seca (MDS) ha aumentado en +0.034% y el óptimo contenido de humedad (OCH) ha disminuido en -0.48%, todos estos respecto al patrón; para 6% de CE, la MDS ha aumentado en +0.073% y el OCH ha disminuido en -1.20%, todos estos respecto al patrón; y para 8% de CE, la MDS ha aumentado en +0.085% y el OCH ha disminuido en 1.40%, todos estos respecto al patrón; según se muestra en la Tabla 42. Se puede definir que a mayor adición de ceniza de eucalipto (CE), aumenta la **compactación del suelo**, mejorando en la estabilidad de la subrasante.

Conclusión IV: Capacidad de soporte del suelo (CBR).

Objetivo 4:

Determinar en qué medida la adición de ceniza de eucalipto incrementa la capacidad de soporte del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

Conclusión 4:

En este trabajo de investigación se determinó que la adición de ceniza de eucalipto (CE), incrementa la **capacidad de soporte del suelo (CBR)**, donde se seleccionó

a la muestra más desfavorable siendo esta la calicata C-1, según se indica en la Tabla 39: para 3% de ceniza de eucalipto (CE), la capacidad de soporte del suelo (CBR) de 0.2" al 95% ha aumentado en +2.13% y la capacidad de soporte del suelo (CBR) de 0.2" al 100% ha aumentado en +1.40%, todos estos respecto al patrón; para 6% de CE, el CBR de 0.2" al 95% ha aumentado en +2.77% y el CBR de 0.2" al 100% ha aumentado en +3.73%, todos estos respecto al patrón; y para 8% de CE, el CBR de 0.2" al 95% ha aumentado en +3.69% y el CBR de 0.2" al 100% ha aumentado en +4.57%, todos estos respecto al patrón; según se muestra en la Tabla 43. Se puede determinar que a mayor adición de ceniza de eucalipto (CE), se incrementa la **capacidad de soporte del suelo** (CBR), mejorando en la estabilidad de la subrasante; por lo tanto al adicionar 8% de ceniza de eucalipto (CE) a la subrasante, el suelo tiene un CBR a 0.2" al 95% de 10.17% y el CBR a 0.2" al 100% de 13.15%, entonces pertenece a una **subrasante buena**, según se muestra en la Tabla 44 del manual de carreteras del MTC (2014).

Conclusión V: General.

Objetivo general:

Determinar en qué medida influye la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

Conclusión general:

De los resultados obtenidos se determinó que la adición de ceniza de eucalipto (CE), influye positivamente en la mejora de la **estabilidad de la subrasante** en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac; se demostró para la muestra más desfavorable siendo la calicata C-1 por cada indicador, donde se usó dosificaciones de **3, 6 y 8% de ceniza de eucalipto** (CE), se obtuvo mejores resultados al añadir **8% de ceniza de eucalipto** (CE) a la subrasante para todos los indicadores, de la siguiente manera: para el **contenido de humedad**, al añadir 8% de ceniza de eucalipto (CE), el contenido de humedad (CH) disminuye a 13.79% respecto al patrón de 16.79%; los **Límites de consistencia**, al añadir 8% de ceniza de eucalipto (CE), el límite líquido (LL) disminuye a 32.81% respecto al patrón de 37.94%, el límite plástico (LP) disminuye a 23.38% respecto al patrón de 26.67% y el índice de plasticidad (PI) disminuye a 9.44% respecto al patrón de 11.28%; la

compactación del suelo, al añadir 8% de ceniza de eucalipto (CE), la máxima densidad seca (MDS) aumento a 1.998gr/cm³ respecto al patrón de 1.903gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad (OCH) disminuye a 14.75% respecto al patrón de 16.15%; la **capacidad de soporte del suelo (CBR)**, al añadir 8% de ceniza de eucalipto (CE), el CBR a 0.2" al 95% aumento a 10.17% respecto al patrón de 6.48% y el CBR a 0.2" al 100% aumenta a 13.15% respecto al patrón de 8.58%. **Finalmente** se concluye que la muestra de suelo al ser mejorada con **8% de ceniza de eucalipto** es una **subrasante buena**, según se muestra en la **Tabla 44** sobre las **categorías de la subrasante** del manual de carreteras del MTC (2014); entonces se puede definir que a mayor adición de ceniza de eucalipto, se incrementa la **estabilidad de la subrasante**, mejorando la **resistencia** de la **subrasante**.

VII. RECOMENDACIONES

- En el indicador del **contenido de humedad** probar porcentajes de dosificación mayores, a la adición de 8% de ceniza de eucalipto (CE) para que pueda contribuir en la disminución del contenido de humedad, de tal forma que se disminuirá la alta plasticidad que presentan las subrasantes de las carreteras del Perú.
- Para el indicador de los **límites de consistencia**, aumentar mayores dosificaciones a 8% de ceniza de eucalipto (CE), para que pueda disminuir los límites de consistencia, de tal manera que se logrará disminuir los altos valores de límite líquido (LL), límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (PI), entonces se podrá mejorar la estabilidad de la subrasante en las carreteras del Perú.
- Para la **compactación del suelo** añadir mayores dosificaciones a 8% de ceniza de eucalipto (CE), para que pueda aumentar la compactación del suelo, donde que se logrará incrementar la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH), entonces se podrá incrementar la compactación de la subrasante y así mejorar la estabilización en las subrasantes en las carreteras del Perú.
- Para futuros trabajos de investigación en el indicador de la **capacidad de soporte del suelo (CBR)**, aumentar mayores dosificaciones a 8% de ceniza de eucalipto (CE), y también se podría añadir otro estabilizante químico a la ceniza de eucalipto (CE), como podría ser el cemento o la cal, ya estos estabilizantes químicos tienen su función principal de aglomerar o juntar partículas de suelo, de tal manera se podrá lograr resistencias muy altas para la capacidad de soporte del suelo (CBR), y así mejorar la estabilidad de las subrasantes en las carreteras del Perú.

REFERENCIAS

- ARAUJO, Leonardo D. y URBANO, Daniel F. 2020.** *Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cascara de arroz en calle Integración - Chosica 2019 (tesis de pregrado)*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo : s.n., 2020.
- ARIAS, Fidas G. 2012.** *El proyecto de investigación*. 6ta. Caracas. Venezuela : Episteme, 2012. ISBN: 9800785299.
- ARMIJOS, Isabel I. 2018.** *Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico reforzado con geosintético (geotextil no tejido) y fibra de vidrio para un pavimento de primer orden (tesis de pregrado)*. Sangolquí, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas. : s.n., 2018.
- AYALA, Guillermo, ROSADIO, Aldo y DURÁN, Gary. 2019.** *Study of the effect of the addition of ash from artisan brick kilns in the stabilization of clay soils for pavements*. Jamaica : s.n., 2019. ISBN: 9780999344361 / ISSN: 2414-6390.
- BERNAL, César A. 2010.** *Metodología de la investigación*. 3ra. Bogotá, Colombia : Pearson Educación, 2010. ISBN: 9789586991285.
- BRICEÑO, Jobannes, y otros. 2019.** *Comparison of the material shedding in rigid pavements reinforced with electro-welded mesh or fibres*. Universidad de los Andes, Venezuela. 1-17: Vol. 40 : Ciencia e Ingeniería, 2019. ISSN: 2244-8780.
- CABRERA, Santiago P., y otros. 2020.** *Compressed earth blocks (CEB) stabilized with lime and cement evaluation of both their environmental impact and compressive strength*. s.l. : Revista Hábitat Sustentable, 2020. págs. 70-81: Vol. 10. ISSN: 0719 - 0700.
- CANDO, Wilson, y otros. 2020.** *Modificación de una mezcla asfáltica en caliente mediante procedimiento en seco utilizando desechos especiales (Escoria) proveniente de baterías de automóviles*. 2020. <https://doi.org/10.22209/rt.v43n1a02>.
- CASAS, Jhonatan S. 2020.** *Ceniza de carbón mineral para estabilización de suelos cohesivos en subrasante (tesis de pregrado)*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana los Andes. : s.n., 2020.
- DAS, Braja M. 2015.** *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. 4ta. México D.F : Cengage Learning, 2015. ISBN: 9786075193731.
- DAS, Braja M. 2012.** *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. 7ma. México D.F : Cengage Learning, 2012. ISBN: 9876074818239.
- DUQUE, Gonzalo y ESCOBAR, Carlos E. 2002.** *Mecánica de los suelos*. Manizales, Colombia : s.n., 2002.
- ELIOZONDO, Fabián, NAVAS, Alejandro y SIBAJA, Denia. 2010.** *Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes*. San José, Costa Rica : Ingeniería, 2010. págs. 93-108: Vol 20 (1 y 2). ISSN: 1409-2441.
- ESPINOZA, Alexis E. y VELÁSQUEZ, Jhonatan J. 2018.** *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian,*

distrito de Independencia 2018 (tesis de pregrado). Huaraz, Perú: Universidad César Vallejo : s.n., 2018.

ESQUIVEL, Tahamara y QUIJAS, Sandra. 2021. *Damage to infrastructure (pavement) caused by urban trees in Puerto Vallarta, Jalisco*. Universidad de Guadalajara. Mexico : Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 2021. págs. 1-24: Vol 12. DOI: 10.29298/rmcf.v12i68.1166.

GONZÁLEZ, Juan S. 2017. *Evaluación técnica, ambiental y económica, de pavimentos asfálticos drenantes en Colombia (tesis de pregrado)*. Envigado, Colombia: Universidad EIA. : s.n., 2017.

GOÑAS, Olger y SALDAÑA, Jhon H. 2020. *Stabilization of soils with coal ashes for use as an improved subgrade*. Chachapoyas, Amazonas, Perú: : s.n., 2020. págs. 30-35. ISSN: 2414-8822 / ISSN: 2520-0356.

GUERRA, Pedro R. y GUERRA, César E. 2020. *Design of a rigid permeable pavement as a sustainable urban drainage system*. La Paz, Bolivia : Fides Et Ratio, 2020. págs. 121-140: Vol, 20. ISSN: 2411-0035.

GUZMÁN, Dulce V., y otros. 2021. *Use of recycled asphalt pavement aggregate for a rigid pavement*. s.l. : Ingeniería Investigación y Tecnología, 2021. págs. 1-11: Vol. 22. ISSN 2594-0732.

HERNÁNDEZ , Francisco A., y otros. 2021. *Natural zeolite from Puebla as a soil treatment of Querétaro region in roadways: effects on its plastic behavior*. s.l. : Ingeniería Investigación y Tecnología, 2021. págs. 1-10: Vol. 10. ISSN: 2594-0732.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. 6ta. México D.F : Mc GRAW HILL, 2014. ISBN: 9781456223960.

HERRERA, Rosa, ALONSO, Anadelys y VILLEGAS, Nelson. 2018. *Evaluation of natural additives for warm asphalt mix* . 2018. DOI: 10.7764/RDLC.17.2.330.

HIGUERA, Carlos H. 2011. *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras*. 1ra. Tunja, Colombia : Yolanda Romero A, 2011. Vol. 1. ISBN: 9789586601498.

HIGUERA, Carlos S. y PACHECO, Óscar F. 2010. *Pathology of interlocking pavemenst*. Medellín, Colombia : Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 2010. págs. 75-94: Vol. 9, núm. 17. ISSN: 1692-3324.

KRAEMER, Carlos, y otros. 2004. *Ingeniería de carreteras*. 1ra. España : Mc GRAW HILL, 2004. Vol. 2. ISBN: 8448139984.

LERMA, Héctor D. 2009. *Metodología de la investigación*. 4ta. Bogotá, Colombia : Ecoe Ediciones, 2009. ISBN: 9789586486026.

MACEA, Luis F., MORALES, Luis y MÁRQUEZ, Luis G. 2016. *A pavement management system based on new technologies for developing countries*. México : Ingeniería: Investigación y Tecnología, 2016. págs. 223-235: Vol. VXII, núm. 2. ISSN: 1405-7743.

- MARTÍNEZ, Laura I. y OLAYA, Yris. 2019.** *Estimating the life cycle cost for stabilization of rural roads in Colombia using industrial by-products.* Medellín : s.n., 2019. págs. 241-277: N° 91. DOI: 10.17533/udea.le.n91a08.
- MASSELLI, Gianina S.R. y DE PAIVA, Cassio E.L. 2019.** *The influence of surface deflection on flexible pavements with low resistance subgrade.* Chile : Revista chilena de ingeniería, 2019. págs. 1-12: Vol 27.
- MELISSARI, Blas. 2012.** *Comportamiento de cenizas y su impacto en sistemas de combustión de biomas.* 2012. ISSN: 1510-7450.
- MINAYA, Silene y ORDÓÑEZ, Abel. 2006.** *Diseño moderno de pavimentos asfálticos.* 2da. Lima, Perú : s.n., 2006.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. 2008.** *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.* Lima, Perú : s.n., 2008.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2013.** *Manual de carretera; Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* Lima, Perú. : s.n., 2013.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES . 2018.** *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG - 2018.* Lima, Perú : s.n., 2018.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2014.** *Manual de carretera; Suelos, geología y pavimentos.* Lima, Perú : s.n., 2014.
- MONTEJO, Alfonso. 2002.** *Ingeniería de pavimentos para carreteras.* 2da. Bogotá, Colombia : Agora Editores, 2002. ISBN: 9589603629.
- ÑAUPAS, Humberto, y otros. 2018.** *Metodología de la investigación.* Bogotá , Colombia : DGP Editores SAS., 2018. ISBN: 9789587628760.
- ODAR, Gabriela, CHAVEZ, Diego y SILVERA, Manuel. 2019.** *Stabilization method with lime in subgrades for rigid pavements designed by AASHTO 93 in road projects with the presence of bofedales.* Jamaica : s.n., 2019. págs. 1-7. ISSN: 2414-6390.
- OROZCO, Fabricio A. 2019.** *Lima y el Callao tarea pendiente la infraestructura vial.* Lima, Perú : Grupo Envía, 2019. págs. 10-11.
- OSEDA, Dulio. 2009.** *Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación.* Lima, Perú : Calameo, 2009.
- OSPINA, Miguel A., CHAVES, Saieth B. y JIMÉNEZ, Luis M. 2020.** *Improvement of clayey subgrades through the addition of steel waste.* 2020. págs. 185-196: Vol. 11. ISSN: 2027-8306.
- QUIÑONES, Kori. 2017.** *Diagnóstico y diseño vial del pavimento flexible: avenida Alfonso Ugarte(tramo: Carretera Central - avenida Ferrocarril), en el distrito de Hualhuas, provincia de Huancayo 2016 (tesis de pregrado).* Huancayo, Perú: Universidad Peruana los Andes : s.n., 2017.
- RAMÍREZ, Edmundo. 2020.** *Incorporación de la ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020 (tesis de pregrado).* Lima, Perú: Universida César Vallejo : s.n., 2020.

- RÍOS, Norma X., y otros. 2020.** *Review of methods for classifying surface faults in flexible pavements.* s.l. : Editorial Neogranadina, 2020. págs. 1-19: Vol 30 (2). ISSN: 1909-7735.
- RIVERA, Jhonathan F, y otros. 2020.** *Chemical stabilization of soils - conventional and alkali activated materials (review).* Colombia : s.n., 2020. págs. 202-226. ISSN: 2256-5035.
- RONDÓN, Hugo A. y REYES, Fredy A. 2007.** *Design methodologies of flexible pavements: tendencies, reaches and limitations.* Bogotá, Colombia : Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2007. págs. 41-65: Vol. 17-2. ISSN: 0124-8170.
- SENAMHI. 2019.** *Movimiento en masas por lluvias intensas en el Perú.* Lima, Perú : s.n., 2019.
- SIVAPRIYA, Vijayasimhan y GANESH, Shanmugam. 2019.** *Functional and costbenefits of geosynthetics as subgrade.* 1-13: Vol. 28 : Revista Facultad de Ingeniería, 2019. ISSN: 2357-5328.
- TAPIA, Miguel A. 2015.** *Pavimentos.* México : s.n., 2015.
- TELLO, Lizette, y otros. 2020.** *Damage evaluation in flexible pavement using.* 114: Vol. 24 : s.n., 2020. ISSN: 2256-5337.
- TERZAGHI, Karl y PECK, Ralph B. 1976.** *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica.* 2da. Barcelona, España : EL ATENEO, 1976. ISBN: 8470210203.
- VALDERRAMA, Santiago. 2013.** *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* 2da. Lima, Perú : San Marcos E.I.R.L, 2013. ISBN: 9786123028787.
- VARGAS, J., y otros. 2017.** *The geogrid as a reinforcement element in flexible pavements.* Universidad Autónoma de Yucatán. México : s.n., 2017. págs. 1-10: Vol. 10. SSN: 1665-529X.
- ZAMBRANO, Wilmer E. 2015.** *Diseño estructural de pavimentos.* 1ra. Ecuador : UTMACH, 2015. ISBN: 9789978316313.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Título: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>¿En qué medida influye la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar en qué medida influye la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en la mejora de la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Ceniza de Eucalipto</p>	<p>Dosificación de Ceniza de Eucalipto</p> <p>Especificaciones Técnicas de la Ceniza de Eucalipto</p>	<p>3% de ceniza de eucalipto respecto al peso seco del suelo.</p> <p>6% de ceniza de eucalipto respecto al peso seco del suelo.</p> <p>8% de ceniza de eucalipto respecto al peso seco del suelo.</p> <p>Humedad (0 - 28 %)</p> <p>Densidad (0.90 - 1.10 gr/cm³)</p> <p>Temperatura de Calcinación (500 - 600 °C)</p> <p>Fineza (0.075 mm)</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por Enfoque: Cuantitativo. • Por Propósito: Aplicada. <p>Diseño de Investigación:</p> <p>Experimental, a su vez también Cuasi – Experimental.</p> <p>Nivel de la Investigación:</p> <p>Explicativo, porque busca establecer la relación causa - efecto.</p> <p>Población: Carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay – Apurímac, la cual cuenta con una longitud de 4km.</p> <p>Muestra:</p> <p>De acuerdo al IMDA, según el MTC (2013) se hará 3 calicatas en 1km de longitud de carretera.</p> <p>Muestreo:</p> <p>No probabilístico, muestra de elección razonada es: Carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay – Apurímac, km0+000 al km1+000; con una longitud de 1km de carretera.</p> <p>Técnicas:</p> <p>Observación.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Guía de Observación, ficha técnica.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cómo influye la adición de ceniza de eucalipto en la disminución del contenido de humedad para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?</p> <p>¿Qué efecto tiene la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de los límites de consistencia para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?</p> <p>¿De qué manera influye la adición de ceniza de eucalipto en el aumento de la compactación del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?</p> <p>¿En qué medida la adición de ceniza de eucalipto incrementa la capacidad de soporte del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Calcular como influye la adición de ceniza de eucalipto en la disminución del contenido de humedad para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p> <p>Establecer que efecto tiene la adición de ceniza de eucalipto en la mejora de los límites de consistencia para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p> <p>Evaluar de qué manera influye la adición de ceniza de eucalipto en el aumento de la compactación del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p> <p>Determinar en qué medida la adición de ceniza de eucalipto incrementa la capacidad de soporte del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p>	<p>Hipótesis Específicos</p> <p>La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en la disminución del contenido de humedad para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p> <p>La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en la mejora de los límites de consistencia para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p> <p>La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en el aumento de la compactación del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p> <p>La adición de ceniza de eucalipto influye significativamente en el incremento de la capacidad de soporte del suelo para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Estabilidad de la Subrasante</p>	<p>Propiedades Físicas</p> <p>Propiedades Mecánicas</p>	<p>Contenido de Humedad. (%)</p> <p>Límites de Consistencia. (%)</p> <p>Compactación del Suelo (Proctor). (gr/cm³ - %)</p> <p>Capacidad de Soporte del Suelo (CBR). (%)</p>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de operacionalización.

Título: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICE
Variable Independiente: Ceniza de Eucalipto	Melissari (2012), dice lo siguiente sobre las cenizas: “proviene de la combustión: desechos industriales, cultivos energéticos, maderas, hornos artesanales, etc.; generalmente, todo tipo de suelo podrá estabilizarse adecuadamente con ceniza, si esta desarrolla suficiente resistencia y estabilidad, el mejoramiento puede lograrse con una cantidad económica de ceniza” (p.1).	Se añadirá la ceniza de eucalipto en diferentes dosificaciones de 3%, 6% y 8% al suelo, luego verificar los cambios que este produce. La ceniza de eucalipto es un compuesto químico utilizado para estabilizar los suelos, por lo que ayuda a sostener una contextura equilibrada y un volumen uniforme al suelo.	Dosificación de Ceniza de Eucalipto	3% de ceniza de eucalipto respecto al peso seco del suelo.	Razón
				6% de ceniza de eucalipto respecto al peso seco del suelo.	Razón
				8% de ceniza de eucalipto respecto al peso seco del suelo.	Razón
			Especificaciones Técnicas de la Ceniza de Eucalipto	Humedad (0 - 28 %)	Intervalo
				Densidad (0.90 - 1.10 gr/cm ³)	Razón
Temperatura de Calcinación (500 - 600 °C)	Razón				
Fineza (0.075 mm)	Razón				
Variable Dependiente: Estabilidad de la Subrasante	MTC (2014), menciona lo siguiente: “la estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales, sintéticos. Las estabilizaciones, generalmente se realizan en suelos de subrasante inadecuado o pobre” (p.92).	Con las muestras de suelos dosificadas en distintas proporciones con ceniza de eucalipto, se calculará como mejora las propiedades físicas como: contenido de humedad y límites de consistencia, luego como mejora las propiedades mecánicas como: compactación del suelo y la capacidad de soporte.	Propiedades Físicas	Contenido de Humedad. (%)	Razón
				Límites de Consistencia. (%)	Razón
			Propiedades Mecánicas	Compactación del Suelo (Proctor). (gr/cm ³ - %)	Razón
				Capacidad de Soporte del Suelo (CBR). (%)	Razón

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos.



FICHA TÉCNICA N° 01

INDICADOR: CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO ORTIZ




I. INFORMACIÓN GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
DISTRITO: Abancay
PROVINCIA: Abancay
REGION: Apurímac
FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

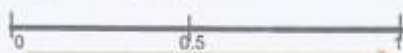
N°	Dosificación CE %	CALICATAS		
		C-1 CH %	C-2 CH %	C-3 CH %
D ₁				
D ₂				
D ₃				
D ₄				
Promedio Humedad:				
Humedad Óptima:				

III. VALIDACIÓN:

N°	JUICIO DE EXPERTOS		VALIDEZ	
1	APELLIDOS:	Carbajal Cespedes		0.92
	NOMBRES:	Carmen		
	PROFESIÓN:	Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°:	270374		
	EMAIL:	Carmenxi.cc@gmail.com		
	TELEFONO:	993024014		
2	APELLIDOS:	KARI BENITES		0.88
	NOMBRES:	Raúl		
	PROFESIÓN:	ING CIVIL		
	REGISTRO CIP N°:	270380		
	EMAIL:	raulkaribenites@gmail.com		
	TELEFONO:	922293897		
3	APELLIDOS:	Meza Tintaya		0.95
	NOMBRES:	Margoth		
	PROFESIÓN:	Ing. civil		
	REGISTRO CIP N°:	270383		
	EMAIL:	meza.tintaya.01@gmail.com		
	TELEFONO:	932573259		

Según Oseda (2009) la validez esta entre:

TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

CH:	Contenido de Humedad.
CE:	Ceniza de Eucalipto.



FICHA TÉCNICA N° 02

INDICADOR: LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO ORTIZ


I. INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
DISTRITO: Abancay
PROVINCIA: Abancay
REGIÓN: Apurímac
FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

Dosificación		CALICATAS								
		C-1			C-2			C-3		
N°	CE	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
D ₀										
D ₁										
D ₂										
D ₃										
Promedio:										
Optimo:										

III. VALIDACIÓN:

N°	JUICIO DE EXPERTOS	VALIDEZ	
1	APELLIDOS: Carbajal Cespedes	 Carmen Carbajal Cespedes ING. CIVIL CIP. N° 270374 FIRMA	0.92
	NOMBRES: Carmen		
	PROFESIÓN: Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°: 270374		
	EMAIL: Carmenxi.cc@gmail.com		
	TELEFONO: 993024014		
2	APELLIDOS: KARI BENITES	 Raúl Kari Benites ING. CIVIL CIP. N° 270380 FIRMA	0.88
	NOMBRES: RAUL		
	PROFESIÓN: Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°: 270380		
	EMAIL: raul.kari.benites@gmail.com		
	TELEFONO: 922293897		
3	APELLIDOS: Meza Tintaya	 Margoth Meza Tintaya ING. CIVIL CIP. N° 270383 FIRMA	0.95
	NOMBRES: Margoth		
	PROFESIÓN: Ing. civil		
	REGISTRO CIP N°: 270383		
	EMAIL: meza.tintaya.01@gmail.com		
	TELEFONO: 932573259		

Según Oseda (2009) la validez esta entre:

TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.56	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

LL:	Límite Líquido.
LP:	Límite Plástico.
IP:	Índice de Plasticidad.
CE:	Ceniza de Eucalipto.

Fuente: Elaboración propia.



FICHA TÉCNICA N° 03

INDICADOR: COMPACTACIÓN DEL SUELO (gr/cm³ - %)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO CRTIZ

I. INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
 DISTRITO: Abancay
 PROVINCIA: Abancay
 REGIÓN: Apurímac
 FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

Doñificación	CALICATAS							
	N°	CE	C-1		C-2		C-3	
			%	DMS gr/cm ³	OCH %	DMS gr/cm ³	OCH %	DMS gr/cm ³
D ₅								
D ₁₀								
D ₃₀								
D ₆₀								
Promedio:								
Óptimo:								

III. VALIDACIÓN:

N°	JUICIO DE EXPERTOS			VALIDEZ	
1	APELLIDOS:	Carbajal Cespedes		 Carmen Carbajal Cespedes ING. CIVIL CIP. N° 270374 FIRMA	0.92
	NOMBRES:	Carmen			
	PROFESIÓN:	Ing. Civil			
	REGISTRO CIP N°:	270374			
	EMAIL:	Carmenxi.cc@gmail.com			
	TELEFONO:	993024014			
2	APELLIDOS:	KARI BENITES		 Raúl Kari Benites ING. CIVIL CIP. N° 270380 FIRMA	0.88
	NOMBRES:	Raúl			
	PROFESIÓN:	ING. CIVIL			
	REGISTRO CIP N°:	270380			
	EMAIL:	Raulkaribenites@gmail.com			
	TELEFONO:	922293897			
3	APELLIDOS:	Meza Tintaya		 Margoth Meza Tintaya ING. CIVIL CIP. N° 270383 FIRMA	0.95
	NOMBRES:	Margoth			
	PROFESIÓN:	Ing. civil			
	REGISTRO CIP N°:	270383			
	EMAIL:	meza-tintaya01@gmail.com			
	TELEFONO:	932573259			

Según Oesda (2008) la validez esta entre:

TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92



0.50 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.89	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

OCH:	Óptimo Contenido Humedad.
DMS:	Densidad Máxima Seca.
CE:	Ceniza de Eucalipto.

