



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante con
incorporación de metadiatomita en la carretera no pavimentada
de Quillahuata, Cusco – 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Br. Llanqui Mendoza, Amilcar ([ORCID: 0000-0001-8363-3652](https://orcid.org/0000-0001-8363-3652))

Br. Pizarro Ccahuana, Miguel Ángel ([ORCID: 0000-0003-3388-3711](https://orcid.org/0000-0003-3388-3711))

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio ([ORCID: 0000-0002-5043-6510](https://orcid.org/0000-0002-5043-6510))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi familia por darme el aliento de salir adelante día a día, mis padres por ser el soporte de mi vida personal y profesional y por ello estoy agradecido eternamente. A todos mis amigos profesionales con quienes me desarrolle profesionalmente y ayudarme en distintas situaciones.

De Miguel

A mi madre por ser el soporte y permitir que sigamos en nuestro camino hasta lograr mi meta trazada. A mi familia por darme los ánimos necesarios y apoyarme en diferentes situaciones complicadas de la vida para seguir encaminados en este paso profesional.

De Amilcar

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor de Tesis Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida por la paciencia y el apoyo profesional guiándonos en el buen desarrollo de nuestra investigación de tesis.

A la Universidad Cesar Vallejo por permitirnos acogernos a su programa de titulación, así como también contribuirnos con las guías necesarias, los docentes necesarios y sobretodo la oportunidad de salir a delante cada día.

A nuestra familia por brindarme el apoyo y fortaleza para jamás rendirnos en el camino que fue el de ser un profesional.

A todas las personas que siempre nos dieron aliento de seguir con los estudios y nunca rendirnos, así poder lograr nuestro objetivo.

Índice de Contenido

Índice de Contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGIA.....	31
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación:.....	32
3.1.1. Tipo de la investigación:.....	32
3.1.2. Nivel de la investigación:.....	32
3.1.3. Diseño de la investigación:	32
3.2. Variables y operacionalización:.....	33
3.2.1. Variable independiente:	33
3.2.2. Variable dependiente:	33
3.3. Población, muestra y muestreo	34
3.3.1. Población:	34
3.3.2. Muestra:	34
3.3.3. Muestreo:	36
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	37
3.4.1. Técnica:	37
3.4.2. Instrumento de recolección de datos:	37
3.5. Procedimientos	39
3.6. Método de análisis de datos.....	105
IV. RESULTADOS	106

V. DISCUSIÓN.....	125
VI. CONCLUSIONES.....	132
VII. RECOMENDACIONES	136
REFERENCIAS.....	138
ANEXOS	1

Índice de tablas

Tabla 1. Composición mineralógica y química de la Diatomita.....	13
Tabla 2. Clasificación del suelo según SUCS.....	14
Tabla 3. Clasificación del suelo según AASHTO.....	15
Tabla 4. Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO.....	15
Tabla 5. Serie de tamices empleados para el ensayo norma ASTM-422.....	16
Tabla 6. Rangos de Índice de Plasticidad.....	21
Tabla 7. Rangos de gravedad específica.....	22
Tabla 8. Categorías de subrasante según su valor de CBR.....	25
Tabla 9. Categorías de Subrasante según el ensayo CBR.....	26
Tabla 10. Categorización del coeficiente de permeabilidad.....	28
Tabla 11. Numero de Calicatas para Exploración de Suelos.....	35
Tabla 12. Diseño experimental.....	36
Tabla 13. Composición química de la metadiatomita.....	43
Tabla 14. Propiedades físicas de la metadiatomita.....	44
Tabla 15. Tipo de Muestras Representativas.....	48
Tabla 16. Resultados de las propiedades físicas de las calicatas C – 01 y C – 02.	56
Tabla 17. Clasificación SUCS de las calicatas C – 01 y C – 02.....	57
Tabla 18. CBR por método PDC de las calicatas C – 01 y C – 02.....	57
Tabla 19. Resultados de limite liquido del suelo sin metadiatomita.....	63
Tabla 20. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.....	63
Tabla 21. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.....	63
Tabla 22. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.....	64
Tabla 23. Resultados de limite plástico del suelo sin metadiatomita.....	69
Tabla 24. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.....	69
Tabla 25. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.....	70

Tabla 26. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.	70
Tabla 27. Resultados del índice de plasticidad del suelo sin metadiatomita.	70
Tabla 28. Resultados del índice de plasticidad del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.	71
Tabla 29. Resultados de índice de plasticidad del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.	71
Tabla 30. Resultados del índice de plasticidad del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.	71
Tabla 31. Resultados de la gravedad especifica del suelo sin metadiatomita.	78
Tabla 32. Resultados de la gravedad especifica del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.	78
Tabla 33. Resultados de la gravedad especifica del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.	78
Tabla 34. Resultados de la gravedad especifica del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.	79
Tabla 35. Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del suelo sin metadiatomita.	82
Tabla 36. Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.	84
Tabla 37. Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.	86
Tabla 38. Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.	88
Tabla 39. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) sin metadiatomita.	95
Tabla 40. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) sin metadiatomita.	96
Tabla 41. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) con dosificación de 7% de metadiatomita.	96
Tabla 42. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) con dosificación de 10% de metadiatomita.	96

Tabla 43. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural sin metadiatomita.	99
Tabla 44. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.	100
Tabla 45. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.	100
Tabla 46. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.	100
Tabla 47. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros sin metadiatomita.	103
Tabla 48. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros con dosificación de 5% de metadiatomita.	104
Tabla 49. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros con dosificación de 7% de metadiatomita.	104
Tabla 50. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros con dosificación de 10% de metadiatomita.	104
Tabla 51. Resultado de Límite líquido de las dosificaciones.	107
Tabla 52. Resultado de Límite plástico de las dosificaciones.	109
Tabla 53. Resultado de índice de plasticidad de las dosificaciones.	111
Tabla 54. Resultado de gravedad específica de las dosificaciones.	113
Tabla 55. Resultado de M.D.S. de las dosificaciones.	115
Tabla 56. Resultado de O.C.H. de las dosificaciones.	117
Tabla 57. Resultado de CBR de las dosificaciones.	119
Tabla 58. Resultado de permeabilidad de las dosificaciones.	121
Tabla 59. Resultado de ascensión capilar a 1.75 cm de las dosificaciones.	123

Índice de figuras

Imagen 1. Copa de Casagrande.....	17
Imagen 2. Taras, espátula, acanalador	18
Imagen 3. Recipientes para Mezclado	18
Imagen 4. Balanza Aprox. 0.01gr	19
Imagen 5. Vidrio Esmerilado.....	20
Imagen 6. Vasija de evaporación, taras espátulas para mezclado.....	20
Imagen 7. Materiales del ensayo Proctor modificado	24
Imagen 8. Prensa de CBR.....	27
Imagen 9. Permeámetro de cabeza variable	29
Imagen 10. Ubicación de la cantera de diatomita.....	39
Imagen 11. Exploración visual de la ubicación de diatomita.....	40
Imagen 12. Extracción de diatomita no contaminada.	40
Imagen 13. Trituración de la diatomita.	41
Imagen 14. Ubicación del horno artesanal de ladrillos.	42
Imagen 15. Colocación de la diatomita para ser calcinada.	42
Imagen 16. Ubicación de los puntos de exploración.	45
Imagen 17. Calicata C - 01.	46
Imagen 18. Calicata C - 02.	46
Imagen 19. Ensayo de penetración dinámica ligera en C - 01.	47
Imagen 20. Ensayo de penetración dinámica ligera en C - 02.	48
Imagen 21. Extracción de muestras Mib-01/Mab-01 en la calicata C-01.....	49
Imagen 22. Extracción de muestras Mib-01/Mab-01 en la calicata C-01.....	49
Imagen 23. Sondeo con penetrómetro dinámico en la calicata C-01.	50
Imagen 24. Sondeo con penetrómetro dinámico en la calicata C-02.	51
Imagen 25. Ensayo de granulometría.....	52
Imagen 26. Ensayo de granulometría de la muestra de C-01.	52
Imagen 27. Ensayo de granulometría de la muestra de C-02.	53
Imagen 28. Ensayo de limite líquido.....	53
Imagen 29. Ensayo de Limite Liquido de la muestra de C-01.	54
Imagen 30. Ensayo de Limite Liquido de la muestra de C-02.	54
Imagen 31. Ensayo de Limite Plástico.....	55
Imagen 32. Ensayo de Limite Plástico de la muestra de C-01.	55

Imagen 33. Ensayo de Limite Plástico de la muestra de C-02.	56
Imagen 34. Primer ensayo de Limite Liquido sin adición de metadiatomita.	58
Imagen 35. Primer ensayo de Limite Liquido con 5% de metadiatomita.	58
Imagen 36. Segundo ensayo de Limite Liquido con 5% de metadiatomita.	59
Imagen 37. Tercer ensayo de Limite Liquido con 5% de metadiatomita.	59
Imagen 38. Primer ensayo de Limite Liquido con 7% de metadiatomita.	60
Imagen 39. Segundo ensayo de Limite Liquido con 7% de metadiatomita.	60
Imagen 40. Tercer ensayo de Limite Liquido con 7% de metadiatomita.	61
Imagen 41. Primer ensayo de Limite Liquido con 10% de metadiatomita.	61
Imagen 42. Segundo ensayo de Limite Liquido con 10% de metadiatomita.	62
Imagen 43. Tercer ensayo de Limite Liquido con 10% de metadiatomita.	62
Imagen 44. Primer ensayo de Limite Plástico sin adición de metadiatomita.	64
Imagen 45. Primer ensayo de Limite Plástico con 5% de metadiatomita.	65
Imagen 46. Segundo ensayo de Limite Plástico con 5% de metadiatomita.	65
Imagen 47. Tercer ensayo de Limite Plástico con 5% de metadiatomita.	66
Imagen 48. Primer ensayo de Limite Plástico con 7% de metadiatomita.	66
Imagen 49. Segundo ensayo de Limite Plástico con 7% de metadiatomita.	67
Imagen 50. Tercer ensayo de Limite Plástico con 7% de metadiatomita.	67
Imagen 51. Primer ensayo de Limite Plástico con 10% de metadiatomita.	68
Imagen 52. Segundo ensayo de Limite Plástico con 10% de metadiatomita.	68
Imagen 53. Segundo ensayo de Limite Plástico con 10% de metadiatomita.	69
Imagen 54. Ensayo de gravedad especifica NTP 400.021.	72
Imagen 55. Primer ensayo de gravedad especifica sin metadiatomita.	72
Imagen 56. Segundo ensayo de gravedad especifica sin metadiatomita.	73
Imagen 57. Tercer ensayo de gravedad especifica sin metadiatomita.	73
Imagen 58. Primer ensayo de gravedad especifica con 5% de metadiatomita. ...	74
Imagen 59. Segundo ensayo de gravedad especifica con 5% de metadiatomita. ...	74
Imagen 60. Tercer ensayo de gravedad especifica con 5% de metadiatomita.	75
Imagen 61. Primer ensayo de gravedad especifica con 7% de metadiatomita. ...	75
Imagen 62. Segundo ensayo de gravedad especifica con 7% de metadiatomita. ...	76
Imagen 63. Tercer ensayo de gravedad especifica con 7% de metadiatomita.	76
Imagen 64. Primer ensayo de gravedad especifica con 10% de metadiatomita. ...	77

Imagen 65. Segundo ensayo de gravedad especifica con 10% de metadiatomita.	77
Imagen 66. Dosificación de metadiatomita para Proctor modificado.....	79
Imagen 67. Ensayo de Proctor modificado ASTM D 1557.	80
Imagen 68. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural sin metadiatomita.....	81
Imagen 69. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural sin metadiatomita.....	81
Imagen 70. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural sin metadiatomita.....	82
Imagen 71. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 5% de metadiatomita.....	83
Imagen 72. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 5% de metadiatomita.....	83
Imagen 73. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 5% de metadiatomita.....	84
Imagen 74. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 7% de metadiatomita.....	85
Imagen 75. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 7% de metadiatomita.....	85
Imagen 76. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 7% de metadiatomita.....	86
Imagen 77. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 10% de metadiatomita.....	87
Imagen 78. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 10% de metadiatomita.....	87
Imagen 79. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 10% de metadiatomita.....	88
Imagen 80. Primer ensayo de CBR sin adición de metadiatomita.....	89
Imagen 81. Segundo ensayo de CBR sin adición de metadiatomita.	90
Imagen 82. Tercer ensayo de CBR sin adición de metadiatomita.....	90
Imagen 83. Primer ensayo de CBR con 5% de metadiatomita.....	91
Imagen 84. Segundo ensayo de CBR con 5% de metadiatomita.....	91

Imagen 85. Tercer ensayo de CBR con 5% de metadiatomita.....	92
Imagen 86. Primer ensayo de CBR con 7% de metadiatomita.....	92
Imagen 87. Segundo ensayo de CBR con 7% de metadiatomita.....	93
Imagen 88. Tercer ensayo de CBR con 7% de metadiatomita.....	93
Imagen 89. Primer ensayo de CBR con 10% de metadiatomita.....	94
Imagen 90. Segundo ensayo de CBR con 10% de metadiatomita.....	94
Imagen 91. Tercer ensayo de CBR con 10% de metadiatomita.....	95
Imagen 92. Ensayo de permeabilidad de cabeza variable.....	97
Imagen 93. Ensayos de permeabilidad sin adición de metadiatomita.....	97
Imagen 94. Ensayos de permeabilidad con 5% de metadiatomita.....	98
Imagen 95. Ensayos de permeabilidad con 7% de metadiatomita.....	98
Imagen 96. Ensayos de permeabilidad con 10% de metadiatomita.....	99
Imagen 97. Ensayo de permeabilidad en laboratorio.....	101
Imagen 98. Ensayos de permeabilidad sin adición de metadiatomita.....	101
Imagen 99. Ensayos de permeabilidad con 5% de metadiatomita.....	102
Imagen 100. Ensayos de permeabilidad con 7% de metadiatomita.....	102
Imagen 101. Ensayos de permeabilidad con 10% de metadiatomita.....	103
Imagen 102. Gráfico de barras dosificaciones vs limite líquido.....	107
Imagen 103. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs limite líquido.....	108
Imagen 104. Gráfico de barras dosificaciones vs limite plástico.....	109
Imagen 105. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs limite plástico.....	110
Imagen 106. Gráfico de barras dosificaciones vs índice de plasticidad.....	111
Imagen 107. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs índice de plasticidad.	112
Imagen 108. Gráfico de barras dosificaciones vs gravedad especifica.....	113
Imagen 109. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs gravedad especifica.....	114
Imagen 110. Gráfico de barras dosificaciones vs M.D.S.....	115
Imagen 111. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs M.D.S.....	116
Imagen 112. Gráfico de barras dosificaciones vs O.C.H.....	117
Imagen 113. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs O.C.H.....	118
Imagen 114. Gráfico de barras dosificaciones vs CBR.....	119
Imagen 115. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs CBR.....	120
Imagen 116. Gráfico de barras dosificaciones vs permeabilidad.....	121

Imagen 117. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs permeabilidad.	122
Imagen 118. Gráfico de barras dosificaciones vs ascensión capilar a 1.75 cm..	123
Imagen 119. Regresión lineal dosificaciones vs ascensión capilar a 1.75 cm....	124

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar en qué medida la metadiatomita influye en las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021, siendo el tipo de investigación fue aplicada, nivel explicativo y el diseño es cuasiexperimental, la población estuvo conformada por la subrasante con la incorporación de meta diatomita de la carretera no pavimentada de Quillahuata CU 1105. Y la muestra conformada entre las progresivas 3+700 y 4+300, con muestreo no probabilístico dirigido, el procedimiento se inició con la recolección, trituración y calcinación de la diatomita, análisis (físico- químico), análisis del suelo y la fase de laboratorio. Las dosificaciones planteadas son de 5%, 7% y 10% de metadiatomita, siendo el 10% la dosificación óptima, los principales resultados fueron: el IP resultado: muestra patrón 17.71%, con 10% de metadiatomita 10.26%. la gravedad específica resultado: muestra patrón 2.12, con 10% metadiatomita 2.09. la MDS resultado: muestra patrón 1.94 gr/cm³, con 10% metadiatomita 1.80 gr/cm³. El OCH resultado: muestra patrón 9.50%, con 10% metadiatomita 11.67%. el CBR resultado: muestra patrón 24.00%, con 10% metadiatomita 49.33%. la permeabilidad resultado: muestra patrón 0.75E-4 cm/seg, con 10% metadiatomita 2.34E-4 cm/seg. La capilaridad a 1.75 cm resultado: muestra patrón 297.44 seg, con 10% metadiatomita 396.50 seg. La conclusión general para las propiedades físico-mecánicas es que la dosificación al 10% de metadiatomita es la más favorable para los suelos de tipo CL (arcilla arenosa) de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco – 2021.

Palabras claves: Meta-diatomita, propiedades físicas del suelo, propiedades mecánicas del suelo, suelo arcilloso.

ABSTRACT

The present research had the general objective of evaluating to what extent metadiatomite influences the physical-mechanical properties of the soil as a subgrade of the unpaved road of Quillahuata, Cusco 2021, being the type of research applied, explanatory level and the design is quasi-experimental, the population was made up of the subgrade with the incorporation of diatomite from the unpaved road of Quillahuata CU 1105. And the sample made up of progressives 3 + 700 and 4 + 300, with directed non-probabilistic sampling, the procedure began with the collection, crushing and calcination of diatomite, analysis (physicochemical), soil analysis and the laboratory phase. The proposed dosages are 5%, 7% and 10% of metadiatomite, with 10% being the optimal dosage, the main results were: the IP resulted: standard sample 17.71%, with 10% of metadiatomite 10.26%. The specific gravity resulted: standard sample 2.12, with 10% metadiatomite 2.09. The MDS resulted: sample standard 1.94 gr / cm³, with 10% metadiatomite 1.80 gr / cm³. The OCH resulted: sample pattern 9.50%, with 10% metadiatomite 11.67%. The CBR resulted: sample pattern 24.00%, with 10% metadiatomite 49.33%. The permeability resulted: sample pattern 0.75E-4 cm / sec, with 10% metadiatomite 2.34E-4 cm / sec. Capillarity at 1.75 cm resulted: pattern sample 297.44 sec, with 10% metadiatomite 396.50 sec. The general conclusion for the physical-mechanical properties is that the 10% dosage of metadiatomite is the most favorable for the CL (sandy clay) type soils of the unpaved road of Quillahuata, Cusco - 2021.

Keywords: Meta-diatomite, soil physical properties, soil mechanical properties, clay soil.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo como un factor portante, tiene un rol indispensable en toda cimentación ya que de sus propiedades dependen las estructuras. Como nos indican LIU et al (2011, p. 114) que toda carga de estructuras se transmite a la cimentación, generándose deformación y tensión y a la vez estas dependerán de la cantidad de carga aplicada y de las características del suelo de soporte. Es por ello que el estado de la integridad del suelo es afectado primordialmente por las acciones no anticipadas del agua, las heladas y los asentamientos excesivos no previstos. Teniendo grandes consecuencias como nos indica FIROOZI et al (2017, p. 1) la disminución de la resistencia del suelo de soporte implica agravios severos en las estructuras, nos indica que en los Estados Unidos a raíz de este tipo de daños por suelo expansivo alcanza el valor de 1 billón de dólares anuales, además nos proporciona la cifra de 150 millones de libras esterlinas anuales en el Reino Unido, si colocamos estos daños a nivel internacional la pérdida ascendería a miles de millones alrededor del mundo. A nivel nacional en varios proyectos de ingeniería de obras civiles, el suelo natural no cumple con las condiciones de diseño y es de gran importancia sobre todo en la construcción de vías, especificaciones que se detallan en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013, p. 113) Manual de Carreteras EG-2013 indicándonos que para el comportamiento adecuado de un pavimento es de suma importancia la calidad de los materiales, siendo un factor indispensable para el diseño estructural y además estas deben de cumplir con las especificaciones técnicas mínimas. En cuanto a la necesidad de la creación de vías a nivel nacional, nos indica el informe principal por Centro de Investigación Empresarial (CIE) de PERUCAMARAS (2020, p. 6) en donde nos advierte que, dentro de la Macro Región Sur, la Red Vial Regional con un total de 8,648.4 Km solo se encuentran pavimentadas 2,152.4 Km siendo aproximadamente 24.9%, dándonos a entender que 6,496 Km aproximadamente el 75.1% no se encuentra pavimentada. En general, la Macro Región Sur cuenta con 37,985.1 Km. Solo en la red vial vecinal (RVV) el 5.4% se encuentra pavimentada equivalente de 1,740.2 km de un total de 32,273.9 km, siendo esto competencia para los gobiernos locales. Respecto a la región de Cusco nos indica que solo un 20.1% de la RVR se encuentra pavimentada y tan solo un 2,4% de la RVV se encuentra pavimentada. Los suelos encontrados en esta región son muy variables y complejos, debido a su

composición y muchas veces son desfavorables como es el caso de los suelos arcillosos en la construcción de vías. FONSECA (2002, p. 58) nos da a entender que los impactos negativos de los suelos arcillosos están relacionados a sus propiedades de resistencia, su alteración de estados y volumétricos que experimenta la arcilla cuando entra en contacto con el agua. En nuestra presente investigación se determinó las propiedades de un suelo arcilloso al incorporarle metadiatomita, como nos indica los lineamientos de BADILLO (1995, p. 30) toda investigación sobre el suelo es importante cuando da paso a conocer la resistencia, permeabilidad y deformabilidad de los materiales que componen el suelo, los nuevos aportes al conocimiento, la geotecnia nos proporciona descubrir las condiciones naturales del suelo en donde se crearan obras de ingeniería diversas. Ante estas problemáticas y realidades, se ha planteado el siguiente **problema general**: ¿En qué medida la metadiatomita influye en las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021? Siendo los **problemas específicos**: ¿En qué medida la metadiatomita influye en los límites de Atterberg del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021? ¿En qué medida la metadiatomita influye en la gravedad específica del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021? ¿En qué medida la metadiatomita influye en la máxima densidad seca del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021? ¿En qué medida la metadiatomita influye en el óptimo contenido de humedad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021? ¿En qué medida la metadiatomita influye en la capacidad de soporte del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021? ¿En qué medida la metadiatomita influye en la permeabilidad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021? ¿En qué medida la metadiatomita influye en la capilaridad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?

Como **justificación teórica** de este proyecto de investigación, es efectuado siguiendo los estándares de la norma técnica peruana y los lineamientos de la normativa ASTM en sus respectivos ensayos. Además, se desarrollaron discusiones con respecto a nuestros antecedentes, realizando las respectivas

comparaciones de los resultados obtenidos en nuestros indicadores. Se verificaron las desventajas y ventajas en los resultados que nos ofrecen la adición de metadiatomita, frente al suelo a tratar y reutilizarse para futuras tesis de investigación. Como **justificación metodológica**, se evaluó mediante un instrumento de medición para los diferentes indicadores, ayudándonos a determinar el problema planteado y cumplir con los objetivos propuestos, respondiendo las interrogantes planteadas, de acuerdo a la variable independiente: la incorporación de la metadiatomita; y su relación con la variable dependiente: las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante. Además, para la correcta confiabilidad y validez, se utilizó el juicio de expertos para las correcciones de algún error. Como **justificación práctica**, este proyecto de investigación posibilitará en a la población de la provincia de San Sebastián, Cusco y sobre todo a la comunidad de Quillahuata, poder emerger y proyectar una red vial con mejor calidad y que en condiciones económicas pueda ser ejecutada en todo el tramo de la carretera, aprovechando el material de lugar. Y como **justificación social**, es considerable que la infraestructura vial este en un estado excelente, con un tiempo de vida útil prevista, es por ello que se exige que estos proyectos sean de calidad, rentables y sostenibles. La sociedad demanda infraestructuras en buen estado para la óptima fluidez del tránsito, además también para el turismo, la educación, el trabajo, etc.

El **objetivo general** de esta tesis es: Evaluar en qué medida la metadiatomita influye en las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Siendo sus objetivos **específicos**: Determinar en qué medida la metadiatomita influye en los límites de Atterberg del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la gravedad específica del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la máxima densidad seca del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Determinar en qué medida la metadiatomita influye en el óptimo contenido de humedad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la capacidad de soporte del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Determinar en qué medida

la metadiatomita influye en la permeabilidad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la capilaridad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021.

La **hipótesis general** de la tesis es la incorporación de la metadiatomita influye considerablemente en las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. Siendo sus **hipótesis específicas**: La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de los límites de Atterberg del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la gravedad específica del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la máxima densidad seca del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora del óptimo contenido de humedad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la capacidad de soporte del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la permeabilidad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021. La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la capilaridad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Según CHACÓN PÉREZ y DE LA CRUZ VALENCIA (2020) en su investigación de tesis “**Incorporación de cenizas volantes en la subrasante para pavimento flexible Yaurilla - Los Aquijes – Ica, 2020**” de la Universidad Cesar Vallejo, siendo su **objetivo** principal es determinar que la incorporación de las cenizas volantes mejora las propiedades de la subrasante del pavimento flexible, aplicando la **metodología** con un nivel descriptivo-explicativo, teniendo un enfoque cuantitativo por los resultados, el diseño no experimental y de tipo aplicada. En cuanto a la población se toma el tramo de conexión entre el distrito de Aquije y el centro poblado de Yaurilla. Las dosificaciones que se destinaron para esta investigación son de 15%, 10% y 5%, obteniendo como **resultados** en el suelo patrón un tipo de suelo SP –A – 2 – 4 con una CBR de 16.20%, Máxima densidad seca de 1.77 gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 9.56%; en cuanto a los valores de límite plástico al 5% es de 25.88%, al 10% es de 32.71% y al 15% es de 25.65%; los valores de límite líquido al 5% es de 39.71%, al 10% es de 48.53% y al 15% es de 38.49%; entre los valores del CBR con la incorporación al 5% es de 18.99% con O.C.H. de 15.45% y M.D.S. de 1.677 gr/cm³; al 10% un CBR de 37.17% con O.C.H. de 17.63% y un M.D.S. de 1.684gr/cm³; y al 15% un CBR de 58.10% con O.C.H. de 22.12% y M.D.S. de 1.708 gr/cm³; se llegó a la **conclusión** que con la incorporación de cenizas volantes como agente estabilizador esta influye en sus propiedades físicas de manera negativa, con respecto al factor de la capacidad portante del suelo CBR esto influye de manera positiva debido a que incrementa de un 16.20% a un 40.88% valor que pasa de un CBR, medio a uno excelente según lo requerido por el MTC – EG 2013.

Los aportes de MARCELO ALBERTO (2020) en su investigación de tesis titulada “**Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019**” de la Universidad Cesar Vallejo - Perú, con el **objetivo** principal determinar la influencia de cáscara de huevo y cal en la estabilización de los suelos arcillosos cuya finalidad fue mejorar la capacidad de soporte del suelo, para que soporte de manera eficaz la pavimentación Siendo su **metodología** de tipo aplicada, con un diseño experimental, utilizando especímenes con dosificaciones de 6% y 9% de cal y pulverización de cascara de huevo. Se tiene como **resultados** que el suelo patrón es de tipo CL (arcilla de baja

plasticidad) con un I.P. de 9.4%, M.D.S. de 1.891 gr/cm³, O.C.H. de 9.3% y un CBR de 4.1%, con la adición de la pulverización de la cascara de huevo en 6% y 9% se obtiene un M.D.S. de 1.902 gr/cm³ y 1.914 gr/cm³ respectivamente; O.C.H. de 9.1% y 9.0% respectivamente; y CBR de 6.4% y 7.1% respectivamente. Por otro lado, con la adición de la cal en dosificaciones de 6% y 9% se obtiene un M.D.S. de 1.936 gr/cm³ y 1.971 gr/cm³ respectivamente; O.C.H. de 8.9% y 9.0% respectivamente; y CBR de 18.1% y 13% respectivamente. Se **concluye** que la adición de la cascara de huevo pulverizado no influye significativamente en las propiedades plásticas del suelo arcilloso, mientras que la cal si lo hace, además que con ambos agentes estabilizadores generan mejoras en la densidad seca máxima, opimo contenido de humedad y en el CBR llegando a ser su optima dosificación con 6% de cal.

Según LÓPEZ SUMARRIVA y ORTÍZ PINARES (2018) en su investigación de tesis **“Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay”** de la Universidad Tecnológica de los Andes– Perú, siendo su **objetivo** principal determinar las ventajas técnicas de la estabilización de las subrasantes arcillosas con cal, para ser utilizado como base o subbase para los pavimentos de las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay. La **metodología** realizada es de tipo exploratoria de nivel analítica con diseño aplicativo, proponiendo especímenes con 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de cal en peso del suelo seco en 2 muestras. Sus **resultados** en el suelo natural respecto a los límites de Atterberg, en la muestra 01 de tipo SC-SM (arena limo-arcillosa con grava) se obtuvieron un límite líquido de 22.66%, límite plástico de 21.64% y un índice de plasticidad de 1.02%; en cuanto a la muestra 02 de tipo SM (arena limosa) se obtuvieron un límite líquido de 24.27%, límite plástico de 19.96% y un índice de plasticidad de 4.31%. Con las incorporaciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cal, en la muestra 01 los límites de Atterberg fueron en el límite líquido de 42.51%, 31.31%, 28.82% y 30.56% respectivamente, límite plástico de 28.71%, 23.77%, 24.04% y 23.24% respectivamente, e índice de plasticidad de 13.80%, 7.54%, 4.78% y 7.32%; en la muestra 02 los límites de Atterberg fueron en el límite líquido de 27.93%, 21.69%, 35.01% y 34.96% respectivamente, límite plástico de 26.64%, 21.25%, 30.63% y

30.61% respectivamente, e índice de plasticidad de 1.29%, 0.44%, 4.38% y 4.35% respectivamente. En cuanto al valor de soporte (CBR) en el suelo natural, en la muestra 01 fueron 8.75%; con las incorporaciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cal los resultados fueron 17.50%, 33.00%, 52.00% y 145.00% respectivamente; en la muestra 02 fueron 16.75%; con las incorporaciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cal los resultados fueron 24.50%, 28.50%, 39.00% y 68.00% respectivamente. Las **conclusiones** de este proyecto de investigación nos indican que la mejor dosificación de cal es de 8% del peso seco del suelo proporcionando la reducción de plasticidad e incremento en la resistencia puzolánica.

Para MAQUERA FLORES y AQUINO CHURA (2021) en su trabajo de investigación **“Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera Acora – Jayujayu, Acora, Puno – 2021”**. De la Universidad Cesar Vallejo, como **objetivo** planteado en esta investigación fue determinar en qué medida la adición de cal y ceniza volante influye en la estabilidad de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante. En cuanto a la **metodología**, es de tipo cuasi-experimental, además de ser cuantitativa y aplicada, teniendo como población los suelos arcillosos de la carretera Acora – Jayujayu, adicionando al suelo natural tres diferentes dosificaciones, 5% de cal con 10% de cenizas volantes, 5% de cal con 13% de cenizas volantes, y 5% de cal con 16% de cenizas volantes. Los **resultados** en su indicador de límites de Atterberg fueron, sin adición un L.L. de 36.44%, L.P. de 20.88%, I.P. de 15.56%; adicionando 5% de cal con 10% de cenizas volantes obtuvieron un L.L. de 33.61%, L.P. de 22.39%, I.P. de 11.22%; adicionando 5% de cal con 13% de cenizas volantes obtuvieron un L.L. de 30.60%, L.P. de 22.70%, I.P. de 7.90%; y adicionando 5% de cal con 16% de cenizas volantes obtuvieron un L.L. de 28.03%, L.P. de 22.89%, I.P. de 5.14%. En su indicador de máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR sin adición se obtuvieron los valores de 18.55 Kn/m³, 11.50% y 28% respectivamente; adicionando 5% de cal con 10% de cenizas volantes se obtuvieron los valores de 18.86 Kn/m³, 15.50% y 52% respectivamente; adicionando 5% de cal con 13% de cenizas volantes se obtuvieron los valores de 19.07 Kn/m³, 15.10% y 72% respectivamente; y adicionando 5% de cal con 16% de cenizas volantes se obtuvieron los valores de 19.30 Kn/m³, 14.90% y 87%

respectivamente. La **conclusión** de la investigación fue que al adicional cal y cenizas volantes en dichas dosificaciones genera una mejoría en el comportamiento de las propiedades físico mecánicas para conformaciones afirmadas, teniendo como mejor resultado a la dosificación de 5 % de cal con 16% de cenizas volantes.

Para GHUTKE, BHANDARI y AGRAWAL (2018) en su publicación “**Stabilization of soil by using rice husk ash**” en la revista The International Journal of Engineering and Science (IJES), se tiene como **objetivo** la estabilización de los suelos de “algodón negro” con la incorporación de la ceniza de cascara de arroz. La **metodología** que se aplica en esta investigación es de tipo experimental, cuantitativa, se llevaron a cabo una serie de pruebas de laboratorio en el suelo de “algodón negro” mezclado con ceniza de cáscara de arroz en varios porcentajes, es decir, 4%, 8%, 12%, 16% en peso de suelo seco. Para las diferentes proporciones anteriores, se llevan a cabo pruebas para observar los cambios en las propiedades del suelo, es decir, densidad seca máxima y humedad óptima, límite plástico, límite líquido, y gravedad específica. Los **resultados**, primeramente, en el suelo de algodón negro sin incorporación se obtuvo: Gravedad específica de 2.35, LL de 50%, LP de 28.57%, MDS de 1.71% y un CBR de 0.514%; incorporándole 4% de ceniza de cascara de arroz se obtuvo: Gravedad específica de 2.26, límite líquido de 71.36%, límite plástico de 42.85%, máxima densidad seca de 1.66% y un CBR de 1.40%; con la incorporación de 8% se obtuvo: Gravedad específica de 2.25, límite líquido de 69.23%, límite plástico de 41.66%, máxima densidad seca de 1.62% y un CBR de 2.003%; con la incorporación de 12% se obtuvo: Gravedad específica de 2.24, límite líquido de 66.67%, límite plástico de 40%, máxima densidad seca de 1.64% y un CBR de 2.346%; y con la incorporación de 16% se obtuvo: Gravedad específica de 2.23, límite líquido de 64.28%, límite plástico de 37.5%, máxima densidad seca de 1.57% y un CBR de 1.66%. La investigación **concluye** en que la gravedad específica del suelo disminuye con el aumento de la CCA, el límite de líquido en el suelo primero aumenta hasta un 4% y luego disminuye con el aumento en la proporción de la CCA, y el CBR aumenta hasta un 12% de la CCA y luego disminuye, por lo tanto, al mezclar el 12% de la CCA, la resistencia es máxima.

Para TOLENTINO AREDO (2018) en su investigación “**Permeabilidad del suelo con adición del 10% de ceniza de concha de abanico, Carretera Cambio Puente – Cascajal**” de la Universidad San Pedro – Perú, siendo su **objetivo** mejorar la permeabilidad del suelo adicionando ceniza de concha de abanico en un 10% a nivel de sub-rasante. En cuanto a la **metodología** usada, nos indica que la investigación es de tipo aplicada, cuantitativa y de nivel explicativo, utilizando la dosificación de 10% de cenizas de concha, por ende, será de carácter experimental. Se hizo uso del ensayo de permeabilidad, y el ensayo de compresión no confinadas. Los **resultados** de la investigación en cuanto a la permeabilidad, las muestras patrones C-1, C-2 y C-3 fueron 1.01 E-04 cm/seg, 1.04 E-04 cm/seg y 1.08 E-04 cm/seg; las muestras experimentales con la dosificación de 10% respectivamente a las muestras patrones fueron 1.26 E-05 cm/seg, 1.35 E-06 cm/seg y 1.48 E-06 cm/seg. **Concluyendo** que, respecto a los ensayos realizados de permeabilidad, se muestra un incremento de 65,85% sustentado en los valores de 1.04E-04 a 1.36 E-06.

Para KARIM, SAMI HASSA y KAPLAN (2020) en su artículo “**Optimization of Soil to Fly-Ash Mix Ratio for Enhanced Engineering Properties of Clayey Sand for Subgrade Use**” de Applied Sciences – Kennesaw State University – USA. Su **objetivo** es de determinar la proporción óptima de mezcla de suelo a cenizas volantes para mejorar las propiedades de ingeniería de la arena arcillosa que potencialmente se puede usar como subrasante de carreteras. La **metodología** siendo de nivel explicativo, de tipo aplicada y cuantitativa, se realizaron pruebas de distribución del tamaño de grano y límites de Atterberg y estudiar los efectos de las cenizas volantes en la plasticidad del suelo, además, se hizo combinaciones de suelo-cenizas volantes con 0%, 40%, 50% y 60% de contenido de cenizas volantes arbitrariamente seleccionados. Los **resultados** en cuanto a la gravedad específica, la muestra patrón es de 2.74, con la combinación de 40% la gravedad específica resultó 2.67, con la combinación de 50% la gravedad específica resultó de 2.58 y con la combinación de 60% la gravedad específica resultó de 2.53. Respecto al O.C.H. y la M.D.S., la muestra patrón resultó 20.5% y 1,648.3 Kg/m³ respectivamente, la combinación de 40% resultó 15.5% y 1,822.9 Kg/m³ respectivamente, la combinación de 50% resultó 16.5% y 1,770.0 Kg/m³

respectivamente y la combinación de 60% resultó 15.0% y 1,754.0 Kg/m³ respectivamente. Por otro lado, las variaciones entre LL, LP e IP son, de la muestra patrón 45%, 33% y 12% respectivamente, la combinación de 40% resultó 36%, 24% y 12% respectivamente, la combinación de 50% resultó 35%, 25% y 10% respectivamente y la combinación de 60% resultó 24%, 19% y 5% respectivamente. Se **concluye** que la gravedad específica de las mezclas disminuyó a medida que aumentaba el porcentaje de contenido de cenizas volantes en la mezcla. Con base en los valores de O.C.H. y M.D.S., las mezclas con 40% y 50% de contenido de cenizas volantes parecían ser aceptables en términos de proporcionar la máxima compactación. Del análisis de tendencias se puede concluir que un rango de contenido de cenizas volantes de 32 a 50% parecía ser el óptimo y se espera que funcione mejor como materiales de subrasante.

Para HUARACA SOLANO (2021) en su investigación “**Efecto del sistema Consolid en el CBR y la ascensión capilar del material para base de pavimento de la cantera de totora, Cusco, 2020**” de la Universidad Cesar Vallejo – Perú, siendo su **objetivo** determinar la medida en que se da el efecto del sistema Consolid en el CBR y la ascensión capilar del material de cantera de Titora en el Cusco para el año 2020. En cuanto a la **metodología** usada, nos indica que la investigación es investigación cuantitativa, nivel correlativo y diseño experimental, se utiliza además un modelo factorial de 35 muestras para las diferentes dosificaciones, al 0%, 8% y 15% de arcilla caolinita; 0%, 20% y 30% de arena gruesa; 0%, 0.04%, 0.1% y 0.5% de Consolid; y por ultimo 0%, 0.5% y 1.5% de Solidry. Para los **resultados** solo se tomarán en cuenta las dosificaciones del polímero bicomponente en sus dosificaciones más significativas (Consolid y Solidry), siendo su capilaridad patrón en un suelo tipo GP (grava mal graduada) con un promedio de altura 8.78 cm en una hora; adicionando 0.1% de Consolid y 0.5% de Solidry se logró un promedio de altura 6.51 cm en una hora; y adicionando 0.5% de Consolid y 1.5% de Solidry se logró un promedio de altura 5.66 cm en una hora. En las **conclusiones** nos indican que los resultados obtenidos del indicador, no generan valores significativos estadísticamente por lo que no es consistente, pero la disminución de los valores indica la impermeabilidad del material siendo favorable.

La Diatomita; nos indica PASCHEN (1986, p. 158) que la diatomita tiene su origen en una roca sedimentaria silíceas que consiste principalmente en los restos esqueléticos fosilizados de diatomea, una planta acuática unicelular relacionada con las algas, durante los períodos terciario y cuaternario, se caracteriza por ser una roca porosa y liviana suelta o flojamente cementada, formada principalmente por fragmentos de restos (esqueletos) de algas diatomeas como son la diatomea y la radiolaria. Los principales componentes de la armadura silíceas son los hidratos de sílice de diferente grado de contenido de agua (ópalos). La roca de diatomita pertenece al grupo de materiales que contienen sílice. Además, ZHAOLUN et al (2005, p. 33) nos recalca que la diatomita es un material natural formado a partir de los restos de diatomeas, que crecieron y se depositaron en mares o lagos. Los productos de diatomita se utilizan en una variedad de formas, tales como refuerzo, endurecimiento y endurecimiento de sólidos orgánicos, reducción de la adhesión entre superficies sólidas, aumento de la adhesión, aumento de la viscosidad, efectos tensioactivos, efectos hidrofóbicos, absorbente y catalizadores.

La diatomita es abundante en muchas áreas del mundo y tiene características físicas únicas, como alta permeabilidad (0.1-10 mD) y porosidad (35-65%), tamaño de partícula pequeño, baja conductividad térmica y densidad. Estudios a cargo de YUAN et al (1997, p. 783) nos indican que las propiedades de la superficie de la diatomita, tales como hidrofobia, solubilidad, carga, acidez, intercambio iónico y capacidades de adsorción, están altamente gobernadas por la presencia de agua, que está parcialmente conectada estructuralmente a la malla cristalina de la diatomita, formando grupos hidroxilo activos en ella.

Composición química y de mineralógica; para LEMONS (1996, p. 120) la diatomita ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) o tierra de diatomeas es una roca sedimentaria liviana, suave y de color pálido compuesta principalmente de microfósiles de sílice de algas unicelulares acuáticas constituida esencialmente por la reunión de iones de silicio y oxígeno. La diatomita consiste en una amplia variedad de diatomeas de forma y tamaño, típicamente de 10 a 200 μm , en una estructura que contiene hasta un 80-90% de huecos, generalmente están determinado de la siguiente manera:

Tabla 1. Composición mineralógica y química de la Diatomita

Tipo de yacimiento	Lacustre			Marino	
	Región	Arequipa	Ayacucho	Tacna	Piura	Ica
SiO ₂	84.89	85.78	68	65.5	73.8
Al ₂ O ₃	2.62	2.71	8.15	2	9.7
Fe ₂ O ₃	1.04	1.22	3	1.3	3
CaO	0.94	0.64	2	9.6	2.9
MnO	0.03	0.01	0.56	-	-
MgO	0.5	0.55	2.57	3.3	1.2
TiO ₂	-	0.14	0.31	-	-
Na ₂ O	0.92	0.26	1.38	1.9	1.8
P ₂ O ₅	0.01	0.02	0.33	-	-
K ₂ O	0.58	0.39	1.45	0.5	1.3

Fuente: Dirección de Recursos Minerales y Energéticos DRME. INGEMMET, 2012.

La Diatomita como material estructural; como es el caso de AYDIN y GÜL (2007, p. 1277) el cual estudiaron el efecto de la diatomita como aditivo sobre las propiedades del hormigón. Indican que el aumento de la relación de aditivos da como resultado una disminución repentina de la resistencia a la compresión. La reacción puzolánica de la diatomita conduce a la formación de mayores cantidades de productos hidratados, especialmente a la edad de 28 días. (KASTIS et al., 2006, p. 1821). Para STAMATAKIS et al. (2003, p. 117) demostraron que el uso de rocas de diatomita como aditivos del cemento tiene inconvenientes como una mayor demanda de agua, pero la resistencia a la compresión de los cementos producidos en laboratorio exhibe valores más altos que los del cemento Portland de referencia. Para IVANOV y BELYAKOV (2008, p. 2) las diatomitas son buenos filtros para purificar aguas potables e industriales y se pueden utilizar con éxito en la industria atómica para eliminar sustancias radiactivas de líquidos, principalmente el isótopo radiactivo cesio. Las diatomitas y las rocas de diatomeas se están volviendo importantes como portadores de catalizadores: se caracterizan por una alta superficie de poros y una capacidad de retención del catalizador depositado. Se utilizan junto con cobre, vanadio, cromo, níquel y otras sales en la oxidación de tolueno, antraceno, alcohol, etc. para acelerar la polimerización de hidrocarburos. En la industria química, las diatomitas sirven como materia prima para la obtención de vidrio líquido. La alta dispersión y porosidad de las partículas de diatomeas promueven la interacción con el óxido o hidróxido de sodio. Las diatomitas son

aditivos minerales activos naturales en el cemento Portland. Su efecto como aditivos minerales activos se basa en la capacidad de la sílice amorfa presente en ellos para unir cal en hidrosilicatos de calcio de baja basicidad

Clasificación de Suelos; la gran diversidad de suelos que existe en nuestro planeta, la mecánica de suelos determinó diversos sistemas de clasificación. Cada sistema tiene su área de aplicación respecto a su necesidad y el uso que los haya determinado. Existen dos sistemas de clasificación que se emplean, la clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y AAHSTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes).

Clasificación de suelos (SUCS); este sistema fue propuesto por Arthur Casagrande, los suelos que tengan partículas gruesos y suelos que tengan partículas finas se separan por el uso del tamiz malla número 200. Aquellos que son retenidos en la dicha malla son determinados como suelos gruesos, y aquellos que pasen de dicha malla son considerados como suelos finos. Además, se determina gruesos cuando el suelo en más de 50% de su contenido es retenida en el tamiz malla número 200, mientras que si pasa más del 50% de su contenido por el tamiz malla numero 200 son determinados como finos. El claro ejemplo se ve en la tabla, donde se especifica de mejor manera.

Tabla 2. Clasificación del suelo según SUCS

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobremente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite liquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite liquido bajo (<50)	H

Fuente: GARZÓN ROCA, GARRIDO DE LA TORRE, HIDALGO SIGNES, 2017.

Sistema de clasificación (AASHTO); Esta clasificación comprende siete grupos, desde el A-1 al A-7 con algunos sub grupos como el A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5, A-2-7, A-7-5, A-7-6.

1. Análisis granulométrico.
2. Limite plástico y liquido e Índice de Plasticidad.

Tabla 3. Clasificación del suelo según AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)						Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6					A-2-7
Tamizado, % que pasa										
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	....	....	...	...	...	...	...	....
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	....	....	...	...	...	...	....
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.
Consistencia										
Límite líquido	...	...		B			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.		B			10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno						Regular a malo			

Fuente: BOWLES Joseph, 1982.

Tabla 4. Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO

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

Fuente: MTC, 2014.

Análisis Granulométrico (ASTM D422); nos indica FIGURA (2018, p. 21) Los márgenes de tamaño en las partículas del suelo natural generaran un criterio para la determinación del tipo de suelo en los diferentes sistemas.

Con el enfoque del título se da a entender los métodos de separación de un suelo en diferentes parámetros según el criterio de su tamaño, existen dos métodos de importancia siendo el cribado por mallas y el análisis de suspensión con hidrómetro, para la tesis se usará el cribado por mallas.

La función del cribado por mallas se ejecuta para determinar las fracciones correspondientes a los tamaños de suelo, la muestra del suelo natural se hace pasar por las diferentes mallas, hasta llegar a la malla numero 200 (0.074 mm), realizando el respectivo peso del material que queda en cada malla determinando el porcentaje que tiene al peso total de la muestra en estado natural. Creando de esa manera un punto en la curva de acumulación destinada a cada abertura, el ensayo se complica cuando las aberturas de las mallas son pequeñas, como en el caso de las mallas numero 100 (0.179mm) y numero 200 (0.074mm) teniendo que recurrir al H₂O para cooperar el paso de la muestra, conocido como el procedimiento de lavado.

Tabla 5. Serie de tamices empleados para el ensayo norma ASTM-422.

3 in (75.0 mm)	N°4 (4.75 mm)
2 in (50.0 mm)	N° 10 (2.00mm)
1 1/2 in (25.0 mm)	N° 20 (0.850mm)
1 in (25.0 mm)	N° 30 (0.600 mm)
3/4 in (19.0 mm)	N° 40 (0.425 mm)
1/2 in (12.5 mm)	N° 60 (0.250 mm)
3/8 in (9.5 mm)	N° 100 (0.075mm)
1/4 in (6.3 mm)	N° 200 (0.075mm)

Fuente: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. 2014

Límites de Atterberg; representan el contenido de agua donde la consistencia de un suelo se transforma de un estado plástico (límite plástico PL) a un estado líquido (límite líquido LL) y de un estado semisólido (límite de contracción SL) a un estado plástico, así como el contenido de agua en el que diferentes suelos tienen una resistencia al corte sin drenaje. La cantidad de agua en los límites de Atterberg y para las otras propiedades físicas depende de los mismos factores, principalmente de composición, como el tipo de minerales, la cantidad de cada mineral, las formas y distribución de tamaño de las partículas y la composición del agua de los poros. Lo que lleva a la conclusión de que deben existir las relaciones exactamente definidas entre los valores de los límites de Atterberg y las demás propiedades del suelo.

Límite líquido (ASTM D4318); se le conoce como el contenido de humedad traducido en porcentajes con relación al peso seco, cambiando del estado líquido al estado plástico. Los suelos que contienen alta plasticidad generalmente proporcionan una resistencia muy diminuta en el límite líquido al esfuerzo por corte y según Atterberg es de 25g/cm^2 . El límite líquido en la cohesión de un suelo es casi nula.

Imagen 1. Copa de Casagrande



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería.

Imagen 2. Taras, espátula, acanalador



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería.

Imagen 3. Recipientes para Mezclado



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería.

Imagen 4. Balanza Aprox. 0.01gr



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería.

Limite plástico (ASTM D4318); es el contenido de humedad donde el suelo inicia a agrietarse en el momento que se amasa en forma de barras de aproximadamente 3,2 milímetros de diámetro, rodándolas en un vidrio.

Método de los rollos; según (INCOTEC, 2012, p. 66) manifiesta que el limite plástico se obtiene amasando y manipulando manualmente rollos de 3mm de diámetro hasta que el contenido gravimétrico de agua quede disminuido hasta que los rollos se descompongan y no puedan ser armados en rollos nuevamente. El contenido gravimétrico de agua en este estado se conoce como el límite plástico.

Para las muestras que obtendremos en nuestra investigación, utilizaremos este método en las muestras de suelo natural y las muestras con la incorporación de la metadiatomita.

Imagen 5. Vidrio Esmerilado



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería.

Imagen 6. Vasija de evaporación, taras espátulas para mezclado



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería.

Índice de Plasticidad; CRESPO VILLALAZ (1979, p.280) explica que es la sustracción entre el límite líquido y plástico, señalando el límite de humedad está en estado plástico tal como lo determinan los estudios de los ensayos.

$$IP=LL-LP$$

Para nuestras diferentes muestras, ya sea terreno natural o suelo adicionado con metadiatomita, se calculará para conocer la influencia de la plasticidad de la metadiatomita en el suelo que deseamos tratar, que en este caso es suelo de subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata.

Tabla 6. Rangos de Índice de Plasticidad

INDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERISTICAS
IP>20	Alta	suelos muy arcillosa
IP≤20 IP>7	Media	suelos arcillosos
IP<7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP=0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.2014

Gravedad específica; se define como la relación entre la densidad (masa de una unidad de volumen) de una sustancia y la densidad de una sustancia de referencia estándar. La definición utilizada en ingeniería geotécnica es "la relación entre la masa de una unidad de volumen de sólidos del suelo y la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas a 20 C" (ASTM D854), donde se expresa la gravedad específica como:

$$G_s = \frac{W_s}{V_s * \rho_w}$$

Dónde:

G_s = Gravedad específica (adimensional)

W_s = Peso de los sólidos (g)

V_s = Volumen de los sólidos (cm³)

ϕ_w = Peso específico del agua (1 g/cm³)

La gravedad específica se utiliza en ingeniería geotécnica y geo ambiental para los cálculos de las relaciones de fase básica (es decir, peso-volumen), incluida la relación de vacíos, la porosidad, el contenido volumétrico de agua, el grado de saturación y el peso unitario del suelo.

Nos indica PRAKASH et al. (2012, p. 1063) es una propiedad importante del grano del suelo, que se requiere en los cálculos de otras cantidades, como la proporción de huecos, el grado de saturación, las densidades del suelo; en el análisis de sedimentación; en el análisis de compactación y consolidación y similares. Por lo tanto, debe determinarse en el laboratorio con sumo cuidado. Si bien el peso específico de los suelos de grano grueso se puede determinar sin mucha dificultad, no se puede decir lo mismo de los suelos de grano fino, particularmente de las arcillas, debido a muchas dificultades prácticas.

Tabla 7. Rangos de gravedad específica.

Material	Valor de G_s
Arcilla de origen volcánico	2.20 - 2.50
Suelos orgánicos	2.50 - 2.65
Suelos granulares	2.63 - 2.68
Limos inorgánicos	2.67 - 2.73
Arcilla poco plástica	2.72 - 2.78
Arcillas plásticas	2.78 - 2.86
Arcillas expansivas	2.86 - 2.9

Fuente: Braja M. Das 2015

Ensayo de Absorción y Peso Específico. NTP 400.021; para el ensayo, la muestra de agregado se somete al agua durante 24 horas aproximadamente para ocupar los poros. Seguidamente se aparta del agua, se retira del agua de la superficie de las partículas, y realiza la medición de peso. Por último, se seca la muestra en el horno y se realiza la medición del peso una tercera vez. Utilizamos los pesos obtenidos y las fórmulas en este modo operativo, es posible determinar tres tipos de peso específico y de absorción.

Máxima densidad seca; para REN et al. (2015, p. 2066) Para varios escenarios en los procesos constructivos, es necesario la compactación del suelo hasta su máxima densidad seca, refiriéndose a la reducción del espacio vacío en el suelo y al aumento de su densidad, causado por el reordenamiento de las partículas del suelo contra la resistencia bajo la fuerza de la energía de compactación. Durante el proceso de compactación, el cambio en la densidad del suelo depende de la compresión directa del espacio vacío entre las partículas del suelo, así como de la reducción del espacio vacío resultante de los movimientos en las posiciones y orientaciones de las partículas del suelo.

Óptimo contenido de humedad; nos indica REN et al. (2015, p. 2066) que es corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para formar una película de agua en las superficies de las partículas del suelo, que es suficiente para soportar el movimiento deslizante de las partículas del suelo. Para contenidos de agua específicos, comprimir un suelo a su máxima densidad teórica significa descargar todos los gases desde el interior del suelo a través de los vacíos, por lo tanto, saturado. La curva de compactación máxima teóricamente alcanzable, que también se conoce como curva de saturación, se puede obtener conectando los diversos contenidos de humedad con las correspondientes densidades secas del suelo en saturación.

Proctor Modificado (ASTM D-1557); para MECÁNICA DE SUELOS UNI (2006, p. 5) permite determinar y saber la relación entre el O.C.H y la M.D.S., obteniendo como resultado la relación la curva de compactación. El proceso de compactación se desarrolla en el laboratorio de suelos, y es utilizado para saber el porcentaje de agua debe tener el suelo para obtener la compactación óptima. Se utiliza un pisón de 44,5 N (10 lbf), a una altura de 18 pulgadas (45.7 cm) encima de los moldes llenados del material a conocer, los moldes pueden variar de 4 o 6 pulgadas; depende del tipo de metodología que se use.

En nuestro caso, para las muestras de suelo natural sin tratar y el suelo tratado con la metadiatomita, se realizará el Proctor modificado Método B, tal y como especifican las normas peruanas de mecánica de suelos.