Fuente: Elaboración propia.



FICHA TÉCNICA N° 04

INDICADOR: CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) (%)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO ORTIZ

I. INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
 DISTRITO: Abancay
 PROVINCIA: Abancay
 REGIÓN: Apurímac
 FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

N°	CE	CALICATAS											
		C-1				C-2				C-3			
		CBR				CBR				CBR			
	0.1" 85%	0.1" 100%	0.2" 85%	0.2" 100%	0.1" 85%	0.1" 100%	0.2" 85%	0.2" 100%	0.1" 85%	0.1" 100%	0.2" 85%	0.2" 100%	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
D ₅													
D ₁													
D ₂													
D ₃													
Promedio:													
Óptimo:													

III. VALIDACIÓN:

N°	JUICIO DE EXPERTOS			VALIDEZ		
1	APELLIDOS:	Carbajal Cespedes			 Carmen Carbajal Cespedes ING. CIVIL CIP. N° 270374	0.92
	NOMBRES:	Carmen				
	PROFESIÓN:	Ing. Civil				
	REGISTRO CIP N°:	270374				
	EMAIL:	Carmenxi.cc@gmail.com				
	TELEFONO:	993024014				
2	APELLIDOS:	KARI BENITES			 Raúl Kari Benites ING. CIVIL CIP. N° 270380	0.88
	NOMBRES:	Raúl				
	PROFESIÓN:	ING. CIVIL				
	REGISTRO CIP N°:	270380				
	EMAIL:	raulkaribenites@gmail.com				
	TELEFONO:	922293897				
3	APELLIDOS:	Meza Tintaya			 Margoth Meza Tintaya ING. CIVIL CIP. N° 270383	0.95
	NOMBRES:	Margoth				
	PROFESIÓN:	Ing. civil				
	REGISTRO CIP N°:	270383				
	EMAIL:	meza.tintaya01@gmail.com				
	TELEFONO:	932573259				

Según Oneda (2009) la validez esta entre:

TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente valida
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

CBR:	Capacidad de Soporte del Suelo (california bearing ratio CBR).
CE:	Ceniza de Eucalipto.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Fichas del estudio de tráfico vehicular realizado.

Anexo 5. Ensayos de laboratorios con muestras naturales.



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALIGATA : C-1 **PROF** : 1,5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 12/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-01		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1311.50		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1141.00		
PESO DE LA TARA gr	125.80		
PESO DEL AGUA gr	170.50		
PESO SUELO SECO gr	1015.20		
HUMEDAD %	16.79		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	16.79		

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142348
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

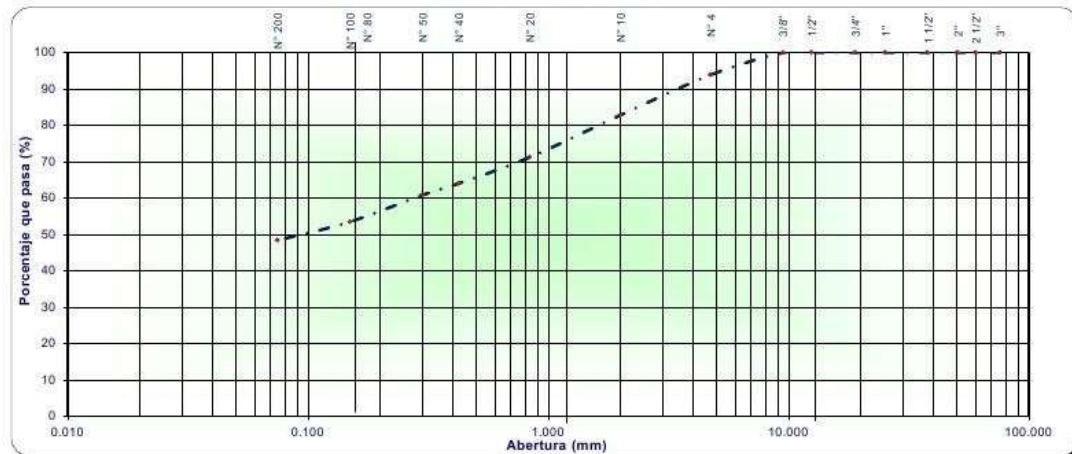
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) : 1431.90
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) : 88.90
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) : 1343.00
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Límites de Consistencia
3/4"	19.000						Límite Líquido (%) : 37.94
1/2"	12.500				100.0		Límite Plástico (%) : 26.67
3/8"	9.500	1.2	0.1	0.1	99.9		Índice Plástico (%) : 11.28
N° 4	4.750	87.7	6.1	6.2	93.8		Clasificación del Suelo
N° 10	2.000	158.3	11.1	17.3	82.7		Clasificación (SUCS) : CL
N° 20	0.840	165.5	11.6	28.8	71.2		Clasificación (AASHTO) : A-6
N° 40	0.425	103.1	7.2	36.0	64.0		
N° 50	0.300	45.6	3.2	39.2	60.8		
N° 80	0.177	77.7	5.4	44.6	55.4		Humedad Natural (%) : 16.79
N° 100	0.150	27.4	1.9	46.5	53.5		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.903
N° 200	0.075	73.1	5.1	51.7	48.3		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 16.15
< N° 200	FONDO	692.3	48.3	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 6.61

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1 **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 12/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	61.97	66.48	66.08	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	55.13	59.28	58.89	
PESO DE AGUA	(gr.)	6.84	7.20	7.19	
PESO DE LA TARA	(gr.)	36.65	40.32	40.38	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	18.48	18.96	18.51	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.01	37.97	38.84	37.94
NUMERO DE GOLPES		34	23	12	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	23.62	25.24	26.58	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	21.82	23.09	24.13	
PESO DE LA TARA	(gr.)	15.02	15.02	15.02	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.80	2.15	2.45	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	6.80	8.07	9.11	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.47	26.64	26.89	26.67



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	37.94
LÍMITE PLÁSTICO (%)	26.67
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.28

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1

PROF : 1.5 mt.

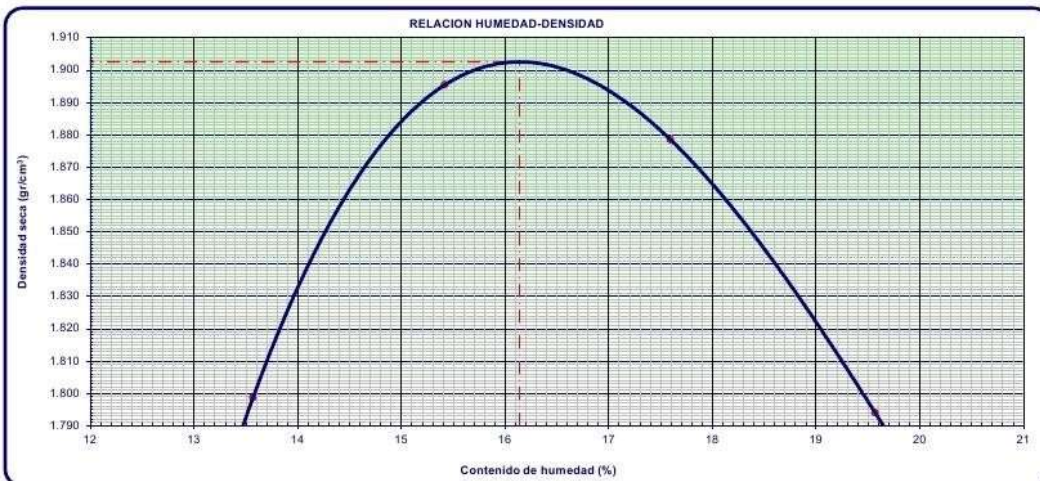
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6078	6214	6234	6174	
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	1916	2052	2072	2012	
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.043	2.188	2.209	2.145	
Recipiente N°		Tc-01	Tc-02	Tc-03	Tc-04	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	605.0	508.0	503.7	545.2	
Peso del suelo seco + tara	gr.	567.5	455.1	441.1	471.0	
Peso de Tara	gr.	291.2	112.1	85.4	91.9	
Peso de agua	gr.	37.5	52.9	62.6	74.2	
Peso del suelo seco	gr.	276.3	343.0	355.7	379.1	
Contenido de agua	%	13.6	15.4	17.6	19.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.799	1.895	1.878	1.794	
					Densidad máxima (gr/cm ³) :	1.903
					Humedad óptima (%) :	16.15



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomathire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER:

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte suja.

FECHA : 12/02/2022

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12188		11982		11747	
Peso de molde + base (g)	7533		7591		7654	
Peso del suelo húmedo (g)	4655		4391		4093	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2117		2120	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.193		2.074		1.931	
Tara (N°)	Tc-01		Tc-02		Tc-03	
Peso suelo húmedo + tara (g)	361.4		390.5		425.8	
Peso suelo seco + tara (g)	323.8		349.0		379.1	
Peso de tara (g)	88.5		91.9		91.0	
Peso de agua (g)	37.6		41.5		46.7	
Peso de suelo seco (g)	235.3		257.1		288.1	
Contenido de humedad (%)	16.0		16.1		16.2	
Densidad seca (g/cm ³)	1.891		1.786		1.661	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
31-Ene-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
01-Feb-22	10:20	24	82	0.8	0.7	113	1.1	1.0	156	1.6	1.3
02-Feb-22	10:20	48	105	1.1	0.9	130	1.3	1.1	159	1.6	1.4
03-Feb-22	10:20	72	117	1.2	1.0	145	1.5	1.3	160	1.6	1.4
04-Feb-22	10:20	96	119	1.2	1.0	148	1.5	1.3	161	1.6	1.4

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg
0.000			0			0			0	
0.635			18			20			15	
1.270			40			38			30	
1.905			67			57			45	
2.540	70.5		96	94.5	7	74	74.7	5	55	55.6
3.810			150			107			77	
5.080	105.7		182	184.0	9	129	129.0	6	88	88.5
6.350			214			145			97	
7.620			240			157			104	

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAYER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.

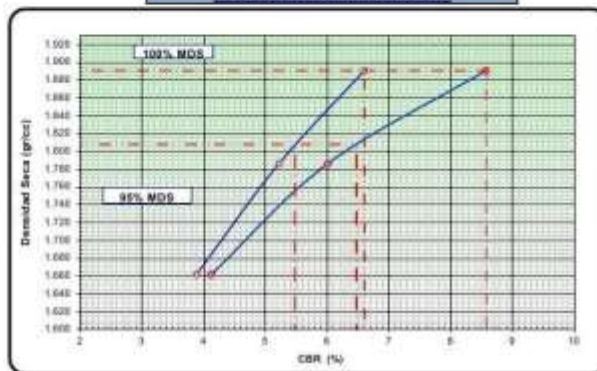
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 mt.

HECHO POR : C.E.O

FECHA : 12/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

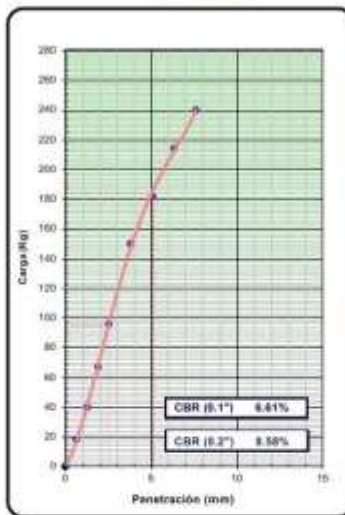
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.903
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	16.15
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.807

PORCENTAJE DEL CBR

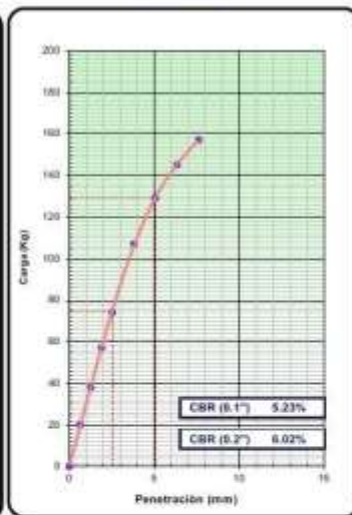
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	6.61	0.2":	8.58
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	2.48	0.2":	6.48

OBSERV.:

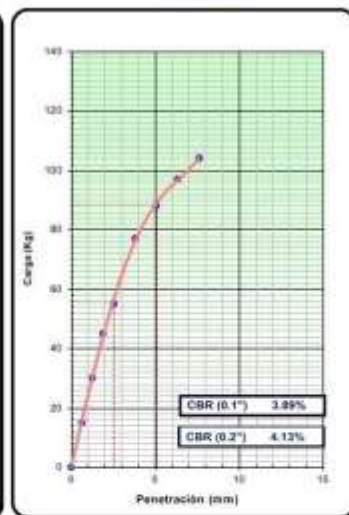
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Blasencio Quispe Patiño
Ingeniero Civil
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-02		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1182.60		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1071.30		
PESO DE LA TARA gr	291.40		
PESO DEL AGUA gr	111.30		
PESO SUELO SECO gr	779.90		
HUMEDAD %	14.27		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	14.27		

Observaciones:


Rúdecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

GEOMAT SERV E.I.R.L

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

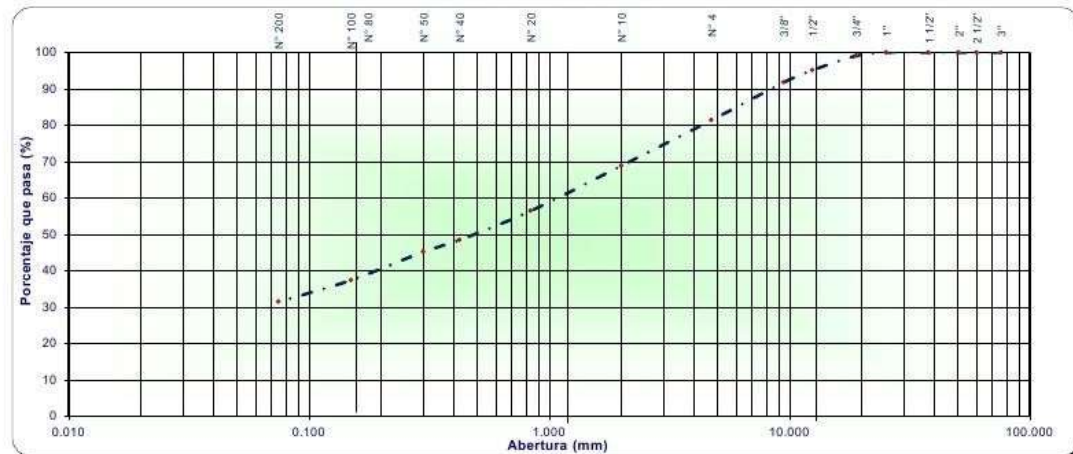
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2645.00
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 492.90
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 2152.10
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	25.0	0.9	0.9	99.1		Límite Líquido (%) : 34.47
1/2"	12.500	105.0	4.0	4.9	95.1		Límite Plástico (%) : 24.78
3/8"	9.500	87.9	3.3	8.2	91.8		Índice Plástico (%) : 9.69
N° 4	4.750	275.0	10.4	18.6	81.4		
N° 10	2.000	331.7	12.5	31.2	68.8		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	327.3	12.4	43.6	56.4		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	211.5	8.0	51.5	48.5		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	86.1	3.3	54.8	45.2		
N° 80	0.177	153.5	5.8	60.6	39.4		Humedad Natural (%) : 14.27
N° 100	0.150	52.6	2.0	62.6	37.4		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.877
N° 200	0.075	156.5	5.9	68.5	31.5		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 13.35
< N° 200	FONDO	832.9	31.5	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 7.54

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	64.34	66.07	66.25	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	58.11	58.81	59.35	
PESO DE AGUA	(gr.)	6.23	6.26	6.90	
PESO DE LA TARA	(gr.)	39.14	40.56	40.33	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	18.97	18.25	19.02	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.84	34.30	36.28	34.47
NUMERO DE GOLPES		32	22	15	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	22.62	27.06	30.11	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	20.82	24.42	26.88	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.80	2.64	3.23	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	7.28	10.65	13.01	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.73	24.79	24.83	24.78

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO (%)	34.47
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24.78
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.69

Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES**

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2

PROF : 1.5 mt.

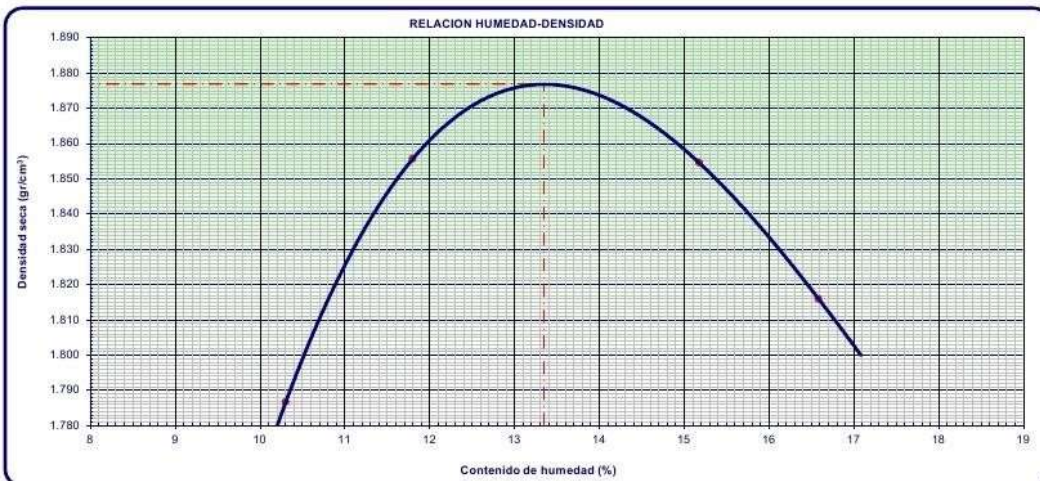
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.


MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	11665	11885	12015	11975	
Peso molde + base	gr.	7491	7491	7491	7491	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4174	4394	4524	4484	
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.971	2.075	2.136	2.117	
Recipiente N°		Tc-05	Tc-06	Tc-07	Tc-08	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	835.2	844.5	833.6	848.9	
Peso del suelo seco + tara	gr.	768.2	766.2	738.5	745.1	
Peso de Tara	gr.	118.2	102.9	112.1	119.4	
Peso de agua	gr.	67.0	78.3	95.1	103.8	
Peso del suelo seco	gr.	650.0	663.3	626.4	625.7	
Contenido de agua	%	10.3	11.8	15.2	16.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.787	1.856	1.854	1.816	
<i>Densidad máxima (gr/cm³) :</i>						1.877
<i>Humedad óptima (%) :</i>						13.35



Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte suja.

FECHA : 12/02/2022

COMPACTACION

Condición de la muestra	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12255		12081		10831	
Peso de molde + base (g)	7756		7804		6735	
Peso del suelo húmedo (g)	4499		4277		4096	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2123		2129	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.119		2.015		1.924	
Tara (N°)	Tc-04		Tc-05		Tc-06	
Peso suelo húmedo + tara (g)	614.1		652.6		727.7	
Peso suelo seco + tara (g)	575.5		609.6		675.8	
Peso de tara (g)	277.7		280.4		284.0	
Peso de agua (g)	38.6		43.0		51.9	
Peso de suelo seco (g)	297.8		329.2		301.8	
Contenido de humedad (%)	13.0		13.1		13.2	
Densidad seca (g/cm ³)	1.876		1.782		1.699	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
31-Ene-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
01-Feb-22	10:20	24	72	0.7	0.6	103	1.0	0.9	146	1.5	1.3
02-Feb-22	10:20	48	95	1.0	0.8	120	1.2	1.0	149	1.5	1.3
03-Feb-22	10:20	72	106	1.1	0.9	135	1.4	1.2	150	1.5	1.3
04-Feb-22	10:20	96	109	1.1	0.9	139	1.4	1.2	152	1.5	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	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			0			0	
0.635			28			30			25	
1.270			49			48			40	
1.905			77			67			55	
2.540	70.5		107	107.8	8	83	83.6	6	65	65.2
3.810			162			117			87	
5.080	105.7		194	196.7	9	135	136.2	6	98	98.5
6.350			225			155			107	
7.620			251			167			114	

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de cercha de suculpto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.

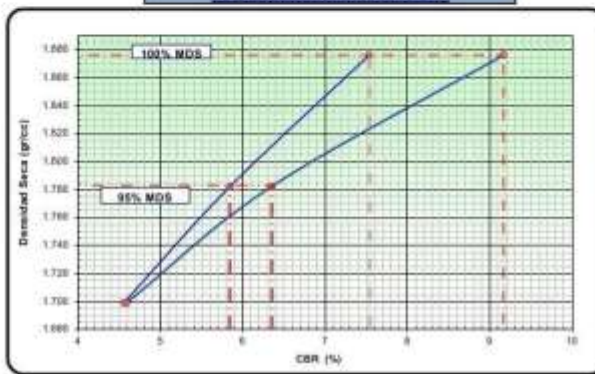
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 m.

HECHO POR : C.E.O

FECHA : 12/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

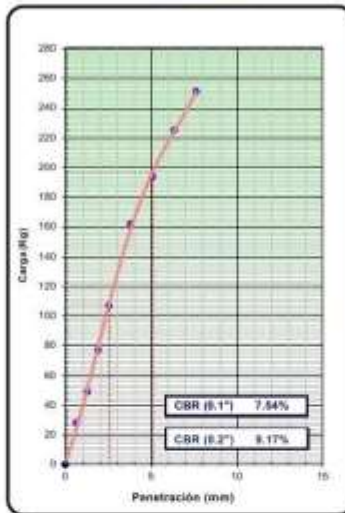
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.877
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	13.35
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.783

PORCENTAJE DEL CBR

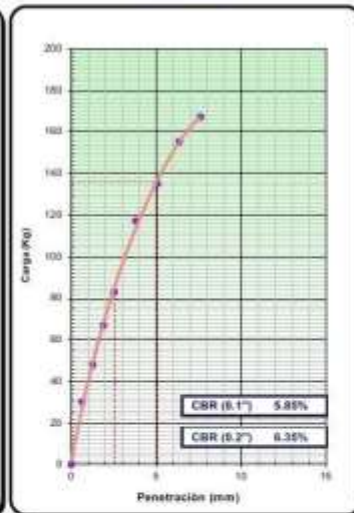
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.54	0.2"	9.17
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	5.85	0.2"	6.35

OBSERV.:

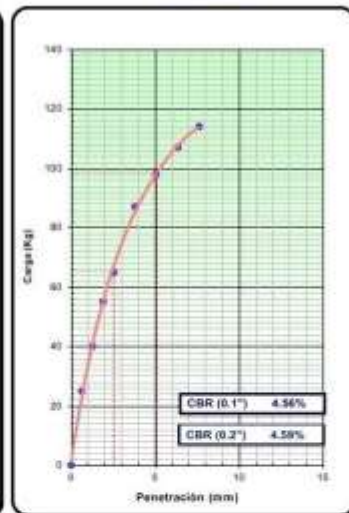
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Blancina Quispe Patiño
Ingeniera Civil
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-03		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	831.50		
PESO TARA + SUELO SECO gr	736.23		
PESO DE LA TARA gr	126.90		
PESO DEL AGUA gr	95.27		
PESO SUELO SECO gr	609.33		
HUMEDAD %	15.64		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	15.64		

Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

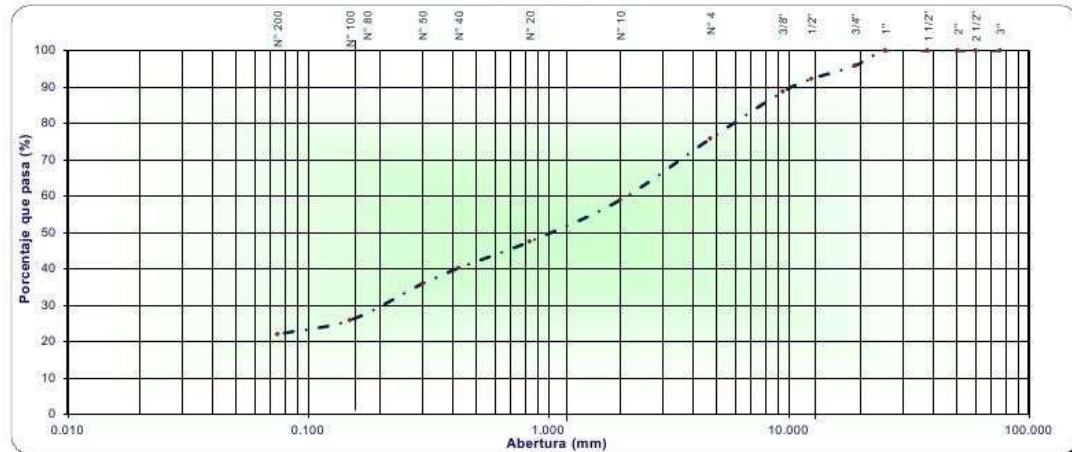
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2273.70
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 551.50
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 1722.20
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	95.2	4.2	4.2	95.8		Límite Líquido (%) : 35.11
1/2"	12.500	83.6	3.7	7.9	92.1		Límite Plástico (%) : 25.70
3/8"	9.500	79.6	3.5	11.4	88.6		Índice Plástico (%) : 9.41
N° 4	4.750	293.1	12.9	24.3	75.7		
N° 10	2.000	383.4	16.9	41.1	58.9		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	259.6	11.4	52.5	47.5		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	164.7	7.2	59.8	40.2		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	98.6	4.3	64.1	35.9		
N° 80	0.177	180.6	7.9	72.1	27.9		Humedad Natural (%) : 15.64
N° 100	0.150	47.5	2.1	74.1	25.9		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.886
N° 200	0.075	87.3	3.8	78.0	22.0		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 15.55
< N° 200	FONDO	500.5	22.0	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 6.91

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3 **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 12/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	70.78	67.40	68.92	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	63.22	59.96	61.21	
PESO DE AGUA	(gr.)	7.56	7.44	7.71	
PESO DE LA TARA	(gr.)	40.93	38.56	40.17	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	22.29	21.40	21.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.92	34.77	36.64	35.11
NUMERO DE GOLPES		36	24	15	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	27.73	31.42	34.11	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	24.81	27.82	29.99	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	2.92	3.60	4.12	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	11.27	14.05	16.12	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.91	25.62	25.56	25.70



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	35.11
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25.70
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.41

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES**

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3

PROF : 1.5 mt.

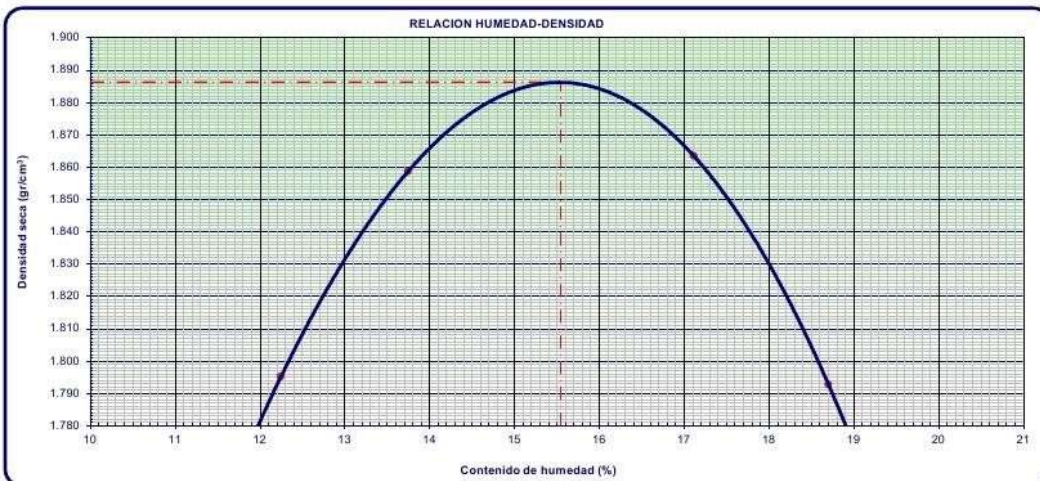
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

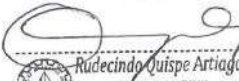
MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 12/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6052	6145	6209	6158	
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	1890	1983	2047	1996	
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.015	2.114	2.182	2.128	
Recipiente N°		Tc-09	Tc-10	Tc-11	Tc-12	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	641.2	661.0	741.4	528.6	
Peso del suelo seco + tara	gr.	581.0	605.0	661.0	465.0	
Peso de Tara	gr.	89.6	197.7	191.3	125.0	
Peso de agua	gr.	60.2	56.0	80.4	63.6	
Peso del suelo seco	gr.	491.4	407.3	469.7	340.0	
Contenido de agua	%	12.3	13.7	17.1	18.7	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.795	1.859	1.863	1.793	
					Densidad máxima (gr/cm ³) : 1.886	
					Humedad óptima (%) : 15.55	



Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVIER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte suja.

FECHA : 13/02/2022

COMPACTACIÓN

Condición de la muestra	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12272		11906		11718	
Peso de molde + base (g)	7678		7564		7581	
Peso del suelo húmedo (g)	4594		4342		4137	
Volumen del molde (cm ³)	2118		2125		2124	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.169		2.043		1.948	
Tara (N°)	Tc-07		Tc-08		Tc-09	
Peso suelo húmedo + tara (g)	571.5		697.0		612.4	
Peso suelo seco + tara (g)	512.9		621.2		545.2	
Peso de tara (g)	126.5		125.7		108.8	
Peso de agua (g)	58.6		75.8		67.2	
Peso de suelo seco (g)	386.4		495.5		436.4	
Contenido de humedad (%)	15.2		15.3		15.4	
Densidad seca (g/cm ³)	1.883		1.772		1.688	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
31-Ene-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
01-Feb-22	10:20	24	77	0.8	0.7	107	1.1	0.9	151	1.5	1.3
02-Feb-22	10:20	48	100	1.0	0.9	125	1.3	1.1	154	1.5	1.3
03-Feb-22	10:20	72	111	1.1	1.0	140	1.4	1.2	155	1.6	1.3
04-Feb-22	10:20	96	114	1.1	1.0	144	1.4	1.2	157	1.6	1.4

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°7			MOLDE N°8			MOLDE N°9			
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	
0.000			0			0			0		
0.635			23			25			20		
1.270			44			43			35		
1.905			72			62			50		
2.540	70.5		98	98.8	7	76	76.5	5	61	61.3	4
3.810			157			112			82		
5.080	105.7		185	188.5	9	128	129.5	6	95	95.2	4
6.350			220			150			102		
7.620			246			162			109		

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L.

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj, Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAYER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

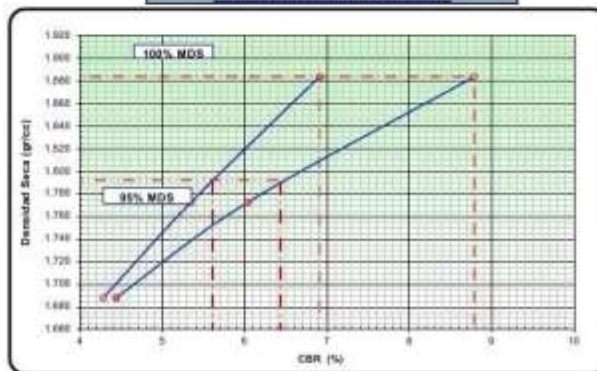
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 ml.
HECHO POR : C.E.O
FECHA : 12/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

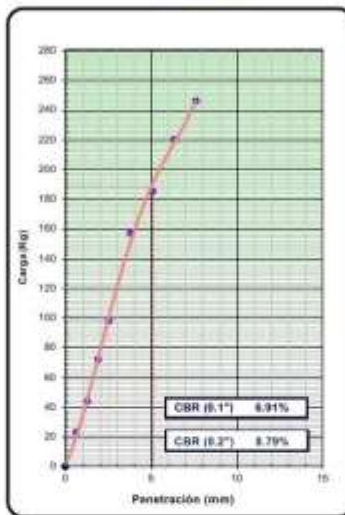
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.886
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	15.55
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.792

PORCENTAJE DEL CBR

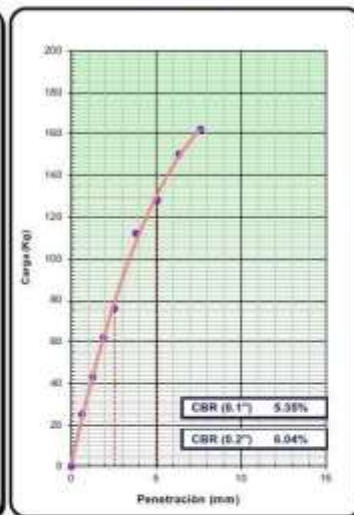
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	6.91	0.2"	8.79
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	5.61	0.2"	6.44

OBSERV.:

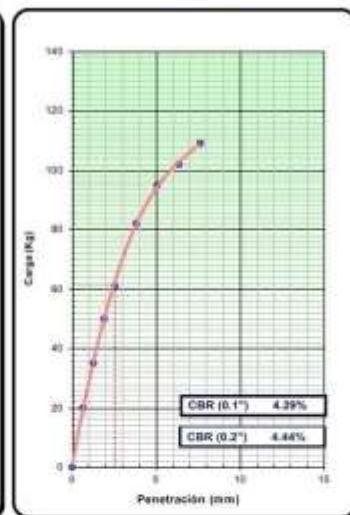
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Blancina Quispe Patiño
Ingeniera Civil
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Anexo 6. Ensayos de laboratorios con muestras dosificadas.



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 3% ceniza de eucalipto. **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-01		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1350.85		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1185.31		
PESO DE LA TARA gr	125.80		
PESO DEL AGUA gr	165.53		
PESO SUELO SECO gr	1059.51		
HUMEDAD %	15.62		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	15.62		

Observaciones: _____



Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

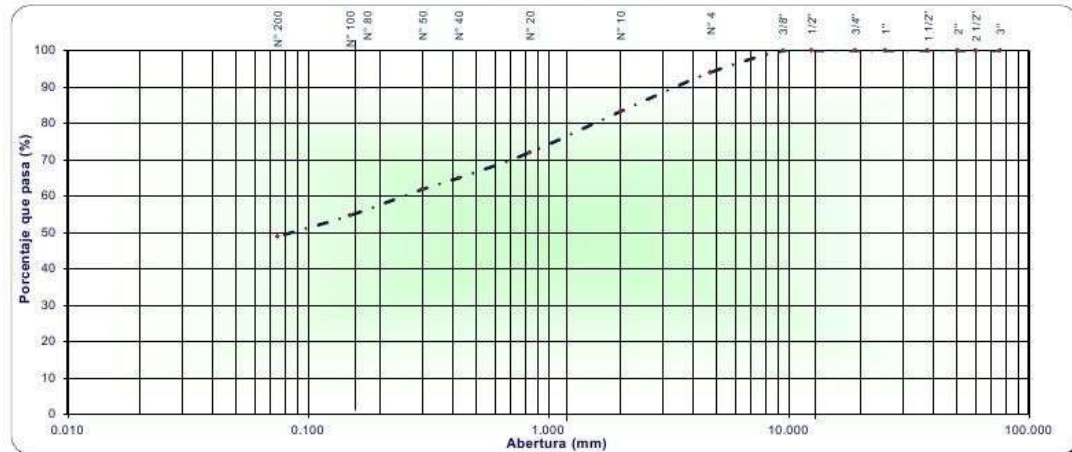
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 1474.86
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 89.50
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 1385.36
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Límites de Consistencia
3/4"	19.000						Límite Líquido (%) : 35.65
1/2"	12.500				100.0		Límite Plástico (%) : 25.27
3/8"	9.500	1.5	0.1	0.1	99.9		Índice Plástico (%) : 10.39
N° 4	4.750	88.0	6.0	6.1	93.9		Clasificación del Suelo
N° 10	2.000	158.6	10.8	16.8	83.2		Clasificación (SUCS) : CL
N° 20	0.840	165.8	11.2	28.1	71.9		Clasificación (AASHTO) : A-4
N° 40	0.425	103.4	7.0	35.1	64.9		
N° 50	0.300	45.9	3.1	38.2	61.8		
N° 80	0.177	78.0	5.3	43.5	56.5		Humedad Natural (%) : 15.62
N° 100	0.150	27.7	1.9	45.4	54.6		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.937
N° 200	0.075	85.3	5.8	51.1	48.9		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 15.67
< N° 200	FONDO	720.7	48.9	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 8.36

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 3% ceniza de eucalipto. **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 22/02/2022

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	63.83	68.41	68.06	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	56.78	61.06	60.66	
PESO DE AGUA	(gr.)	7.05	7.35	7.41	
PESO DE LA TARA	(gr.)	36.65	40.32	40.38	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	20.13	20.74	20.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.99	35.45	36.52	35.65
NUMERO DE GOLPES		36	24	13	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	24.33	26.00	27.38	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	22.47	23.78	24.85	
PESO DE LA TARA	(gr.)	15.02	15.02	15.02	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.85	2.21	2.52	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	7.45	8.76	9.83	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.87	25.27	25.66	25.27



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	35.65
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25.27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.39

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

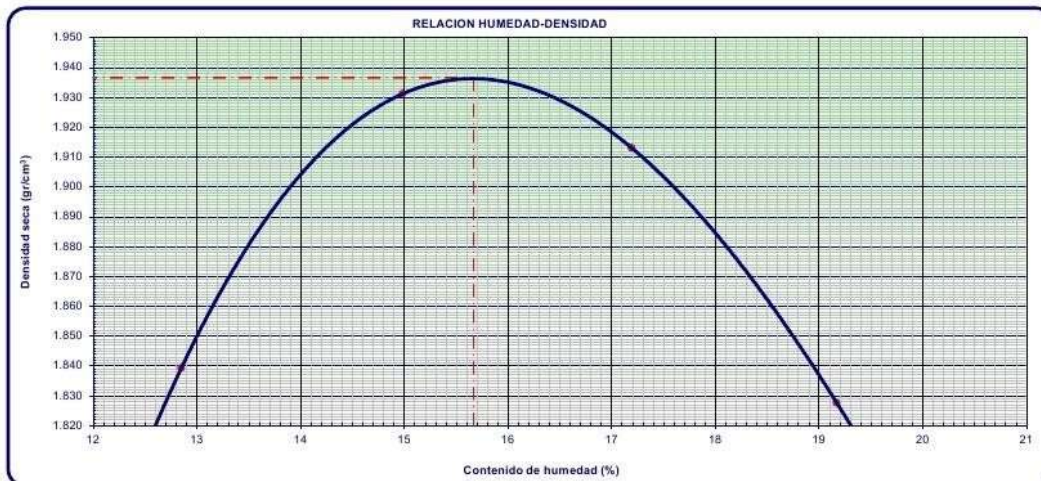
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6109	6245	6265	6205
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162
Peso suelo húmedo compactado	gr.	1947	2083	2103	2043
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.076	2.221	2.242	2.178
Recipiente N°		Tc-01	Tc-02	Tc-03	Tc-04
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	622.2	522.2	517.8	560.5
Peso del suelo seco + tara	gr.	584.5	468.8	454.3	485.1
Peso de Tara	gr.	291.2	112.1	85.4	91.9
Peso de agua	gr.	37.7	53.5	63.4	75.4
Peso del suelo seco	gr.	293.3	356.7	368.9	393.2
Contenido de agua	%	12.9	15.0	17.2	19.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.839	1.931	1.913	1.828
Densidad máxima (gr/cm ³) :					1.937
Humedad óptima (%) :					15.67



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomathire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayfobamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayfobamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte suja.

FECHA : 22/02/2022

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12199		12013		11778	
Peso de molde + base (g)	7533		7591		7654	
Peso del suelo húmedo (g)	4666		4422		4124	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2117		2120	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.198		2.089		1.945	
Tara (N°)	Tc-01		Tc-02		Tc-03	
Peso suelo húmedo + tara (g)	371.5		400.9		436.8	
Peso suelo seco + tara (g)	333.5		359.5		390.5	
Peso de tara (g)	88.5		91.9		91.0	
Peso de agua (g)	38.0		41.4		46.4	
Peso de suelo seco (g)	245.0		267.6		299.5	
Contenido de humedad (%)	15.5		15.5		15.5	
Densidad seca (g/cm ³)	1.903		1.809		1.685	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	79	0.8	0.7	110	1.1	0.9	153	1.5	1.3
17-Feb-22	10:20	48	102	1.0	0.9	127	1.3	1.1	156	1.6	1.3
18-Feb-22	10:20	72	114	1.1	1.0	142	1.4	1.2	157	1.6	1.4
19-Feb-22	10:20	96	116	1.2	1.0	145	1.5	1.3	158	1.6	1.4

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg
0.000			0			0			0	
0.635			48			50			41	
1.270			70			68			55	
1.905			97			87			68	
2.540	70.5		119	119.5	8	101	101.1	7	82	82.2
3.810			180			147			109	
5.080	105.7		213	214.0	10	175	172.0	8	129	128.5
6.350			244			195			153	
7.620			270			217			169	

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L.

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

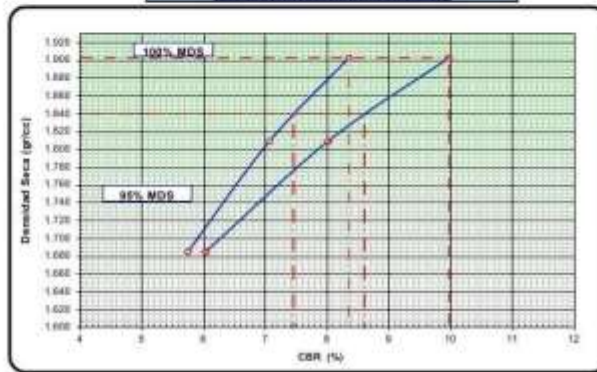
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 m.
HECHO POR : C.E.O.
FECHA : 22/02/2022.

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

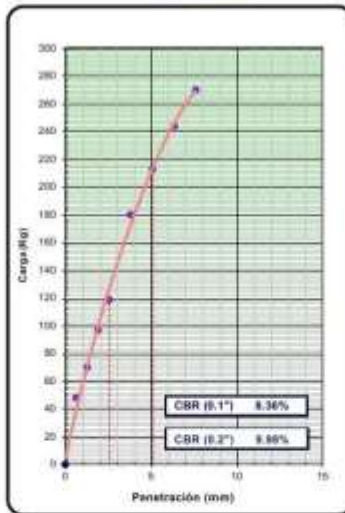
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.937
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	15.67
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.840

PORCENTAJE DEL CBR

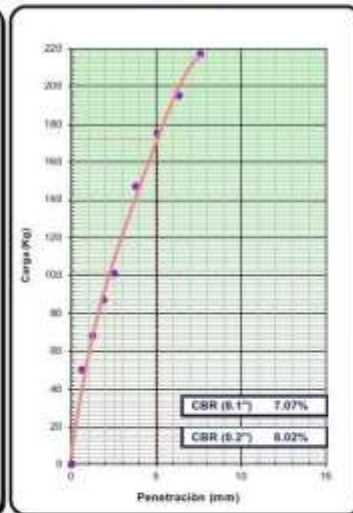
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	0.30	0.2"	0.98
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.48	0.2"	8.81

OBSERV.: _____

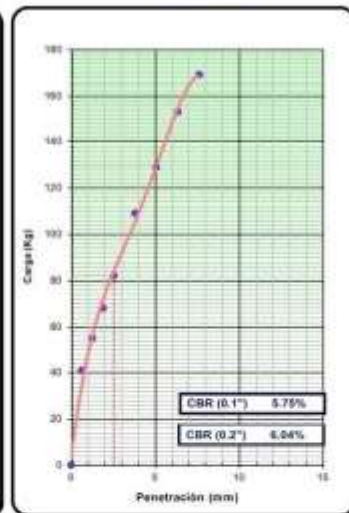
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: _____

Blancina Quispe Patiño
Ingeniera Civil
CIP N° 120948
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 6% ceniza de eucalipto. PROF : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. HECHO POR : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-02		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1390.19		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1229.34		
PESO DE LA TARA gr	125.80		
PESO DEL AGUA gr	160.85		
PESO SUELO SECO gr	1103.54		
HUMEDAD %	14.58		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	14.58		

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

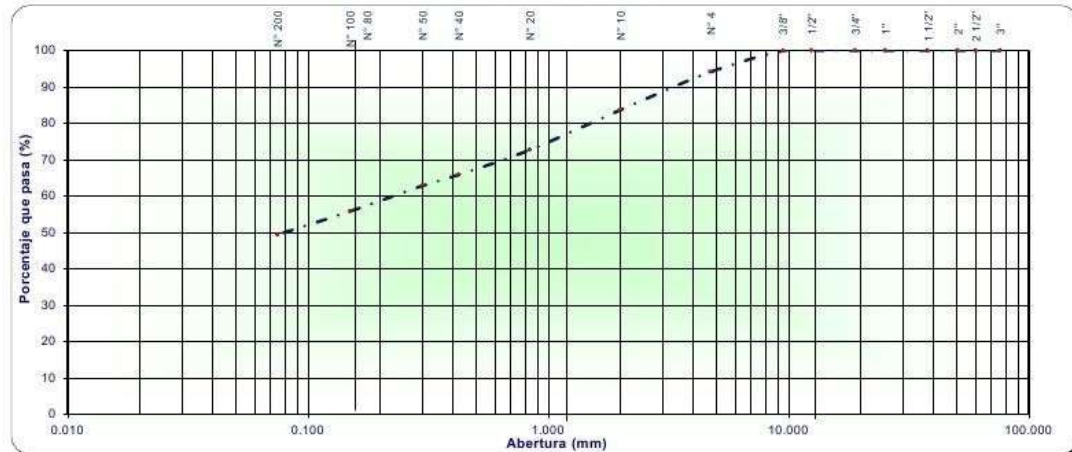
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) : 1517.81
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) : 90.10
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) : 1427.71
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Límites de Consistencia
3/4"	19.000						Límite Líquido (%) : 33.87
1/2"	12.500				100.0		Límite Plástico (%) : 24.08
3/8"	9.500	1.8	0.1	0.1	99.9		Índice Plástico (%) : 9.80
N° 4	4.750	88.3	5.8	5.9	94.1		
N° 10	2.000	158.9	10.5	16.4	83.6		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	166.1	10.9	27.3	72.7		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	103.7	6.8	34.2	65.8		Clasificación (AASHTO) : A-4
N° 50	0.300	46.2	3.0	37.2	62.8		
N° 80	0.177	78.3	5.2	42.4	57.6		Humedad Natural (%) : 14.58
N° 100	0.150	28.0	1.8	44.2	55.8		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.976
N° 200	0.075	97.4	6.4	50.6	49.4		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 14.95
< N° 200	FONDO	749.1	49.4	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 10.46

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

Rudecindo Quispe Artaga
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 6% ceniza de eucalipto. **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 22/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	65.69	70.44	70.04	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	58.44	62.84	62.42	
PESO DE AGUA	(gr.)	7.25	7.60	7.62	
PESO DE LA TARA	(gr.)	36.65	40.32	40.38	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	21.79	22.52	22.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.28	33.77	34.57	33.87
NUMERO DE GOLPES		38	26	13	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	25.04	26.75	28.17	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	23.13	24.48	25.58	
PESO DE LA TARA	(gr.)	15.02	15.02	15.02	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.91	2.28	2.60	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	8.11	9.46	10.56	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.53	24.10	24.60	24.08



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	33.87
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24.08
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	9.80

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

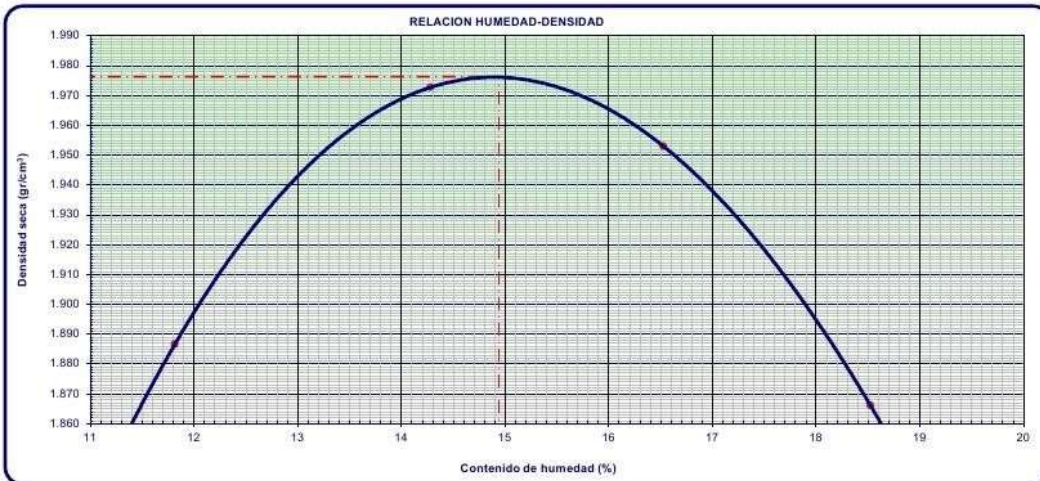
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

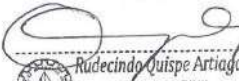
MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6141	6277	6297	6237
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162
Peso suelo húmedo compactado	gr.	1979	2115	2135	2075
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.109	2.254	2.276	2.212
Recipiente N°		Tc-05	Tc-06	Tc-07	Tc-08
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	638.2	535.3	530.7	574.7
Peso del suelo seco + tara	gr.	601.6	482.4	467.6	499.3
Peso de Tara	gr.	291.2	112.1	85.4	91.9
Peso de agua	gr.	36.7	52.9	63.2	75.5
Peso del suelo seco	gr.	310.4	370.3	382.2	407.4
Contenido de agua	%	11.8	14.3	16.5	18.5
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.886	1.973	1.953	1.866
<i>Densidad máxima (gr/cm³) :</i>					1.976
<i>Humedad óptima (%) :</i>					14.95



Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
 PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayfiebamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 6% ceniza de eucalipto. PROF. : 1.5 mt.
 UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayfiebamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER. HECHO POR : C.E.O.
 MUESTRA : Parte suja. FECHA : 22/02/2022

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
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)	12352		12176		11941	
Peso de molde + base (g)	7533		7591		7654	
Peso del suelo húmedo (g)	4819		4585		4287	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2117		2120	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.270		2.166		2.022	
Tara (N°)	Tc-04		Tc-05		Tc-06	
Peso suelo húmedo + tara (g)	382.3		410.0		447.4	
Peso suelo seco + tara (g)	344.3		368.9		401.8	
Peso de tara (g)	88.5		91.9		91.0	
Peso de agua (g)	38.1		41.1		45.6	
Peso de suelo seco (g)	255.8		277.0		310.8	
Contenido de humedad (%)	14.9		14.8		14.7	
Densidad seca (g/cm ³)	1.976		1.886		1.763	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	76	0.8	0.7	107	1.1	0.9	150	1.5	1.3
17-Feb-22	10:20	48	99	1.0	0.9	124	1.2	1.1	153	1.5	1.3
18-Feb-22	10:20	72	111	1.1	1.0	139	1.4	1.2	154	1.5	1.3
19-Feb-22	10:20	96	113	1.1	1.0	142	1.4	1.2	155	1.6	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	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			0			0	
0.635			71			65			45	
1.270			99			88			66	
1.905			124			105			79	
2.540	70.5		149	149.5	10	123	123.1	9	97	97.2
3.810			210			177			139	
5.080	105.7		263	264.0	12	205	202.0	9	155	155.5
6.350			294			225			183	
7.620			320			247			199	

Observaciones: _____





GEOMAT SERV E.I.R.L.