Imagen 7. Materiales del ensayo Proctor modificado



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería.

Capacidad de soporte; según NAAGESH, SATHYAMURTHY y SUDHANVA (2015, p. 1) El diseño de las distintas capas de pavimento depende en gran medida de la resistencia de los suelos de subrasante sobre los que se va a colocar el pavimento. Generalmente, en la ingeniería de carreteras, la prueba CBR se realiza para determinar la resistencia del suelo de subrasante y estos valores CBR se utilizarán para diseñar el espesor del pavimento flexible. Sin embargo, la resistencia del suelo también está determinada por diferentes ecuaciones de capacidad de carga en Ingeniería geotécnica. La capacidad de carga está asociada con los parámetros de resistencia al corte del suelo. Por lo tanto, se intenta relacionar CBR y parámetros de corte de un compuesto de pavimento de dos capas.

$$\text{CBR} = (\text{carga de penetración} / \text{carga estándar}) * 100\%$$

Se puede determinar los siguientes parámetros:

- Densidad y humedad.
- Grado de expansión del material.
- Resistencia a la penetración.

De acuerdo con la siguiente tabla podemos ver las propiedades de los suelos de acuerdo al valor de CBR.

Tabla 8. Categorías de subrasante según su valor de CBR.

Categoría de subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos Y Pavimentos.2014

Este es el valor que se quiere determinar en esta investigación de tesis, para conocer de mejor manera la influencia de la metadiatomita en diferentes dosificaciones en el suelo de subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata.

CBR (California Bearing Ratio) (ASTM D-1883); para **MECÁNICA DE SUELOS UNI (2006, p. 5)** ayuda a determinar y conocer la capacidad soporte del suelo, ya sea granular o cohesivo. En resumen, conocer cuál es la capacidad del suelo que puede soportar la carga bajo las ruedas.

La prueba California Bearing Ratio (CBR) es un método empírico de diseño de pavimento flexible. Es una prueba de carga aplicada a la superficie y utilizada en investigaciones de suelos como ayuda para el diseño de pavimentos. El valor CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos. Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación sobre CBR es pequeño, como materiales de grano grueso sin

cohesión, o donde se tiene en cuenta el efecto de diferentes contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse en el nivel óptimo de contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el porcentaje mínimo de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la agencia que utiliza.

En nuestro caso determinaremos en los suelos de estado natural, ya que nuestro objetivo es determinar la capacidad de carga del suelo como subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata. Además de conocer el CBR en las muestras con suelo natural y metadiatomita adicionado para su respectiva comparación. Se evaluará que dosificaciones generan más resistencia para calcular las dosificaciones óptimas.

Tabla 9. Categorías de Subrasante según el ensayo CBR

CBR	Clasificación del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub-rasante
5 - 8	Mala	Sub-rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub-rasante
20 - 30	Excelente	Sub-rasante
30 - 60	Buena	Sub-base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

Fuente: Badillo, 2005.

Imagen 8. Prensa de CBR



Fuente: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos Y
Pavimentos.2014

Permeabilidad; los suelos son materiales permeables debido a la presencia de vacíos interconectados que permiten el flujo de fluidos. La permeabilidad del suelo se ve afectada por varios factores, incluida la proporción de vacíos, la distribución de poros intergranulares y el grado de saturación. El coeficiente de permeabilidad exhibe una amplia gama de valores de hasta 10 órdenes de magnitud desde suelos de grano grueso a muy fino tan y categorizadas como indica la tabla 10.

Tabla 10. Categorización del coeficiente de permeabilidad.

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K)												
K (cm/s)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno						Malo		Prácticamente Impermeable			
Relleno Sanitario	Pésimo									Bueno		
Tipo de Suelo	Grava Gruesa (cascajo)	Arena limpia Arena Mezclada con grava			Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla				Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización			
					Suelo Impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización							

Fuente: ANGELONE, Silvia; GARIBAY, María Teresa; CASAUX, Marina Cauhapé – 2006

Ensayo de permeabilidad en cabeza variable; nos indica ALFARO ROJAS et al. (2014, p. 32) que en este método de permeámetro se mide la cantidad de agua que atraviesa una muestra, por diferencia de niveles en un tubo alimentador. Además, puede ser usado en suelos gruesos y finos, con la respectiva variación del diámetro del tubo alimentador, comúnmente es usado en suelos finos poco permeables, siendo su ecuación:

$$K = \frac{a * L}{A * t} * \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K = coeficiente de permeabilidad

a = Área de la bureta

L = Altura de la muestra

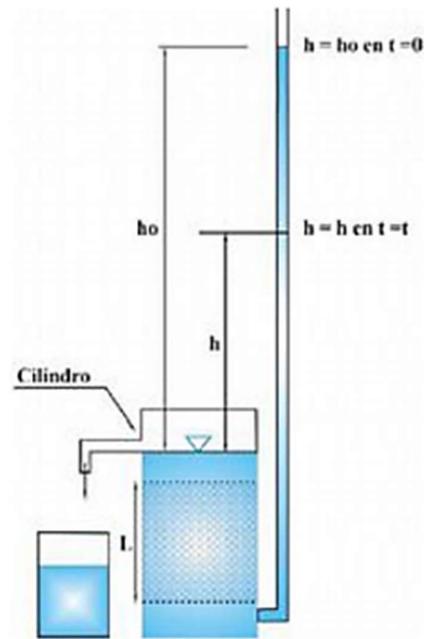
A = Área de la muestra

t = tiempo

h_1 = Altura inicial

h_2 = Altura final

Imagen 9. Permeámetro de cabeza variable



Fuente: Alfaro y Mora, 2014.

Capilaridad; la elevación capilar es un fenómeno de suelo insaturado bien conocido que describe el movimiento del agua de los poros desde una elevación más baja a una elevación más alta impulsado por el gradiente de la cabeza hidráulica que actúa a través del aire de poro curvo. ANGELONE, GARIBAY y CASAUX (2006, p. 1) Existen tres características físicas fundamentales relacionadas con la ascensión capilar las cuales son: la altura máxima de elevación capilar, la capacidad de almacenamiento de fluido del aumento capilar y la tasa de aumento capilar.

Tres características físicas fundamentales relacionadas con la elevación capilar son de interés práctico primordial: ~ 1! la altura máxima de elevación capilar, ~ 2! la capacidad de almacenamiento de fluido del capilar sube, y ~ 3! la tasa de aumento capilar. Tales fenómenos de elevación capilar conducen a un aumento de la

saturación del suelo, lo que no solo disminuirá la resistencia del suelo, sino que también alterará el módulo elástico de los suelos de la subestructura, lo que provocará los cambios correspondientes en la respuesta de tensión y deformación bajo la carga externa., por ejemplo, la carga de tráfico. LI et al. (2018)

Ascensión de agua en tubos capilares; la ley de JURIN (1718, p. 739) establece la altura máxima h que puede alcanzar la columna de líquido al equilibrar su propio peso con la fuerza de ascensión por capilaridad

$$h = \frac{2 * Ts * \cos\alpha}{r * \gamma_w}$$

Donde:

h = Altura que debe ascender el agua.

T_s = Tensión superficial (0.074 gr/cm).

r = radio del tubo capilar.

α = ángulo de contacto.

γ_w = peso específico del agua.

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación:

3.1.1. Tipo de la investigación:

Por enfoque: FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 4) nos da a entender el enfoque cuantitativo hace uso de la recolección de datos para comprobar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, siendo su objetivo determinar pautas de comportamiento y probar teorías.

En la presente investigación de tesis se utilizará el **enfoque cuantitativo** por ser representado numéricamente los resultados de las hipótesis.

Por propósito: Para VARGAS CORDERO (2009, p. 159) nos indica que el concepto de investigación aplicada tiene firmes bases tanto de orden epistemológico como de orden histórico, al responder a los retos que demanda comprender la compleja y cambiante realidad social.

Por consiguiente, la presente investigación de tesis será de **tipo aplicada** ya que se integra teorías y antecedentes antes estudiadas para la elaboración del trabajo.

3.1.2. Nivel de la investigación:

FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 95) indica sobre el nivel explicativo de una investigación que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.

Se tendrá el **nivel explicativo** en la presente investigación de tesis, ya que se determinará mejoras en las propiedades físicas y mecánicas en el suelo como subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata a través de resultados incorporando la metadiatomita detallando todos los procedimientos empleados, así como también los resultados de los ensayos.

3.1.3. Diseño de la investigación:

En cuanto al diseño de la investigación FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 130) nos indica: Los diseños experimentales se hacen uso cuando el investigador pretende determinar el posible efecto de una causa que se manipula. Además, nos indica en los diseños

cuasiexperimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que estos grupos ya están conformados antes del experimento.

En este caso, se aplicará el **diseño cuasi-experimental** ya que se quiere estudiar el probable impacto de la metadiatomita en las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante, cumple con la teoría antes citada.

3.2. Variables y operacionalización:

3.2.1. Variable independiente:

BUENDÍA y COLÁS (2001, p. 88) Nos da a entender que la variable independiente es la que el investigador pueda medir, manipular o seleccionar para poder determinar la relación con el fenómeno observado.

En la investigación la variable independiente es **la incorporación de la metadiatomita**. Siendo su **definición conceptual** según IVANOV y BELYAKOV (2008, p. 1) Las diatomitas son minerales que poseen una amplia gama de propiedades valiosas. Como resultado, se utilizan ampliamente en la economía nacional. Sus rasgos característicos son la presencia de dióxido de silicio activo amorfo por un lado y una estructura de poros finos, ligereza y baja conductividad térmica por el otro. Estas propiedades hacen que estos materiales sean químicamente muy activos y hacen posible su uso como sorbentes, desecantes, catalizadores, materiales filtrantes y aislantes del calor, y portadores de catalizadores y cargas.

3.2.2. Variable dependiente:

BUENDÍA y COLÁS (2001, p. 86) Nos detalla que esta variable es el factor donde el investigador pueda observar o medir para poder determinar el efecto de la variable independiente.

En la investigación la variable dependiente son **las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante**. Siendo su **definición conceptual** según la MTC (2013, p.23) la subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.

La operacionalización de las variables se detalla en el anexo 2.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 174) nos indican que es aquel conjunto de todos los casos que concuerda con características definidas.

Partiendo de la teoría de Sampieri, nuestra población está conformada por los suelos como subrasante con la incorporación de metadiatomita de la carretera no pavimentada de Quillahuata CU 1105 (5 Km)

3.3.2. Muestra:

Nos aclaran FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 175) que es el subgrupo de componentes que corresponden a ese grupo definido en sus propiedades al que le llamamos población.

Estudiaremos una muestra conformada por los suelos como subrasantes de la carretera no pavimentada de Quillahuata perteneciente a la CU 1105, comprendida entre las progresivas 3+700 y 4+300, por presentar mala calidad de suelo y la mayor demanda de vehículos que transitan en este tramo; y al considerarse una carretera de tercera clase según el manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), se realizarán 2 calicatas por kilómetro, como se ve en la tabla 11.

Tabla 11. Numero de Calicatas para Exploración de Suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas
Autopistas	1.50 m	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 Duales o Multicarril	1.50 m	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	1.50 m	4 calicatas x km
Carreteras de Segunda Clase	1.50 m	3 calicatas x km
Carreteras de Tercera Clase	1.50 m	2 calicatas x km
Carreteras de Bajo Volumen de Transito	1.50 m	1 calicata x km

Fuente: manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Además de utilizar solo la muestra que obtenga la menor resistencia CBR por el método PDC para los ensayos de adición de la metadiatomita. Seguidamente se crearán 82 especímenes para la ejecución de la tesis de investigación, siendo 19 muestras del suelo natural sin adición de la metadiatomita, para los distintos ensayos de nuestros indicadores, y, por último, habrá 63 especímenes de suelo adicionado con metadiatomita en sus diferentes dosificaciones, para los distintos ensayos de nuestros indicadores, tal como se detallan en la tabla 12.

Tabla 12. Diseño experimental.

			Dosificaciones				
			S.N.	S.N. + 5% Metadiatomita	S.N. + 7% Metadiatomita	S.N. + 10% Metadiatomita	
Indicadores y Ensayos	1. Límites de Atterberg	Determinación del Límite líquido de los suelos NTP 339.129 (ASTM D-4318 - MTC E110).	1	3	3	3	10
		Ensayo de análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128 (ASTM D 422-63 - MTC E107).					
	2. Gravedad Específica	Determinación de la gravedad específica NTP 400.021.	3	3	3	3	12
	3. Máxima Densidad Seca	Ensayo de Compactación (Proctor Modificado) NTP-339.141. (ASTM D 1557 - MTC E115).	3	3	3	3	12
	4. Contenido de Humedad Optimo	Ensayo de Compactación (Proctor Modificado) NTP-339.141. (ASTM D 1557 - MTC E115).	3	3	3	3	12
	5. Capacidad de Soporte	Ensayo California Bearing Ratio (CBR) NTP 339.145:1999 (ASTM 1833-73 - MTC E 132)	3	3	3	3	12
	6. Permeabilidad	Determinación de la permeabilidad NTP-339.127 (ASTM-D2216).	3	3	3	3	12
7. Capilaridad	Determinación de la ascensión capilar en suelos utilizando tubos capilares.	3	3	3	3	12	
			19	21	21	21	82

Fuente: Propia.

3.3.3. Muestreo:

FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 176) nos indica que es aquel subgrupo de la población en donde la elección de los componentes no dependerá de la probabilidad, sino por las particularidades de la investigación. (p. 176).

En el trabajo de investigación presente se consideró un **muestreo dirigido o no probabilístico** siendo criterio del investigador escoger las zonas más afectadas donde se realizarán las calicatas.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnica:

Según CAMPOS et al. (2012, p. 49) nos indica que la observación directa es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica.

En la investigación de tesis se aplicó la técnica de **observación directa**, por ser el método más confiable por permitir captar de manera objetiva y porque se confecciona los especímenes de las diferentes dosificaciones, para luego someter a ensayos y verificar los resultados.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos:

FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 199) nos señala es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente.

Para el caso de nuestra investigación de tesis se elaboraron **fichas técnicas** con respecto a los indicadores. Se detallan las fichas:

- Ficha N°1: Límites de Atterberg del suelo. (Ver Anexo 3)
- Ficha N°2: Gravedad específica del suelo. (Ver Anexo 4)
- Ficha N°3: Máxima densidad seca del suelo. (Ver Anexo 5)
- Ficha N°4: Contenido óptimo de humedad del suelo. (Ver Anexo 5)
- Ficha N°5: Capacidad de soporte del suelo. (Ver Anexo 5)
- Ficha N°6: Permeabilidad del suelo. (Ver Anexo 6)
- Ficha N°7: Capilaridad del suelo. (Ver Anexo 7)

Validez.

Según ESCOBAR-PÉREZ y CUERVO-MARTÍNEZ (2008, p. 27) El juicio de expertos es un método de validación útil para corroborar la fiabilidad de una

investigación que se define como la opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones.

La validez del proyecto de investigación es por medio de **juicio de expertos**, ya que es validado por especialistas, que consiste en ratificar los instrumentos aplicados en la ejecución de los ensayos, los expertos son los siguientes ingenieros:

- Experto 1: Ingeniero Civil: Abelardo Abarca Ancori.
 CIP: 63816
 (Ver Anexos 3,4,5,6 y 7)
- Experto 2: Ingeniero Civil: Yovani Alegria Marocho.
 CIP: 70098
 (Ver Anexos 3,4,5,6 y 7)
- Experto 3: Ingeniero Civil: Ivan Molina Porcel.
 CIP: 86469
 (Ver Anexos 3,4,5,6 y 7)

Confiabilidad.

La confiabilidad según FERNÁNDEZ COLLADO, BAPTISTA LUCIO y HERNÁNDEZ SAMPIERI (2014, p. 213) nos explica que es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes.

En el actual proyecto de investigación la confiabilidad será por medio de los certificados de calibración de los equipos, con el objetivo de ratificar que los resultados de los indicadores son los más exactos posibles y son confiables, siendo los siguientes equipos calibrados.

- Ficha N°1: Certificado del Anillo de Carga CBR (Ver Anexo 8)
- Ficha N°2: Certificado de Calibración de la balanza de medición. (Ver Anexo 9)
- Ficha N°3: Certificado de Calibración de la Copa Casagrande. (Ver Anexo 10)

- Ficha N°4: Certificación de la estufa de laboratorio. (Ver Anexo 11)
- Ficha N°5: Certificado de Calibración del PDL. (Ver Anexo 12)
- Ficha N°6: Certificado de Calibración de los tamices (Ver Anexo 13)

3.5. Procedimientos

- **Etapa 1: Recolección de Diatomita.**

Se realizó una exploración visual para la ubicación de diatomita en los alrededores de la carretera no pavimentada de Quillahuata, logrando encontrar a una distancia de 40 metros de la carretera con coordenadas UTM (13.5078606, 71.934871) a 3452.000 metros sobre el nivel del mar, y dentro de la comunidad campesina de Quillahuata, tal como se aprecia en la imagen 10.

Imagen 10. Ubicación de la cantera de diatomita.



Fuente: Google Earth 2021

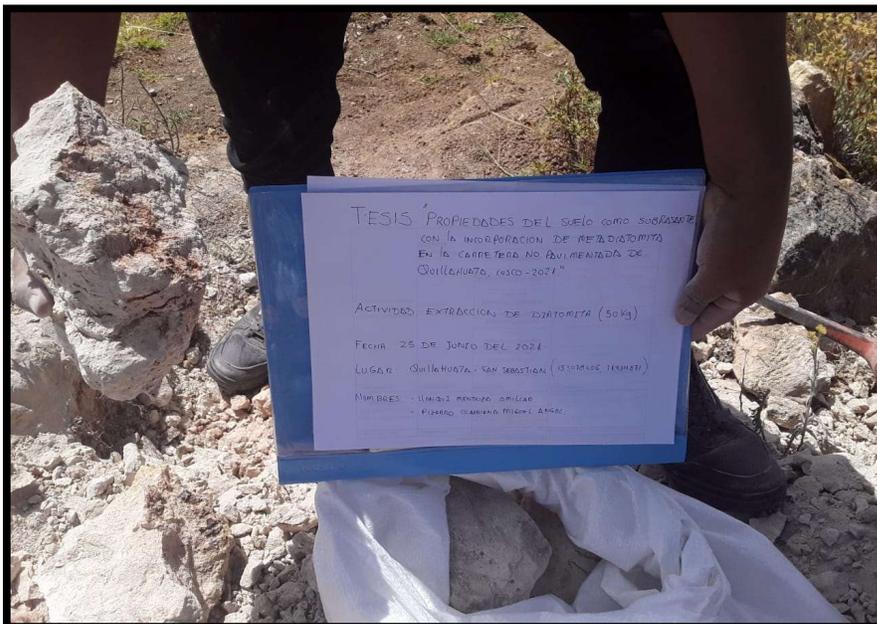
Imagen 11. Exploración visual de la ubicación de diatomita.



Fuente: Propia

Seguidamente se realizó la extracción de la diatomita no contaminada, obteniendo un total aproximado de 50 kilogramos para nuestros trabajos experimentales.

Imagen 12. Extracción de diatomita no contaminada.



Fuente: Propia

El material obtenido se depositó en un lugar debidamente ambientado y con las condiciones óptimas para su guardado y mantenimiento.

- **Etapla 2: Trituración y calcinación de la Diatomita:**

Garantizando el proceso de calcinación, se realizó la trituración de la diatomita en partículas más pequeñas, el objetivo de esta actividad fue reducir el tamaño de la diatomita para la calcinación homogénea de las partículas, además de garantizar que el calor a temperaturas altas sea homogéneo en el material, como se aprecia en la imagen 13.

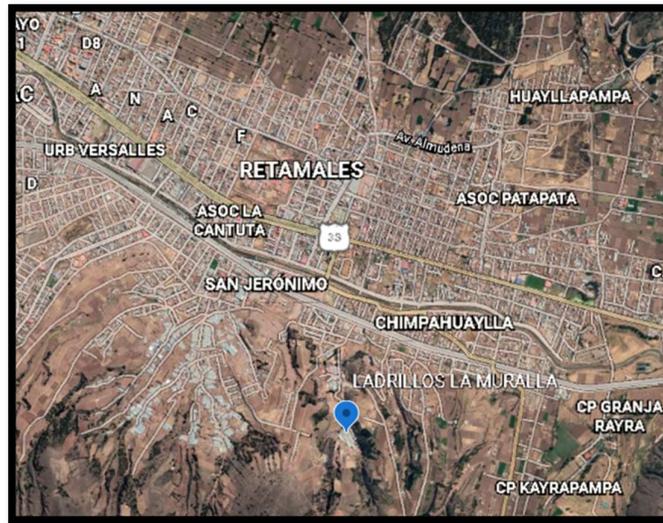
Imagen 13. Trituración de la diatomita.



Fuente: Propia

Para este proceso se requirió de un horno artesanal de la ladrillera “La Muralla” ubicada en San Jerónimo, Cusco, ya que es capaz de lograr temperaturas entre 800 grados centígrados a 1000 grados centígrados durante 10 horas a 15 horas, condiciones óptimas para el cambio químico de la diatomita a metadiatomita.

Imagen 14. Ubicación del horno artesanal de ladrillos.



Fuente: Google Earth

Para la calcinación de la diatomita se hizo uso de un recipiente metálico con un grosor calibre N°6 (0.2 pulgadas) capaz de soportar temperaturas altas de hasta 1000 grados centígrados, en donde se colocó la diatomita triturada para ser calcinada, tal como se ve en la imagen 15.

Imagen 15. Colocación de la diatomita para ser calcinada.



Fuente: Propia

El proceso de la calcinación es de aproximadamente 12 horas, tiempo en el que el horno artesanal de ladrillos está en funcionamiento, seguidamente llega la fase de cesión al fuego, la cual tiene una duración de otras 12 horas hasta que se encuentre en estado que se pueda manipular los ladrillos, en nuestro caso, la bandeja metálica junto a la diatomita calcinada.

- **Etapas 3: Análisis de la metadiatomita.**

Una vez obtenida la metadiatomita, se realizaron varios estudios y ensayos al producto obtenido:

- **Análisis de componentes químicos.**

Para determinar la composición química, se llevó la muestra al laboratorio químico “MC QUIMICALAB” ubicado en San Sebastián, Cusco con el fin de conocer los componentes que contiene la metadiatomita (Anexo 14). El resultado se puede apreciar en la tabla 13.

Tabla 13. Composición química de la metadiatomita.

DETERMINACIONES	UNIDAD	M₁
Calcio (Ca)	%	51.07
LE	%	40.06
Silicio (Si)	%	3.740
Aluminio (Al)	%	2.060
Magnesio (Mg)	%	1.54
Hierro (Fe)	ppm	7860
Azufre (S)	ppm	3171
Titanio (Ti)	ppm	1420
Estroncio (Sr)	ppm	1251
Manganeso (Mn)	ppm	779
Fosforo (P)	ppm	340
Vanadio (V)	ppm	115
Cromo (Cr)	ppm	97
Níquel (Ni)	ppm	75
Circonio (Zr)	ppm	63
Cobre (Cu)	ppm	58
Zinc (Zn)	ppm	34
Rubidio (Rb)	ppm	21
Torio (Th)	ppm	17
Plomo (Pb)	ppm	11

Fuente: MC QUIMICALAB – Cusco, 2021.

- **Análisis físico.**

Para determinar las propiedades físicas, se llevó la muestra al laboratorio de suelos “GEOTEST PERU” ubicado en Cusco, Cusco Con el objetivo de determinar su contenido de humedad, límites de Atterberg y la granulometría (Anexo 15). Se obtuvo los resultados reflejados en la tabla N°:

Tabla 14. Propiedades físicas de la metadiatomita.

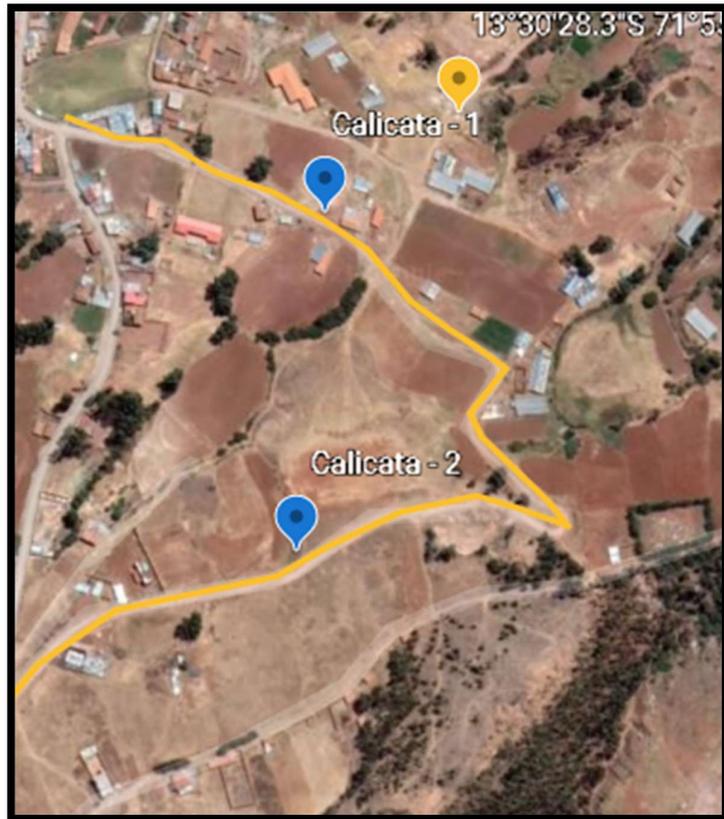
Contenido de Agua (%)	0.03
Limite Liquido (%)	29.26
Limite Plástico (%)	58.19
Índice de Plasticidad (%)	28.23
Coefficiente de uniformidad	2.16
Coefficiente de curvatura	0.86
Clasificación SUCS	CH
Color	Gris claro

Fuente: Propia

- **Etapas 4: Análisis del suelo.**

Con el fin de conocer las características del suelo natural in situ se realizaron rutas de exploración y observación, analizando los diferentes estratos y las zonas críticas de esta carretera no pavimentada, tomando la decisión de centrarnos en solo un tramo de 650 metros de largo, tramo en la que se observó que existen deficiencias en la carretera, así como más tránsito en comparación a las rutas opcionales. La localización los puntos de exploración como se aprecia en la imagen 16 son ubicados en lugares estratégicos, tanto por su distancia y por sus fallas que presentan.

Imagen 16. Ubicación de los puntos de exploración.



Fuente: Google Earth

Trabajos Realizados “In Situ”

Para el análisis del Estudio de Mecánica de Suelos, se desarrollaron dos (02) puntos de exploración. Los puntos de prospección se ubican cubriendo el área de emplazamiento de la futura intervención de estructura vial. El número de calicatas exploradas son:

Calicata 01.- Pozo a Cielo Abierto, desarrollado de forma manual de sección rectangular hasta 1.50 m. de profundidad.

Denominándose: **C – 01.** (Habiéndose llegado a una profundidad de exploración de hasta 1.50 m. con PDL).

Imagen 17. Calicata C - 01.



Fuente: Propia

Calicata 02.- Pozo a Cielo Abierto, desarrollado de forma manual de sección rectangular hasta 1.50 m. de profundidad.

Denominándose: **C – 02.** (Habiéndose llegado a una profundidad de exploración de hasta 3.00 m. con PDL).

Imagen 18. Calicata C - 02.