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

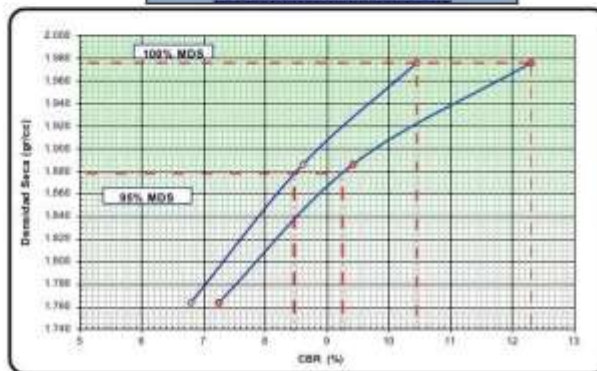
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 6% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 ml.
HECHO POR : C.E.O.
FECHA : 22/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

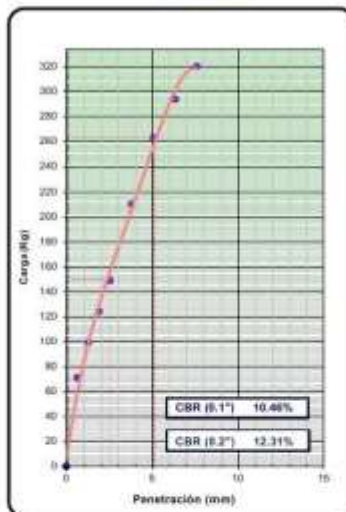
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.976
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	14.95
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.877

PORCENTAJE DEL CBR

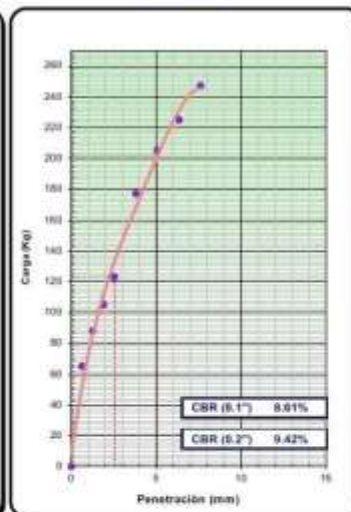
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	10.46	0.2"	12.31
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	8.47	0.2"	9.25

OBSERV.:

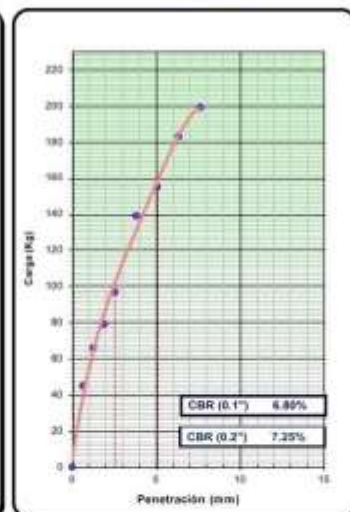
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Blasencio Quispe Patiño
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 8% ceniza de eucalipto. PROF : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. HECHO POR : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-03		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1428.52		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1270.65		
PESO DE LA TARA gr	125.80		
PESO DEL AGUA gr	157.87		
PESO SUELO SECO gr	1144.85		
HUMEDAD %	13.79		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	13.79		

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

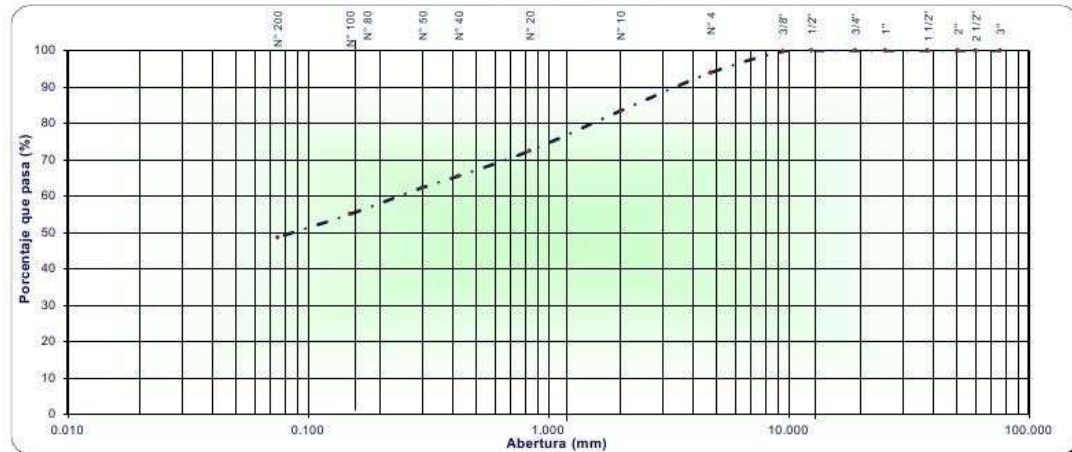
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 1546.45
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 95.50
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 1450.95
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Límites de Consistencia
3/4"	19.000						Límite Líquido (%) : 32.81
1/2"	12.500				100.0		Límite Plástico (%) : 23.38
3/8"	9.500	4.0	0.3	0.3	99.7		Índice Plástico (%) : 9.44
N° 4	4.750	91.5	5.9	6.2	93.8		
N° 10	2.000	162.1	10.5	16.7	83.3		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	169.3	10.9	27.6	72.4		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	106.9	6.9	34.5	65.5		Clasificación (AASHTO) : A-4
N° 50	0.300	49.4	3.2	37.7	62.3		
N° 80	0.177	81.5	5.3	43.0	57.0		Humedad Natural (%) : 13.79
N° 100	0.150	31.2	2.0	45.0	55.0		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.988
N° 200	0.075	98.6	6.4	51.4	48.6		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 14.75
< N° 200	FONDO	751.9	48.6	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 11.86

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 8% ceniza de eucalipto. **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 22/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	66.93	71.78	71.37	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	59.54	64.02	63.60	
PESO DE AGUA	(gr.)	7.39	7.76	7.77	
PESO DE LA TARA	(gr.)	36.65	40.32	40.38	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	22.89	23.70	23.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.27	32.73	33.44	32.81
NUMERO DE GOLPES		39	27	14	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	25.51	27.26	28.71	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	23.57	24.94	26.06	
PESO DE LA TARA	(gr.)	15.02	15.02	15.02	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.94	2.32	2.65	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	8.55	9.92	11.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.75	23.41	23.97	23.38

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	32.81
LIMITE PLASTICO (%)	23.38
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.44

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

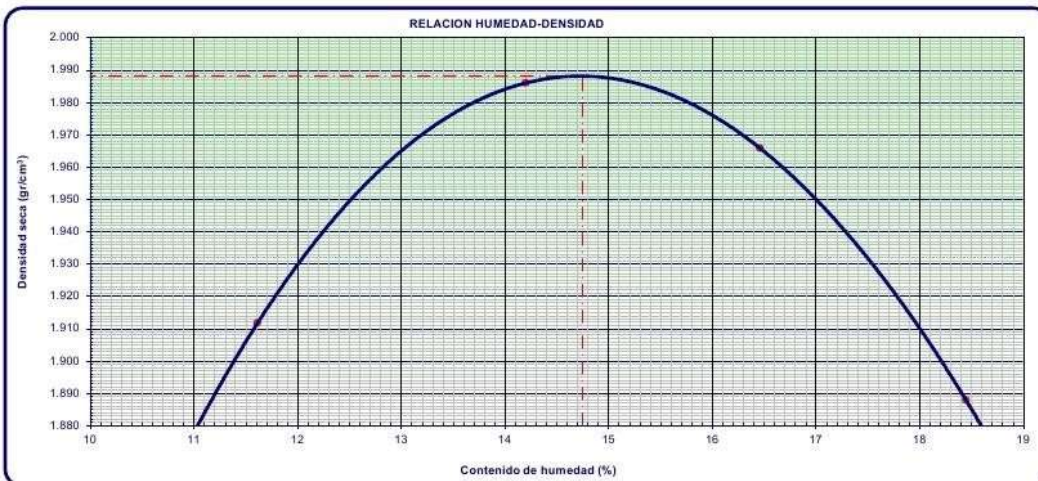
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

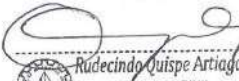
MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6163	6289	6309	6259
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162
Peso suelo húmedo compactado	gr.	2001	2127	2147	2097
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.134	2.268	2.289	2.236
Recipiente N°		Tc-09	Tc-10	Tc-11	Tc-12
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	650.3	545.4	540.8	585.6
Peso del suelo seco + tara	gr.	612.9	491.5	476.4	508.7
Peso de Tara	gr.	291.2	112.1	85.4	91.9
Peso de agua	gr.	37.4	53.9	64.4	76.9
Peso del suelo seco	gr.	321.7	379.4	391.0	416.8
Contenido de agua	%	11.6	14.2	16.5	18.5
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.912	1.986	1.966	1.888
Densidad máxima (gr/cm ³) :					1.988
Humedad óptima (%) :					14.75



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAUER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la elasticidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12372		12198		11963	
Peso de molde + base (g)	7533		7591		7854	
Peso del suelo húmedo (g)	4839		4607		4309	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2117		2120	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.280		2.176		2.033	
Tara (N°)	Tc-07		Tc-08		Tc-09	
Peso suelo húmedo + tara (g)	389.3		417.5		456.1	
Peso suelo seco + tara (g)	350.8		375.8		409.4	
Peso de tara (g)	88.5		91.9		91.0	
Peso de agua (g)	38.6		41.7		46.7	
Peso de suelo seco (g)	262.3		283.9		318.4	
Contenido de humedad (%)	14.7		14.7		14.7	
Densidad seca (g/cm ³)	1.987		1.898		1.773	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	73	0.7	0.6	104	1.0	0.9	147	1.5	1.3
17-Feb-22	10:20	48	96	1.0	0.8	121	1.2	1.0	150	1.5	1.3
18-Feb-22	10:20	72	108	1.1	0.9	136	1.4	1.2	151	1.5	1.3
19-Feb-22	10:20	96	110	1.1	0.9	139	1.4	1.2	152	1.5	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°7			MOLDE N°8			MOLDE N°9		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg
0.000			0			0			0	
0.635			91			85			55	
1.270			119			108			86	
1.905			144			125			99	
2.540	70.5		169	169.5	12	143	143.1	10	117	117.2
3.810			228			190			155	
5.080	105.7		280	282.0	13	225	222.0	10	175	178.5
6.350			314			245			203	
7.620			340			267			219	

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L.

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

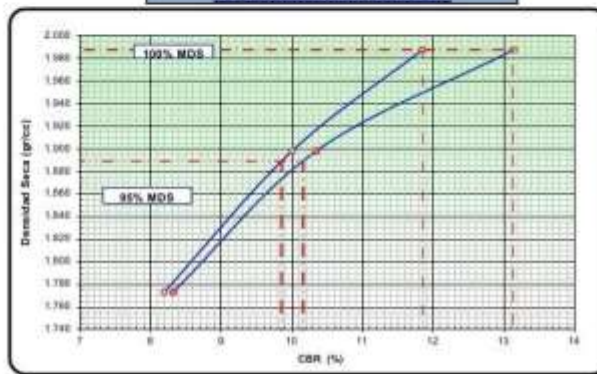
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, añadiendo 8% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 ml.
HECHO POR : C.E.O.
FECHA : 22/02/2022.

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

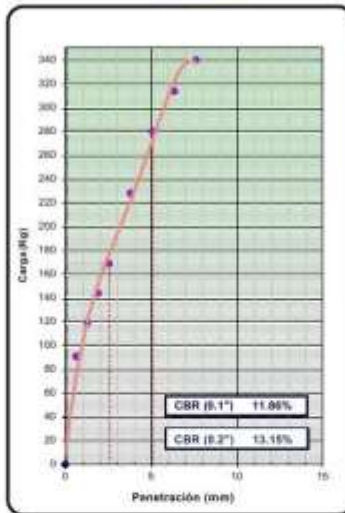
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.988
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	14.75
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.889

PORCENTAJE DEL CBR

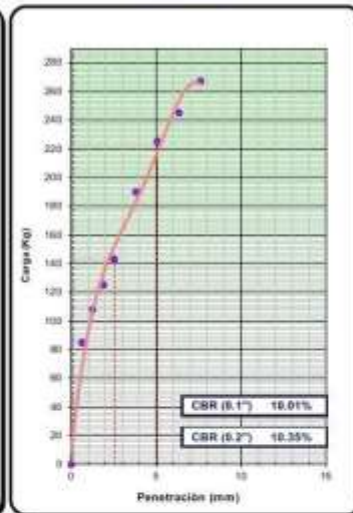
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	11.66	0.2"	13.15
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	9.96	0.2"	10.17

OBSERV.:

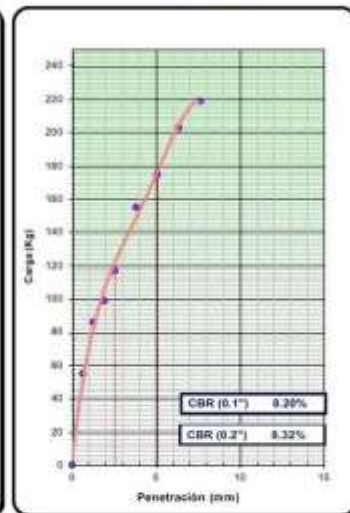
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Patricio Quispe Patiño
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120946
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 3% ceniza de eucalipto. PROF : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. HECHO POR : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-01		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1218.08		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1110.02		
PESO DE LA TARA gr	291.40		
PESO DEL AGUA gr	108.06		
PESO SUELO SECO gr	818.62		
HUMEDAD %	13.20		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	13.20		

Observaciones: _____


Rúdecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

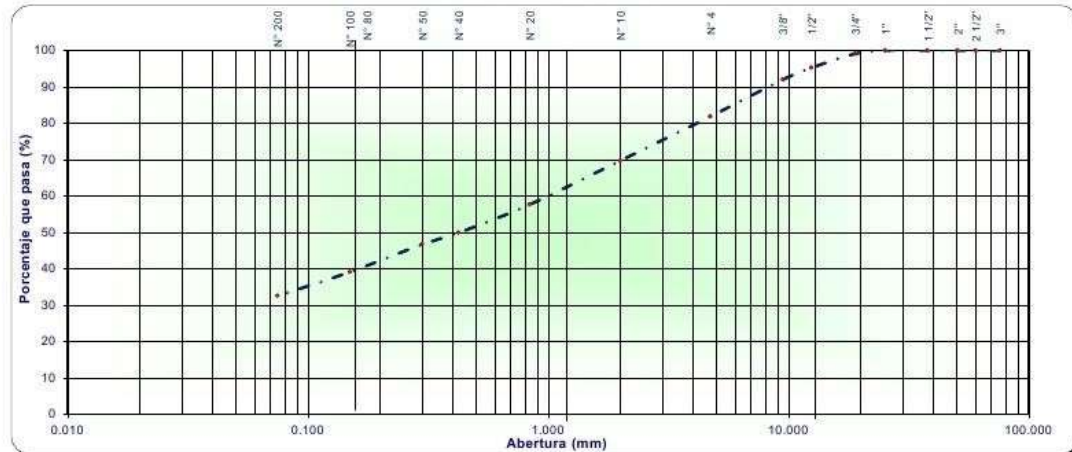
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2724.35
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 494.10
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 2230.25
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	25.3	0.9	0.9	99.1		Límite Líquido (%) : 32.45
1/2"	12.500	105.3	3.9	4.8	95.2		Límite Plástico (%) : 23.81
3/8"	9.500	88.2	3.2	8.0	92.0		Índice Plástico (%) : 8.65
N° 4	4.750	275.3	10.1	18.1	81.9		
N° 10	2.000	332.0	12.2	30.3	69.7		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	327.6	12.0	42.3	57.7		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	211.8	7.8	50.1	49.9		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	86.4	3.2	53.3	46.7		
N° 80	0.177	153.8	5.6	58.9	41.1		Humedad Natural (%) : 13.20
N° 100	0.150	52.9	1.9	60.9	39.1		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.895
N° 200	0.075	179.4	6.6	67.5	32.5		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 12.98
< N° 200	FONDO	886.3	32.5	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 9.22

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

Rudecindo Quispe Artaga
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 3% ceniza de eucalipto. **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 22/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	66.27	67.02	68.24	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	59.85	60.57	61.13	
PESO DE AGUA	(gr.)	6.42	6.45	7.11	
PESO DE LA TARA	(gr.)	39.14	40.56	40.33	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	20.71	20.01	20.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.98	32.22	34.17	32.45
NUMERO DE GOLPES		34	23	16	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	23.30	27.87	31.01	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	21.44	25.15	27.69	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.85	2.72	3.33	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	7.90	11.38	13.82	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.45	23.89	24.08	23.81



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	32.45
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.81
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.65

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

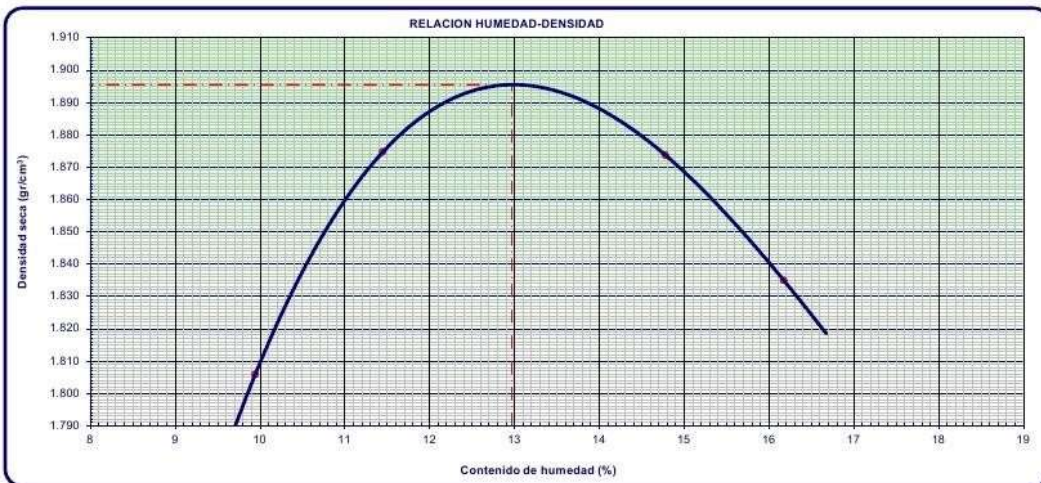
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	11695.9	11915.9	12046	12006
Peso molde + base	gr.	7491	7491	7491	7491
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4205	4425	4555	4515
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.985	2.089	2.151	2.132
Recipiente N°		Tc-01	Tc-02	Tc-03	Tc-04
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	858.2	867.8	856.5	872.3
Peso del suelo seco + tara	gr.	791.2	789.2	760.7	767.5
Peso de Tara	gr.	118.2	102.9	112.1	119.4
Peso de agua	gr.	66.9	78.6	95.9	104.9
Peso del suelo seco	gr.	673.0	686.3	648.6	648.1
Contenido de agua	%	9.9	11.5	14.8	16.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.806	1.875	1.874	1.835
Densidad máxima (gr/cm ³) :					1.895
Humedad óptima (%) :					12.98



Observaciones:

Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomathire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayfiebamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadido 3% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayfiebamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 23/02/2022

COMPACTACIÓN

Condición de la muestra	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12285		12112		10862	
Peso de molde + base (g)	7756		7804		6735	
Peso del suelo húmedo (g)	4529		4308		4127	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2123		2129	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.133		2.029		1.938	
Tara (N°)	Tc-01		Tc-02		Tc-03	
Peso suelo húmedo + tara (g)	633.1		672.4		746.9	
Peso suelo seco + tara (g)	592.8		627.9		696.1	
Peso de tara (g)	277.7		280.4		284.0	
Peso de agua (g)	40.4		44.5		52.8	
Peso de suelo seco (g)	315.1		347.5		412.1	
Contenido de humedad (%)	12.8		12.8		12.8	
Densidad seca (g/cm ³)	1.891		1.799		1.718	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	69	0.7	0.6	100	1.0	0.9	143	1.4	1.2
17-Feb-22	10:20	48	92	0.9	0.8	117	1.2	1.0	146	1.5	1.3
18-Feb-22	10:20	72	103	1.0	0.9	132	1.3	1.1	147	1.5	1.3
19-Feb-22	10:20	96	106	1.1	0.9	136	1.4	1.2	149	1.5	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000			0		0			0		
0.635			37		29			39		
1.270			73		57			54		
1.905			101		81			69		
2.540	70.5		131	131.8	9		99	99.6	7	
3.810			186		139			111		
5.080	105.7		228	230.7	11		165	166.2	8	
6.350			259		189			146		
7.620			285		201			158		

Observaciones:



Instituto Geológico y Minero del Perú
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DEL PERÚ
CIP 19-12004
JPTI DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L.

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj, Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

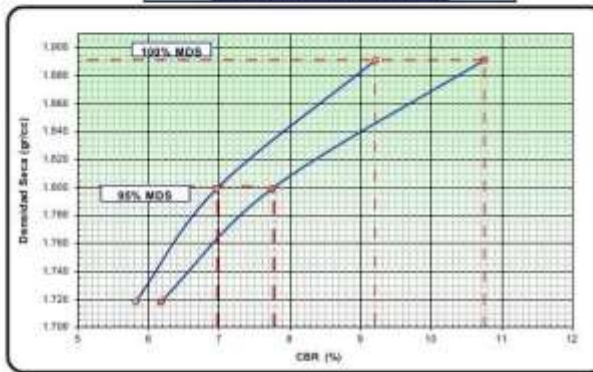
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 3% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROF. : 1.5 m.
HECHO POR : C.E.O
FECHA : 22/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

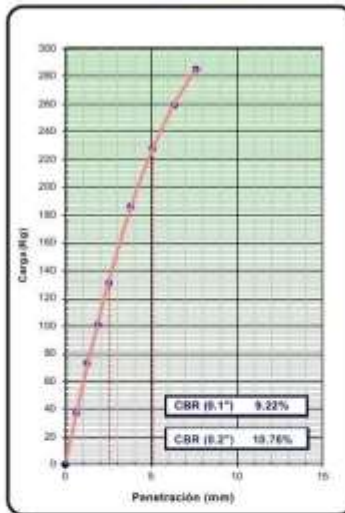
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.895
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	12.98
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.801

PORCENTAJE DEL CBR

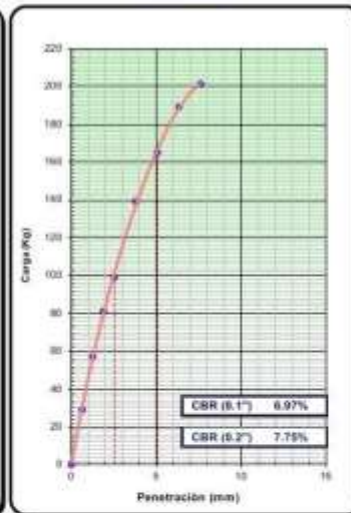
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	9.22	0.2"	19.76
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	6.98	0.2"	7.78

OBSERV.:

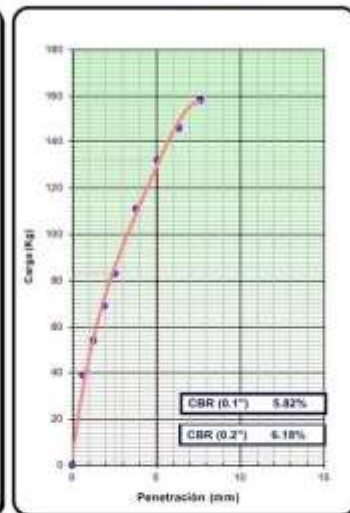
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Blasincón Quispe Patiño
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-02		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1253.56		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1148.56		
PESO DE LA TARA gr	291.40		
PESO DEL AGUA gr	105.00		
PESO SUELO SECO gr	857.16		
HUMEDAD %	12.25		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	12.25		

Observaciones:


Rúdecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

GEOMAT SERV E.I.R.L

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

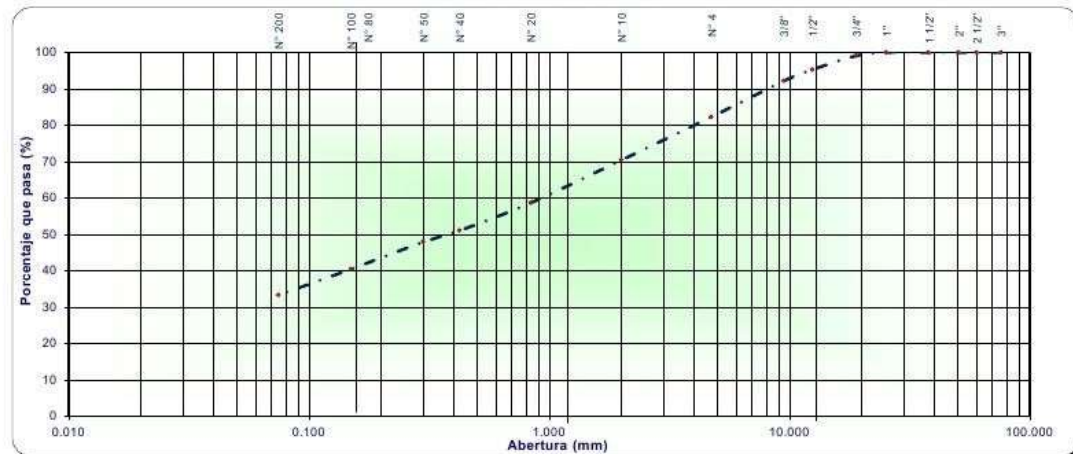
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2803.70
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 497.30
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 2306.40
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	26.6	0.9	0.9	99.1		Límite Líquido (%) : 30.92
1/2"	12.500	106.6	3.8	4.8	95.2		Límite Plástico (%) : 22.96
3/8"	9.500	87.5	3.1	7.9	92.1		Índice Plástico (%) : 7.96
N° 4	4.750	276.6	9.9	17.7	82.3		
N° 10	2.000	333.3	11.9	29.6	70.4		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	328.9	11.7	41.4	58.6		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	213.1	7.6	49.0	51.0		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	87.7	3.1	52.1	47.9		
N° 80	0.177	155.1	5.5	57.6	42.4		Humedad Natural (%) : 12.25
N° 100	0.150	54.2	1.9	59.5	40.5		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.915
N° 200	0.075	199.9	7.1	66.7	33.3		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 12.64
< N° 200	FONDO	934.2	33.3	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 10.55

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-2, añadiendo 6% ceniza de eucalipto. PROF : 1.5 mt.
UBICACIÓN	: Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. HECHO POR : C.E.O.
MUESTRA	: Parte baja. FECHA : 22/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	68.20	69.08	70.23	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	61.60	62.34	62.91	
PESO DE AGUA	(gr.)	6.60	6.74	7.31	
PESO DE LA TARA	(gr.)	39.14	40.56	40.33	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	22.46	21.78	22.58	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.41	30.96	32.39	30.92
NUMERO DE GOLPES		36	25	17	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	23.98	28.68	31.92	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	22.07	25.89	28.49	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.91	2.80	3.42	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	8.53	12.12	14.62	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.37	23.10	23.41	22.96



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	30.92
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.96
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.96

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

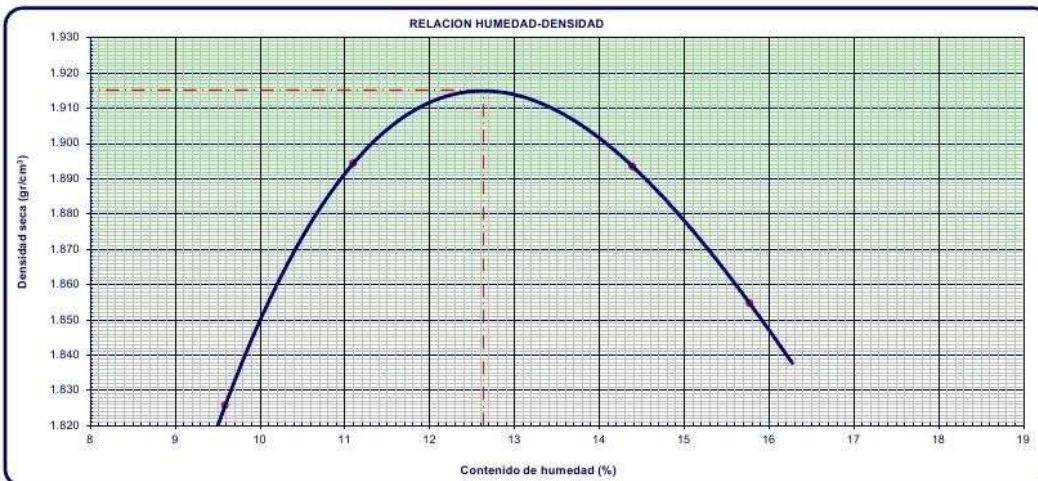
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	11728.6	11948.6	12079	12039
Peso molde + base	gr.	7491	7491	7491	7491
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4238	4458	4588	4548
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.001	2.105	2.166	2.147
Recipiente N°		Tc-05	Tc-06	Tc-07	Tc-08
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	881.1	890.9	879.4	895.6
Peso del suelo seco + tara	gr.	814.3	812.2	782.8	789.8
Peso de Tara	gr.	118.2	102.9	112.1	119.4
Peso de agua	gr.	66.8	78.8	96.6	105.8
Peso del suelo seco	gr.	696.1	709.3	670.7	670.4
Contenido de agua	%	9.6	11.1	14.4	15.8
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.826	1.894	1.893	1.854
Densidad máxima (gr/cm ³) :					1.915
Humedad óptima (%) :					12.64



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO

SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomathire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayfiebamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayfiebamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 23/02/2022

COMPACTACIÓN

Molde N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12318		12145		10895	
Peso de molde + base (g)	7756		7804		6735	
Peso del suelo húmedo (g)	4562		4341		4160	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2123		2129	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.149		2.045		1.954	
Tara (N°)	Tc-04		Tc-05		Tc-06	
Peso suelo húmedo + tara (g)	651.6		692.0		770.4	
Peso suelo seco + tara (g)	610.0		646.2		716.3	
Peso de tara (g)	277.7		280.4		284.0	
Peso de agua (g)	41.6		45.8		54.1	
Peso de suelo seco (g)	332.3		365.8		432.3	
Contenido de humedad (%)	12.5		12.5		12.5	
Densidad seca (g/cm ³)	1.910		1.817		1.737	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	86	0.7	0.6	97	1.0	0.8	140	1.4	1.2
17-Feb-22	10:20	48	89	0.9	0.8	114	1.1	1.0	143	1.4	1.2
18-Feb-22	10:20	72	100	1.0	0.9	129	1.3	1.1	144	1.4	1.2
19-Feb-22	10:20	96	103	1.0	0.9	133	1.3	1.1	146	1.5	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°4			MOLDE N°5			MOLDE N°6						
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION				
		Dial (div)	kg	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0			0				0				
0.635			44			36				31				
1.270			89			72				65				
1.905			121			102				86				
2.540	70.5		150	150.8	11	123	123.6	9		103	103.2	7		
3.810			210			163				135				
5.080	105.7		252	254.7	12	195	195.2	9		159	159.5	7		
6.350			283			219				175				
7.620			309			233				186				

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

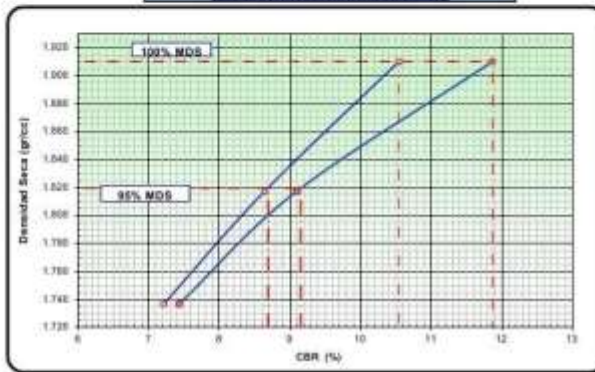
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 6% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 m.
HECHO POR : C.E.O.
FECHA : 22/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

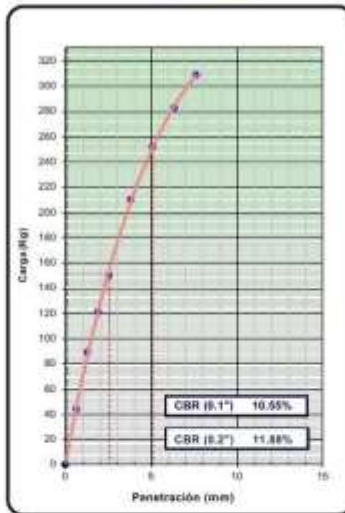
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.915
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	12.64
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.819

PORCENTAJE DEL CBR

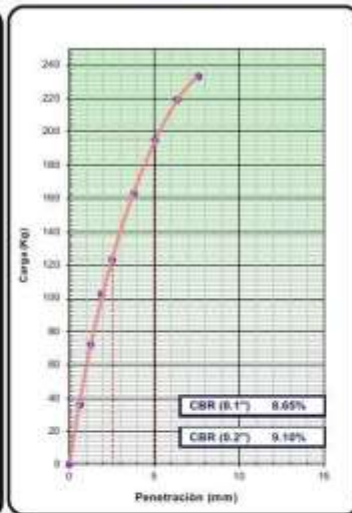
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	10.55	0.2"	11.88
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	8.70	0.2"	9.16

OBSERV.:

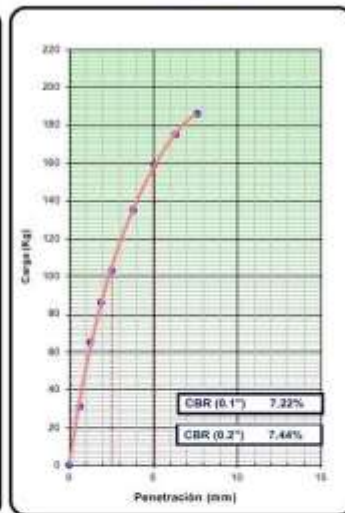
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Blancina Quispe Patiño
INGENIERA CIVIL
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 8% ceniza de eucalipto. PROF : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. HECHO POR : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-03		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	1277.21		
PESO TARA + SUELO SECO gr	1174.15		
PESO DE LA TARA gr	291.40		
PESO DEL AGUA gr	103.06		
PESO SUELO SECO gr	882.75		
HUMEDAD %	11.67		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	11.67		

Observaciones: _____


Rúdecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

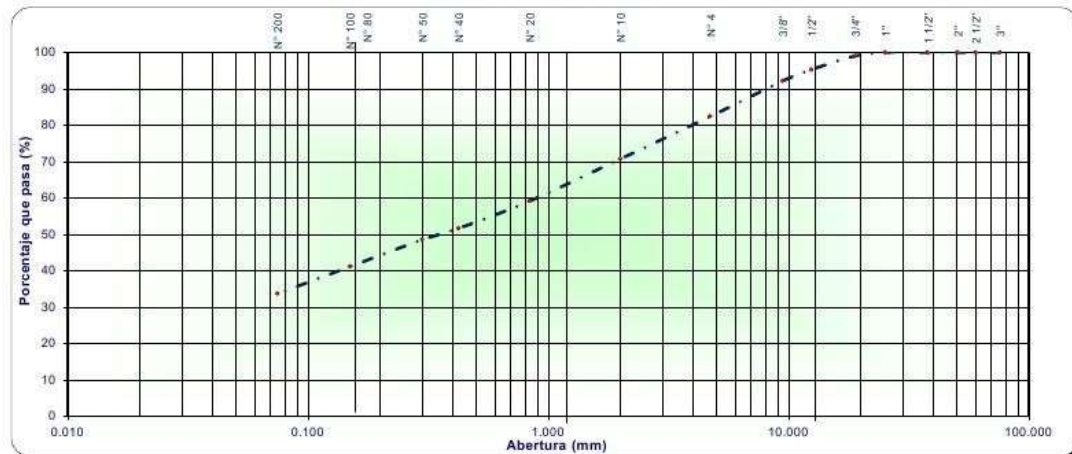
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2856.60
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 502.10
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 2354.50
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	27.8	1.0	1.0	99.0		Límite Líquido (%) : 29.92
1/2"	12.500	107.8	3.8	4.7	95.3		Límite Plástico (%) : 22.45
3/8"	9.500	88.7	3.1	7.9	92.1		Índice Plástico (%) : 7.47
N° 4	4.750	277.8	9.7	17.6	82.4		
N° 10	2.000	334.5	11.7	29.3	70.7		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	330.1	11.6	40.8	59.2		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	214.3	7.5	48.3	51.7		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	88.9	3.1	51.5	48.5		
N° 80	0.177	156.3	5.5	56.9	43.1		Humedad Natural (%) : 11.67
N° 100	0.150	55.4	1.9	58.9	41.1		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.928
N° 200	0.075	212.2	7.4	66.3	33.7		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 12.46
< N° 200	FONDO	962.8	33.7	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 10.97

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-2, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.	PROF	: 1.5 mt.
UBICACIÓN	: Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.	HECHO POR	: C.E.O.
MUESTRA	: Parte baja.	FECHA	: 22/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	69.49	70.38	71.55	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	62.76	63.51	64.10	
PESO DE AGUA	(gr.)	6.73	6.87	7.45	
PESO DE LA TARA	(gr.)	39.14	40.56	40.33	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	23.62	22.95	23.77	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.49	29.92	31.35	29.92
NUMERO DE GOLPES		37	26	17	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	24.43	29.22	32.52	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	22.49	26.37	29.03	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.94	2.85	3.49	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	8.95	12.60	15.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.73	22.62	23.01	22.45



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	29.92
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.45
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.47

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

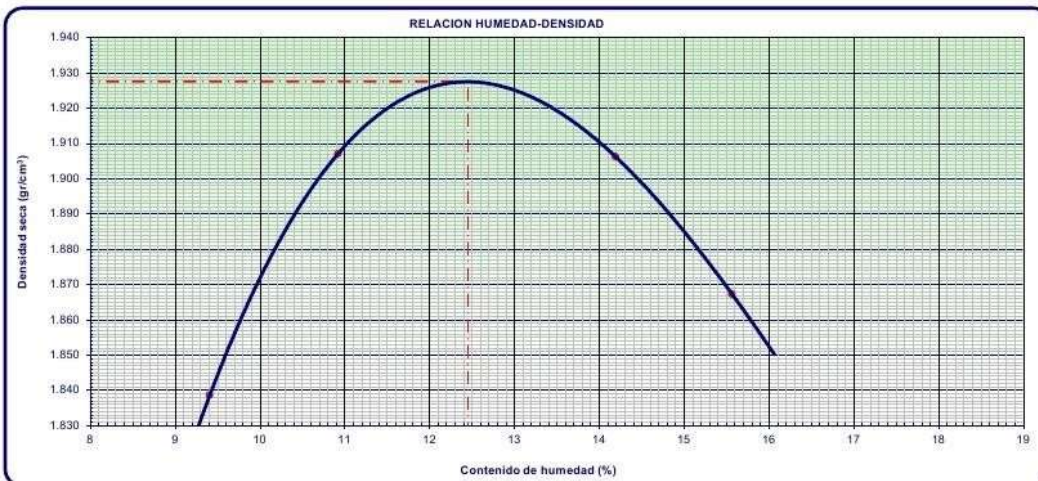
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	11751.4	11971.4	12101	12061
Peso molde + base	gr.	7491	7491	7491	7491
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4260	4480	4610	4570
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.012	2.115	2.177	2.158
Recipiente N°		Tc-09	Tc-10	Tc-11	Tc-12
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	896.6	906.7	894.9	911.4
Peso del suelo seco + tara	gr.	829.7	827.5	797.6	804.7
Peso de Tara	gr.	118.2	102.9	112.1	119.4
Peso de agua	gr.	67.0	79.2	97.3	106.7
Peso del suelo seco	gr.	711.5	724.6	685.5	685.3
Contenido de agua	%	9.4	10.9	14.2	15.6
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.838	1.907	1.906	1.867
Densidad máxima (gr/cm ³) :					1.928
Humedad óptima (%) :					12.46



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayfambamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayfambamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 23/02/2022

COMPACTACION

Condición de la muestra	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12340		12167		10917	
Peso de molde + base (g)	7756		7804		6735	
Peso del suelo húmedo (g)	4584		4363		4182	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2123		2129	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.159		2.055		1.964	
Tara (N°)	Tc-07		Tc-08		Tc-09	
Peso suelo húmedo + tara (g)	664.1		705.1		784.9	
Peso suelo seco + tara (g)	621.5		658.4		729.9	
Peso de tara (g)	277.7		280.4		284.0	
Peso de agua (g)	42.6		46.8		55.1	
Peso de suelo seco (g)	343.8		378.0		445.9	
Contenido de humedad (%)	12.4		12.4		12.4	
Densidad seca (g/cm ³)	1.922		1.829		1.748	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	63	0.6	0.5	94	0.9	0.8	137	1.4	1.2
17-Feb-22	10:20	48	86	0.9	0.7	111	1.1	1.0	140	1.4	1.2
18-Feb-22	10:20	72	97	1.0	0.8	126	1.3	1.1	141	1.4	1.2
19-Feb-22	10:20	96	100	1.0	0.9	130	1.3	1.1	143	1.4	1.2

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°7			MOLDE N°8			MOLDE N°9			
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	
0.000			0			0			0		
0.635			43			30			30		
1.270			95			78			68		
1.905			127			106			92		
2.540	70.5		156	156.8	11	129	129.6	9	109	109.2	8
3.810			216			169			141		
5.080	105.7		258	258.7	12	206	206.2	10	170	170.5	8
6.350			288			242			196		
7.620			315			264			207		

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L.

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj, Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

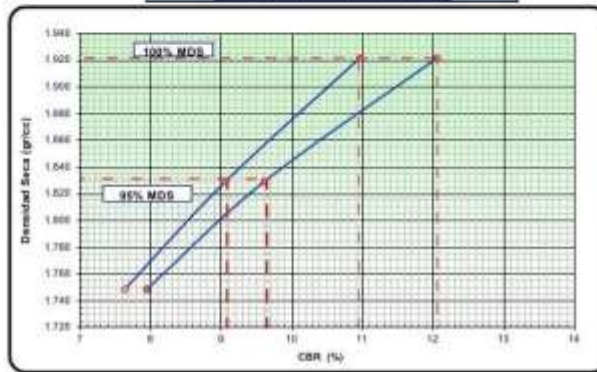
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-2, añadiendo 8% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROF. : 1.5 m.
HECHO POR : C.E.O.
FECHA : 22/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

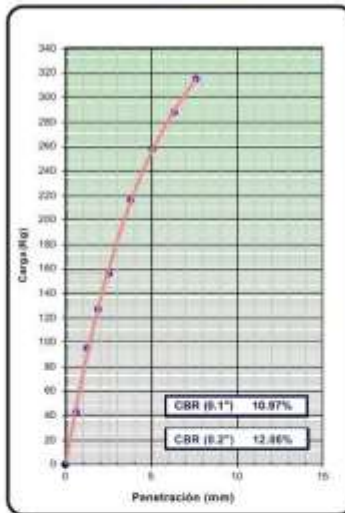
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.928
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	12.46
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.831

PORCENTAJE DEL CBR

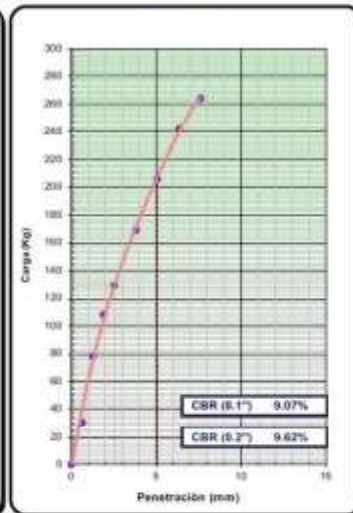
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	10.97	0.2"	12.06
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	9.09	0.2"	9.65

OBSERV.: _____

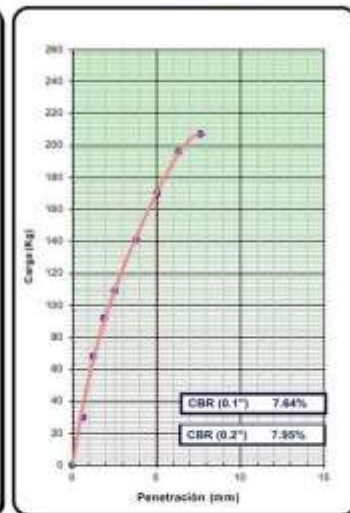
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: _____

Blancina Quispe Patiño
Ingeniero Civil
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-01		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	856.45		
PESO TARA + SUELO SECO gr	763.95		
PESO DE LA TARA gr	126.90		
PESO DEL AGUA gr	92.50		
PESO SUELO SECO gr	637.05		
HUMEDAD %	14.52		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	14.52		

Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

GEOMAT SERV E.I.R.L

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

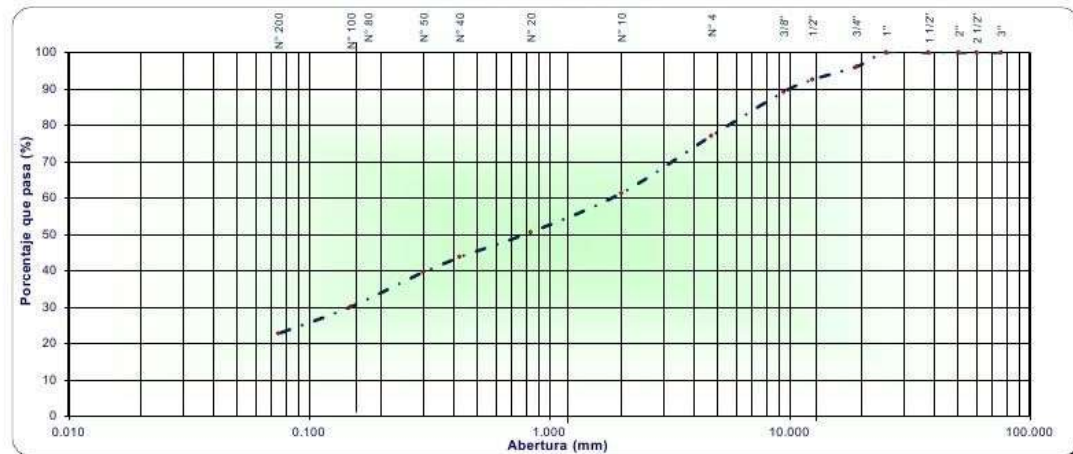
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2444.91
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 560.70
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 1884.21
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	97.5	4.0	4.0	96.0		Límite Líquido (%) : 33.46
1/2"	12.500	85.9	3.5	7.5	92.5		Límite Plástico (%) : 24.96
3/8"	9.500	81.9	3.3	10.9	89.1		Índice Plástico (%) : 8.50
N° 4	4.750	295.4	12.1	22.9	77.1		
N° 10	2.000	385.7	15.8	38.7	61.3		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	261.9	10.7	49.4	50.6		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	167.0	6.8	56.3	43.7		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	100.9	4.1	60.4	39.6		
N° 80	0.177	182.9	7.5	67.9	32.1		Humedad Natural (%) : 14.52
N° 100	0.150	49.8	2.0	69.9	30.1		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.925
N° 200	0.075	180.2	7.4	77.3	22.7		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 15.06
< N° 200	FONDO	555.8	22.7	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 8.80

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

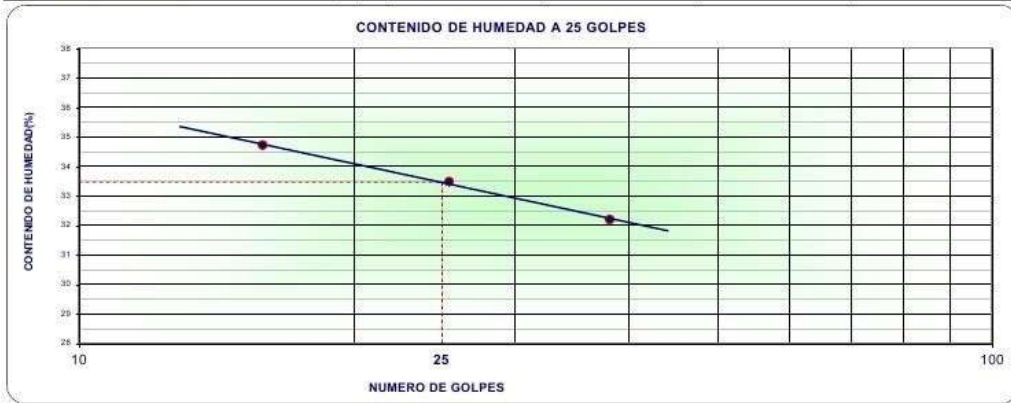
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 3% ceniza de eucalipto. **PROF** : 1.5 mt.
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER. **HECHO POR** : C.E.O.
MUESTRA : Parte baja. **FECHA** : 22/02/2022

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	72.90	69.53	70.99	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	65.12	61.76	63.05	
PESO DE AGUA	(gr.)	7.79	7.77	7.94	
PESO DE LA TARA	(gr.)	40.93	38.56	40.17	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	24.19	23.20	22.88	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.19	33.48	34.71	33.46
NUMERO DE GOLPES		38	25	16	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-01	T-02	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	28.56	32.36	35.13	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	25.55	28.65	30.89	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	3.01	3.71	4.24	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	12.01	14.88	17.02	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.03	24.91	24.93	24.96



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	33.46
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24.96
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.50

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 3% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

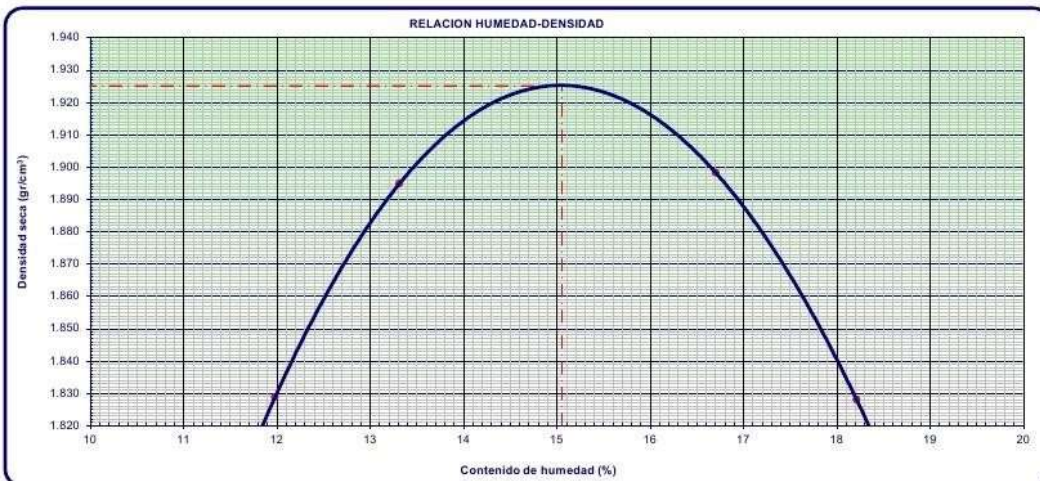
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6082.9	6175.9	6240	6189
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162
Peso suelo húmedo compactado	gr.	1921	2014	2078	2027
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.048	2.147	2.215	2.161
Recipiente N°		Tc-01	Tc-02	Tc-03	Tc-04
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	659.4	679.8	762.6	543.4
Peso del suelo seco + tara	gr.	598.4	623.2	680.8	479.0
Peso de Tara	gr.	89.6	197.7	191.3	125.0
Peso de agua	gr.	61.0	56.7	81.8	64.5
Peso del suelo seco	gr.	508.8	425.5	489.5	354.0
Contenido de agua	%	12.0	13.3	16.7	18.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.829	1.895	1.898	1.828
Densidad máxima (gr/cm ³) :					1.925
Humedad óptima (%) :					15.06



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAUER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadido 3% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte suja.