Fuente: Propia

Ensayos Realizados “In Situ”

Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual – manual) NTP 339.150 (ASTM D 2488)

En los puntos de exploración se realizó un perfilaje minucioso, el cual incluyó el registro cuidadoso de las características de los suelos que conforman cada estrato del perfil del suelo, la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Sondeo con Penetrómetro Dinámico NTP 339.159 (DIN 4094)

Con el objeto de llegar a mayores profundidades y obtener -a través de correlaciones- propiedades de Resistencia Mecánica y Propiedades Índice, se han realizado ensayos con PDL (Penetrómetro Dinámico Ligero), en los lugares de ubicación de los puntos de exploración realizadas a la profundidad de excavación.

Imagen 19. Ensayo de penetración dinámica ligera en C - 01.



Fuente: Propia.

Imagen 20. Ensayo de penetración dinámica ligera en C - 02.



Fuente: Propia.

Extracción de Muestras Representativas NTP 339.159 (DIN 4094)

Se han realizado la extracción de las muestras de suelo de acuerdo a lo establecido en la tabla 15, realizándose la siguiente codificación:

PE-01: Muestra inalterada/alterada en bloque: **Mib-01/Mab-01**.

PE-02: Muestra inalterada/alterada en bloque: **Mib-02/Mab-02**.

Tabla 15. Tipo de Muestras Representativas.

TABLA 4				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

Fuente: NTP 339.159.

Imagen 21. Extracción de muestras Mib-01/Mab-01 en la calicata C-01.



Fuente: Propia.

Imagen 22. Extracción de muestras Mib-01/Mab-01 en la calicata C-01.



Fuente: Propia.

Sondeo con Penetrómetro Dinámico (PDC) NTP 339.159 (DIN 4094)

Con el objeto de llegar a mayores profundidades y obtener a través de correlaciones propiedades de resistencia mecánica y propiedades índice, se han realizado ensayos con PDL, en los lugares de ubicación de las calitas realizadas hasta 2.50 m. de profundidad utilizando el cono de penetración dinámico DCP (Dynamic Cone Penetrometer).

Imagen 23. Sondeo con penetrómetro dinámico en la calicata C-01.



Fuente: Propia.

Imagen 24. Sondeo con penetrómetro dinámico en la calicata C-02.



Fuente: Propia.

- **Etapas 5:** Fase de laboratorio.

En este proceso del proyecto de estudio se efectuaron pruebas del mecanismo de terrenos en el laboratorio de la empresa GEOTEST PERU, con la finalidad de obtener valores máximos del incremento de la condición portante de sedimentos de subrasante aplicando porcentajes de dosificación de metadiatomita. La metodología consiste inicialmente en realizar pruebas de laboratorio a las muestras de suelos de subrasante natural (Calicata C-01 y calicata C-02), y escoger la muestra con menos resistencia CBR por el método PDC. Se obtuvo que la calicata C-01 tuvo la menor resistencia CBR por el método PDC y por ende es la muestra con la que se realizó los ensayos en laboratorio. Se puede apreciar las siguientes imágenes de los ensayos realizados con las muestras de cada calicata.

Imagen 25. Ensayo de granulometría.



Fuente: Propia.

Imagen 26. Ensayo de granulometría de la muestra de C-01.



Fuente: Propia.

Imagen 27. Ensayo de granulometría de la muestra de C-02.



Fuente: Propia.

Imagen 28. Ensayo de limite líquido.



Fuente: Propia.

Imagen 29. Ensayo de Limite Liquido de la muestra de C-01.



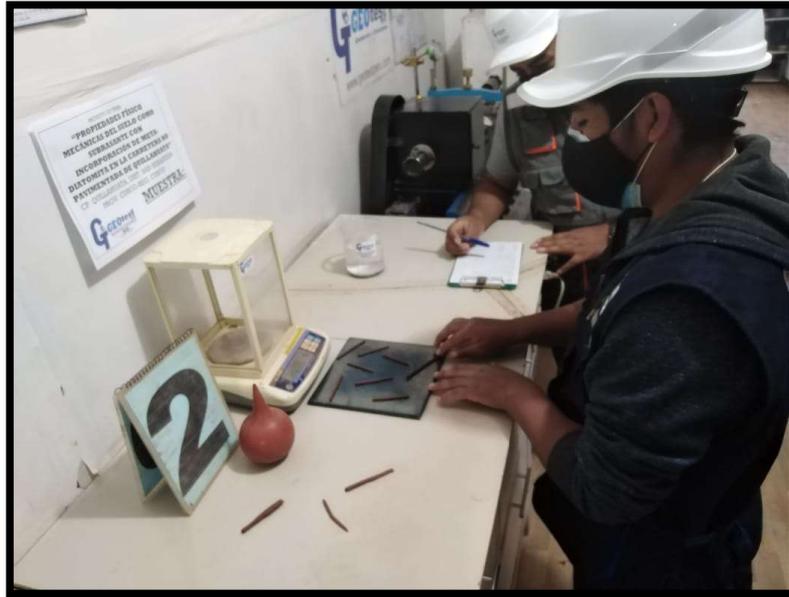
Fuente: Propia.

Imagen 30. Ensayo de Limite Liquido de la muestra de C-02.



Fuente: Propia.

Imagen 31. Ensayo de Limite Plástico.



Fuente: Propia.

Imagen 32. Ensayo de Limite Plástico de la muestra de C-01.



Fuente: Propia.

Imagen 33. Ensayo de Limite Plástico de la muestra de C-02.



Fuente: Propia.

Los resultados en forma resumida de los ensayos in situ para tomar la muestra con menos CBR se puede apreciar en las tablas 16, 17 y 18.

Tabla 16. Resultados de las propiedades físicas de las calicatas C – 01 y C – 02.

Calicata	CA %	LL %	LP %	IP	Cu	Cc	Color
C - 01	13.65	18.74	36.46	17.71	2.21	0.85	Marrón
C - 02	14.02	14.40	21.27	6.87	2.17	0.86	Marrón

Fuente: Propia.

Tabla 17. Clasificación SUCS de las calicatas C – 01 y C – 02.

CALICATA	CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN
C - 01	CL	Arcilla ligera con arena
C - 02	CL-ML	Arcilla limosa con arena

Fuente: Propia.

Tabla 18. CBR por método PDC de las calicatas C – 01 y C – 02.

CALICATA	% CBR
C - 01	9%
C - 02	11%

Fuente: Propia.

En cuanto a los resultados de los ensayos insitu de forma detallada se adjuntan en el Anexo 16.

Se trajeron muestras de suelo de la calicata C-01 al laboratorio “GEOTEST PERU” para el estudio respectivo de los indicadores del trabajo de investigación con las dosificaciones de metadiatomita, los ensayos realizados son debidamente normados organizaciones como ASTM y las Normas Técnicas Peruanas, a continuación, se mencionarán los ensayos realizados.

- **Determinación del Límite líquido de los suelos NTP 339.129 (ASTM D-4318 - MTC E110).** El procedimiento del ensayo de determinación del límite líquido se elaboró según a las normas enunciadas, y se puede apreciar en las siguientes imágenes los ensayos en distintas dosificaciones propuestas. Los resultados del laboratorio detallado se pueden apreciar en el Anexo 17.

Imagen 34. Primer ensayo de Limite Liquido sin adición de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 35. Primer ensayo de Limite Liquido con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia

Imagen 36. Segundo ensayo de Limite Liquido con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 37. Tercer ensayo de Limite Liquido con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 38. Primer ensayo de Limite Liquido con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 39. Segundo ensayo de Limite Liquido con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 40. Tercer ensayo de Limite Liquido con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 41. Primer ensayo de Limite Liquido con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 42. Segundo ensayo de Limite Liquido con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 43. Tercer ensayo de Limite Liquido con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Los resultados de los ensayos de determinación del límite líquido para el presente trabajo de investigación son reflejados en las tablas 19, 20 y 21.

Tabla 19. Resultados de limite liquido del suelo sin metadiatomita.

Metadiatomita (%)	Limite Liquido (%)
0	36.46

Fuente: Propia.

Tabla 20. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Limite Liquido (%)	Promedio IP (%)
1	5	24.76	24.77
4		24.76	
7		24.78	

Fuente: Propia.

Tabla 21. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Limite Liquido (%)	Promedio LL (%)
2	7	24.96	24.94
5		24.93	
8		24.92	

Fuente: Propia.

Tabla 22. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Limite Liquido (%)	Promedio LL (%)
3	10	24.31	24.29
6		24.28	
9		24.29	

Fuente: Propia.

- Determinación del límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P) NTP 339.129 (ASTM D-4318 - MTC E111).** El procedimiento del ensayo de determinación del límite plástico e índice de plasticidad se elaboró según a las normas enunciadas, y se puede apreciar en las siguientes imágenes los ensayos en distintas dosificaciones propuestas. Los resultados del laboratorio detallado se pueden apreciar en el Anexo 17.

Imagen 44. Primer ensayo de Limite Plástico sin adición de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 45. Primer ensayo de Limite Plástico con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 46. Segundo ensayo de Limite Plástico con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 47. Tercer ensayo de Limite Plástico con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 48. Primer ensayo de Limite Plástico con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 49. Segundo ensayo de Limite Plástico con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 50. Tercer ensayo de Limite Plástico con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 51. Primer ensayo de Limite Plástico con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 52. Segundo ensayo de Limite Plástico con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 53. Segundo ensayo de Limite Plástico con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Los resultados de los ensayos de determinación del límite plástico e índice de plasticidad para el presente trabajo de investigación son reflejados en las siguientes tablas.

Tabla 23. Resultados de limite plástico del suelo sin metadiatomita.

Metadiatomita (%)	Limite Plástico (%)
0	18.74

Fuente: Propia.

Tabla 24. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Limite Plástico (%)	Promedio LP (%)
1	5	13.52	13.53
4		13.55	
7		13.53	

Fuente: Propia.

Tabla 25. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Limite Plástico (%)	Promedio LP (%)
2	7	13.83	13.79
5		13.78	
8		13.77	

Fuente: Propia.

Tabla 26. Resultados de limite liquido del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Limite Plástico (%)	Promedio LP (%)
3	10	14.03	14.03
6		14.03	
9		14.03	

Fuente: Propia.

Tabla 27. Resultados del índice de plasticidad del suelo sin metadiatomita.

Metadiatomita (%)	Índice de Plasticidad (%)
0	17.72

Fuente: Propia.

Tabla 28. Resultados del índice de plasticidad del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Índice de plasticidad (%)	Promedio IP (%)
1	5	11.24	11.23
4		11.21	
7		11.25	

Fuente: Propia.

Tabla 29. Resultados de índice de plasticidad del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Índice de plasticidad (%)	Promedio IP (%)
2	7	11.14	11.15
5		11.15	
8		11.15	

Fuente: Propia.

Tabla 30. Resultados del índice de plasticidad del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Índice de plasticidad (%)	Promedio IP (%)
3	10	10.28	10.26
6		10.25	
9		10.26	

Fuente: Propia.

- **Determinación de la gravedad específica NTP 400.021.**

El procedimiento del ensayo de determinación de la gravedad específica se elaboró según a la norma enunciada., como se aprecian en las siguientes imágenes.

Imagen 54. Ensayo de gravedad específica NTP 400.021.



Fuente: Propia.

Imagen 55. Primer ensayo de gravedad específica sin metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 56. Segundo ensayo de gravedad especifica sin metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 57. Tercer ensayo de gravedad especifica sin metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 58. Primer ensayo de gravedad específica con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 59. Segundo ensayo de gravedad específica con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 60. Tercer ensayo de gravedad específica con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 61. Primer ensayo de gravedad específica con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 62. Segundo ensayo de gravedad especifica con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 63. Tercer ensayo de gravedad especifica con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 64. Primer ensayo de gravedad específica con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 65. Segundo ensayo de gravedad específica con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Se exponen en las siguientes tablas los resultados del indicador gravedad específica. Los resultados del laboratorio detallado se pueden apreciar en el Anexo 18.

Tabla 31. Resultados de la gravedad específica del suelo sin metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Gravedad Específica (adimensional)	Promedio (adimensional)
1	0	2.12	2.12
5		2.13	
9		2.10	

Fuente: Propia.

Tabla 32. Resultados de la gravedad específica del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Gravedad Específica (adimensional)	Promedio (adimensional)
2	5	1.82	1.93
6		1.98	
10		1.99	

Fuente: Propia.

Tabla 33. Resultados de la gravedad específica del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Gravedad Específica (adimensional)	Promedio (adimensional)
3	7	2.00	2.05
7		2.08	
11		2.07	

Fuente: Propia.

Tabla 34. Resultados de la gravedad específica del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Gravedad Especifica (adimensional)	Promedio (adimensional)
4	10	2.10	2.09
8		2.05	
12		2.11	

Fuente: Propia.

- **Ensayo de Compactación (Proctor Modificado) NTP-339.141. (ASTM D 1557 - MTC E115).** El procedimiento del ensayo de determinación de la gravedad específica se elaboró según a la norma enunciada como se aprecia en las imágenes siguientes.

Imagen 66. Dosificación de metadiatomita para Proctor modificado.



Fuente: Propia.

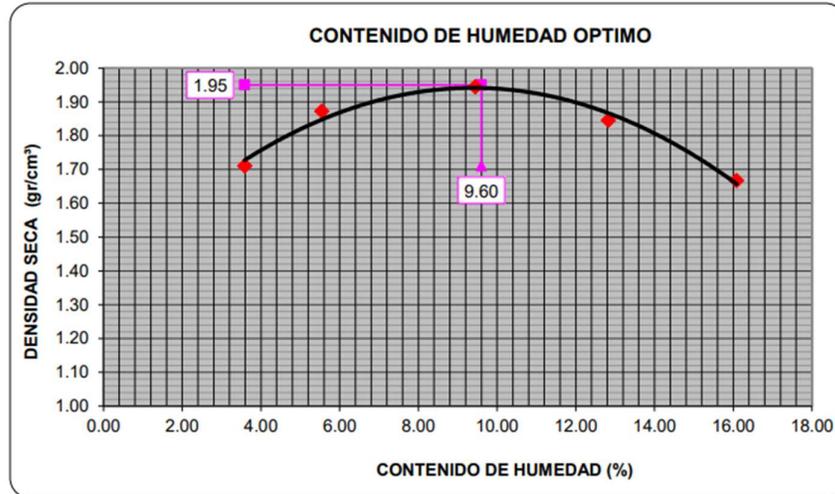
Imagen 67. Ensayo de Proctor modificado ASTM D 1557.



Fuente: Propia.

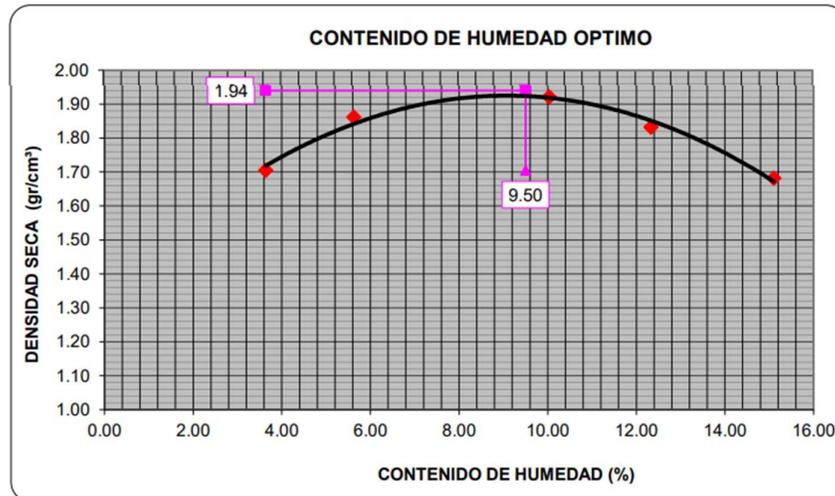
Los resultados del laboratorio detallado se pueden apreciar en el Anexo 19. Los resultados de los ensayos de manera resumida de determinación de la gravedad específica para el presente trabajo de investigación son reflejados en las siguientes tablas e imágenes.

Imagen 68. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural sin metadiatomita.



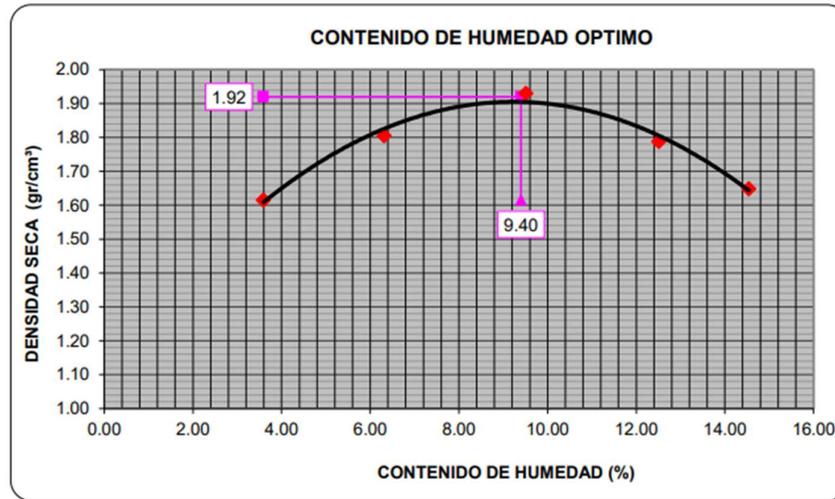
Fuente: Propia.

Imagen 69. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural sin metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 70. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural sin metadiatomita.



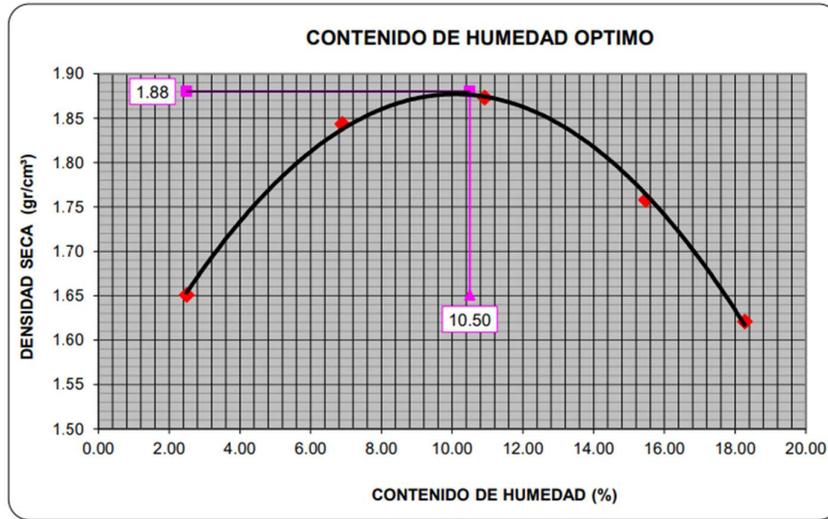
Fuente: Propia.

Tabla 35. Resultados de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo sin metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Promedio (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)	Promedio (%)
1	0	1.95	1.94	9.60	9.50
5		1.94		9.50	
9		1.92		9.40	

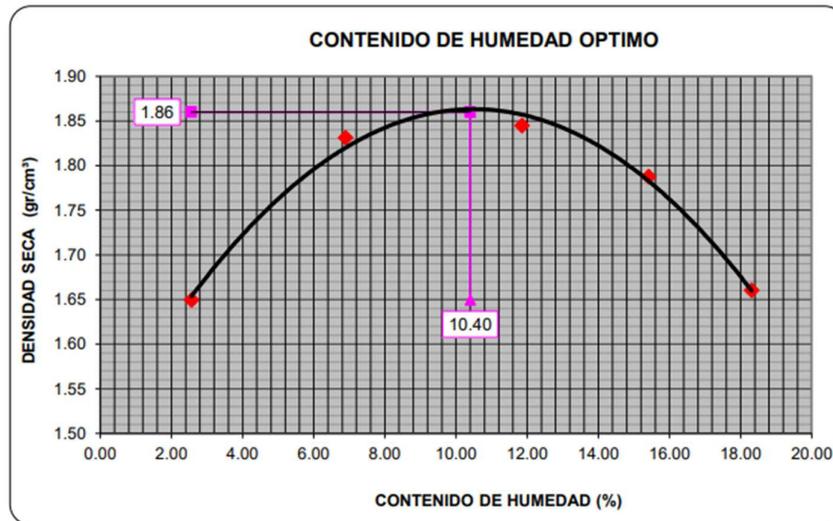
Fuente: Propia.

Imagen 71. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 5% de metadiatomita.



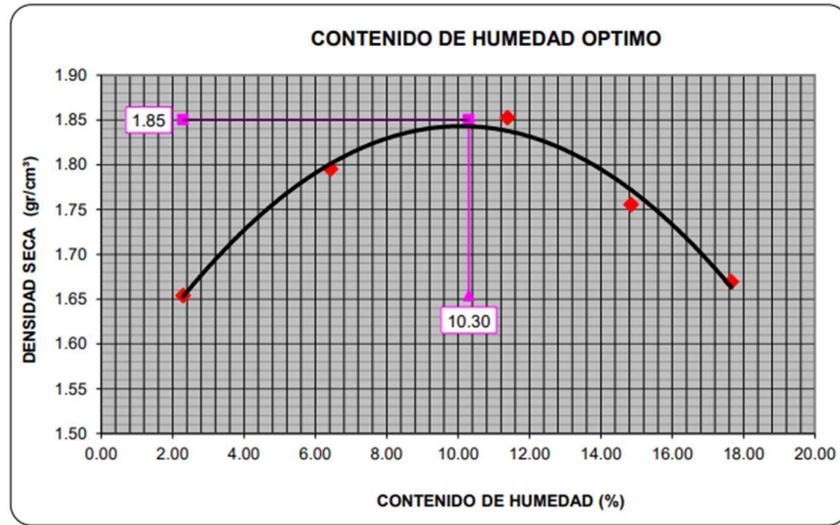
Fuente: Propia.

Imagen 72. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia

Imagen 73. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 5% de metadiatomita.



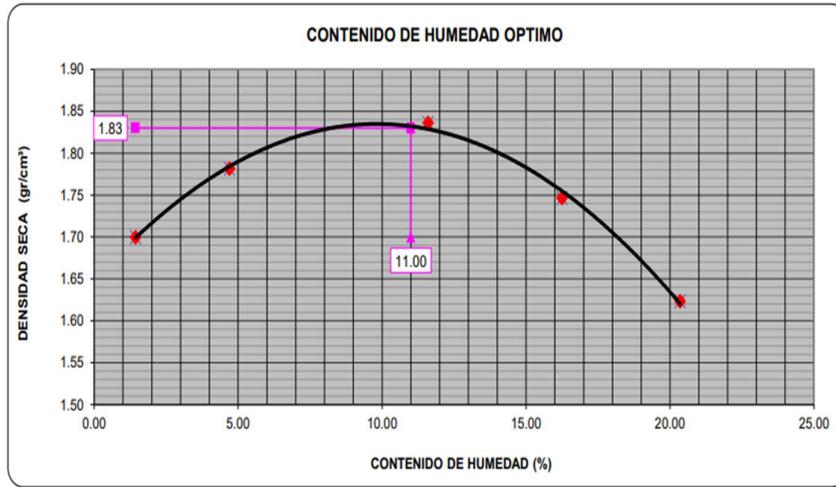
Fuente: Propia.

Tabla 36. Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Promedio (gr/cm3)	Optimo Contenido de Humedad (%)	Promedio (%)
2	5	1.88	1.86	10.50	10.40
6		1.86		10.40	
10		1.85		10.30	

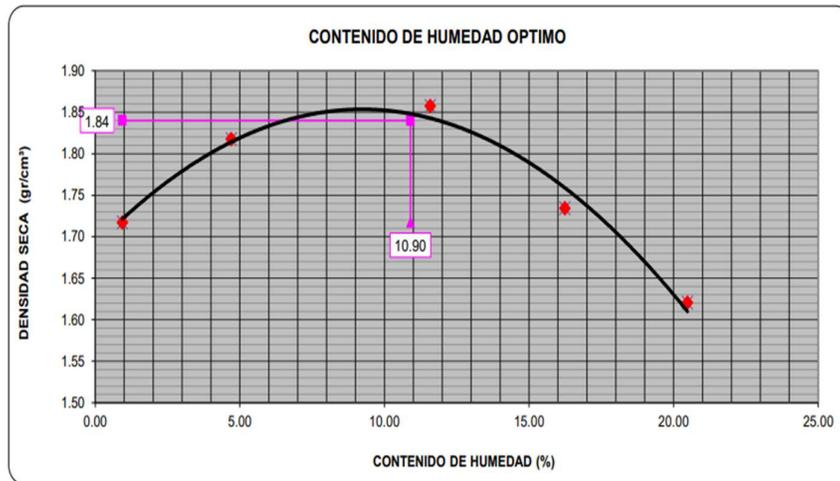
Fuente: Propia.

Imagen 74. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 7% de metadiatomita.



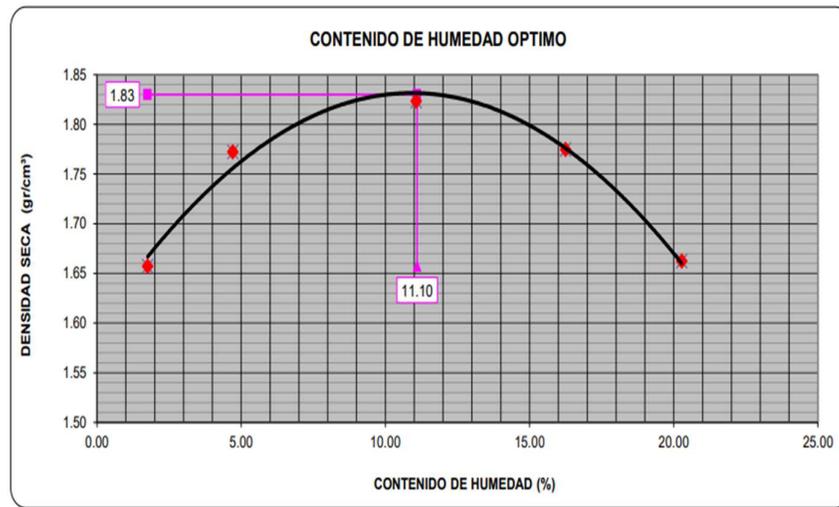
Fuente: Propia.

Imagen 75. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 76. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 7% de metadiatomita.



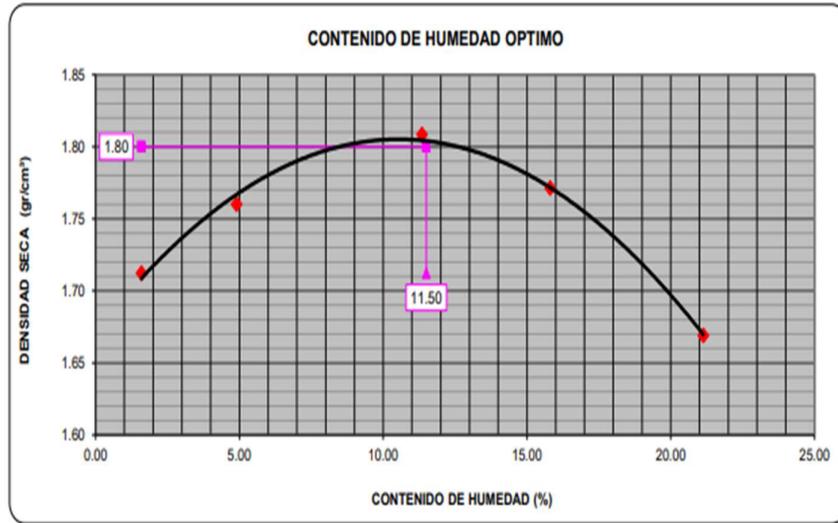
Fuente: Propia.