FECHA : 23/02/2022

COMPACTACIÓN

	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12303		11937		11749	
Peso de molde + base (g)	7678		7564		7581	
Peso del suelo húmedo (g)	4625		4373		4158	
Volumen del molde (cm ³)	2118		2125		2124	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.184		2.058		1.962	
Tara (N°)	Tc-01		Tc-02		Tc-03	
Peso suelo húmedo + tara (g)	588.6		717.9		630.8	
Peso suelo seco + tara (g)	528.3		639.8		561.6	
Peso de tara (g)	126.5		125.7		108.8	
Peso de agua (g)	60.4		78.1		69.2	
Peso de suelo seco (g)	401.8		514.1		452.8	
Contenido de humedad (%)	15.0		15.2		15.3	
Densidad seca (g/cm ³)	1.898		1.787		1.702	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	74	0.7	0.6	104	1.0	0.9	148	1.5	1.3
17-Feb-22	10:20	48	97	1.0	0.8	122	1.2	1.1	151	1.5	1.3
18-Feb-22	10:20	72	108	1.1	0.9	137	1.4	1.2	152	1.5	1.3
19-Feb-22	10:20	96	111	1.1	1.0	141	1.4	1.2	154	1.5	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg
0.000			0			0			0	
0.635			32			34			47	
1.270			71			70			62	
1.905			99			89			77	
2.540	70.5		125	125.8	9	103	103.5	7	88	88.3
3.810			184			139			114	
5.080	105.7		212	215.5	10	165	166.5	8	137	137.2
6.350			247			187			154	
7.620			273			199			173	

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

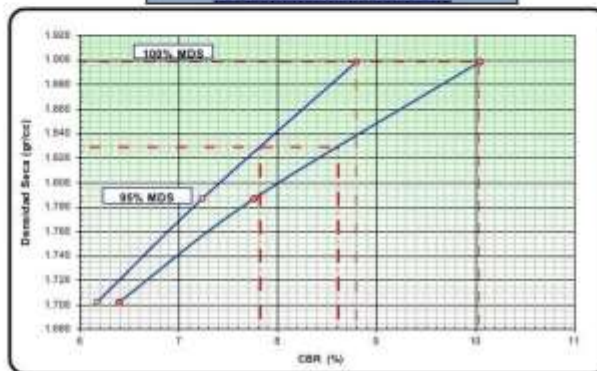
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 3% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 ml.
HECHO POR : C.E.O
FECHA : 22/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

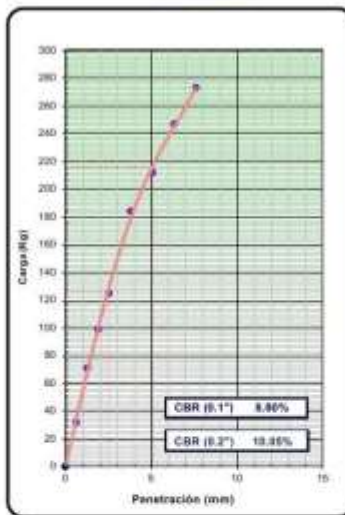
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.925
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	15.06
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.829

PORCENTAJE DEL CBR

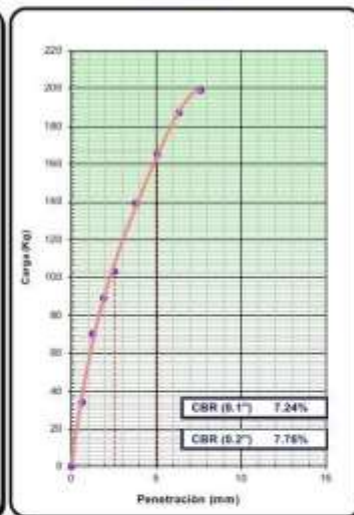
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	8.80	0.2"	10.05
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.83	0.2"	8.81

OBSERV.: _____

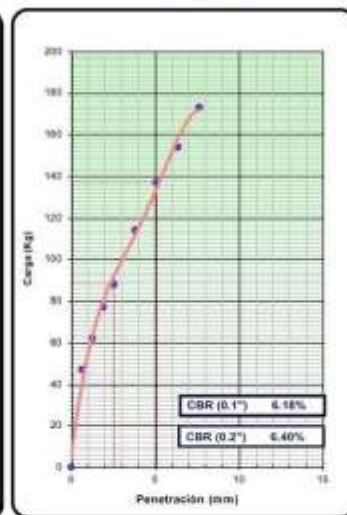
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: _____

Patricio Quispe Patiño
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVIER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-02		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	883.51		
PESO TARA + SUELO SECO gr	793.63		
PESO DE LA TARA gr	126.90		
PESO DEL AGUA gr	89.88		
PESO SUELO SECO gr	666.73		
HUMEDAD %	13.48		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	13.48		

Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

GEOMAT SERV E.I.R.L

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

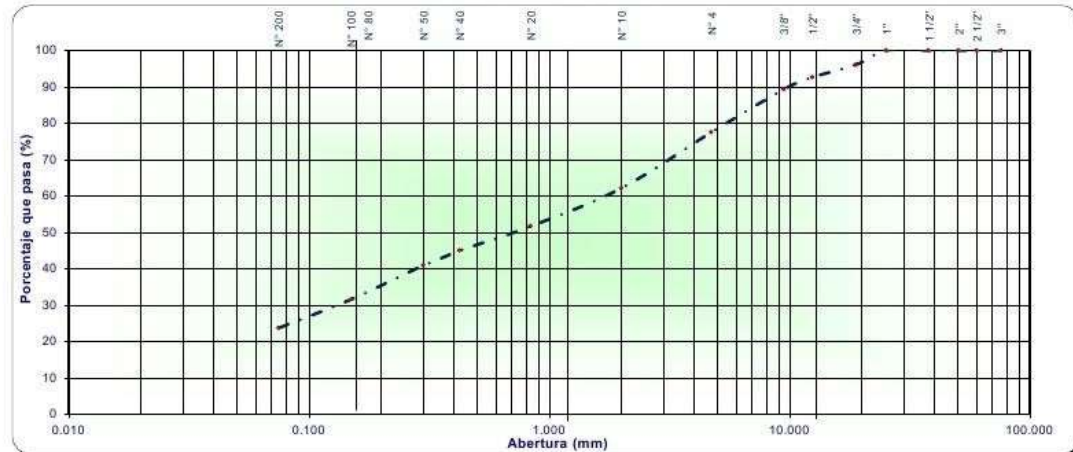
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2516.12
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 565.90
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 1950.22
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	98.8	3.9	3.9	96.1		Límite Líquido (%) : 31.85
1/2"	12.500	87.2	3.5	7.4	92.6		Límite Plástico (%) : 24.30
3/8"	9.500	83.2	3.3	10.7	89.3		Índice Plástico (%) : 7.55
N° 4	4.750	296.7	11.8	22.5	77.5		
N° 10	2.000	387.0	15.4	37.9	62.1		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	263.2	10.5	48.3	51.7		Clasificación (SUCS) : CL
N° 40	0.425	168.3	6.7	55.0	45.0		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	102.2	4.1	59.1	40.9		
N° 80	0.177	184.2	7.3	66.4	33.6		Humedad Natural (%) : 13.48
N° 100	0.150	51.1	2.0	68.4	31.6		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.965
N° 200	0.075	197.7	7.9	76.3	23.7		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 14.58
< N° 200	FONDO	596.6	23.7	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 10.69

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

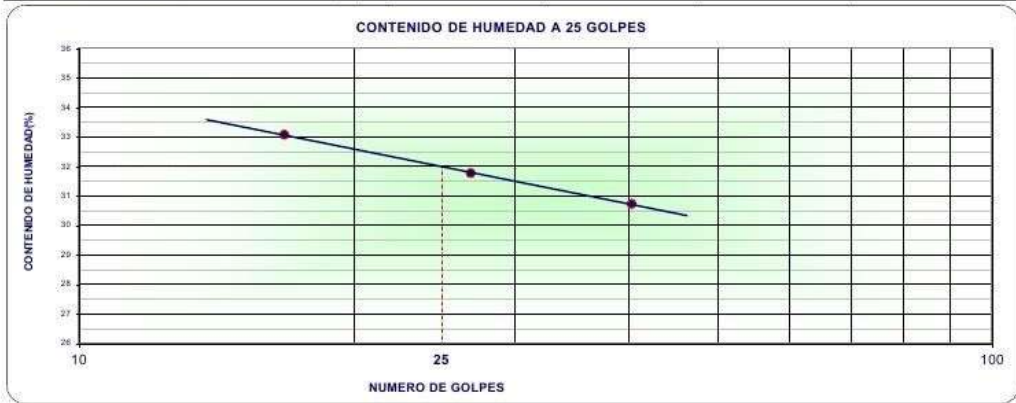
SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-3, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.	PROF	: 1.5 mt.
UBICACIÓN	: Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.	HECHO POR	: C.E.O.
MUESTRA	: Parte baja.	FECHA	: 22/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	75.03	71.50	73.06	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	67.01	63.56	64.88	
PESO DE AGUA	(gr.)	8.01	7.94	8.17	
PESO DE LA TARA	(gr.)	40.93	38.56	40.17	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	26.08	25.00	24.71	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.72	31.76	33.07	31.85
NUMERO DE GOLPES		40	27	17	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-04	T-05	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	29.39	33.31	36.16	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	26.30	29.49	31.79	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	3.10	3.82	4.37	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	12.76	15.72	17.92	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.26	24.28	24.37	24.30



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	31.85
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24.30
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.55

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES**

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

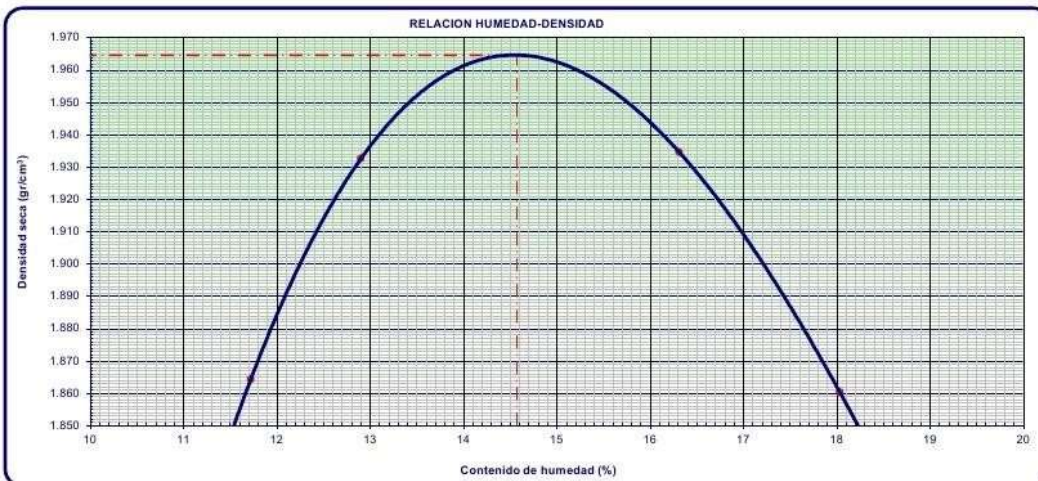
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6115.6	6208.6	6273	6222	
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	1954	2047	2111	2060	
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.083	2.182	2.250	2.196	
Recipiente N°		Tc-05	Tc-06	Tc-07	Tc-08	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	677.6	698.5	783.8	559.3	
Peso del suelo seco + tara	gr.	615.9	641.3	700.7	492.9	
Peso de Tara	gr.	89.6	197.7	191.3	125.0	
Peso de agua	gr.	61.7	57.2	83.1	66.4	
Peso del suelo seco	gr.	526.3	443.6	509.4	367.9	
Contenido de agua	%	11.7	12.9	16.3	18.0	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.864	1.933	1.934	1.860	
					<i>Densidad máxima (gr/cm³) :</i>	1.965
					<i>Humedad óptima (%) :</i>	14.58



Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 23/02/2022

COMPACTACIÓN

Condición de la muestra	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12456		12060		11862	
Peso de molde + base (g)	7678		7564		7581	
Peso del suelo húmedo (g)	4778		4496		4281	
Volumen del molde (cm ³)	2118		2125		2124	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.256		2.116		2.015	
Tara (N°)	Tc-04		Tc-05		Tc-06	
Peso suelo húmedo + tara (g)	605.8		738.8		649.1	
Peso suelo seco + tara (g)	543.7		658.5		577.9	
Peso de tara (g)	126.5		125.7		108.8	
Peso de agua (g)	62.1		80.3		71.2	
Peso de suelo seco (g)	417.2		532.8		469.1	
Contenido de humedad (%)	14.9		15.1		15.2	
Densidad seca (g/cm ³)	1.963		1.838		1.750	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	71	0.7	0.6	101	1.0	0.9	145	1.5	1.3
17-Feb-22	10:20	48	94	0.9	0.8	119	1.2	1.0	148	1.5	1.3
18-Feb-22	10:20	72	105	1.1	0.9	134	1.3	1.2	149	1.5	1.3
19-Feb-22	10:20	96	108	1.1	0.9	138	1.4	1.2	151	1.5	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	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			0			0	
0.635			39			41			36	
1.270			89			82			89	
1.905			126			112			104	
2.540	70.5		152	152.8	11	130	130.5	9	115	115.3
3.810			211			166			151	
5.080	105.7		259	262.5	12	208	208.5	10	179	179.2
6.350			294			240			206	
7.620			320			262			225	

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAYER ENCISO QRTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

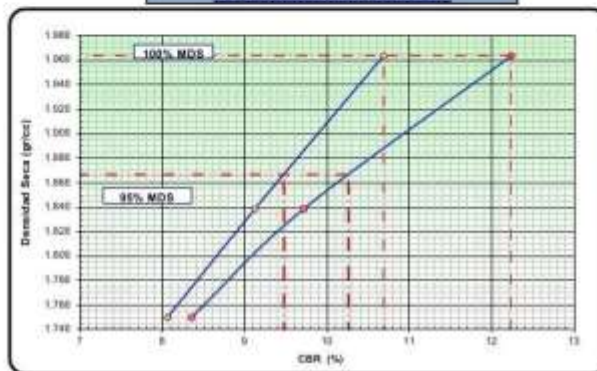
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 6% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 m.
HECHO POR : C.E.O
FECHA : 22/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

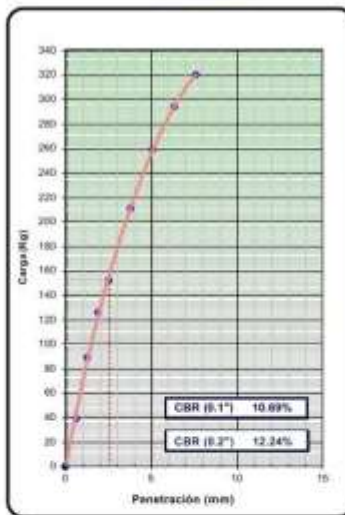
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.955
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	14.58
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.866

PORCENTAJE DEL CBR

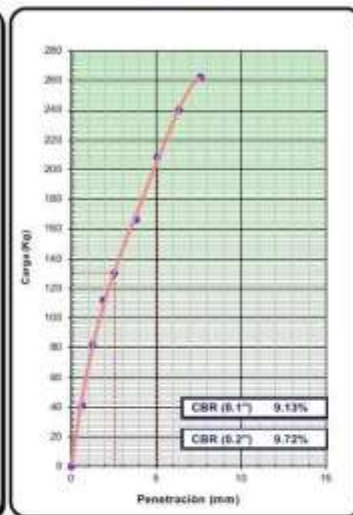
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	10.69	0.2"	12.24
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	9.47	0.2"	10.27

OBSERV.: _____

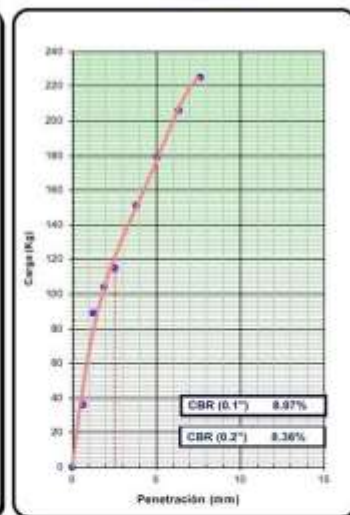
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: _____


Patricia Quispe Patiño
Ingeniero Civil
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

ENSAYO N°	1	2	2
Nro DE TARA	T-03		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr	880.31		
PESO TARA + SUELO SECO gr	792.10		
PESO DE LA TARA gr	126.90		
PESO DEL AGUA gr	88.21		
PESO SUELO SECO gr	665.20		
HUMEDAD %	13.26		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	13.26		

Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay

CEL: 944983689 - 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

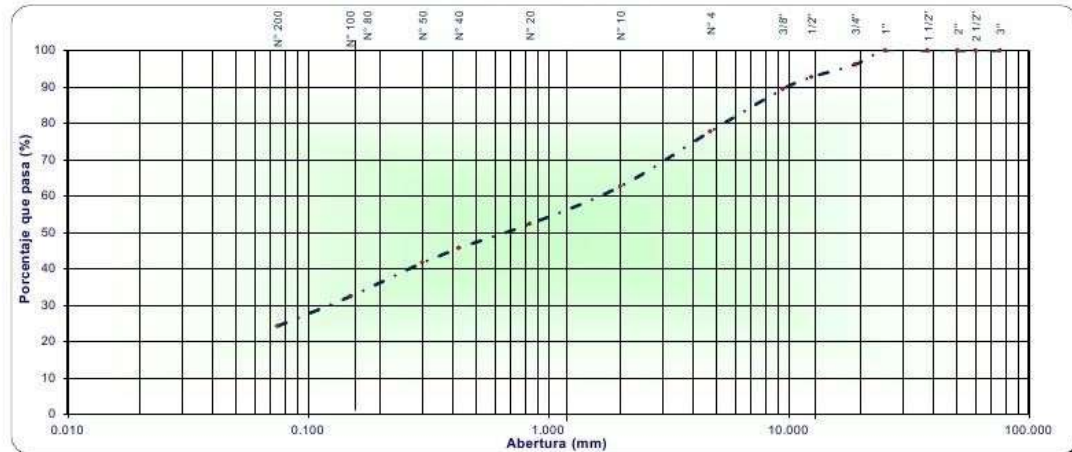
HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 2563.60
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 570.70
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 1992.90
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	100.0	3.9	3.9	96.1		Límite Líquido (%) : 31.03
1/2"	12.500	88.4	3.4	7.3	92.7		Límite Plástico (%) : 24.10
3/8"	9.500	84.4	3.3	10.6	89.4		Índice Plástico (%) : 6.93
N° 4	4.750	297.9	11.6	22.3	77.7		
N° 10	2.000	388.2	15.1	37.4	62.6		Clasificación del Suelo
N° 20	0.840	264.4	10.3	47.7	52.3		Clasificación (SUCS) : CL-ML
N° 40	0.425	169.5	6.6	54.3	45.7		Clasificación (AASHTO) : A-2-4
N° 50	0.300	103.4	4.0	58.4	41.6		
N° 80	0.177	185.4	7.2	65.6	34.4		Humedad Natural (%) : 13.26
N° 100	0.150	52.3	2.0	67.6	32.4		Máxima dens. Seca (gr/cm3) (%) : 1.975
N° 200	0.075	208.3	8.1	75.8	24.2		Óptimo Cont. de Humedad (%) : 14.42
< N° 200	FONDO	621.4	24.2	100.0			CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 11.32

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artaga
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-3, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.	PROF	: 1.5 mt.
UBICACIÓN	: Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.	HECHO POR	: C.E.O.
MUESTRA	: Parte baja.	FECHA	: 22/02/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	76.46	72.87	74.46	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	68.28	64.76	66.11	
PESO DE AGUA	(gr.)	8.19	8.11	8.35	
PESO DE LA TARA	(gr.)	40.93	38.56	40.17	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	27.35	26.20	25.94	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.93	30.96	32.19	31.03
NUMERO DE GOLPES		41	27	17	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		T-07	T-08	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	29.67	33.62	36.50	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	26.55	29.77	32.09	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.54	13.77	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	3.12	3.85	4.41	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	13.01	16.00	18.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.02	24.08	24.20	24.10



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	31.03
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24.10
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.93

Observaciones: _____


Rudecindo Quispe Artiaga
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 142948
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 8% ceniza de eucalipto.

PROF : 1.5 mt.

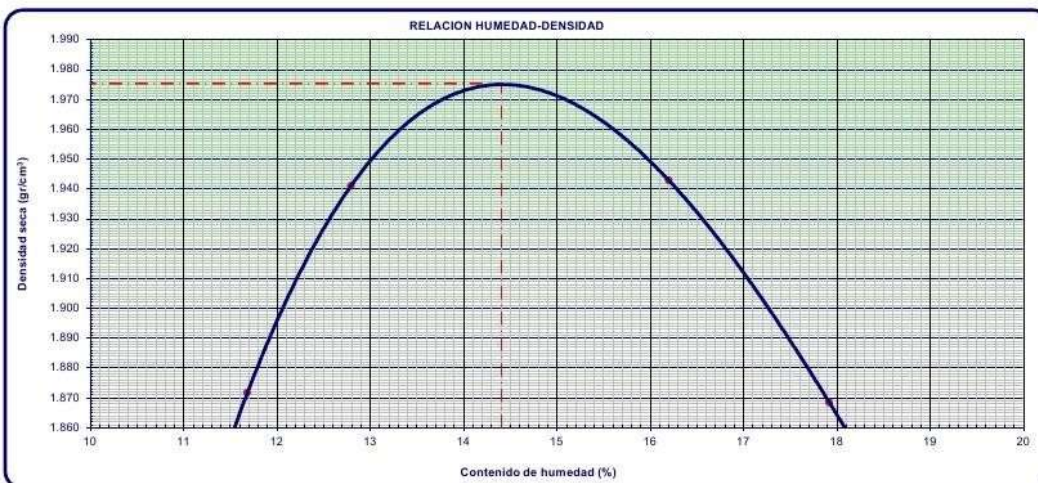
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayllabamba (km 0+000 - km 1+000), - L/DER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 22/02/2022

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	gr.	6122.6	6215.6	6280	6229
Peso molde + base	gr.	4162	4162	4162	4162
Peso suelo húmedo compactado	gr.	1961	2054	2118	2067
Volumen del molde	cm ³	938	938	938	938
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.090	2.189	2.258	2.203
Recipiente N°		Tc-09	Tc-10	Tc-11	Tc-12
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	690.3	711.7	798.6	569.8
Peso del suelo seco + tara	gr.	627.5	653.4	713.9	502.2
Peso de Tara	gr.	89.6	197.7	191.3	125.0
Peso de agua	gr.	62.9	58.3	84.7	67.6
Peso del suelo seco	gr.	537.9	455.7	522.6	377.2
Contenido de agua	%	11.7	12.8	16.2	17.9
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.871	1.941	1.943	1.868
Densidad máxima (gr/cm ³) :					1.975
Humedad óptima (%) :					14.42



Observaciones:


Rudecindo Quispe Artiaga
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 142948
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomat@geomat.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO ORTIZ

PROYECTO : Adición de cancha de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayfambamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 6% ceniza de eucalipto.

PROF. : 1.5 mt.

UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huayfambamba (km 0+000 - km 1+000), - LIDER.

HECHO POR : C.E.O.

MUESTRA : Parte baja.

FECHA : 23/02/2022

COMPACTACION

Condición de la muestra	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12478		12082		11884	
Peso de molde + base (g)	7678		7564		7581	
Peso del suelo húmedo (g)	4800		4518		4303	
Volumen del molde (cm ³)	2118		2125		2124	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.266		2.126		2.026	
Tara (N°)	Tc-07		Tc-08		Tc-09	
Peso suelo húmedo + tara (g)	617.2		752.8		661.4	
Peso suelo seco + tara (g)	553.9		670.9		588.8	
Peso de tara (g)	126.5		125.7		108.8	
Peso de agua (g)	63.3		81.9		72.6	
Peso de suelo seco (g)	427.4		545.2		480.0	
Contenido de humedad (%)	14.8		15.0		15.1	
Densidad seca (g/cm ³)	1.974		1.848		1.760	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15-Feb-22	10:20	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
16-Feb-22	10:20	24	68	0.7	0.6	98	1.0	0.8	142	1.4	1.2
17-Feb-22	10:20	48	91	0.9	0.8	116	1.2	1.0	145	1.5	1.3
18-Feb-22	10:20	72	102	1.0	0.9	131	1.3	1.1	146	1.5	1.3
19-Feb-22	10:20	96	105	1.1	0.9	135	1.4	1.2	148	1.5	1.3

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°7			MOLDE N°8			MOLDE N°9		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg
0.000			0			0			0	
0.635			43			45			40	
1.270			98			88			98	
1.905			135			118			113	
2.540	70.5		161	161.8	11	136	136.5	10	124	124.3
3.810			220			172			160	
5.080	105.7		268	271.5	13	217	217.5	10	193	193.2
6.350			303			249			220	
7.620			329			271			239	

Observaciones:





GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : CLAVER ENCISO QRTIZ
PROYECTO : Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huaylabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

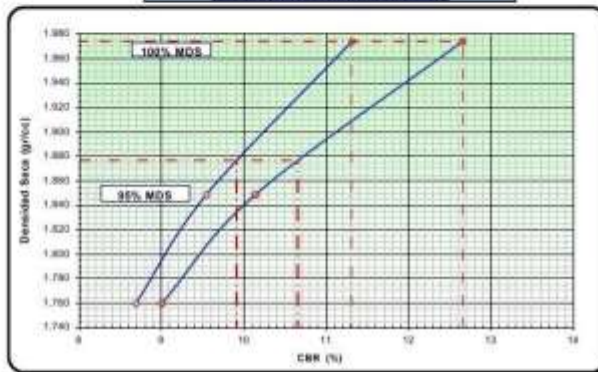
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3, añadiendo 8% ceniza de eucalipto
UBICACIÓN : Carretera Abancay - Huaylabamba (km 0+000 - km 1+000) - LIDER.
MUESTRA : Parte baja.

PROP. : 1.5 m.
HECHO POR : C.E.O.
FECHA : 22/02/2022

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

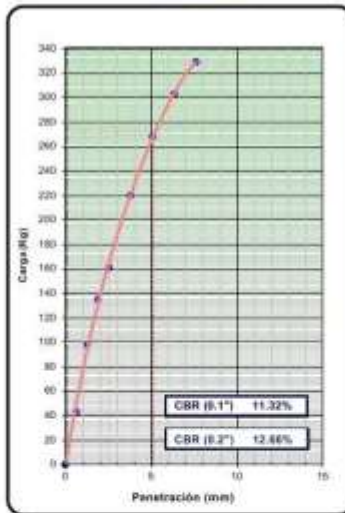
PROCTOR MODIFICADO ASTM D	:	1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.975
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	14.42
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.875

PORCENTAJE DEL CBR

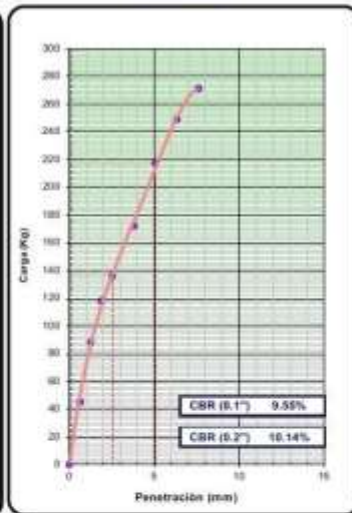
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	11.32	0.2"	12.86
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	9.93	0.2"	10.65

OBSERV.: _____

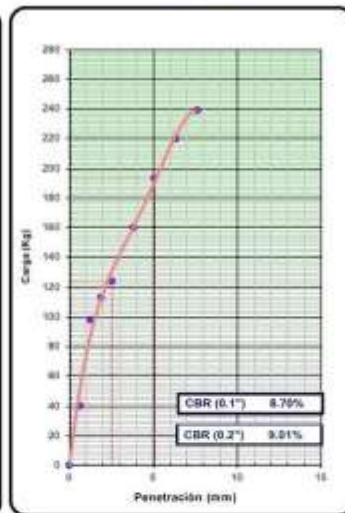
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: _____


Patricia Quispe Patiño
Ingeniero Civil
CIP N° 120946
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Anexo 7. Fichas de instrumentos de recolección de datos llenados.