Tabla 37. Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Promedio (gr/cm3)	Optimo Contenido de Humedad (%)	Promedio (%)
3	7	1.83	1.83	11.00	11.00
7		1.84		10.90	
11		1.83		11.10	

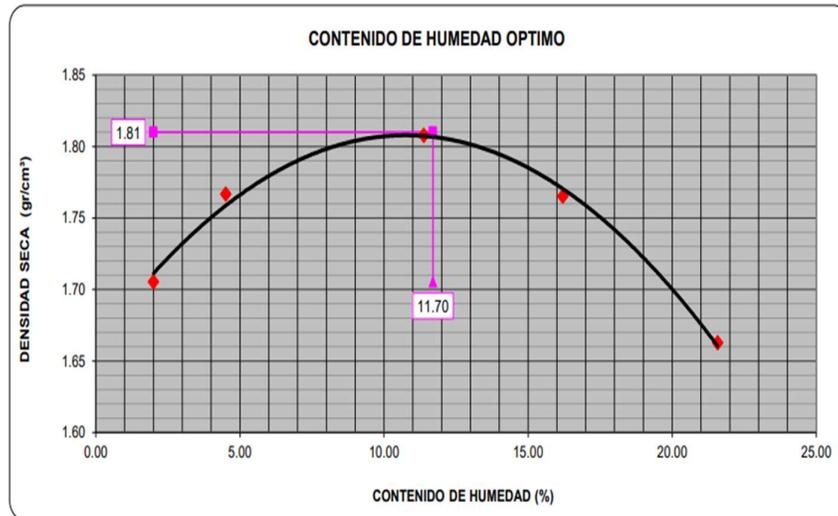
Fuente: Propia.

Imagen 77. Primera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 10% de metadiatomita.



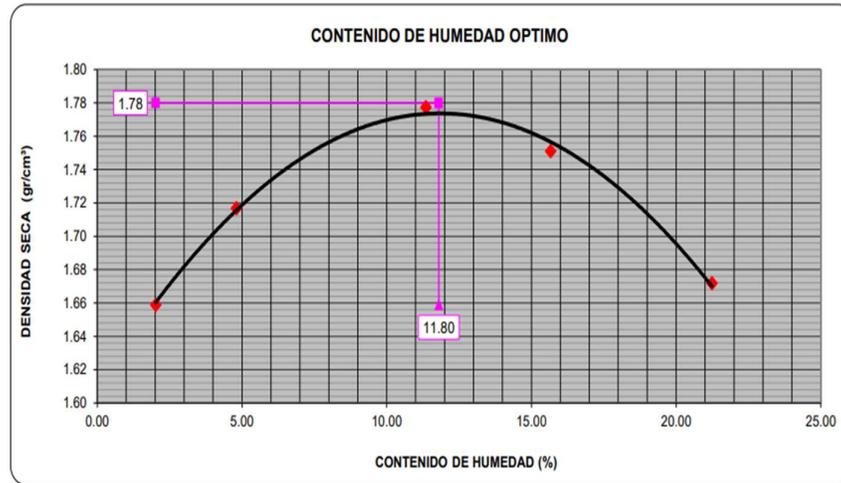
Fuente: Propia.

Imagen 78. Segunda relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 79. Tercera relación Densidad Seca – Contenido de Humedad para el suelo natural con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Tabla 38. Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Promedio (gr/cm3)	Optimo Contenido de Humedad (%)	Promedio (%)
4	10	1.80	1.80	11.50	11.67
8		1.81		11.70	
12		1.78		11.80	

Fuente: Propia

- **Ensayo California Bearing Ratio (CBR) NTP 339.145:1999 (ASTM 1833-73 - MTC E 132)** El procedimiento del ensayo de determinación de la capacidad de soporte (CBR) se elaboró según a la norma enunciada, y se puede apreciar en las siguientes imágenes los ensayos en distintas dosificaciones propuestas. Los resultados del laboratorio detallado se pueden apreciar en el Anexo 20.

Imagen 80. Primer ensayo de CBR sin adición de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 81. Segundo ensayo de CBR sin adición de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 82. Tercer ensayo de CBR sin adición de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 83. Primer ensayo de CBR con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 84. Segundo ensayo de CBR con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 85. Tercer ensayo de CBR con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 86. Primer ensayo de CBR con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 87. Segundo ensayo de CBR con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 88. Tercer ensayo de CBR con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 89. Primer ensayo de CBR con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 90. Segundo ensayo de CBR con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 91. Tercer ensayo de CBR con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Los resultados de los ensayos CBR para el presente trabajo de investigación son reflejados en las siguientes tablas.

Tabla 39. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) sin metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Capacidad de Soporte - CBR (%)	Promedio (%)
1	0	24.00	24.00
5		23.00	
9		25.00	

Fuente: Propia.

Tabla 40. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) sin metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Capacidad de Soporte - CBR (%)	Promedio (%)
2	5	31.00	31.67
6		33.00	
10		31.00	

Fuente: Propia.

Tabla 41. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Capacidad de Soporte - CBR (%)	Promedio (%)
3	7	46.00	46.00
7		47.00	
11		45.00	

Fuente: Propia.

Tabla 42. Resultados de la capacidad de soporte del suelo natural (CBR) con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Capacidad de Soporte - CBR (%)	Promedio (%)
4	10	48.00	49.33
8		51.00	
12		49.00	

Fuente: Propia.

- **Ensayo de determinación de permeabilidad NTP – 339.127 (ASTM D-2216).** El procedimiento del ensayo de determinación del coeficiente de permeabilidad se elaboró según a la norma enunciada, y se puede apreciar en las siguientes imágenes los ensayos en distintas dosificaciones propuestas. Los resultados del laboratorio detallado se pueden apreciar en el Anexo 22.

Imagen 92. Ensayo de permeabilidad de cabeza variable.



Fuente: Propia.

Imagen 93. Ensayos de permeabilidad sin adición de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 94. Ensayos de permeabilidad con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 95. Ensayos de permeabilidad con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 96. Ensayos de permeabilidad con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Los resultados de los ensayos de permeabilidad para el presente trabajo de investigación en forma resumida son reflejados en las siguientes tablas.

Tabla 43. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural sin metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
1	0	0.0001840	0.000075
5		0.0000272	
9		0.0000146	

Fuente: Propia.

Tabla 44. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural con dosificación de 5% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
2	5	0.000110	0.000121
6		0.000120	
10		0.000134	

Fuente: Propia.

Tabla 45. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
3	7	0.000168	0.000175
7		0.000185	
11		0.000173	

Fuente: Propia.

Tabla 46. Resultados del coeficiente de permeabilidad del suelo natural con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
4	10	0.000225	0.000234
8		0.000245	
12		0.000233	

Fuente: Propia.

- Determinación del tiempo de la ascensión capilar del suelo a 1.75 centímetros.** El procedimiento del ensayo de determinación del tiempo de ascensión capilar a 1.75 centímetros se puede apreciar en las siguientes imágenes los ensayos en distintas dosificaciones propuestas. Los resultados del laboratorio detallado se pueden apreciar en el Anexo 21.

Imagen 97. Ensayo de permeabilidad en laboratorio.



Fuente: Propia.

Imagen 98. Ensayos de permeabilidad sin adición de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 99. Ensayos de permeabilidad con 5% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 100. Ensayos de permeabilidad con 7% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Imagen 101. Ensayos de permeabilidad con 10% de metadiatomita.



Fuente: Propia.

Los resultados de los ensayos de ascensión capilar para el presente trabajo de investigación son reflejados en las siguientes tablas.

Tabla 47. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros sin metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Tiempo de ascensión capilar a 1.75 cm (seg)	Promedio (seg)
1	0	268.50	297.44
5		310.33	
9		313.50	

Fuente: Propia.

Tabla 48. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros con dosificación de 5% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Tiempo de ascensión capilar a 1.75 cm (seg)	Promedio (seg)
2	5	339.63	349.43
6		348.17	
10		360.50	

Fuente: Propia.

Tabla 49. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros con dosificación de 7% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Tiempo de ascensión capilar a 1.75 cm (seg)	Promedio (seg)
3	7	386.83	411.11
7		388.00	
11		458.50	

Fuente: Propia.

Tabla 50. Resultados del tiempo de la ascensión capilar del suelo natural a 1.75 centímetros con dosificación de 10% de metadiatomita.

Ensayo	Metadiatomita (%)	Tiempo de ascensión capilar a 1.75 cm (seg)	Promedio (seg)
4	10	367.17	396.50
8		399.50	
12		422.83	

Fuente: Propia.

3.6. Método de análisis de datos

En el presente trabajo de investigación se efectuó el análisis de datos mediante la elaboración de tablas, gráficos de barras y gráficos de regresión lineal cuya interpretación se efectuó mediante la utilización de estadística descriptiva.

3.7. Aspectos éticos

Se tomó como guía el Manual de Ensayos de mencionados en cada ensayo para obtener resultados más confiables en los diferentes ensayos, además de utilizar las normas internacionales del ASTM. Esta investigación de tesis se desarrollará con total transparencia, responsabilidad y sobretodo con el respeto de los antecedentes utilizados para el proyecto con sus citas respectivas de forma correcta.

IV. RESULTADOS

INDICADOR 1: LÍMITES DE ATTERBERG

Los resultados de los límites de Atterberg en el presente estudio de investigación son explicados con los gráficos y tablas siguientes.

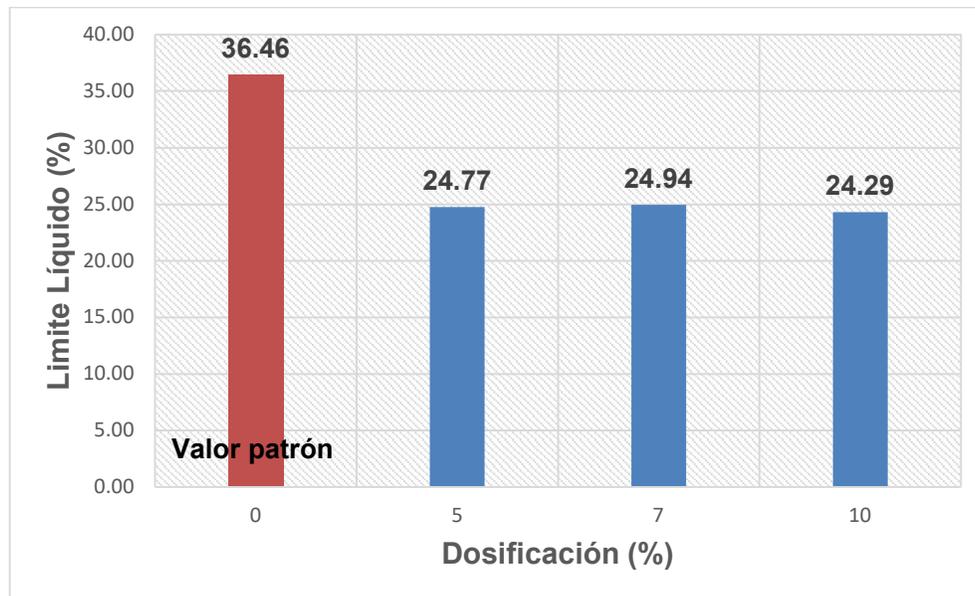
Limite Liquido

Tabla 51. Resultado de límite liquido de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Limite Líquido (%)
0	36.46
5	24.77
7	24.94
10	24.29

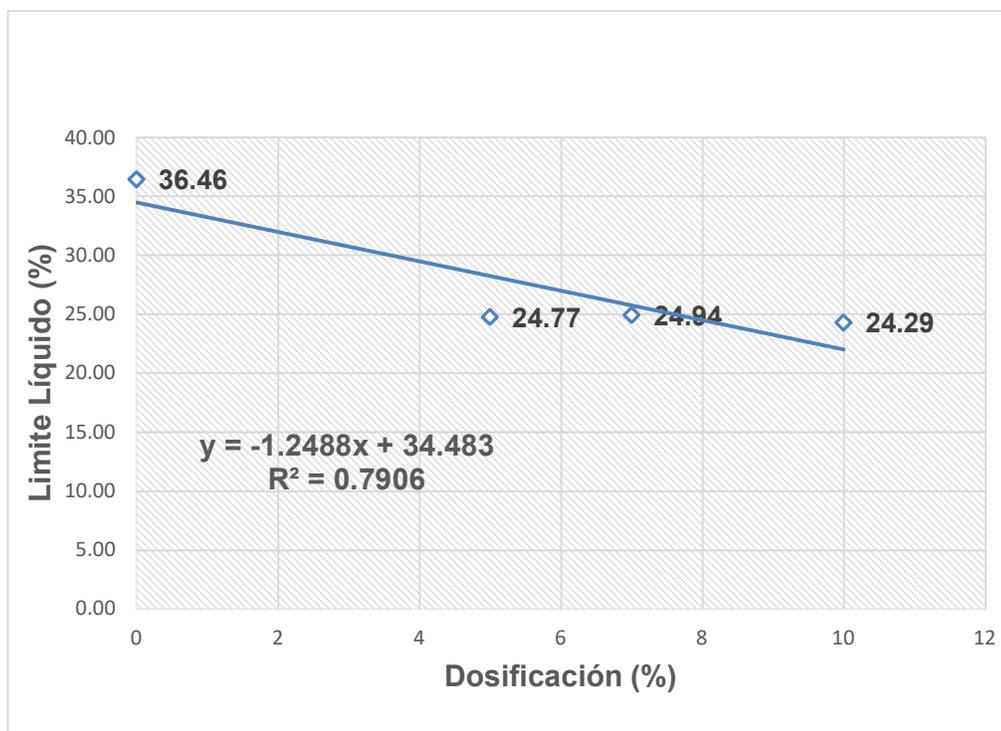
Fuente: Propia

Imagen 102. Gráfico de barras dosificaciones vs limite líquido.



Fuente: Propia.

Imagen 103. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs limite líquido.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 51 que el límite líquido con respecto al suelo natural disminuye, siendo la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita el más bajo alcanzando un porcentaje de 24.29%. Según el gráfico 102 se puede determinar que, en cuanto al límite líquido, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita se reduce en un 32.07% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita se reduce en un 31.61% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita se reduce en un 33.37% del valor patrón. En el gráfico 103 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en el límite líquido, siendo que el 79.06% del cambio en el límite líquido está explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, el límite líquido disminuye 1.2488%.

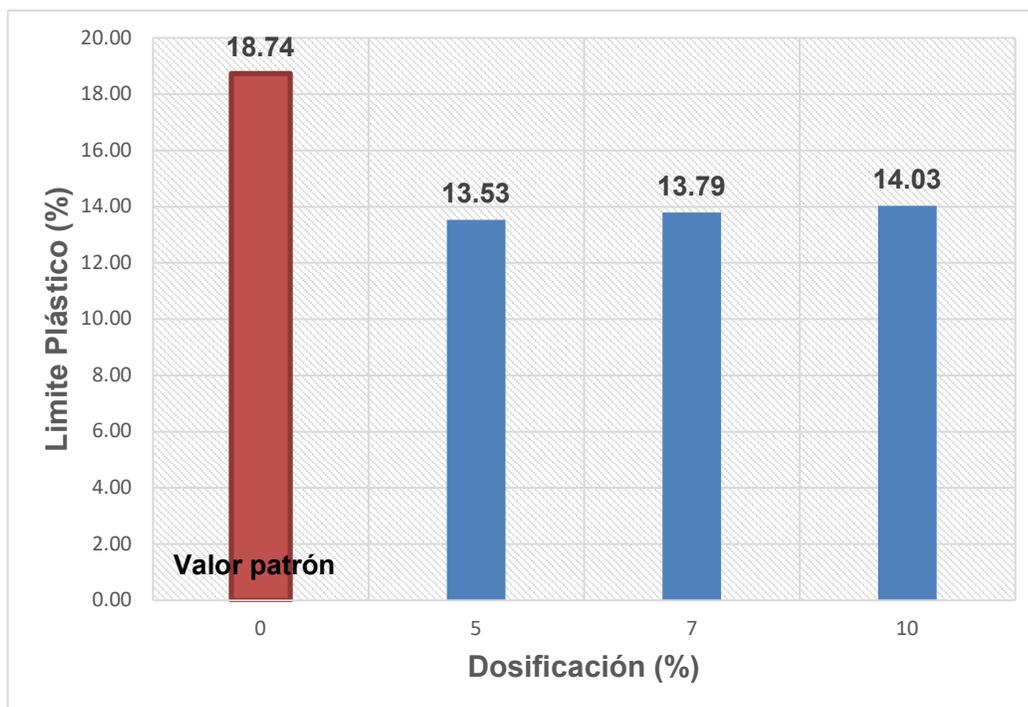
Limite Plástico

Tabla 52. Resultado de límite plástico de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Limite Plástico (%)
0	18.74
5	13.53
7	13.79
10	14.03

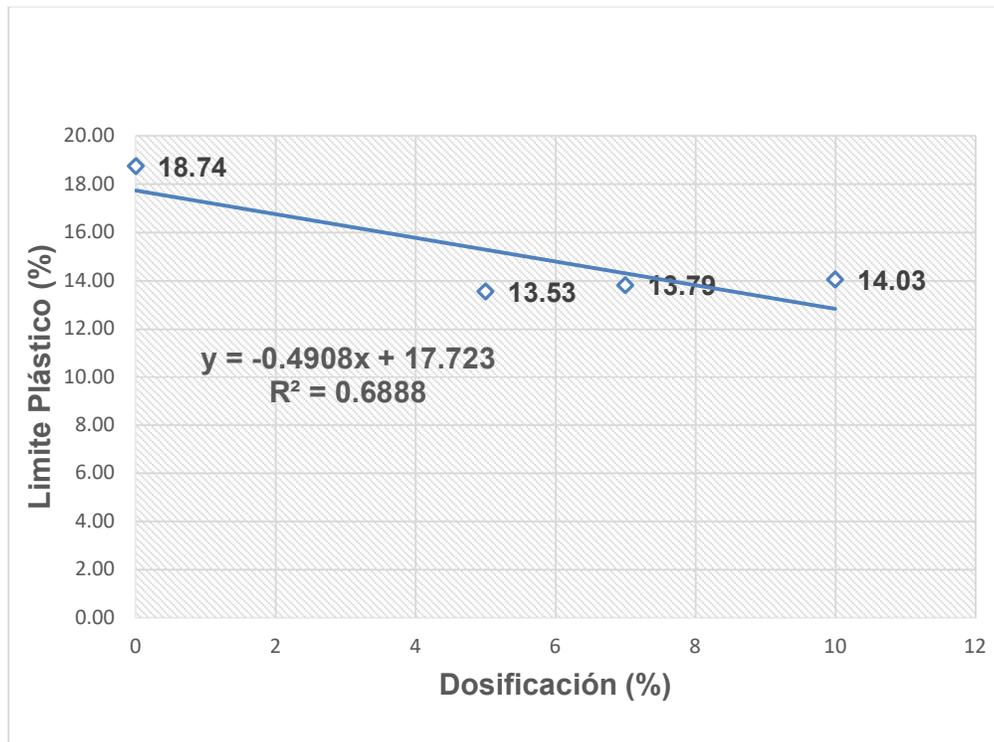
Fuente: Propia.

Imagen 104. Gráfico de barras dosificaciones vs limite plástico.



Fuente: Propia.

Imagen 105. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs limite plástico.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 52 que el límite plástico con respecto al suelo natural disminuye, siendo la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita el más bajo alcanzando un porcentaje de 13.53%. Según el gráfico 104 se puede determinar que, en cuanto al límite plástico, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita reduce en un 27.78% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita reduce en un 26.40% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita reduce 25.13% del valor patrón. En el gráfico 105 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en el límite plástico, siendo que el 68.88% del cambio en el límite plástico está explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, el límite plástico disminuye 0.4908%.

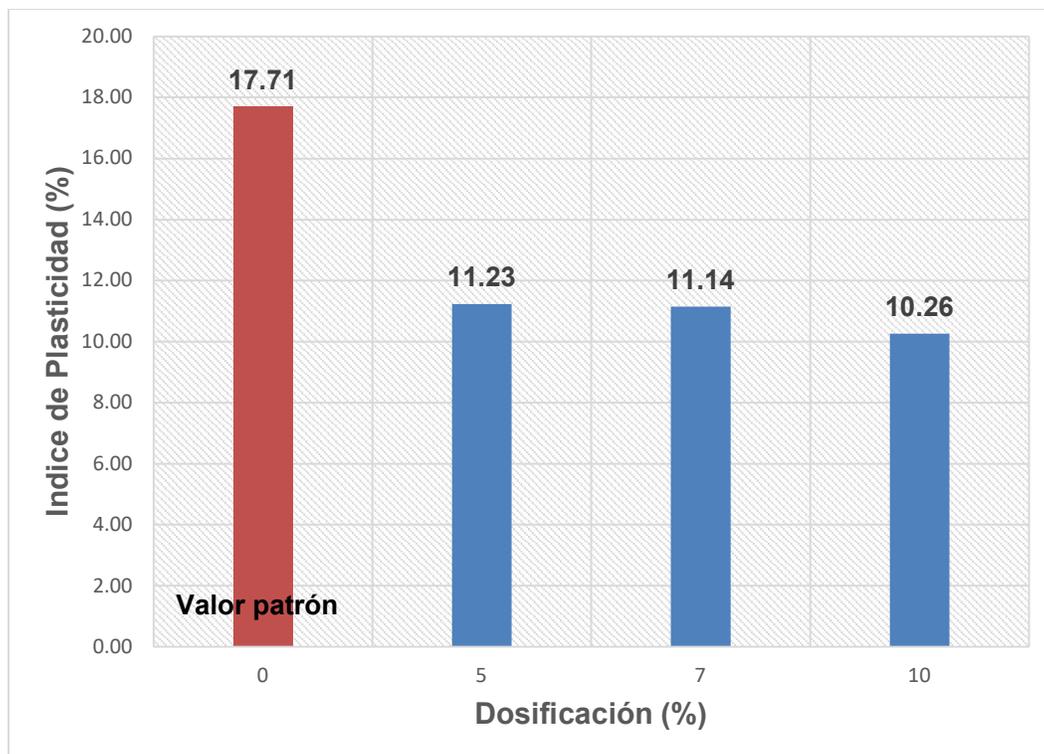
Índice de Plasticidad

Tabla 53. Resultado de índice de plasticidad de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Índice de Plasticidad (%)
0	17.71
5	11.23
7	11.14
10	10.26

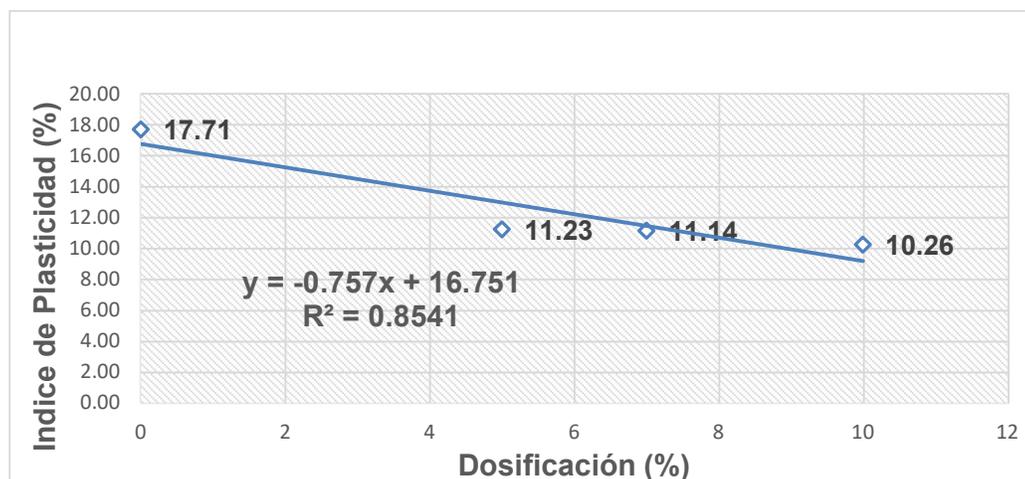
Fuente: Propia.

Imagen 106. Gráfico de barras dosificaciones vs índice de plasticidad.



Fuente: Propia.

Imagen 107. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs índice de plasticidad.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 53 que el índice de plasticidad con respecto al suelo natural disminuye, siendo la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita el más bajo alcanzando un porcentaje de 10.26%. Según el gráfico 106 se puede determinar que en cuanto el índice plástico, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita se reduce un 37.57% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita se reduce un 37.08% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita se reduce un 42.05% del valor patrón. En el gráfico 107 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en el índice de plasticidad, siendo que el 85.41% del cambio en el índice plástico está explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, el índice plástico disminuye 0.757%.

Contrastación de la hipótesis: La hipótesis se acepta dado que para todas las proporciones de adición de metadiatomita, el índice de plasticidad disminuye por lo tanto mejora la consistencia del suelo como subrasante siendo suelos de media plasticidad ($7 < IP \leq 20$).

INDICADOR 2: GRAVEDAD ESPECIFICA

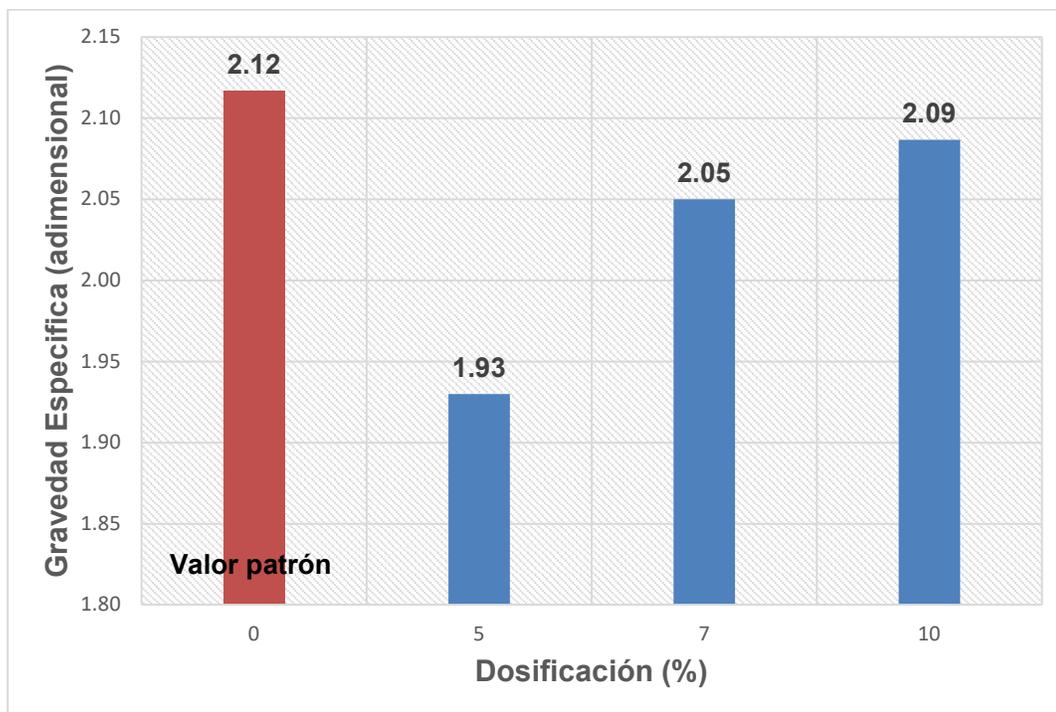
Los resultados de la gravedad específico en el presente estudio de investigación son explicados en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 54. Resultado de gravedad específica de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Gravedad Especifica (adimensional)
0	2.12
5	1.93
7	2.05
10	2.09

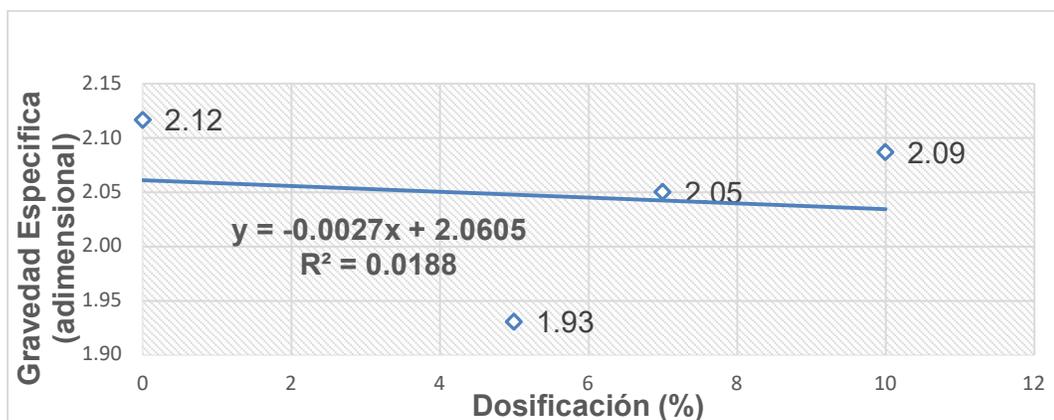
Fuente: Propia.