INDICADOR: CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO ORTIZ




I. INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
 DISTRITO: Abancay
 PROVINCIA: Abancay
 REGIÓN: Apurímac
 FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

Dosificación		CALICATAS		
		C-1	C-2	C-3
N°	CE	CH	CH	CH
	%	%	%	%
D ₀	0	16.79	14.27	15.64
D ₁	3	15.62	13.20	14.52
D ₂	6	14.58	12.25	13.48
D ₃	8	13.79	11.67	13.26
Promedio Humedad:		15.20	12.85	14.23
Humedad Óptima:		13.79	11.67	13.26

III. VALIDACIÓN:

N°	JUICIO DE EXPERTOS	VALIDEZ	
1	APELLIDOS: Corbajal Céspedes	 Carmen Corbajal Céspedes ING. CIVIL CIP. N° 270374 FIRMA	0.92
	NOMBRES: Carmen		
	PROFESIÓN: Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°: 270374		
	EMAIL: Carmenxi.cc@gmail.com		
	TELEFONO: 993024014		
2	APELLIDOS: KARI BENITES	 Raúl Kari Benites ING. CIVIL CIP. N° 270380 FIRMA	0.88
	NOMBRES: RAUL		
	PROFESIÓN: Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°: 270380		
	EMAIL: raulkari.benites@gmail.com		
	TELEFONO: 922293897		
3	APELLIDOS: Meza Tintaya	 Margoth Meza Tintaya ING. CIVIL CIP. N° 270383 FIRMA	0.95
	NOMBRES: Margoth		
	PROFESIÓN: Ing. civil		
	REGISTRO CIP N°: 270383		
	EMAIL: meza.tintaya01@gmail.com		
	TELEFONO: 982573259		

Según Oseda (2009) la validez esta entre:

TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.89	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

CH:	Contenido de Humedad.
CE:	Ceniza de Eucalipto.

INDICADOR: LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO ORTIZ

I. INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
 DISTRITO: Abancay
 PROVINCIA: Abancay
 REGIÓN: Apurímac
 FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

Dosificación	CALICATAS									
	CE	C-1			C-2			C-3		
N°	%	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
D ₀	0	37.94	26.67	11.28	34.47	24.76	9.69	35.11	25.70	9.41
D ₁	3	35.65	25.27	10.39	32.45	23.81	8.65	33.46	24.06	8.50
D ₂	5	33.87	24.08	9.80	30.92	22.96	7.96	31.85	24.30	7.55
D ₃	8	32.81	23.38	9.44	29.92	22.45	7.47	31.03	24.10	6.93
Promedio:		35.07	24.85	10.23	31.94	23.80	8.44	32.86	24.77	8.10
Óptimo:		32.81	23.38	9.44	29.92	22.45	7.47	31.03	24.10	6.93

III. VALIDACION:

N°	JUICIO DE EXPERTOS		VALIDEZ	
1	APELLIDOS:	Carbajal Cespedes	 Carmen Carbajal Cespedes ING. CIVIL CIP. N° 270374 TRAMA	0.92
	NOMBRES:	Carmen		
	PROFESIÓN:	Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°:	270374		
	EMAIL:	Carmenx1.cc@gmail.com		
	TELEFONO:	993024014		
2	APELLIDOS:	KARI BENITES	 Raúl Kari Benites ING. CIVIL CIP. N° 270380 TRAMA	0.88
	NOMBRES:	Raúl		
	PROFESIÓN:	ING. CIVIL		
	REGISTRO CIP N°:	270380		
	EMAIL:	Raul.karibenites@gmail.com		
	TELEFONO:	922293897		
3	APELLIDOS:	Meza Tintaya	 Margoth Meza Tintaya ING. CIVIL CIP. N° 270383 TRAMA	0.95
	NOMBRES:	Margoth		
	PROFESIÓN:	Ing. civil		
	REGISTRO CIP N°:	270383		
	EMAIL:	meza.tintaya01@gmail.com		
	TELEFONO:	932573259		

Según Oseda (2009) la validez esta entre:

TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

LL:	Límite Líquido.
LP:	Límite Plástico.
IP:	Índice de Plasticidad.
CE:	Ceniza de Eucalipto.

INDICADOR: COMPACTACIÓN DEL SUELO (gr/cm³ - %)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO ORTIZ

I. INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
 DISTRITO: Abancay
 PROVINCIA: Abancay
 REGIÓN: Apurímac
 FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

Doatificación	CALICATAS						
	CE	C-1		C-2		C-3	
		%	DMS gr/cm ³	OCH %	DMS gr/cm ³	OCH %	DMS gr/cm ³
D ₀	0	1.903	16.15	1.877	13.35	1.886	15.55
D ₁	3	1.937	15.67	1.896	12.98	1.925	15.06
D ₂	6	1.876	14.95	1.915	12.64	1.965	14.58
D ₃	8	1.888	14.75	1.928	12.46	1.975	14.42
Promedio:		1.951	15.38	1.904	12.86	1.938	14.90
Óptimo:		1.988	14.75	1.928	12.46	1.975	14.42

III. VALIDACIÓN:

N°	JUICIO DE EXPERTOS			VALIDEZ		
1	APELLIDOS:	Carbajal Cespedes			  Carmen Carbajal Cespedes ING. CIVIL CIP. N° 270374	0.92
	NOMBRES:	Carmen				
	PROFESIÓN:	Ing. Civil				
	REGISTRO CIP N°:	270374				
	EMAIL:	Carmenxi.cc@gmail.com				
	TELEFONO:	993024014				
2	APELLIDOS:	KARI BENITES			  Raúl Kari Benites ING. CIVIL CIP. N° 270380	0.88
	NOMBRES:	RAUL				
	PROFESIÓN:	ING. CIVIL				
	REGISTRO CIP N°:	270380				
	EMAIL:	raulkaribenites@gmail.com				
	TELEFONO:	922293897				
3	APELLIDOS:	Meza Tintaya			  Margoth Meza Tintaya ING. CIVIL CIP. N° 270383	0.95
	NOMBRES:	Margoth				
	PROFESIÓN:	Ing. civil				
	REGISTRO CIP N°:	270383				
	EMAIL:	meza-tintaya01@gmail.com				
	TELEFONO:	932573259				

Según Oseda (2009) la validez esta entre:

TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Validez
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.89	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

OCH:	Óptimo Contenido Humedad.
DMS:	Densidad Máxima Seca.
CE:	Ceniza de Eucalipto.



FICHA TÉCNICA N° 04

INDICADOR: CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) (%)

TÍTULO: Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, distrito y provincia de Abancay - Apurímac, 2022.

AUTOR: CLAVER, ENCISO ORTIZ

I. INFORMACIÓN GENERAL:

UBICACIÓN: Carretera Abancay - Huayllabamba, (km0+000 - km1+000)
 DISTRITO: Abancay
 PROVINCIA: Abancay
 REGION: Apurímac
 FECHA: 25/02/2022

II. RESUMEN DE DATOS:

N°	CE	CALICATAS											
		C-1				C-2				C-3			
		CBR				CBR				CBR			
		0.1" 95%	0.1" 100%	0.2" 95%	0.2" 100%	0.1" 95%	0.1" 100%	0.2" 95%	0.2" 100%	0.1" 95%	0.1" 100%	0.2" 95%	0.2" 100%
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
D ₂	0	5.48	6.61	6.48	8.58	5.85	7.54	6.35	8.17	5.61	6.91	6.44	8.78
D ₁	3	7.46	8.36	9.81	9.98	6.98	9.22	7.78	10.76	7.83	8.80	8.61	10.05
D ₂	6	8.47	10.48	9.25	12.31	8.70	10.56	9.88	11.88	9.47	10.69	10.27	12.24
D ₁	8	9.88	11.88	10.17	13.15	9.09	10.97	8.65	12.08	8.92	11.32	10.65	12.68
Promedio:		7.82	9.32	8.63	11.01	7.88	9.57	8.24	10.97	8.21	9.43	8.99	10.94
Óptimo:		9.88	11.88	10.17	13.15	9.09	10.97	8.65	12.08	8.92	11.32	10.65	12.68

III. VALIDACIÓN:

N°	JUICIO DE EXPERTOS		VALIDEZ	
1	APELLIDOS:	Carbajal Cespedes	 Carmen Carbajal Cespedes ING. CIVIL CIP. N° 270374	0.92
	NOMBRES:	Carmen		
	PROFESIÓN:	Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°:	270374		
	EMAIL:	Carmenxi.cc@gmail.com		
	TELEFONO:	993024014		
2	APELLIDOS:	KARI BENITES	 Raúl Kari Benites ING. CIVIL CIP. N° 270380	0.88
	NOMBRES:	Raúl		
	PROFESIÓN:	ING. CIVIL		
	REGISTRO CIP N°:	270380		
	EMAIL:	raulkaribenites@gmail.com		
	TELEFONO:	922293897		
3	APELLIDOS:	Meza Tintaya	 Margoth Meza Tintaya ING. CIVIL CIP. N° 270383	0.95
	NOMBRES:	Margoth		
	PROFESIÓN:	Ing. Civil		
	REGISTRO CIP N°:	270383		
	EMAIL:	meza.tintaya01@gmail.com		
	TELEFONO:	932573259		

Según Oseda (2009) la validez esta entre:



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Validez
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.88	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

LEYENDA:

CBR:	Capacidad de Soporte del Suelo (california bearing ratio CBR).
CE:	Ceniza de Eucalipto.


TOTAL:	2.75
PROMEDIO:	0.92

Anexo 8. Certificados de calibración de equipos.

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOMAT SERV E.I.R.L.
Dirección PSJ. MONTEVIDEO MZ "D" LOTE N°4 URBANIZACIÓN LAS AMÉRICAS-ABANCAY - APURÍMAC
Instrumento de medición BALANZA
Identificación 033-003-2020
Intervalo de indicación 600 g
División de escala 0.1 g
Resolución
División de verificación (e) 0.1 g
Tipo de indicación Digital
Marca / fabricante OHAUS
Modelo SE602F
N° de serie B413425350
Procedencia USA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOMAT SERV E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNA-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)


Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyrna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones o Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019


Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300 g			Carga L1= 600 g		
	I (g)	ΔI (g)	F (g)	I (g)	ΔI (g)	F (g)
1	300.0	0	0	600	0	0
2	300.0	0	0	600	0	0
3	300.0	0	0	600	0	0
4	300.0	0	0	600	0	0
5	300.0	0	0	600	0	0
6	300.0	0	0	600	0	0
7	300.0	0	0	600	0	0
8	300.0	0	0	600	0	0
9	300.0	0	0	600	0	0
10	300.0	0	0	600	0	0
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
300	0.03			0.1		
600	0.05			0.5		


Ing. Hugo José Arévalo Carrica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138351



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 303-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔI (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	E_c (g)
1	1	1	0	0	500	500	0	0	0
2		1	0	0		500	0	0	0
3		1	0	0		500	0	0	0
4		1	0	0		500	0	0	0
5		1	0	0		500	0	0	0

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽¹⁾ (mg)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E_c (g)	
1	1.00	0	0	0	1.00	0	0	0	0.1
5	5.00	0	0	0	5.00	0	0	0	0.1
10	10.01	0	0	0	10.01	0	0	0	0.1
20	20.01	0	0	0	20.01	0	0	0	0.1
50	49.99	0	0	0	49.99	0	0	0	0.1
100	100.03	0	0	0	100.03	0	0	0	0.1
150	150.00	0	0	0	150.00	0	0	0	0.1
200	200.04	0	0	0	200.04	0	0	0	0.1
400	400.00	0	0	0	400.00	0	0	0	0.5
500	499.97	0	0	0	499.97	0	0	0	0.5
600	599.95	0	0	0	599.95	0	0	0	0.5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔI : Carga incrementada

E: Error encontrado

E_0 : Error en cero

E_c : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"


Ing. Hugo Luis Arévalo Camico
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138851



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com.pe

www.arsougroup.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 143 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 3

1. EXPEDIENTE : 15396
2. SOLICITANTE : GEOMAT SERV E.I.R.L.
- DIRECCIÓN : PSJ. MONTEVIDEO MZ "D" LOTE N°4 URBANIZACIÓN LAS AMÉRICAS - ABANCAY - APURÍMAC
3. EQUIPO : HORNO ELÉCTRICO
- MARCA : A&A INSTRUMENTS
- MODELO : STHX-1A
- N° SERIE : 141058
- PROCEDENCIA : CHINA
- VENTILACIÓN : FORZADA
- TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	TERMÓMETRO
ALCANCE DE INDICACIÓN	-100 °C a 300 °C	-100 °C a 300 °C
DIV. ESCALA / RESOLUCIÓN	0,1 °C	0,1 °C
TIPO	DIGITAL	DIGITAL

4. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 12 de Mayo del 2015 en las instalaciones de la empresa TECNICAS CP.

5. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :

La calibración se efectuó por comparación tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático del SNM- INDECOPI. Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración N° LT-676-2014 trazable al SNM/INDECOPI.

6. OBSERVACIONESSe colocó un sticker con la indicación de **CALIBRADO**.Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta a sido realizada, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura para la tolerancia de $111\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

El equipo no presenta Termómetro o Indicador de temperatura interna del medio.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Fecha de Emisión

2021-05-12

Jefe del Laboratorio de Metrología



Ing. WILLIAMS PÉREZ COELLO

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 143 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 3

7. RESULTADOS

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones:

Temperatura Ambiental : 126,9 °C
Humedad Relativa : 68 %

Tiempo de estabilización del equipo : 2 hr 00 min

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones (°C)										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	108,5	113,0	111,5	109,4	109,6	107,9	110,8	110,5	109,6	109,8	110,1	5,1
02	110,0	108,8	113,2	111,4	109,3	109,6	108,1	111,1	110,3	109,5	109,8	110,1	5,1
04	110,0	108,6	113,4	111,9	109,4	109,7	107,9	110,8	110,5	109,6	109,8	110,2	5,5
06	110,0	108,6	113,6	111,6	109,4	109,7	108,0	110,5	109,8	109,6	109,8	110,1	5,6
08	110,0	108,7	113,5	111,7	109,1	109,6	107,9	110,7	110,3	109,5	109,8	110,1	5,6
10	110,0	108,5	113,4	111,6	109,3	109,7	108,0	110,7	110,3	109,5	109,8	110,1	5,4
12	110,0	108,5	113,5	111,6	109,4	109,7	108,1	110,8	110,2	109,3	109,7	110,1	5,4
14	110,0	108,7	113,1	111,8	109,4	109,6	108,1	110,8	110,1	109,5	109,8	110,1	5,0
16	110,0	108,8	112,9	111,7	109,5	109,5	108,0	110,6	110,3	109,5	109,7	110,1	4,9
18	110,0	108,7	113,0	111,4	109,5	109,5	108,1	110,5	110,3	109,4	109,6	110,0	4,9
20	110,0	108,7	112,8	111,6	109,3	109,6	108,1	110,8	110,2	109,3	109,7	110,0	4,7
22	110,0	108,5	113,0	111,6	109,4	109,5	107,9	111,0	110,4	109,4	109,7	110,0	5,1
24	110,0	108,8	113,1	111,7	109,4	109,5	108,0	110,9	110,3	109,4	109,6	110,1	5,1
26	110,0	108,6	113,3	111,6	109,2	109,6	107,8	110,9	110,3	109,5	109,5	110,0	5,5
28	110,0	108,6	113,4	111,6	109,5	109,5	107,8	110,8	110,3	109,5	109,9	110,1	5,6
30	110,0	108,5	113,4	111,6	109,6	109,6	107,8	110,6	110,3	109,5	109,7	110,1	5,6
32	110,0	108,5	113,5	111,7	109,4	109,5	107,9	110,9	110,4	109,5	109,9	110,1	5,6
34	110,0	108,7	113,5	111,5	109,4	109,7	107,8	110,9	110,5	109,5	109,7	110,1	5,7
36	110,0	108,5	113,3	111,5	109,2	109,7	107,9	110,5	110,1	109,5	109,8	110,0	5,4
38	110,0	108,5	113,3	111,4	109,3	109,6	107,8	110,6	110,2	109,5	109,8	110,0	5,5
40	110,0	108,5	113,1	111,5	109,2	109,7	107,9	110,7	110,1	109,3	109,6	110,0	5,2
42	110,0	108,7	112,9	111,7	109,5	109,7	108,0	110,6	110,0	109,3	109,6	110,0	4,9
44	110,0	108,6	112,8	111,7	109,3	109,5	108,0	110,8	110,2	109,4	109,6	110,0	4,8
46	110,0	108,7	113,1	111,9	109,3	109,6	108,0	110,9	110,5	109,6	109,7	110,1	5,1
48	110,0	108,7	113,0	111,4	109,3	109,4	107,9	111,0	110,3	109,6	109,8	110,0	5,1
50	110,0	108,5	113,0	111,4	109,2	109,5	107,9	110,9	110,3	109,5	109,7	110,0	5,1
52	110,0	108,6	113,3	111,7	109,3	109,7	108,1	110,6	110,2	109,5	109,9	110,1	5,2
54	110,0	108,6	113,2	111,4	109,4	109,5	108,0	111,1	110,5	109,6	109,6	110,1	5,2
56	110,0	108,7	113,2	111,7	109,3	109,5	108,0	111,0	110,6	109,7	109,9	110,2	5,2
58	110,0	108,7	113,4	111,5	109,3	109,5	107,7	110,7	110,3	109,6	109,9	110,1	5,7
60	110,0	108,5	113,0	111,4	109,2	109,5	107,9	110,9	110,3	109,5	109,7	110,0	5,1
T. PROM.	110,0	108,6	113,2	111,6	109,3	109,6	107,9	110,8	110,3	109,5	109,7	110,1	
T. MAX.	110,0	108,8	113,6	111,9	109,6	109,7	108,1	111,1	110,6	109,7	109,9		
T. MIN.	110,0	108,5	112,8	111,4	109,1	109,4	107,7	110,5	109,8	109,3	109,5		
DTT	0,0	0,3	0,8	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,8	0,4	0,4		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
0,8	5,3	0,2

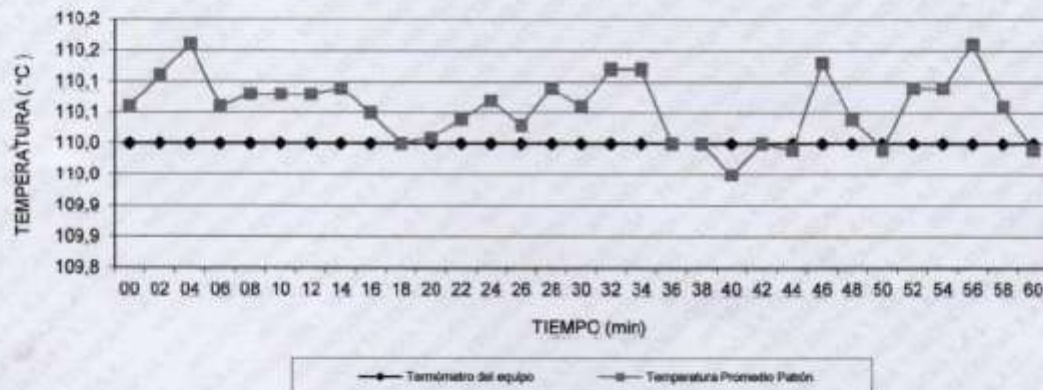


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 143 - 2021

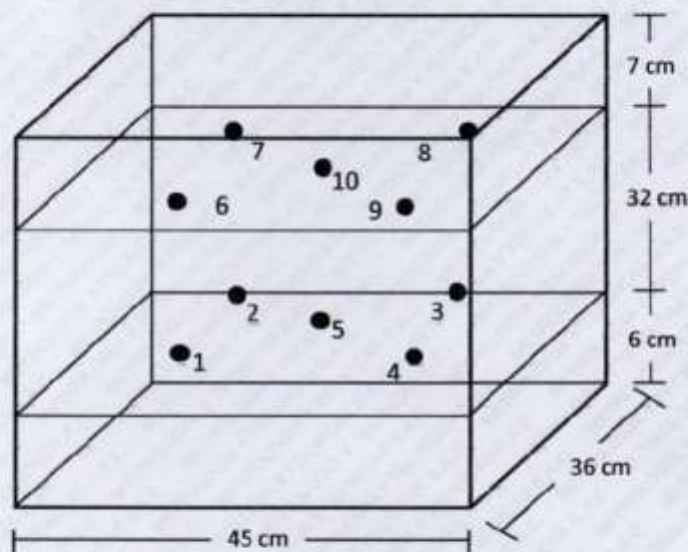
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 3

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de su respectivo nivel.
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 7 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del horno.

8. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura $k = 2$, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

Metrología y Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (51) 540-0642

Cel.: (51) 971 439 272 / 971 439 282

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOMAT SERV E.I.R.L.
Dirección PSI. MONTEVIDEO MZ "D" LOTE N°4 URBANIZACIÓN LAS AMÉRICAS - ABANCAY - APURÍMAC
Instrumento de medición COPA CASAGRANDE
Identificación 031-003-2020
Marca PINZLIAR
Modelo PS-11
Serie 7997
Mecanismo Manual
Ranurador ACERO
Procedencia COLOMBIA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOMAT SERV E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
INGENIERO CIVIL
CIF N° 138251



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados


IMAGEN N° 01

Dimensiones	Anillo de Límite Líquido				Ranurador					
	Coturno de la Cazuela			Copa desde la guía del elevador hasta la base	Base			Extremo Curvado		
	A	B	C		N	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa		Epaisseur	Longo	Arête	Epaisseur	Rayon Courbure	Arête
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	± 2	± 0.1	± 1	± 1.5	± 5	± 5	± 5	± 0.1	± 0.1	± 0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	± 0.08	± 0.004	± 0.4	± 0.6	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.004	± 0.004	± 0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPOSOR	1.90	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27.04	+/- 1	OK


Ing. Hugo Luis Arévalo Camier
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 13631



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La Virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47.10	+/- 1.5	OK
ESPESOR	52.08	+/- 5	OK
LARGO	152.44	+/- 5	OK
ANCHO	125.65	+/- 5	OK
HUELLA	5.93	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10.02	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10.09	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.05	+/- 0.1	OK
ANCHO	13.40	+/- 0.1	OK

Observaciones

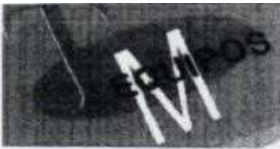
1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"


Ing. Hugo Luis Anivalo Camínez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138051



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 131 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



INFORME TECNICO
MOLDE PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR

TAMIEQUIPOS Ltda.
EQUIPOS DE LABORATORIO

diámetro interno	6" (152,4mm)
Altura	116,43 mm
Serie	1770

El molde proctor modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557

Fecha: Mayo 05 del 2021

Aprobado:

Dep. Metrologia Pedro Rojas



INFORME TECNICO
MARTILLO PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR

TAMIEQUIPOS *Ltda.*
EQUIPOS DE LABORATORIO

Peso	10 libras
Caída	18 " (pulgadas)
Serie	1861

El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557

Fecha: Mayo 05 del 2021


Aprobado:

Dep. Metrología Pedro Rojas

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOMAT SERV E.I.R.L.
Dirección PSJ. MONTEVIDEO MZ "D" LOTE N°4 URBANIZACIÓN LAS AMÉRICAS - ABANCAY - APURÍMAC
Instrumento de medición DÍAL INDICADOR
Identificación 027-003-2020
Marca LITZ GERMANY
Modelo NO INDICA
Serie 21278
Sensibilidad 25mm - 0.01mm
Procedencia GERMANY
Lugar de calibración Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Patrones o Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

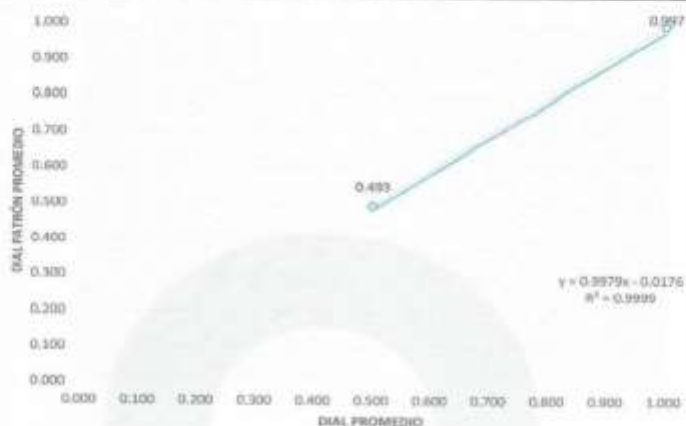
DIAL INDICADOR PATRÓN mm	LECTURA DE DIAL DE EXPANSIÓN			SERIE PROMEDIO mm
	SERIE (1) mm	SERIE (2) mm	SERIE (3) mm	
0.50	0.490	0.490	0.500	0.4933
1.00	1.000	0.990	1.000	0.9967
1.50	1.500	1.500	1.490	1.4967
2.00	2.000	2.000	2.000	2.0000
2.50	2.500	2.500	2.500	2.5000
3.00	3.000	3.000	2.900	2.9667
4.00	3.900	3.800	4.000	3.9000
5.00	4.900	4.900	5.000	4.9333
6.00	6.000	5.900	5.900	5.9333
7.00	7.000	6.900	7.000	6.9667
8.00	8.000	8.000	8.000	8.0000
9.00	9.000	9.000	9.000	9.0000


Ing. Hugo Luis Arévalo Camiza
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138501



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:
Donde: $y = 0,9979x - 0,0176$
Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

X : Lectura dial (in)
Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)




Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
INGENIERO CIVIL
CIR. N° 138851

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La Virreyñá, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 071 - 2017

Página : 1 de 2

Expediente : T 079-2021
Fecha de emisión : 2021-03-01

1. Solicitante : GEOMAT SERV E.I.R.L.

Dirección : PSJ. MONTEVIDEO MZ "D" LOTE N°4 URBANIZACIÓN
LAS AMÉRICAS - ABANCAY-APURÍMAC

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : MG LABORATORIO

Serie de Prensa : 013-1617

Marca de Celda : MAVIN

Modelo de Celda : NS4-5t

Serie de Celda : E5801346

Capacidad de Celda : 5 t

Marca de Indicador : HIWEIGH

Modelo de Indicador : 315-X5

Serie de Indicador : 0215445

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

PSJ. MONTEVIDEO MZ "D" LOTE N°4 URBANIZACIÓN LAS AMÉRICAS - ABANCAY - APURÍMAC
01 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