Imagen 108. Gráfico de barras dosificaciones vs gravedad específica.



Fuente: Propia.

Imagen 109. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs gravedad específica.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 54 que la gravedad específica con respecto al suelo natural disminuye, siendo la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita el más bajo alcanzando un valor de 1.93. Según el gráfico 108 se puede determinar que, en cuanto a la gravedad específica, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita se reduce en un 8.82% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita se reduce en un 3.15% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita se reduce en un 1.42% del valor patrón. En el gráfico 109 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita no influye significativamente en la gravedad específica, siendo que el 0.188% del cambio en la gravedad específica está explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, la gravedad específica disminuye en 0.0027.

Contrastación de la hipótesis: La hipótesis se rechaza dado que para todas las proporciones de adición de metadiatomita, el valor de gravedad específica disminuye un valor demasiado bajo para tomarse en cuenta por lo tanto no mejora la gravedad específica del suelo como subrasante.

INDICADOR 3: MAXIMA DENSIDAD SECA

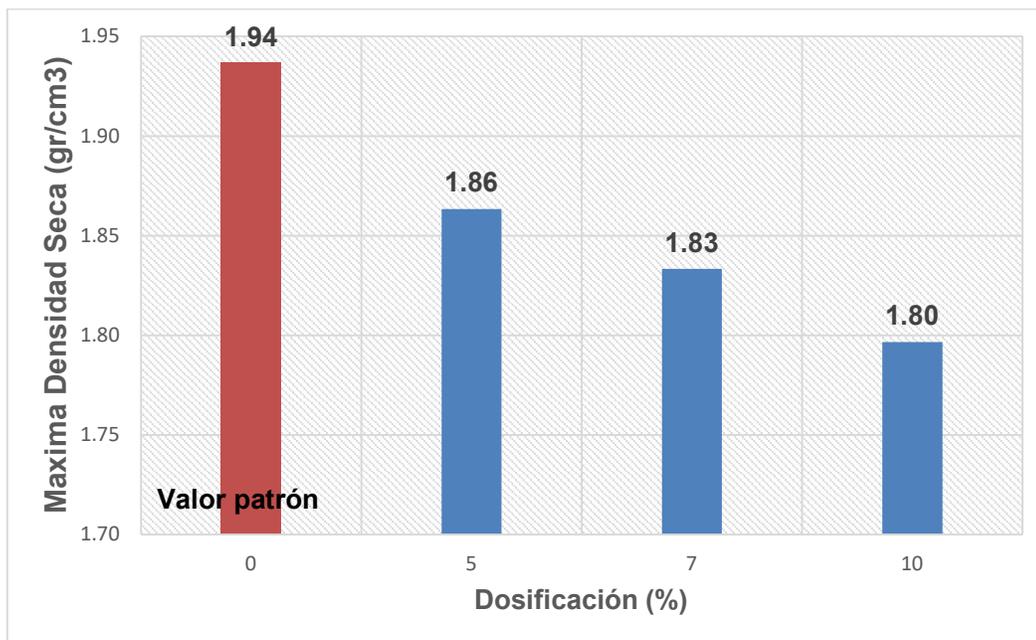
Los resultados de la densidad máxima compactada seca en el presente estudio de investigación son explicados en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 55. Resultado de M.D.S. de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)
0	1.94
5	1.86
7	1.83
10	1.80

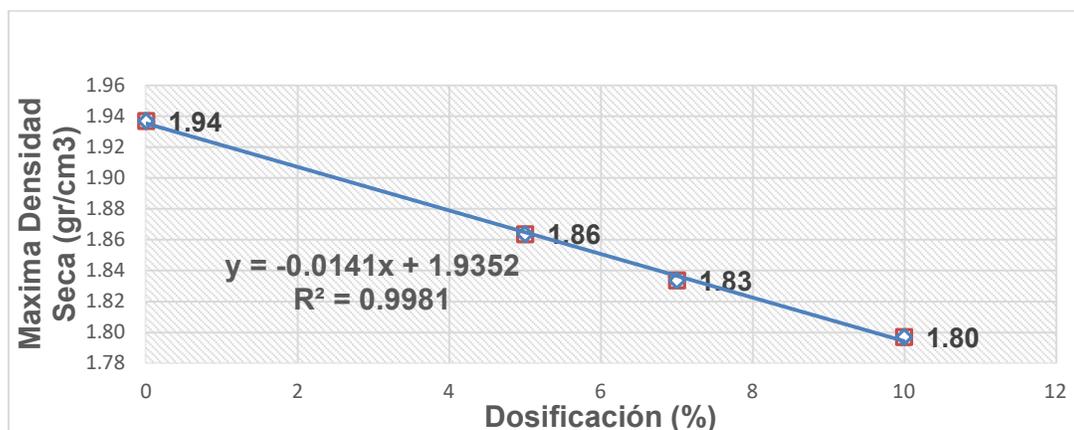
Fuente: Propia.

Imagen 110. Gráfico de barras dosificaciones vs M.D.S.



Fuente: Propia.

Imagen 111. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs M.D.S.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 55 que la máxima densidad seca con respecto al suelo natural disminuye, siendo la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita el más bajo alcanzando un valor de 1.80 gramos sobre centímetro cubico. Según el grafico 110 se puede determinar que, en cuanto a la máxima densidad seca, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita se reduce en un 3.79% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita se reduce en un 5.34% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita se reduce 7.23% del valor patrón. En el gráfico 111 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en la máxima densidad seca, siendo que el 99.81% del cambio en la densidad seca máxima esta explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, la gravedad especifica disminuye en 0.0141 gramos sobre centímetro cubico.

Contrastación de la hipótesis: La hipótesis no se acepta dado que para todas las proporciones de adición de metadiatomita, la densidad seca máxima disminuye por lo tanto no mejora la densidad seca máxima del suelo como subrasante.

INDICADOR 4: OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

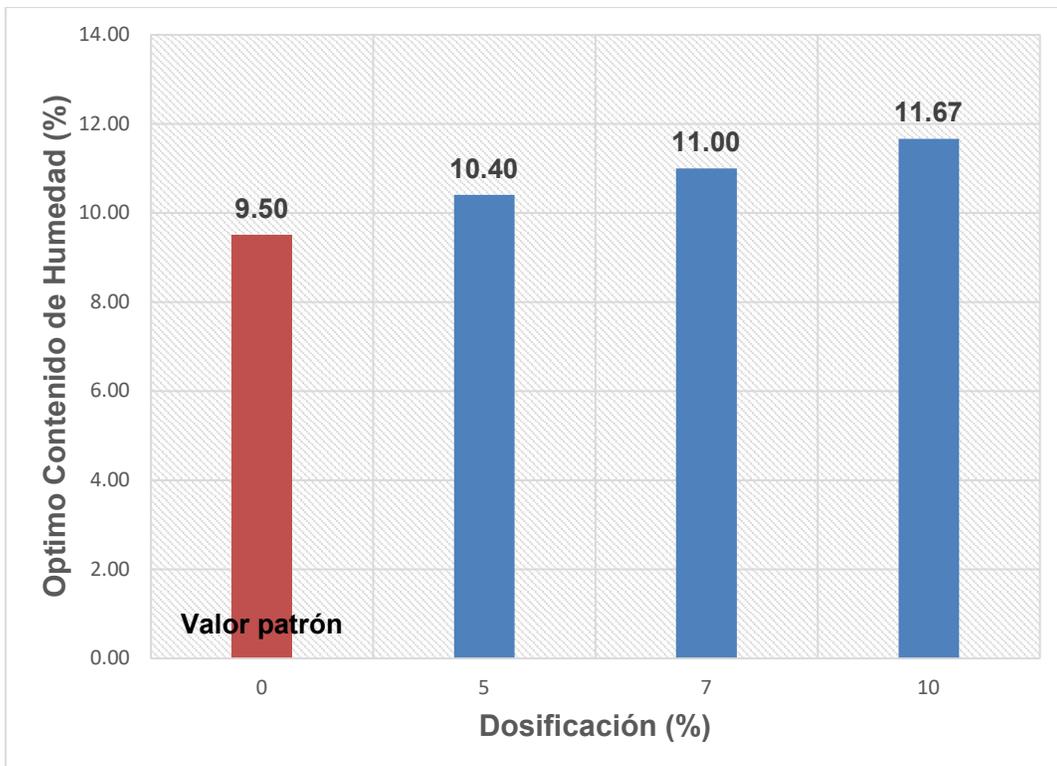
Los resultados del optimo porcentaje de humedad en el presente estudio de investigación son explicados en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 56. Resultado de O.C.H. de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Optimo Contenido de Humedad (%)
0	9.50
5	10.40
7	11.00
10	11.67

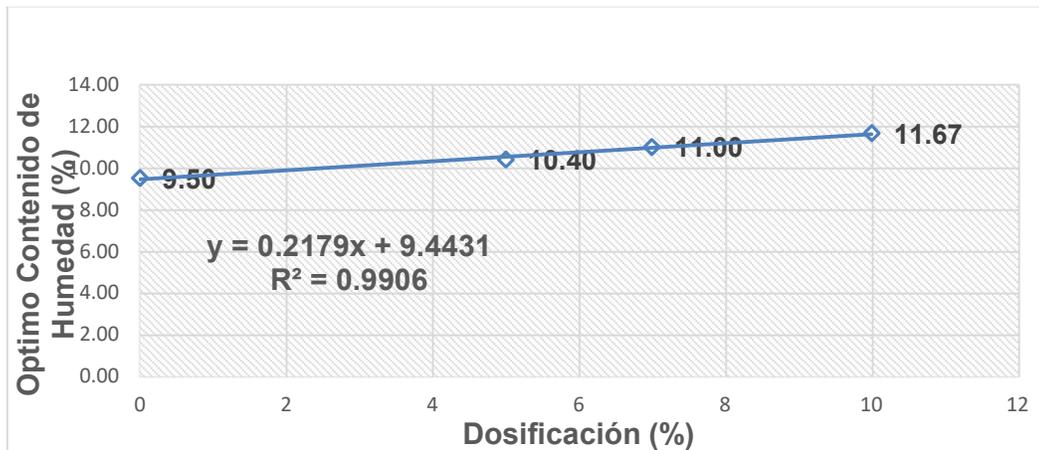
Fuente: Propia.

Imagen 112. Gráfico de barras dosificaciones vs O.C.H.



Fuente: Propia.

Imagen 113. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs O.C.H.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 56 que el óptimo contenido de humedad con respecto al suelo natural aumenta, siendo la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita el más alto alcanzando un porcentaje de 11.67%. Según el gráfico 112 se puede determinar que, en cuanto al óptimo contenido de humedad, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita aumenta en un 9.47% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita aumenta en un 15.79% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita aumenta en un 22.81% del valor patrón. En el gráfico 113 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en óptimo contenido de humedad, siendo que el 99.06% del cambio en el contenido de humedad óptimo esta explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, el óptimo contenido de humedad aumenta en 0.2179%.

Contrastación de la hipótesis: La hipótesis se rechaza dado que para todas las proporciones de adición de metadiatomita, el óptimo contenido de humedad aumenta por lo tanto no mejora humedad óptima del suelo como subrasante.

INDICADOR 5: CAPACIDAD DE SOPORTE

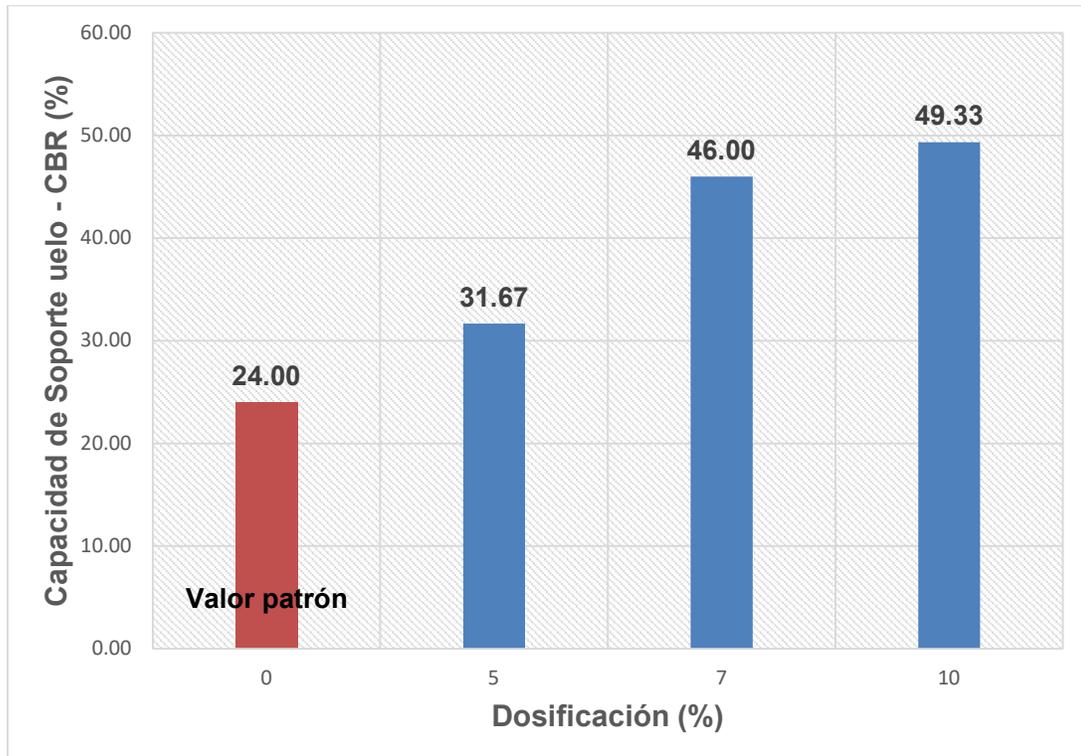
Los resultados de la capacidad de soporte en el presente estudio de investigación son explicados en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 57. Resultado de CBR de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Capacidad de Soporte del Suelo - CBR (%)
0	24.00
5	31.67
7	46.00
10	49.33

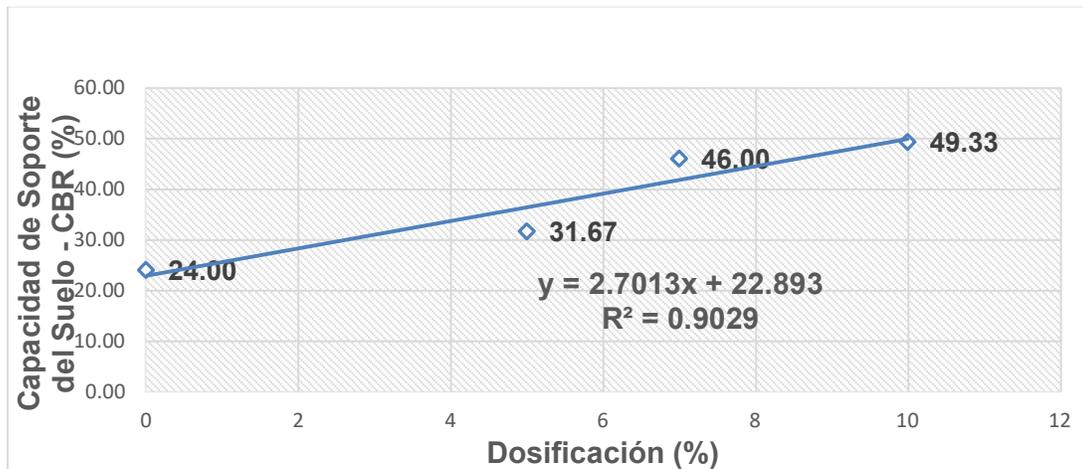
Fuente: Propia.

Imagen 114. Gráfico de barras dosificaciones vs CBR.



Fuente: Propia.

Imagen 115. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs CBR.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 57 que la capacidad de soporte con respecto al suelo natural aumenta, siendo la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita el más alto alcanzando un porcentaje de 49.33%. Según el gráfico 114 se puede determinar que, en cuanto la capacidad de soporte, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita aumenta en un 31.94% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita aumenta en un 91.67% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita aumenta en un 105.56% del valor patrón. En el gráfico 115 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en la capacidad de soporte (CBR), siendo que el 90.29% del cambio en la capacidad de soporte está explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, la capacidad de soporte del suelo aumenta en 2.7013%.

Contrastación de la hipótesis: La hipótesis se acepta dado que para todas las proporciones de adición de metadiatomita, la capacidad de soporte aumenta por lo tanto mejora la capacidad de soporte del suelo como subrasante.

INDICADOR 6: PERMEABILIDAD

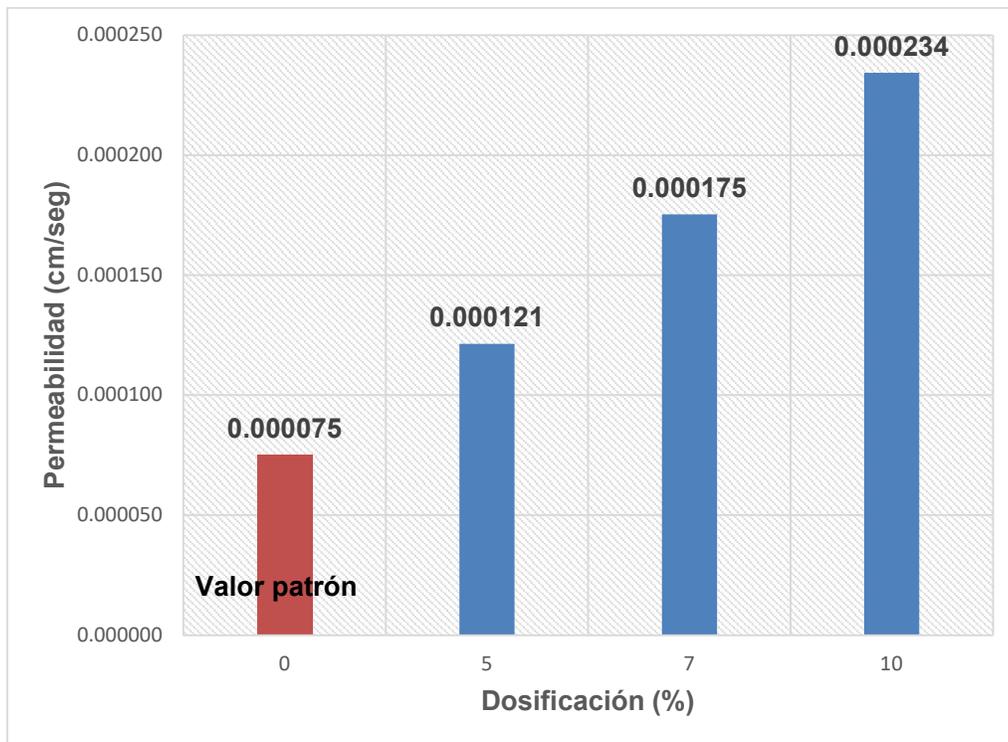
Los resultados de la determinación de permeabilidad en el presente estudio de investigación son explicados en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 58. Resultado de permeabilidad de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Permeabilidad (cm/seg)
0	0.0000753
5	0.0001213
7	0.0001753
10	0.0002343

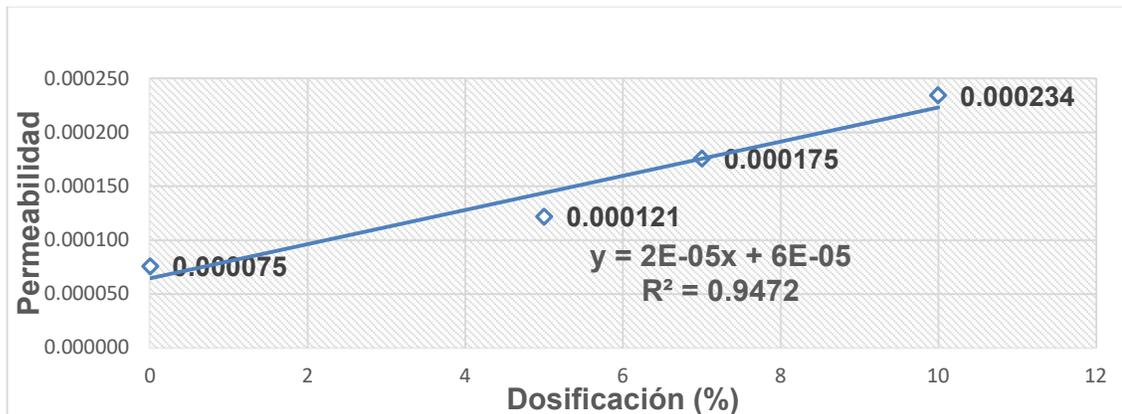
Fuente: Propia.

Imagen 116. Gráfico de barras dosificaciones vs permeabilidad.



Fuente: Propia.

Imagen 117. Gráfico de regresión lineal dosificaciones vs permeabilidad.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 58 que el coeficiente de permeabilidad con respecto al suelo natural aumenta, siendo la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita el más alto alcanzando un valor de 0.0002343 centímetros sobre segundos. Según el gráfico 116 se puede determinar que, en cuanto al coeficiente de permeabilidad, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita aumenta en un 61.20% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita aumenta en un 132.95% del valor patrón y la dosificación de suelo natural con 10% de metadiatomita aumenta en un 211.34% del valor patrón. En el gráfico 117 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en el coeficiente de permeabilidad, siendo que el 94.72% del cambio en el coeficiente de permeabilidad está explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, la capacidad de soporte del suelo aumenta en 0.00002 centímetros sobre segundo.

Contrastación de la hipótesis: La hipótesis se rechaza dado que para todas las proporciones de adición de metadiatomita, el coeficiente de permeabilidad aumenta por lo tanto no mejora el grado de permeabilidad del suelo como subrasante.

INDICADOR 7: CAPILARIDAD

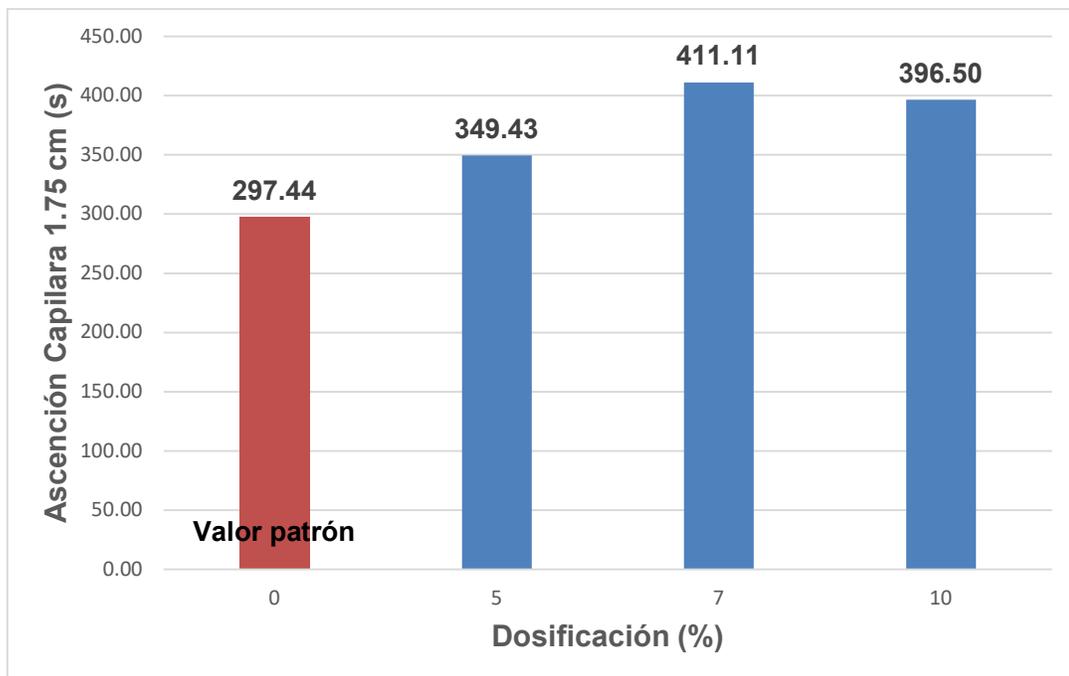
Los resultados de la determinación de la ascensión capilar en el presente estudio de investigación son explicados en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 59. Resultado de ascensión capilar a 1.75 cm de las dosificaciones.

Metadiatomita (%)	Ascensión Capilar (s)
0	297.44
5	349.43
7	411.11
10	396.50

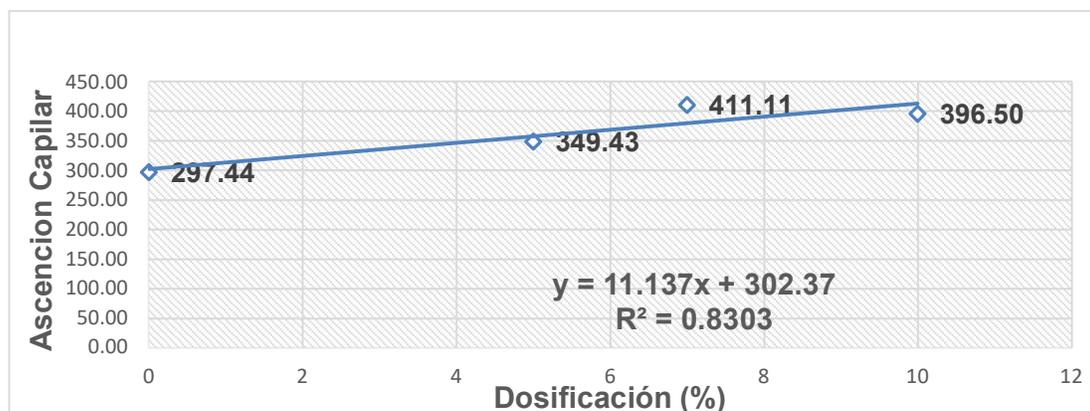
Fuente: Propia.

Imagen 118. Gráfico de barras dosificaciones vs ascensión capilar a 1.75 cm.



Fuente: Propia.

Imagen 119. Regresión lineal dosificaciones vs ascensión capilar a 1.75 cm.



Fuente: Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 59 que la ascensión capilar con respecto al suelo natural aumenta, siendo la dosificación de suelo natural con 7% de metadiatomita el más alto alcanzando un valor de 411.11 segundos a una altura de 1.75 centímetros. Según el gráfico 118 se puede determinar que, en cuanto a los segundos de la ascensión capilar a 1.75 centímetros de altura, la dosificación de suelo natural con 5% de metadiatomita aumenta en un 17.48% del valor patrón, la dosificación del suelo natural con 7% de metadiatomita aumenta en un 38.21% del valor patrón y la dosificación de suelo natural aumenta en un 10% de metadiatomita es 33.30% del valor patrón. En el gráfico 119 de regresión ajustada lineal se puede interpretar que la adición de metadiatomita influye significativamente en el coeficiente de permeabilidad, siendo que el 83.32% del cambio en el coeficiente de permeabilidad está explicado por la dosis de metadiatomita. En este sentido, cada vez que se agrega 1% de metadiatomita en el suelo natural, el tiempo del ascenso capilar a 1.75 cm aumenta en 11.137 segundos.