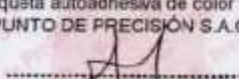
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,6	24,2
Humedad %	54	54

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 071 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	500,89	498,24	-0,18	0,35	500	0,09	0,53
1000	997,15	995,28	0,29	0,47	996	0,38	0,19
1500	1493,08	1491,53	0,46	0,56	1492	0,52	0,10
2000	1992,62	1990,45	0,37	0,48	1992	0,43	0,11
2500	2496,54	2489,78	0,14	0,41	2493	0,27	0,27
3000	2990,25	2987,95	0,33	0,40	2989	0,36	0,08
3500	3487,63	3488,62	0,35	0,33	3488	0,34	-0,03
4000	3985,24	3984,75	0,37	0,38	3985	0,38	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0036x + 0,0696$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

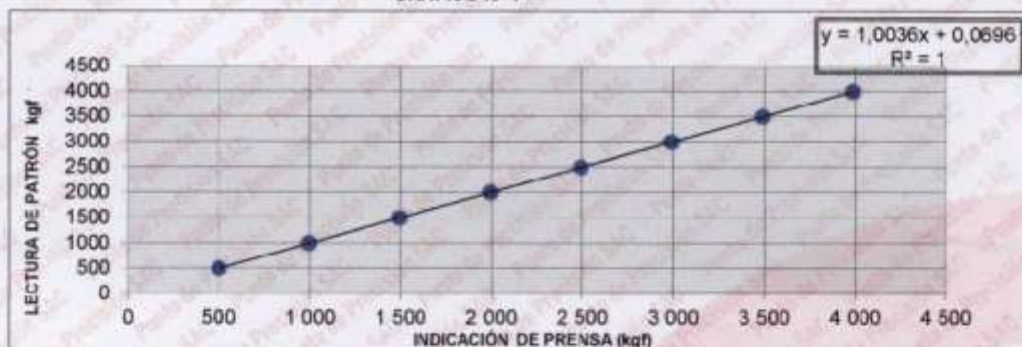
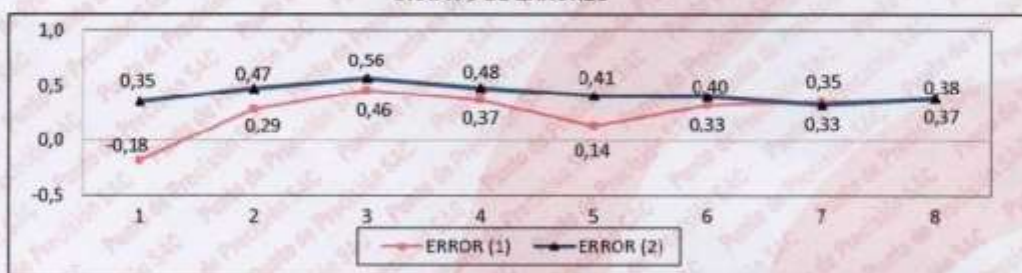


GRÁFICO DE ERRORES



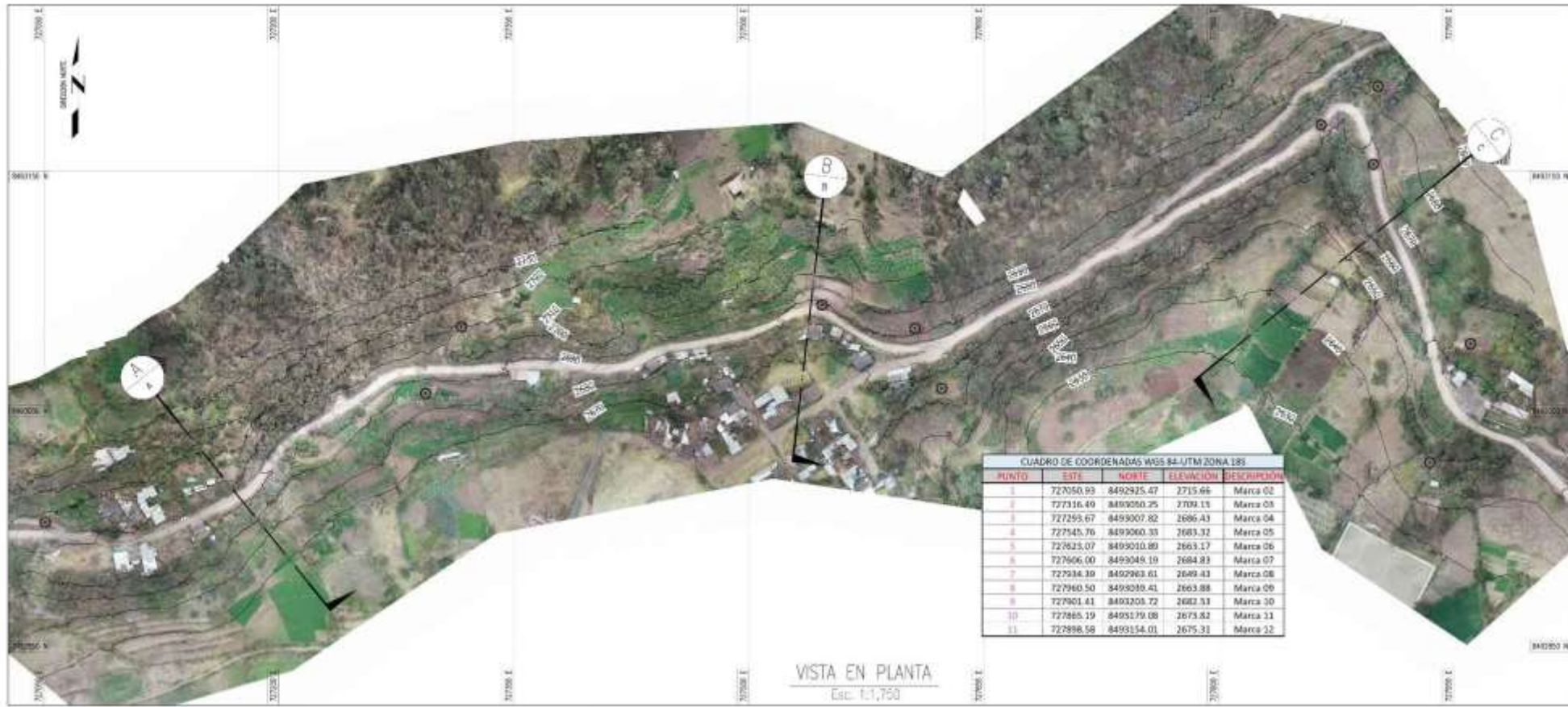
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodoprecision.com E-mail: info@puntodoprecision.com / puntodoprecision@hotmail.com

Anexo 9. Planos del estudio realizado.

PLANOS



CUADRO DE COORDENADAS WGS 84-UTM ZONA 18S

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	727050.93	8492925.47	2715.66	Marca 02
2	727316.40	8493050.25	2709.13	Marca 03
3	727295.67	8493007.82	2686.43	Marca 04
4	727545.76	8493060.33	2683.32	Marca 05
5	727625.07	8493010.80	2663.17	Marca 06
6	727606.00	8493048.19	2684.83	Marca 07
7	727534.30	8492963.61	2649.43	Marca 08
8	727960.50	8493030.41	2663.88	Marca 09
9	727901.41	8493203.72	2682.33	Marca 10
10	727865.19	8493179.08	2673.82	Marca 11
11	727898.58	8493154.01	2675.31	Marca 12



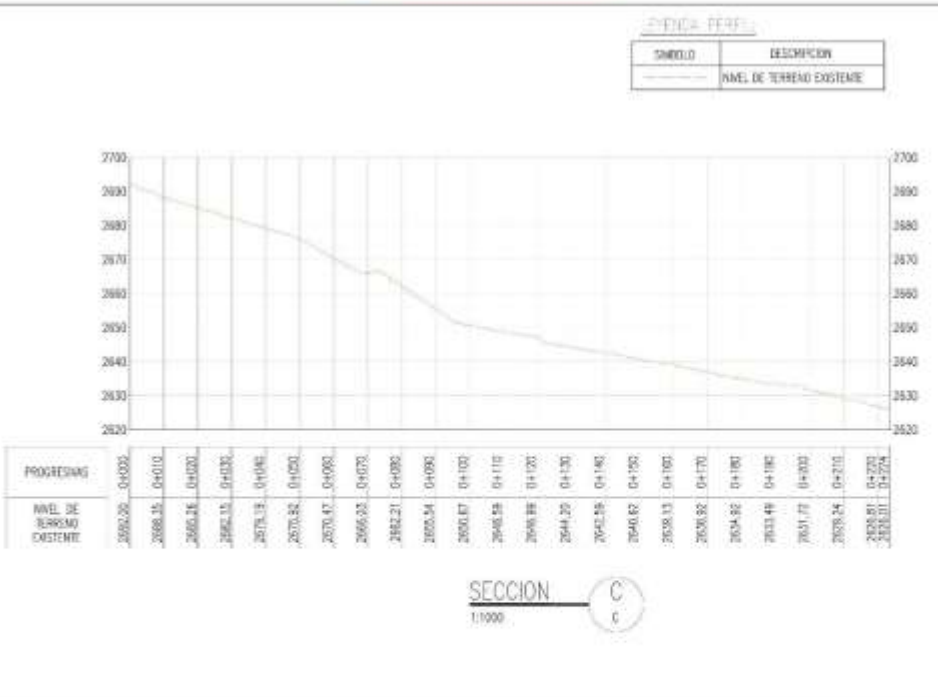
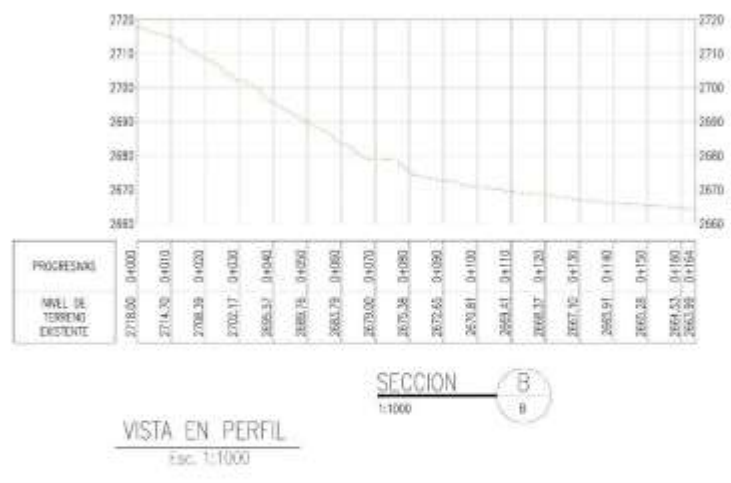
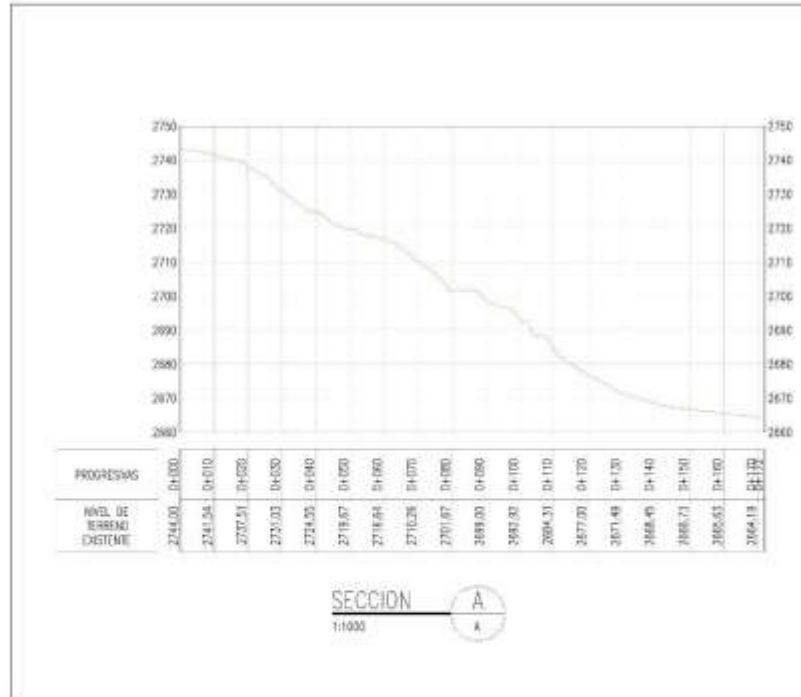
- NOTAS:
1. LA CUADRICULA DE COORDENADAS CORRESPONDE AL SISTEMA WGS84, ZONA 18S.
 2. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO TODAS LAS COORDENADAS Y DIMENSIONES ESTAN EN METROS.
 3. EL DIBUJO QUE SE MUESTRA DE FONDO ES SOLO PARA PROPOSITO DE UBICACION VISUAL, Y PUEDE NO ESTAR ACTUALIZADO.
 4. LA TOPOGRAFIA MOSTRADA DEL SECTOR DEL PLANO FUE ACTUALIZADA AL 12/01/2022.
 5. LAS CURVAS DE NIVEL SE ENCUENTRA A UNA ESPACIENCIA DE 2 M MENORES Y MAYORES A 10 M.

ESCALA GRAFICA
1:1,000 METROS

LEYENDA PLANTA

SIMBOLO	DESCRIPCION
●	PUNTO DE CONTROL TERRESTRE
—	CURVAS DE NIVEL TERRENO
—	LINEA DE CUADRICULA UTM

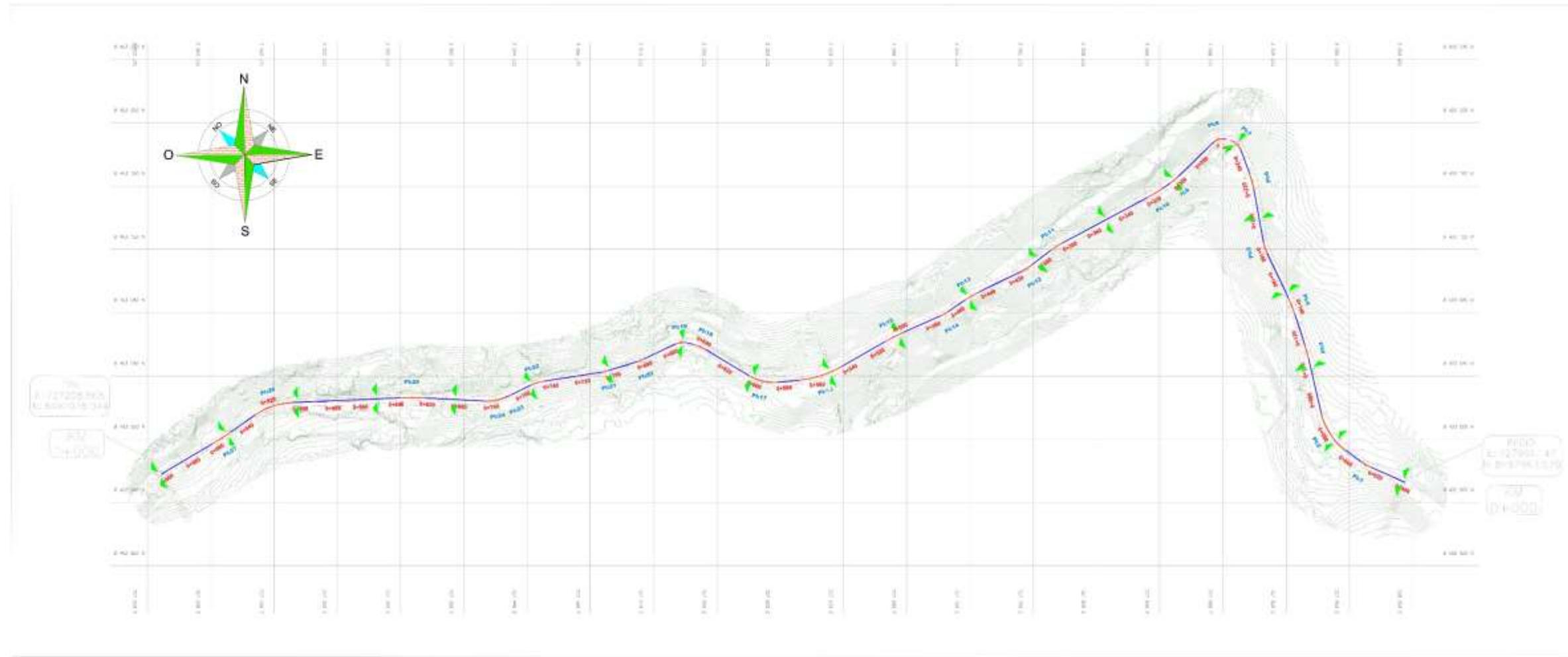
PARA INFORMACION



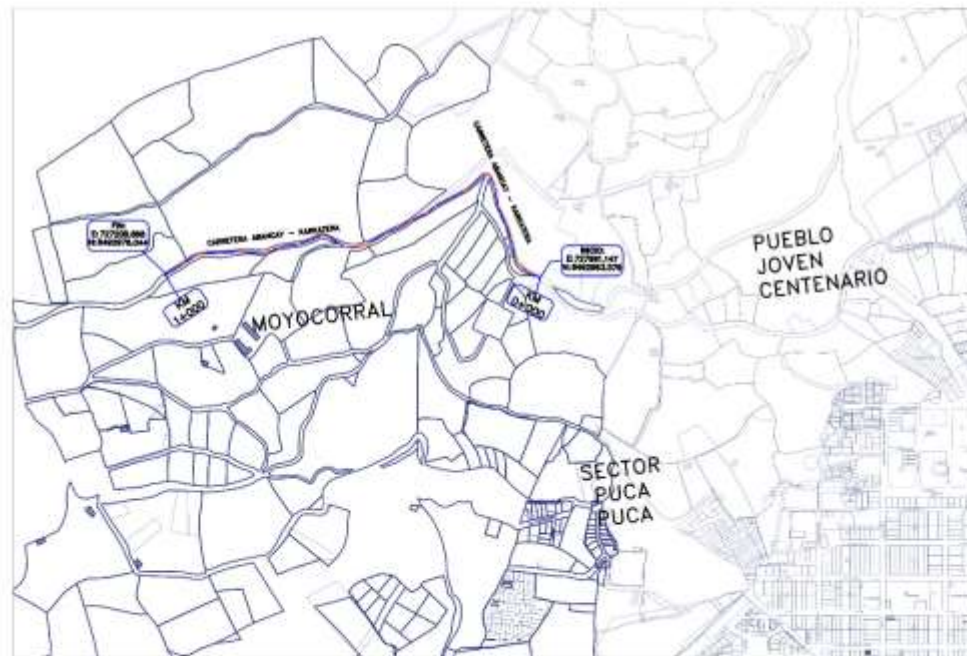
REV	FECHA	DESCRIPCION	DB.	APR.	CL.	CA.	CT.	N. PLANO DE REF.	DESCRIPCION PLANO DE REFERENCIA
A	21/01/2022	PRM INFORMACION	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DETERMINACION DE ALICATA	FECHA: 21/01/2022
REVISOR:	FECHA:
JEFE DE DISCIPLINA:	FECHA:
GERENTE DE AREA:	FECHA:
GERENTE INGENIERIA:	FECHA:
CLIENTE:	FECHA:
ACTUALIZACION MODELO:	FECHA:

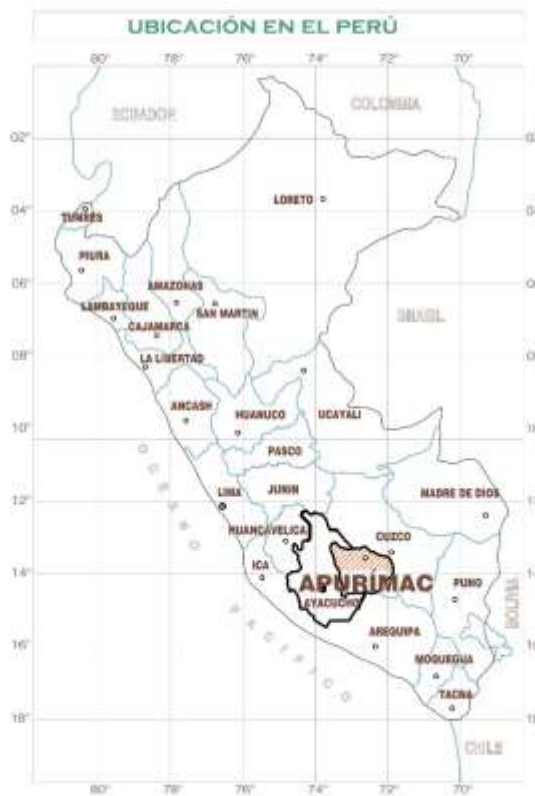
TITULO: VUELO FOTOGRAMETRICO ACCESO ABANCAY PLANO TOPOGRAFICO VISTA EN PLANTA Y PERFIL	PLANO NUMERO: PL-0001-ACC-ABANCAY	REVISION: A
--	-----------------------------------	-------------



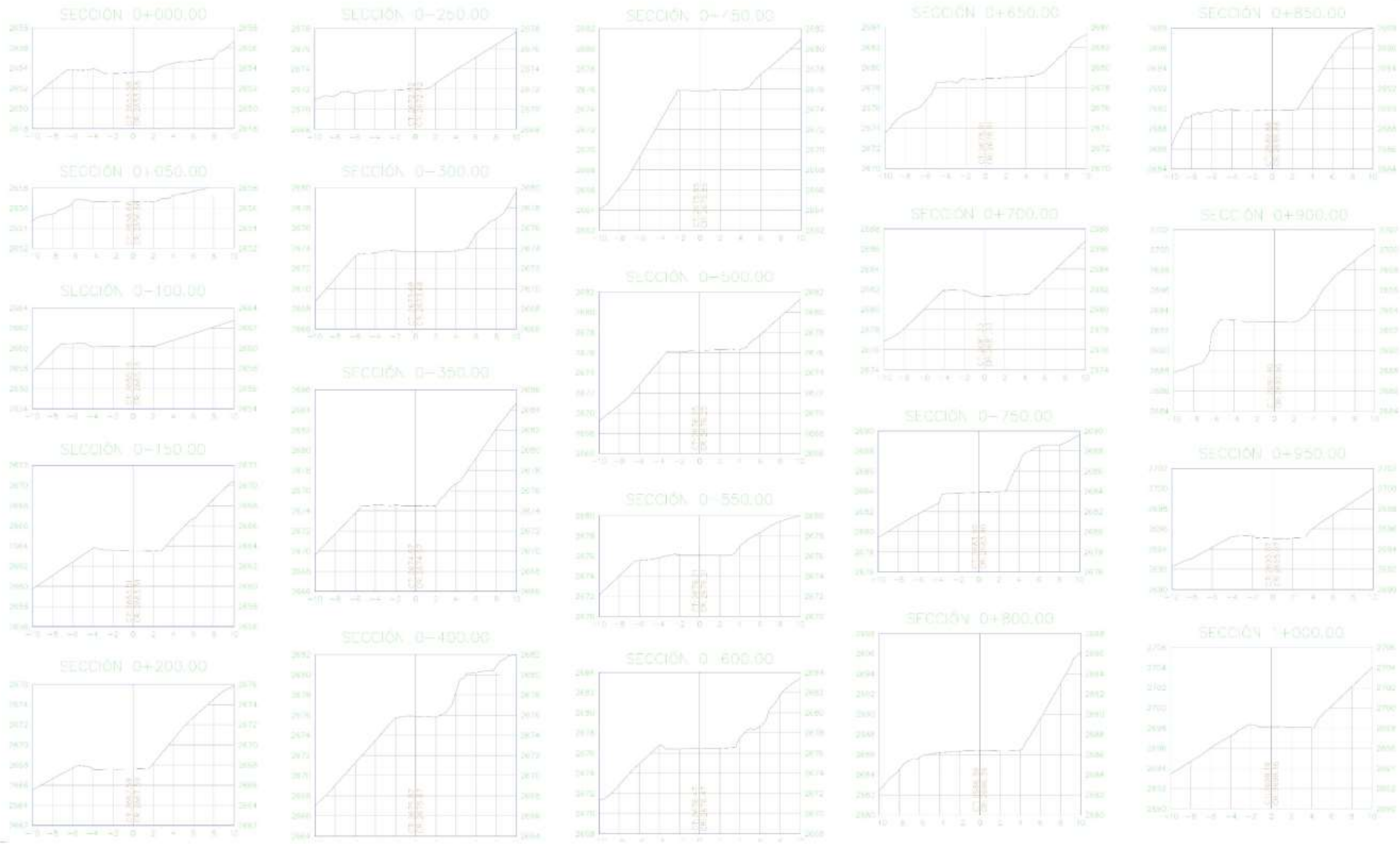
PLANO UBICACIÓN
ESC. 1/2000



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESC. 1/10,000



 <p>UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>	PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SURRASANTE EN LA CARRETERA ABANCAY - HUAYLLABAMBA, DISTRITO Y PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022.		ESCALA: INDICADA	
	PLANO: UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN		FECHA: 21/01/2022	
	RUTA: ABANCAY - HUAYLLABAMBA (KM 0+000 - KM 1+000)	SECTOR: MOYO CORRAL	PLANO: UL-01	
	DISTRITO: ABANCAY	PROVINCIA: ABANCAY	DEPARTAMENTO: APURÍMAC	DIBUJO: CLAVER ENCISO ORTIZ



SECCIONES TRANSVERSALES

ESC. 1/1500



PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA ABANCAY - HUAYLLABAMBA, DISTRITO Y PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC, 2022.		ESCALA: INDICADA
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		FECHA: 21/01/2022
RUTA: ABANCAY - HUAYLLABAMBA (KM 0+000 - KM 1+000)	SECTOR: MOYOCORRAL	PLANO: PT-02
DISTRITO: ABANCAY	PROVINCIA: ABANCAY	
LONGITUD: 1+000 KM	DEPARTAMENTO: APURIMAC	
		DIBUJO: CLAUER ENCISO ORTIZ

Anexo 10. Resultados de similitud del Turnitin.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de ceniza de eucalipto para mejorar la estabilidad de la
subrasante en la carretera Abancay - Huayllabamba, Apurímac, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Enciso Ortiz, Claver (ORCID: 0000-0002-9015-6556)

ASESOR:

Dr. Tello Maquerida, Omar Demetrio (ORCID: 0000-0002-9043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA NORTE - PERÚ
2022

Resumen de coincidencias

17 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %	>
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %	>
3	www.repositorio.upla.e... Fuente de Internet	1 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
5	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
8	repositorioacademico... Fuente de Internet	<1 %	>
9	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>