Contrastación de la hipótesis: La hipótesis se acepta dado que para todas las proporciones de adición de metadiatomita, el tiempo de ascenso capilar a 1.75 centímetros aumenta por lo tanto mejora la capilaridad del suelo como subrasante.

V. DISCUSIÓN

INDICADOR 1: LÍMITES DE ATTERBERG

Los resultados de nuestra investigación (tabla 53) obtenidos sobre el índice de plasticidad con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) en dosificaciones de 0%, 5%, 7% y 10% fueron de 17.71%, 11.23%, 11.14% y 10.26% respectivamente; lo que genera una reducción de plasticidad.

Según LÓPEZ SUMARRIVA y ORTÍZ PINARES (2018) los resultados con incorporaciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cal para un suelo de tipo SM (arena limosa) con índice de plasticidad de inicial de 4.31% fueron 1.29%, 0.44%, 4.38% y 4.35% respectivamente; y para un suelo de tipo SC-SM (arena limo-arcillosa con grava) con índice de plasticidad de inicial de 1.02% fueron 13.80%, 7.54%, 4.78% y 7.32%; respectivamente. Los resultados son diferentes ya que en la tesis comparada se adiciona el estabilizador cal y diferente tipo de suelo, generando un aumento en la plasticidad del suelo.

Según MAQUERA FLORES y AQUINO CHURA (2021) los resultados en un suelo arcilloso con índice de plasticidad inicial de 15.56% con adición del 5% de cal con 10% de cenizas volantes obtuvieron un I.P. de 11.22%; c con adición del 5% de cal con 13% de cenizas volantes obtuvieron un I.P. de 7.90%; y con adición del 5% de cal con 16% de cenizas volantes obtuvieron I.P. de 5.14%. Los resultados son similares según su tendencia ya que, al igual que los resultados de nuestra tesis, los valores de la tesis comparada también generan una reducción en la plasticidad del suelo arcilloso.

Para GHUTKE, BHANDARI y AGRAWAL (2018) los resultados en el suelo de “algodón negro” con un índice de plasticidad inicial de 21.43% en dosificaciones de 4%, 8%, 12% y 16% de ceniza de cascara de arroz fueron 28.21%, 27.57%, 26.67% y 26.78% respectivamente. Los resultados son diferentes ya que en esta investigación se utilizó diferente agente estabilizador generando un aumento en la plasticidad del suelo de “algodón negro”.

INDICADOR 2: GRAVEDAD ESPECIFICA

Los resultados obtenidos en la tabla 54 con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) en dosificaciones de 0%, 5%, 7% y 10% fueron de 2.12, 1.93, 2.05 y 2.09 respectivamente; lo que genera una variación no significativa en el suelo.

Para GHUTKE, BHANDARI y AGRAWAL (2018) sus resultados para los suelos de “algodón negro” con gravedad específica de 2.35 gr/cm³ incorporando ceniza de cascara de arroz en dosificaciones de 4%, 8%, 12%, 16% fueron 2.26, 2.25, 2.24 y 2.23 respectivamente. Los resultados son similares ya que en esta investigación los resultados no son significativos respecto a su suelo natural, generando una reducción en su gravedad específica, además de utilizar dosificaciones similares al de nuestro proyecto de tesis.

Para KARIM, SAMI HASSA y KAPLAN (2020) los resultados en un suelo de arena arcillosa (CL) con la adición de cenizas volantes al 0%, 40%, 50% y 60% fueron 2.74, 2.67, 2.58 y 2.53 respectivamente. Existe similitud en los resultados de ambas investigaciones por tener una tendencia a reducirse la gravedad específica, además de utilizar un agente estabilizador similar a un tipo de suelo semejante al estudiado.

INDICADOR 3: MAXIMA DENSIDAD SECA

Los resultados obtenidos en la presente investigación (tabla 55) con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) en dosificaciones de 0%, 5%, 7% y 10% fueron de 1.94 gr/cm³, 1.86 gr/cm³, 1.83 gr/cm³ y 1.80 gr/cm³ respectivamente; reflejando una disminución a medida que se va aumentando la dosificación de metadiatomita.

En la investigación de CHACÓN PÉREZ y DE LA CRUZ VALENCIA (2020) los resultados para un suelo de tipo SP (arena mal gradada, arenas gravosas) la máxima densidad seca es de 1.77 gr/cm³, mientras en sus dosificaciones de 5%, 10% y 15% fueron 1.677 gr/cm³, 1.684 gr/cm³ y 1.708 gr/cm³ respectivamente. Los resultados son diferentes ya que a un 5% de dosificación, ambos resultados disminuyen respecto al valor patrón, pero al aumentar las dosificaciones hasta el

10% difieren por tener una tendencia diferente, esto se debe al tipo de suelo al que se aplica el agente estabilizador.

Para la investigación de MARCELO ALBERTO (2020) para un suelo de tipo CL (arcilla de baja plasticidad) se obtuvo 1.891 gr/cm³; mientras que con dosificaciones de 6% y 9% de cascara de huevo pulverizada se obtuvieron 1.902 gr/cm³ y 1.914 gr/cm³; además se adiciono las dosificaciones 6% y 9% de cal obteniendo 1.936 gr/cm³ y 1.971 gr/cm³. Los resultados de ambos agentes estabilizadores son distintos ya que la tendencia a medida que se aumenta la dosificación es diferente, esto se debe a los distintos agentes estabilizadores de la investigación.

De acuerdo con MAQUERA FLORES y AQUINO CHURA (2021) para un suelo arcilloso con M.D.S. de 18.55 Kn/m³ equivalente a 1.89 gr/cm³; adicionándole las dosificaciones de 5% de cal con 10% de cenizas volantes se obtuvo 18.86 Kn/m³ equivalente a 1.92 gr/cm³; adicionando 5% de cal con 13% de cenizas volantes se obtuvo 19.07 Kn/m³ equivalente a 1.945 gr/cm³; y adicionando 5% de cal con 16% de cenizas volantes se obtuvo 19.30 Kn/m³ equivalente a 1.97 gr/cm³. Los resultados son distintos y se explica en los estabilizadores usados en ambas tesis, siendo los valores de los tesisistas MAQUERA FLORES y AQUINO CHURA (2021) una mejora significativa en la densidad seca máxima del suelo.

INDICADOR 4: OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

Los resultados obtenidos en la presente investigación (tabla 56) con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) en dosificaciones de 0%, 5%, 7% y 10% fueron de 9.50%, 10.40%, 11.00% y 11.67% respectivamente; reflejando un aumento a medida que se va aumentando la dosificación de metadiatomita.

En la investigación de CHACÓN PÉREZ y DE LA CRUZ VALENCIA (2020) los resultados para un suelo de tipo SP (arena mal gradada, arenas gravosas) el óptimo contenido de humedad es de 9.56%, mientras en sus dosificaciones de 5%, 10% y 15% de cenizas volantes fueron 15.45%, 17.63% y 22.12% respectivamente. Los resultados son similares, ya que existe una tendencia en los ambos casos de un aumento de O.C.H, esto se debe a que el uso de cenizas volantes como agente

estabilizador genera un aumento en las cantidades de óptimo contenido de humedad al igual que la metadiatomita.

Para la investigación de MARCELO ALBERTO (2020) en un suelo de tipo CL (arcilla de baja plasticidad) se obtuvo 9.3%; mientras que con dosificaciones de 6% y 9% de cascara de huevo pulverizada se obtuvieron 9.1% y 9.0% respectivamente; además se adiciono las dosificaciones 6% y 9% de cal obteniendo 8.9% y 9.0% respectivamente. Los resultados de ambos agentes estabilizadores son distintos al presente trabajo de investigación ya que la tendencia a medida que se aumenta la dosificación es diferente, esto se debe a los distintos agentes estabilizadores de la investigación.

INDICADOR 5: CAPACIDAD DE SOPORTE

Los resultados obtenidos en la presente investigación (tabla 57) con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) en dosificaciones de 0%, 5%, 7% y 10% fueron de 24.00%, 31.67%, 46.00% y 49.33% respectivamente; reflejando un aumento en el CBR a medida que se va aumentando la dosificación de metadiatomita.

En la investigación de CHACÓN PÉREZ y DE LA CRUZ VALENCIA (2020) los resultados del CBR para un suelo de tipo SP (arena mal gradada, arenas gravosas) es de 16.20%, mientras en sus dosificaciones de 5%, 10% y 15% de cenizas volantes fueron 18.99%, 37.17% y 58.10% respectivamente. Los resultados son similares ya que tomando en cuenta las dosificaciones de 5% y 10%, la tendencia de los valores indica un aumento de más del 100% respecto del suelo patrón.

Para la investigación de MARCELO ALBERTO (2020) en un suelo de tipo CL (arcilla de baja plasticidad) se obtuvo 4.1%; mientras que con dosificaciones de 6% y 9% de cascara de huevo pulverizada se obtuvieron 6.4% y 7.1% respectivamente; además se adiciono las dosificaciones 6% y 9% de cal obteniendo 18.1% y 13% respectivamente. Respecto al agente estabilizador de la cascara de huevo pulverizada los resultados son similares, ya que la tendencia de los valores del CBR

aumenta en ambos casos, podemos decir que en caso del agente estabilizador de la cal difiere en la dosificación del 9%-10% ya que su tendencia es descendente.

Según LÓPEZ SUMARRIVA y ORTÍZ PINARES (2018) los resultados con incorporaciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cal para un suelo de tipo SM (arena limosa) con CBR inicial de 8.75 % fueron 17.50%, 33.00%, 52.00% y 145.00% respectivamente; y para un suelo de tipo SC-SM (arena limo-arcillosa con grava) con CBR inicial de 16.75% fueron 24.50%, 28.50%, 39.00% y 68.00% respectivamente. Los resultados son diferentes ya que en la tesis comparada se adiciona el estabilizador cal y diferente tipo de suelo, generando un aumento en la plasticidad del suelo. Los resultados son diferentes en ambos tipos de suelos, ya que, si bien es cierto que la tendencia es creciente, el agente estabilizador de los tesisistas LÓPEZ SUMARRIVA y ORTÍZ PINARES (2018) aumenta hasta más del 1000% y 400% en su dosificación al 8% respecto al suelo natural, esto se debe a que la cal es un agente estabilizador normado y garantizado por la MTC.

INDICADOR 6: PERMEABILIDAD

Los resultados obtenidos en la presente investigación (tabla 58) con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) en dosificaciones de 0%, 5%, 7% y 10% fueron de 0.75 E-04 cm/seg, 1.21 E-04 cm/seg, 1.75 E-04 cm/seg y 2.34 E-04 cm/seg respectivamente; reflejando un aumento en el coeficiente de permeabilidad a medida que se va aumentando la dosificación de metadiatomita.

En la investigación de TOLENTINO AREDO (2018) se realizó tres muestras (C-1, C-2 y C-3) de un suelo arcilloso CH (arcilla de alta plasticidad con arena) con un coeficiente de permeabilidad de 1.01 E-04 cm/seg, 1.04 E-04 cm/seg y 1.08 E-04 cm/seg respectivamente, adicionarle ceniza de concha de abanico en 10% a tres generó los resultados 1.26 E-05 cm/seg, 1.35 E-06 cm/seg y 1.48 E-06 cm/seg. Los resultados son diferentes, ya que la tendencia de ambas investigaciones es distinta, para la investigación de TOLENTINO AREDO (2018) sus resultados indican que hubo mejora en la permeabilidad mientras que en nuestra presente investigación resultó ser opuesto.

INDICADOR 7: CAPILARIDAD

Los resultados obtenidos en la presente investigación (tabla 59) con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) en dosificaciones de 0%, 5%, 7% y 10% fueron de 297.44 segundos en 1.75 cm de altura (11.327 cm en una hora), 349.43 segundos en 1.75 cm de altura (10.865 cm en una hora), 411.11 segundos en 1.75 cm de altura (10.043 cm en una hora) y 396.50 segundos en 1.75 cm de altura (9.772 cm en una hora) respectivamente; reflejando una disminución en la ascensión capilar a medida que se va aumentando la dosificación de metadiatomita.

Para HUARACA SOLANO (2021) los resultados siendo su capilaridad patrón en un suelo tipo GP (grava mal graduada) con un promedio de altura 8.78 cm en una hora; adicionando 0.1% de Consolid y 0.5% de Solidry se logró un promedio de altura 6.51 cm en una hora; y adicionando 0.5% de Consolid y 1.5% de Solidry se logró un promedio de altura 5.66 cm en una hora. Los resultados son similares respecto a la tendencia decreciente, esto significa que la metadiatomita al igual que un catalizador comercia, puede ayudar en la capilaridad del suelo.

VI. CONCLUSIONES

Concluido los ensayos de laboratorio de los indicadores de la presente tesis las cuales son: Limites de Atterberg (%), gravedad especifica (adimensional), máxima densidad seca (gr/cm³), optimo contenido de humedad (%), capacidad de soporte CBR (%), permeabilidad (cm/seg) y capilaridad (cm); y luego de comparar los distintos resultados con antecedentes similares, se llegó a las conclusiones siguientes:

- Se determinó que con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) esta influye reduciendo considerablemente la plasticidad del suelo, generando una mayor consistencia y mejorando las condiciones físicas del suelo. Los resultados obtenidos en el índice de plasticidad respecto a la tabla 53 nos indican que con las dosificaciones 0%, 5%, 7% y 10% de metadiatomita son 17.71%, 11.23%, 11.14% y 10.26% respectivamente, dándonos a entender que la mejor dosificación es con 10% de metadiatomita logrando reducir hasta un 33.37% del valor patrón.
- Se determinó que con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) no influye considerablemente la gravedad específica. Los resultados obtenidos respecto a la tabla 54 nos indican que con las dosificaciones 0%, 5%, 7% y 10% de metadiatomita son 2.12, 1.93, 2.05 y 2.09 respectivamente, los valores nos indica una tendencia a una arcilla de origen volcánico, a medida que se aumenta la dosificación los resultados van incrementando, pero sin superar el valor inicial del suelo, el valor más alejado del valor patrón es de 1.93 con una dosificación de 5% y el más cercano del valor patrón es de 2.09 con 10% siendo esta el que mejor resultado obtuvo.
- Se determinó que con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) no influye considerablemente la densidad seca máxima según los resultados obtenidos respecto a la tabla 55 indicándonos que con las dosificaciones 0%, 5%, 7% y 10% de metadiatomita son 1.94 gr/cm³, 1.86gr/cm³, 1.83 gr/cm³ y 1.80 gr/cm³ respectivamente, los valores nos indica una tendencia decreciente a medida que se aumenta la dosificación. Para este

indicador, la dosificación que menos afecta a la máxima densidad seca es de 5% logrando reducir 3.79% del valor patrón.

- Se determinó que con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) no mejora considerablemente el óptimo contenido de humedad. Los resultados obtenidos respecto a la tabla 56 nos indican que con las dosificaciones 0%, 5%, 7% y 10% de metadiatomita son 9.50%, 10.40%, 11.00% y 11.67% respectivamente, los valores nos indica una tendencia creciente a medida que se aumenta la dosificación. Para este indicador, la dosificación que menos afecta al óptimo contenido de humedad es de 5% logrando aumentar 9.47% del valor patrón.
- Se determinó que con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) mejora considerablemente la capacidad de soporte (CBR) del suelo. Los resultados obtenidos respecto a la tabla 57 nos indican que con las dosificaciones 0%, 5%, 7% y 10% de metadiatomita son 24.00%, 31.67%, 46.00% y 49.33% respectivamente, los valores nos indica una tendencia creciente a medida que se aumenta la dosificación. Para este indicador, la mejor dosificación es de 10% logrando aumentar 105.56% del valor patrón y alcanzando la clasificación de subrasante excelente por la norma de la MTC.
- Se determinó que con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) no influye considerablemente la permeabilidad. Los resultados obtenidos respecto a la tabla 58 nos indican que con las dosificaciones 0%, 5%, 7% y 10% de metadiatomita son 0.75 E-04 cm/seg, 1.21 E-04 cm/seg, 1.75 E-04 cm/seg y 2.34 E-04 cm/seg respectivamente, los valores nos indica una tendencia creciente a medida que se aumenta la dosificación, lo que refleja que sigue siendo semipermeable.
- Se determinó que con la adición de metadiatomita a un suelo de tipo CL (arcilla arenosa) mejoran considerablemente la permeabilidad. Los resultados obtenidos respecto a la tabla 59 nos indican que con las dosificaciones 0%, 5%, 7% y 10% de metadiatomita son 297.44 segundos en 1.75 cm de altura, 349.43

segundos en 1.75 cm de altura, 411.11 segundos en 1.75 cm de altura y 396.50 segundos en 1.75 cm de altura respectivamente, resaltando una tendencia decreciente, indicándonos que cada vez que se aumenta la dosificación habrá menos espacios vacíos y por tanto menos absorción del agua en el suelo, siendo la mejor dosificación en 10% incrementando un 33.30% del valor patrón.

En conclusión, se determina que para las propiedades físico-mecánicas la dosificación al 10% de metadiatomita es la más influyente para los suelos de tipo CL (arcilla arenosa) de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco – 2021.

VII. RECOMENDACIONES

- Como se demostró en esta investigación, la metadiatomita resultó un estabilizador y Sellante para suelos tipo CL (arcilla arenosa). Por lo que se recomienda realizar futuras investigaciones en proporciones con adiciones mayores al 10% para determinar en qué medida mejora las propiedades físico-mecánicas.
- La investigación realizada ha demostrado que la metadiatomita tiene muy buena reacción al combinarse con el suelo tipo CL (arcilla arenosa) de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco. Para futuras investigaciones se recomienda que la calcinación de haga después de una trituración homogénea para que la diatomita se calcine por completo.
- Se recomienda realizar investigaciones de este mineral en zonas donde se presenta ya que este componente de forma natural es desechado por su mala reacción con el agua y no utilizado para la construcción. Esta investigación ha demostrado que el material se puede usar en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante.
- Se recomienda utilizar la metadiatomita antes de la segunda semana después de ser calcinado ya que este material reacciona eficientemente con el suelo y mejorando sus propiedades físicas- mecánicas.

REFERENCIAS

1. LIU, Jin, et al. Research on the stabilization treatment of clay slope topsoil by organic polymer soil stabilizer. *Engineering Geology*, 2011, vol. 117, no 1-2, p. 114-120. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013795210002152?via%3Dihub>
2. FIROOZI, Ali Akbar, et al. Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering*, 2017, vol. 8, no 1, p. 1-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>.
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción. 113-155. Disponible en: http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20ORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf
4. Centro de Investigación Empresarial (CIE) de PERUCAMARAS, 2020, Reporte Regional Edición CDXVIII. 6-7. Disponible en: <https://perucamaras.org.pe/pdf/rr/418%20Reporte%20Regional%20MRS%20-%20CDXVIII.pdf>
5. MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 1998. Disponible en: <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieria-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>
6. EULALIO JUÁREZ BADILLO. Mecánica De Suelos I/ Ground Mechanics I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos/ Fundamentals of Ground Mechanics. Editorial Limusa, 1974. Disponible en: https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf
7. CHACÓN PÉREZ, Miguel Angel; DE LA CRUZ VALENCIA, Lesly Danae. Incorporación de cenizas volantes en la subrasante para pavimento flexible Yaurilla-Los Aquijes-Ica, 2020. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56144>
8. MARCELO ALBERTO, Vilma Katherine. Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco-Yanahuanca,

2019. 2020. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60200>
9. LÓPEZ SUMARRIVA, José Johel; ORTÍZ PINARES, Grelly. Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay. 2018. Disponible en:
<http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>
 10. MAQUERA FLORES, Clemer David; AQUINO CHURA, Yohel Wilson. Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera Acora–Jayujayu, Acora, Puno–2021. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64809>
 11. GHUTKE, Vishal; BHANDARI, Pranita; AGRAWAL, Vikash. Stabilization of soil by using rice husk ash. Int. J. Eng. Sci, 2018, p. 92-95. Disponible en:
<http://theijes.com/papers/1801-RICCE-2018/Volume-1/17.%2092-95.pdf>
 12. TOLENTINO AREDO, Marcia Linda. Permeabilidad del suelo con adición del 10% de ceniza de concha de abanico, Carretera Cambio Puente-Cascajal. 2018. Disponible en:
<http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7979>
 13. KARIM, M. A.; SAMI HASSAN, Ahmed; KAPLAN, Adam. Optimization of Soil to Fly-Ash Mix Ratio for Enhanced Engineering Properties of Clayey Sand for Subgrade Use. Applied Sciences, 2020, vol. 10, no 20, p. 7038. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/20/7038>
 14. HUARACA SOLANO, Gerardo. Efecto del sistema Consolid en el CBR y la ascensión capilar del material para base de pavimento de la cantera de totora, Cusco, 2020. 2021. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61607>
 15. PASCHEN, S. Diatomaceous earth extraction, processing and application. Erzmetall, 1986, vol. 39, p. 158-161.
 16. ZHAOLUN, Wang, et al. Decolouring mechanism of Zhejiang diatomite. Application to printing and dyeing wastewater. Environmental Chemistry Letters, 2005, vol. 3, no 1, p. 33-37. Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-005-0109-8>
 17. YUAN, Peng, et al. Study on the surface hydroxyl species of diatomite using DRIFT spectroscopy. Guang pu xue yu guang pu fen xi= Guang pu, 2001,

- vol. 21, no 6, p. 783-786. Disponible en:
<https://europepmc.org/article/med/12958894>
18. LEMONS, J. Diatomite. American Ceramic Society Bulletin, 1996, vol. 75, no 6.
19. AYDIN, A. C.; GÜL, R. Influence of volcanic originated natural materials as additives on the setting time and some mechanical properties of concrete. Construction and building materials, 2007, vol. 21, no 6, p. 1277-1281. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061806001103>
20. KASTIS, D., et al. Properties and hydration of blended cements with calcareous diatomite. Cement and concrete research, 2006, vol. 36, no 10, p. 1821-1826. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008884606001396>
21. STAMATAKIS, M. G., et al. The influence of biogenic micro-silica-rich rocks on the properties of blended cements. Cement and Concrete Composites, 2003, vol. 25, no 2, p. 177-184. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946502000197>
22. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2018, Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y cimentaciones. Lima, Perú.
23. BOWLES, Joseph E. Propiedades geofísica de los suelos. 1982.
24. MTC, M. d. MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2013.
25. INCOTEC, 2012, Fertilizers and soil conditioners. definitions, classification and sources of raw materials. NTC1927. Third ed.
26. CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 1979.
27. REN, Xiao-Chuan, et al. Test method for determination of optimum moisture content of soil and maximum dry density. KSCE Journal of Civil Engineering, 2015, vol. 19, no 7, p. 2061-2066. Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-015-0163-0>
28. ALFARO ROJAS, Darío Carlos Alberto, et al. Modelo Físico para la medición de la permeabilidad en suelos cohesivos (cabeza variable). 2014.
29. ANGELONE, Silvia; GARIBAY, María Teresa; CASAUX, Marina Cauhapé. Permeabilidad de suelos. Universidad Nacional de Rosario, 2006, p. 1-39.

30. DAS, Braja M.; GONZÁLEZ, Sergio R. Cervantes. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cengage Learning, 2015.
31. LU, N.; LIKOS, W. J. Rate of capillary rise in soil. Journal of geotechnical and Geoenvironmental engineering, 2004, vol. 130, no 6, p. 646-650. Disponible en: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2004\)130:6\(646\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)1090-0241(2004)130:6(646))
32. LI, Yuhan, et al. Calculation of capillary rise height of soils by SWCC model. Advances in Civil Engineering, 2018, vol. 2018.
33. JURIN, James. II. An account of some experiments shown before the Royal Society; with an enquiry into the cause of the ascent and suspension of water in capillary tubes. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1718, vol. 30, no 355, p. 739-747.
34. VARGAS CORDERO, Zoila Rosa. La investigación aplicada. Costa Rica, 2009.
35. FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar; HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill, 2014.
36. BUENDÍA, L.; COLÁS, P. Hernández. F. (2001). Métodos de Investigación en Psicopedagogía. España. Edit. Mc. Graw Hill.
37. CAMPOS, Guillermo, et al. La observación, un método para el estudio de la realidad. Xihmai, 2012, vol. 7, no 13, p. 45-60.
38. ESCOBAR-PÉREZ, Jazmine; CUERVO-MARTÍNEZ, Ángela. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Avances en medición, 2008, vol. 6, no 1, p. 27-36.
39. CARRIÓN, J. Ramírez. Diatomitas en el Perú: características y aplicaciones. Dirección de Recursos Minerales y Energéticos DRME. INGEMMET, 2012.
40. GARZÓN ROCA, Julio; GARRIDO DE LA TORRE, M^a; HIDALGO SIGNES, Carlos. Clasificación de un suelo según SUCS. 2017.
41. FIGURA, J. 2.2. 3. Análisis del tamaño de las partículas de los suelos (ASTM D 422-03), AASHTO T 88 00 (2004). GUIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, 2018, p. 21.

42. ALFARO, Darío; MORA, Fredy. Modelo físico para la medición de la permeabilidad en suelos cohesivos (cabeza variable). Bogotá-Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2014.
43. DE MECÁNICA DE SUELOS, Laboratorio. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kn-m/m³]) (proctor modificado). Universidad Nacional de Ingeniería, 2006.
44. IVANOV, S. É.; BELYAKOV, A. V. Diatomite and its applications. Glass & Ceramics, 2008, vol. 65.
45. NAAGESH, Sureka; SATHYAMURTHY, R.; SUDHANVA, S. Laboratory studies on strength and bearing capacity of GSB-soil subgrade composites. International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET), 2013, vol. 2, no 2.
46. PRAKASH, K., et al. A simplified approach of determining the specific gravity of soil solids. Geotechnical and Geological Engineering, 2012, vol. 30, no 4, p. 1063-1067.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

TITULO		"PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA, CUSCO-2021"				
AUTORES		LLANQUI MENDOZA, AMILCAR y PIZARRO CCAHUANA, MIGUEL ANGEL				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, INDICADORES E INSTRUMENTOS			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿En qué medida la metadiatomita influye a las propiedades del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	Evaluar en qué medida la metadiatomita influye a las propiedades del suelo como subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	La incorporación de la metadiatomita influye considerablemente en las propiedades del suelo como subrasante de la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	Variable independiente (Y1) Incorporación de metadiatomita	D1: Dosificación	5%	Balanza de medición
					7%	
					10%	
				D2: Especificaciones técnicas	Análisis Físico	Granulometría – contenido de humedad
Análisis Químico	Rayos X					
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICA	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿En qué medida la metadiatomita influye en los límites de Atterberg del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	Determinar en qué medida la metadiatomita influye en los límites de Atterberg del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de los límites de Atterberg del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	Variable dependiente (X1) Propiedades del suelo como subrasante	D1: Propiedades Físicas	Límites de Atterberg	Ensayo Limites de Atterberg
					Gravedad específica (adimensional)	Ensayo de Absorción y Peso Específico
¿En qué medida la metadiatomita influye en la gravedad	Determinar en qué medida la metadiatomita influye	La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la				

especifica del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	en la gravedad específica del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	gravedad específica del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021				
¿En qué medida la metadiatomita influye en la máxima densidad seca del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la máxima densidad seca del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la máxima densidad seca del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021			Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	Ensayo de Proctor Modificado
¿En qué medida la metadiatomita influye en el óptimo contenido de humedad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	Determinar en qué medida la metadiatomita influye en el óptimo contenido de humedad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora del óptimo contenido de humedad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021		D2: Propiedades mecánicas	Contenido Óptimo de humedad (%)	
¿En qué medida la metadiatomita influye en la capacidad de soporte del suelo como subrasante en la carretera no	Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la capacidad de soporte del suelo como subrasante en la	La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la capacidad de soporte del suelo como subrasante en la			Capacidad de Soporte del suelo (%)	CBR

pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021				
¿En qué medida la metadiatomita influye en la permeabilidad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la permeabilidad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la permeabilidad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021			Permeabilidad (m/s)	Permeámetro de cabeza variable
¿En qué medida la metadiatomita influye en la capilaridad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021?	Determinar en qué medida la metadiatomita influye en la capilaridad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021	La incorporación de la metadiatomita influye en la mejora de la capilaridad del suelo como subrasante en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco 2021			Capilaridad (m)	Ascensión de agua en tubos capilares

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

"PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA, CUSCO-2021"					
LLANQUI MENDOZA, AMILCAR y PIZARRO CCAHUANA, MIGUEL ANGEL					
VARIABLES	DEFINICION	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
	CONCEPTUAL	OPERACIONALIDAD			
Variable Independiente (X1) Incorporación de Metadiatomita	Según IVANOV y BELYAKOV (2008, p. 1) Las diatomitas son minerales que poseen una amplia gama de propiedades valiosas. Como resultado, se utilizan ampliamente en la economía nacional. Sus rasgos característicos son la presencia de dióxido de silicio activo amorfo por un lado y una estructura de poros finos, ligereza y baja conductividad térmica por el otro. Estas propiedades hacen que estos materiales sean químicamente muy activos y hacen posible su uso como sorbentes, desecantes, catalizadores, materiales filtrantes y aislantes del calor, y portadores de catalizadores y cargas.	Considerando sus características físicas y químicas, se incorporará en el suelo de subrasante en dosificaciones de 5%, 7% y 10% del peso seco del suelo para evaluar las propiedades físico mecánicas del suelo, para el efecto se preparara 82 especímenes según se detalla en la muestra.	Dosificación	5%	Razón
				7%	Razón
				10%	Razón
			Especificaciones técnicas	Análisis Físico	Razón
Análisis Químico	Razón				
Variable Dependiente	Según la MTC (2013, p.23) la subrasante es la capa superior del	Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos con la	Propiedades Físicas	Límites de Atterberg (%)	Razón

(Y1) Propiedades Fisico-mecánicas del suelo como subrasante	terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.	incorporación en distintas proporciones de la metadiatomita se evaluarán mediante los ensayos: Limite de Atterberg, gravedad específica, proctor modificado, CBR, permeabilidad y ascensión capilar. Para finalmente determinar la influencia de la incorporación de la metadiatomita en el suelo por subrasante.		Gravedad específica (adimensional)	Razón
			Propiedades Mecánicas	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	Razón
				Contenido Óptimo de humedad (%)	Razón
				Capacidad de Soporte del suelo (%)	Razón
				Permeabilidad (m/s)	Razón
				Capilaridad (m)	Razón

ANEXO 03: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – LIMITES DE ATTERBERG DEL SUELO.



Ficha de Recolección De Datos

Proyecto	PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA, CUSCO-2021
Autores	- Llanqui Mendoza Amilcar - Pizarro Ccahuana Miguel Ángel
Fecha	07/07/2021
Indicador	LIMITES DE ATTERBERG

		Suelo Natural		
		Ensayo N°1		
Límites de Atterberg	Límite Líquido (%)	36.46		
	Límite Plástico (%)	18.74		
	Índice Plástico (%)	17.72		
		Suelo Natural + 5% de Metadiatomita		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Límites de Atterberg	Límite Líquido (%)	24.76	24.76	24.78
	Límite Plástico (%)	13.52	13.55	13.53
	Índice Plástico (%)	11.24	11.21	11.25
		Suelo Natural + 7% de Metadiatomita		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Límites de Atterberg	Límite Líquido (%)	24.96	24.93	24.92
	Límite Plástico (%)	13.83	13.78	13.77
	Índice Plástico (%)	11.14	11.15	11.15
		Suelo Natural + 10% de Metadiatomita		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Límites de Atterberg	Límite Líquido (%)	24.31	24.28	24.29
	Límite Plástico (%)	14.03	14.03	14.03
	Índice Plástico (%)	10.28	10.25	10.26

Validación:

	Experto	CIP	Firma	Nota
1	Ing. Abelardo Abarca Ancori	63816	 Ing. Abelardo Abarca Ancori Reg. CIP. 63816 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	0,9
2	Ing. Yovani Alegría Marocho	70098	 Yovani Alegría Marocho INGENIERO CIVIL CIP: 70098	0,8
3	Ing. Ivan Molina Porcel	86469	 Ivan Molina Porcel INGENIERO CIVIL CIP: 86469	0,8

ANEXO 04: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de Recolección De Datos

Proyecto	PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA, CUSCO-2021
Autores	- Llanqui Mendoza Amilcar - Pizarro Ccahuana Miguel Ángel
Fecha	12/07/2021
Indicador	PERMEABILIDAD

		<u>Suelo Natural</u>		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Permeabilidad (cm/seg)		1.87×10^{-4}	2.72×10^{-5}	1.46×10^{-5}
		<u>Suelo Natural + 5% de Metadiatomita</u>		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Permeabilidad (cm/seg)		1.10×10^{-4}	1.20×10^{-4}	1.34×10^{-4}
		<u>Suelo Natural + 7% de Metadiatomita</u>		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Permeabilidad (cm/seg)		1.68×10^{-4}	1.85×10^{-4}	1.73×10^{-4}
		<u>Suelo Natural + 10% de Metadiatomita</u>		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Permeabilidad (cm/seg)		2.25×10^{-4}	2.45×10^{-4}	2.33×10^{-4}

Validación:

	Experto	CIP	Firma	Nota
1	Ing. Abelardo Abarca Ancori	63816	 Ing. Abelardo Abarca Ancori Reg. CIP. 63816 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	0,85
2	Ing. Yovani Alegría Marocho	70098	 Yovani Alegría Marocho INGENIERO CIVIL CIP: 70098	0,75
3	Ing. Ivan Molina Porcel	86469	 Ivan Molina Porcel INGENIERO CIVIL CIP: 86469	0.8

ANEXO 05: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – MAXIMA DENSIDAD SECA – OPTIMO CONTENID ODE HUMEDAD – CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de Recolección De Datos

Proyecto	PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA, CUSCO-2021
Autores	- Llanqui Mendoza Amilcar - Pizarro Ccahuana Miguel Ángel
Fecha	07/07/2021
Indicadores	MAXIMA DENSIDAD SECA, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y CBR

	Suelo Natural		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1.95	1.94	1.92
Contenido de Humedad Optimo (%)	9.60	9.50	9.40
CBR (%)	24	23	25
	Suelo Natural + 5% de Metadiatomita		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1.88	1.86	1.85
Contenido de Humedad Optimo (%)	10.50	10.40	10.30
CBR (%)	31	33	31
	Suelo Natural + 7% de Metadiatomita		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1.83	1.84	1.83
Contenido de Humedad Optimo (%)	11.00	10.90	11.10
CBR (%)	46	47	45
	Suelo Natural + 10% de Metadiatomita		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1.80	1.81	1.78
Contenido de Humedad Optimo (%)	11.50	11.70	11.80
CBR (%)	48	51	49

Validación:

	Experto	CIP	Firma	Nota
1	Ing. Abelardo Abarca Ancori	63816	 Ing. Abelardo Abarca Ancori Reg. CIP. 63816 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	0,9
2	Ing. Yovani Alegría Marocho	70098	 Yovani Alegría Marocho INGENIERO CIVIL CIP: 70098	0,85
3	Ing. Ivan Molina Porcel	86469	 Ivan Molina Porcel INGENIERO CIVIL CIP: 86469	0.8

ANEXO 06: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – PERMEABILIDAD DEL SUELO.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de Recolección De Datos

Proyecto	PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA, CUSCO-2021
Autores	- Llanqui Mendoza Amilcar - Pizarro Ccahuana Miguel Ángel
Fecha	12/07/2021
Indicador	GRAVEDAD ESPECIFICA

	Suelo Natural		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Peso específico (gr/cm3)	2.12	2.13	2.10
	Suelo Natural + 5% de Metadiatomita		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Peso específico (gr/cm3)	1.82	1.98	1.99
	Suelo Natural + 7% de Metadiatomita		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Peso específico (gr/cm3)	2.00	2.08	2.07
	Suelo Natural + 10% de Metadiatomita		
	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Peso específico (gr/cm3)	2.10	2.05	2.11

Validación:

	Experto	CIP	Firma	Nota
1	Ing. Abelardo Abarca Ancori	63816	 Ing. Abelardo Abarca Ancori Reg. CIP. 63816 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	0,85
2	Ing. Yovani Alegría Marocho	70098	 Yovani Alegría Marocho INGENIERO CIVIL CIP:70098	0,75
3	Ing. Ivan Molina Porcel	86469	 Ivan Molina Porcel INGENIERO CIVIL CIP: 86469	0.75

ANEXO 07: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – CAPILARIDAD DEL SUELO.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de Recolección De Datos

Proyecto	PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA, CUSCO-2021
Autores	- Llanqui Mendoza Amilcar - Pizarro Ccahuana Miguel Ángel
Fecha	12/07/2021
Indicador	CAPILARIDAD

		Suelo Natural		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Tiempo (s)		268.50	310.33	313.50
Altura (cm)		1.75	1.75	1.75
		Suelo Natural + 5% de Metadiatomita		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Tiempo (s)		339.63	348.17	360.50
Altura (cm)		1.75	1.75	1.75
		Suelo Natural + 7% de Metadiatomita		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Tiempo (s)		386.83	388.00	458.50
Altura (cm)		1.75	1.75	1.75
		Suelo Natural + 10% de Metadiatomita		
		Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3
Tiempo (s)		367.17	399.50	422.83
Altura (cm)		1.75	1.75	1.75

Validación:

	Experto	CIP	Firma	Nota
1	Ing. Abelardo Abarca Ancori	63816	 Ing. Abelardo Abarca Ancori Reg. CIP. 63816 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	0,95
2	Ing. Yovani Alegría Marocho	70098	 Yovani Alegría Marocho INGENIERO CIVIL CIP: 70098	0,75
3	Ing. Ivan Molina Porcel	86469	 Ivan Molina Porcel INGENIERO CIVIL CIP: 86469	0,85

ANEXO 08: CERTIFICADO DEL ANILLO DE CARGA CBR



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 106 - 2021

Página : 1 de 6

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA DE PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Anillo : NO INDICA
Modelo de Anillo : NO INDICA
Serie de Anillo : 10028
Capacidad del Anillo : 6000 lb
Código de Identificación : NO INDICA

Marca del Dial : NO INDICA
Modelo del Dial : NO INDICA
Serie del Dial : 89924
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración
La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	17,3	17,7
Humedad %	50	48

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 106 - 2021

Página : 2 de 6

TABLA N° 1

SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)			PROMEDIO "B" kgf
	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	
100	256,56	256,32	255,29	256,06
200	532,34	531,20	530,68	531,41
300	804,30	805,15	806,26	805,24
400	1 079,80	1 080,16	1 080,36	1 080,11
500	1 359,70	1 359,40	1 359,12	1 359,41
600	1 647,81	1 648,60	1 649,11	1 648,51
700	1 935,72	1 935,63	1 936,60	1 935,98
800	2 210,35	2 211,46	2 211,59	2 211,13

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente Correlación: $R^2 = 0,9999$

Ecuación de ajuste para valores en kgf : $y = 2,7997x - 31,3881$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en lbf : $y = 6,1723x - 69,1988$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (lbf)



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN kgf

Página 3 de 6

Marca de Prensa	NO INDICA	Marca del Dial	NO INDICA
Marca de Anillo	NO INDICA	Modelo del Dial	NO INDICA
Serie de Anillo	10028	Serie del Dial	89924
Capacidad del Anillo	6000 lb	Código de Identificación	NO INDICA

$$y = 2,7997x - 31,3881$$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en kgf									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	248,58	251,38	254,18	256,98	259,78	262,58	265,38	268,18	270,98	273,78
110	276,58	279,38	282,18	284,98	287,78	290,58	293,38	296,18	298,98	301,78
120	304,58	307,38	310,18	312,98	315,77	318,57	321,37	324,17	326,97	329,77
130	332,57	335,37	338,17	340,97	343,77	346,57	349,37	352,17	354,97	357,77
140	360,57	363,37	366,17	368,97	371,77	374,57	377,37	380,17	382,97	385,77
150	388,57	391,37	394,17	396,97	399,77	402,57	405,37	408,16	410,96	413,76
160	416,56	419,36	422,16	424,96	427,76	430,56	433,36	436,16	438,96	441,76
170	444,56	447,36	450,16	452,96	455,76	458,56	461,36	464,16	466,96	469,76
180	472,56	475,36	478,16	480,96	483,76	486,56	489,36	492,16	494,96	497,76
190	500,55	503,35	506,15	508,95	511,75	514,55	517,35	520,15	522,95	525,75
200	528,55	531,35	534,15	536,95	539,75	542,55	545,35	548,15	550,95	553,75
210	556,55	559,35	562,15	564,95	567,75	570,55	573,35	576,15	578,95	581,75
220	584,55	587,35	590,15	592,95	595,74	598,54	601,34	604,14	606,94	609,74
230	612,54	615,34	618,14	620,94	623,74	626,54	629,34	632,14	634,94	637,74
240	640,54	643,34	646,14	648,94	651,74	654,54	657,34	660,14	662,94	665,74
250	668,54	671,34	674,14	676,94	679,74	682,54	685,34	688,13	690,93	693,73
260	696,53	699,33	702,13	704,93	707,73	710,53	713,33	716,13	718,93	721,73
270	724,53	727,33	730,13	732,93	735,73	738,53	741,33	744,13	746,93	749,73
280	752,53	755,33	758,13	760,93	763,73	766,53	769,33	772,13	774,93	777,73
290	780,52	783,32	786,12	788,92	791,72	794,52	797,32	800,12	802,92	805,72
300	808,52	811,32	814,12	816,92	819,72	822,52	825,32	828,12	830,92	833,72
310	836,52	839,32	842,12	844,92	847,72	850,52	853,32	856,12	858,92	861,72
320	864,52	867,32	870,12	872,92	875,71	878,51	881,31	884,11	886,91	889,71
330	892,51	895,31	898,11	900,91	903,71	906,51	909,31	912,11	914,91	917,71
340	920,51	923,31	926,11	928,91	931,71	934,51	937,31	940,11	942,91	945,71
350	948,51	951,31	954,11	956,91	959,71	962,51	965,31	968,10	970,90	973,70
360	976,50	979,30	982,10	984,90	987,70	990,50	993,30	996,10	998,90	1 001,70
370	1 004,50	1 007,30	1 010,10	1 012,90	1 015,70	1 018,50	1 021,30	1 024,10	1 026,90	1 029,70
380	1 032,50	1 035,30	1 038,10	1 040,90	1 043,70	1 046,50	1 049,30	1 052,10	1 054,90	1 057,70
390	1 060,49	1 063,29	1 066,09	1 068,89	1 071,69	1 074,49	1 077,29	1 080,09	1 082,89	1 085,69
400	1 088,49	1 091,29	1 094,09	1 096,89	1 099,69	1 102,49	1 105,29	1 108,09	1 110,89	1 113,69
410	1 116,49	1 119,29	1 122,09	1 124,89	1 127,69	1 130,49	1 133,29	1 136,09	1 138,89	1 141,69
420	1 144,49	1 147,29	1 150,09	1 152,89	1 155,68	1 158,48	1 161,28	1 164,08	1 166,88	1 169,68
430	1 172,48	1 175,28	1 178,08	1 180,88	1 183,68	1 186,48	1 189,28	1 192,08	1 194,88	1 197,68
440	1 200,48	1 203,28	1 206,08	1 208,88	1 211,68	1 214,48	1 217,28	1 220,08	1 222,88	1 225,68
450	1 228,48	1 231,28	1 234,08	1 236,88	1 239,68	1 242,48	1 245,28	1 248,07	1 250,87	1 253,67
460	1 256,47	1 259,27	1 262,07	1 264,87	1 267,67	1 270,47	1 273,27	1 276,07	1 278,87	1 281,67
470	1 284,47	1 287,27	1 290,07	1 292,87	1 295,67	1 298,47	1 301,27	1 304,07	1 306,87	1 309,67
480	1 312,47	1 315,27	1 318,07	1 320,87	1 323,67	1 326,47	1 329,27	1 332,07	1 334,87	1 337,67
490	1 340,46	1 343,26	1 346,06	1 348,86	1 351,66	1 354,46	1 357,26	1 360,06	1 362,86	1 365,66
500	1 368,46	1 371,26	1 374,06	1 376,86	1 379,66	1 382,46	1 385,26	1 388,06	1 390,86	1 393,66
510	1 396,46	1 399,26	1 402,06	1 404,86	1 407,66	1 410,46	1 413,26	1 416,06	1 418,86	1 421,66
520	1 424,46	1 427,26	1 430,06	1 432,86	1 435,65	1 438,45	1 441,25	1 444,05	1 446,85	1 449,65
530	1 452,45	1 455,25	1 458,05	1 460,85	1 463,65	1 466,45	1 469,25	1 472,05	1 474,85	1 477,65
540	1 480,45	1 483,25	1 486,05	1 488,85	1 491,65	1 494,45	1 497,25	1 500,05	1 502,85	1 505,65



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
560	1 536,44	1 539,24	1 542,04	1 544,84	1 547,64	1 550,44	1 553,24	1 556,04	1 558,84	1 561,64
570	1 564,44	1 567,24	1 570,04	1 572,84	1 575,64	1 578,44	1 581,24	1 584,04	1 586,84	1 589,64
580	1 592,44	1 595,24	1 598,04	1 600,84	1 603,64	1 606,44	1 609,24	1 612,04	1 614,84	1 617,64
590	1 620,43	1 623,23	1 626,03	1 628,83	1 631,63	1 634,43	1 637,23	1 640,03	1 642,83	1 645,63
600	1 648,43	1 651,23	1 654,03	1 656,83	1 659,63	1 662,43	1 665,23	1 668,03	1 670,83	1 673,63
610	1 676,43	1 679,23	1 682,03	1 684,83	1 687,63	1 690,43	1 693,23	1 696,03	1 698,83	1 701,63
620	1 704,43	1 707,23	1 710,03	1 712,83	1 715,62	1 718,42	1 721,22	1 724,02	1 726,82	1 729,62
630	1 732,42	1 735,22	1 738,02	1 740,82	1 743,62	1 746,42	1 749,22	1 752,02	1 754,82	1 757,62
640	1 760,42	1 763,22	1 766,02	1 768,82	1 771,62	1 774,42	1 777,22	1 780,02	1 782,82	1 785,62
650	1 788,42	1 791,22	1 794,02	1 796,82	1 799,62	1 802,42	1 805,22	1 808,01	1 810,81	1 813,61
660	1 816,41	1 819,21	1 822,01	1 824,81	1 827,61	1 830,41	1 833,21	1 836,01	1 838,81	1 841,61
670	1 844,41	1 847,21	1 850,01	1 852,81	1 855,61	1 858,41	1 861,21	1 864,01	1 866,81	1 869,61
680	1 872,41	1 875,21	1 878,01	1 880,81	1 883,61	1 886,41	1 889,21	1 892,01	1 894,81	1 897,61
690	1 900,40	1 903,20	1 906,00	1 908,80	1 911,60	1 914,40	1 917,20	1 920,00	1 922,80	1 925,60
700	1 928,40	1 931,20	1 934,00	1 936,80	1 939,60	1 942,40	1 945,20	1 948,00	1 950,80	1 953,60
710	1 956,40	1 959,20	1 962,00	1 964,80	1 967,60	1 970,40	1 973,20	1 976,00	1 978,80	1 981,60
720	1 984,40	1 987,20	1 990,00	1 992,80	1 995,59	1 998,39	2 001,19	2 003,99	2 006,79	2 009,59
730	2 012,39	2 015,19	2 017,99	2 020,79	2 023,59	2 026,39	2 029,19	2 031,99	2 034,79	2 037,59
740	2 040,39	2 043,19	2 045,99	2 048,79	2 051,59	2 054,39	2 057,19	2 059,99	2 062,79	2 065,59
750	2 068,39	2 071,19	2 073,99	2 076,79	2 079,59	2 082,39	2 085,19	2 087,99	2 090,79	2 093,59
760	2 096,38	2 099,18	2 101,98	2 104,78	2 107,58	2 110,38	2 113,18	2 115,98	2 118,78	2 121,58
770	2 124,38	2 127,18	2 129,98	2 132,78	2 135,58	2 138,38	2 141,18	2 143,98	2 146,78	2 149,58
780	2 152,38	2 155,18	2 157,98	2 160,78	2 163,58	2 166,38	2 169,18	2 171,98	2 174,78	2 177,58
790	2 180,37	2 183,17	2 185,97	2 188,77	2 191,57	2 194,37	2 197,17	2 199,97	2 202,77	2 205,57
800	2 208,37	2 211,17	2 213,97	2 216,77	2 219,57	2 222,37	2 225,17	2 227,97	2 230,77	2 233,57
810	2 236,37	2 239,17	2 241,97	2 244,77	2 247,57	2 250,37	2 253,17	2 255,97	2 258,77	2 261,57
820	2 264,37	2 267,17	2 269,97	2 272,77	2 275,56	2 278,36	2 281,16	2 283,96	2 286,76	2 289,56
830	2 292,36	2 295,16	2 297,96	2 300,76	2 303,56	2 306,36	2 309,16	2 311,96	2 314,76	2 317,56
840	2 320,36	2 323,16	2 325,96	2 328,76	2 331,56	2 334,36	2 337,16	2 339,96	2 342,76	2 345,56
850	2 348,36	2 351,16	2 353,96	2 356,76	2 359,56	2 362,36	2 365,16	2 367,96	2 370,76	2 373,56
860	2 376,35	2 379,15	2 381,95	2 384,75	2 387,55	2 390,35	2 393,15	2 395,95	2 398,75	2 401,55
870	2 404,35	2 407,15	2 409,95	2 412,75	2 415,55	2 418,35	2 421,15	2 423,95	2 426,75	2 429,55
880	2 432,35	2 435,15	2 437,95	2 440,75	2 443,55	2 446,35	2 449,15	2 451,95	2 454,75	2 457,55
890	2 460,34	2 463,14	2 465,94	2 468,74	2 471,54	2 474,34	2 477,14	2 479,94	2 482,74	2 485,54
900	2 488,34	2 491,14	2 493,94	2 496,74	2 499,54	2 502,34	2 505,14	2 507,94	2 510,74	2 513,54
910	2 516,34	2 519,14	2 521,94	2 524,74	2 527,54	2 530,34	2 533,14	2 535,94	2 538,74	2 541,54
920	2 544,34	2 547,14	2 549,94	2 552,74	2 555,53	2 558,33	2 561,13	2 563,93	2 566,73	2 569,53
930	2 572,33	2 575,13	2 577,93	2 580,73	2 583,53	2 586,33	2 589,13	2 591,93	2 594,73	2 597,53
940	2 600,33	2 603,13	2 605,93	2 608,73	2 611,53	2 614,33	2 617,13	2 619,93	2 622,73	2 625,53
950	2 628,33	2 631,13	2 633,93	2 636,73	2 639,53	2 642,33	2 645,13	2 647,92	2 650,72	2 653,52
960	2 656,32	2 659,12	2 661,92	2 664,72	2 667,52	2 670,32	2 673,12	2 675,92	2 678,72	2 681,52
970	2 684,32	2 687,12	2 689,92	2 692,72	2 695,52	2 698,32	2 701,12	2 703,92	2 706,72	2 709,52
980	2 712,32	2 715,12	2 717,92	2 720,72						



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN lbf

Página 5 de 6

Marca de Prensa	NO INDICA	Marca del Dial	NO INDICA
Marca de Anillo	NO INDICA	Modelo del Dial	NO INDICA
Serie de Anillo	10028	Serie del Dial	89924
Capacidad del Anillo	6000 lb	Código de Identificación	NO INDICA

$$y = 6,1723x - 69,1988$$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en lbf									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	548,03	554,20	560,38	566,55	572,72	578,89	585,07	591,24	597,41	603,58
110	609,75	615,93	622,10	628,27	634,44	640,62	646,79	652,96	659,13	665,30
120	671,48	677,65	683,82	689,99	696,17	702,34	708,51	714,68	720,86	727,03
130	733,20	739,37	745,54	751,72	757,89	764,06	770,23	776,41	782,58	788,75
140	794,92	801,10	807,27	813,44	819,61	825,78	831,96	838,13	844,30	850,47
150	856,65	862,82	868,99	875,16	881,34	887,51	893,68	899,85	906,02	912,20
160	918,37	924,54	930,71	936,89	943,06	949,23	955,40	961,58	967,75	973,92
170	980,09	986,26	992,44	998,61	1 004,78	1 010,95	1 017,13	1 023,30	1 029,47	1 035,64
180	1 041,82	1 047,99	1 054,16	1 060,33	1 066,50	1 072,68	1 078,85	1 085,02	1 091,19	1 097,37
190	1 103,54	1 109,71	1 115,88	1 122,06	1 128,23	1 134,40	1 140,57	1 146,74	1 152,92	1 159,09
200	1 165,26	1 171,43	1 177,61	1 183,78	1 189,95	1 196,12	1 202,30	1 208,47	1 214,64	1 220,81
210	1 226,98	1 233,16	1 239,33	1 245,50	1 251,67	1 257,85	1 264,02	1 270,19	1 276,36	1 282,53
220	1 288,71	1 294,88	1 301,05	1 307,22	1 313,40	1 319,57	1 325,74	1 331,91	1 338,09	1 344,26
230	1 350,43	1 356,60	1 362,77	1 368,95	1 375,12	1 381,29	1 387,46	1 393,64	1 399,81	1 405,98
240	1 412,15	1 418,33	1 424,50	1 430,67	1 436,84	1 443,01	1 449,19	1 455,36	1 461,53	1 467,70
250	1 473,88	1 480,05	1 486,22	1 492,39	1 498,57	1 504,74	1 510,91	1 517,08	1 523,25	1 529,43
260	1 535,60	1 541,77	1 547,94	1 554,12	1 560,29	1 566,46	1 572,63	1 578,81	1 584,98	1 591,15
270	1 597,32	1 603,49	1 609,67	1 615,84	1 622,01	1 628,18	1 634,36	1 640,53	1 646,70	1 652,87
280	1 659,05	1 665,22	1 671,39	1 677,56	1 683,73	1 689,91	1 696,08	1 702,25	1 708,42	1 714,60
290	1 720,77	1 726,94	1 733,11	1 739,29	1 745,46	1 751,63	1 757,80	1 763,97	1 770,15	1 776,32
300	1 782,49	1 788,66	1 794,84	1 801,01	1 807,18	1 813,35	1 819,53	1 825,70	1 831,87	1 838,04
310	1 844,21	1 850,39	1 856,56	1 862,73	1 868,90	1 875,08	1 881,25	1 887,42	1 893,59	1 899,76
320	1 905,94	1 912,11	1 918,28	1 924,45	1 930,63	1 936,80	1 942,97	1 949,14	1 955,32	1 961,49
330	1 967,66	1 973,83	1 980,00	1 986,18	1 992,35	1 998,52	2 004,69	2 010,87	2 017,04	2 023,21
340	2 029,38	2 035,56	2 041,73	2 047,90	2 054,07	2 060,24	2 066,42	2 072,59	2 078,76	2 084,93
350	2 091,11	2 097,28	2 103,45	2 109,62	2 115,80	2 121,97	2 128,14	2 134,31	2 140,48	2 146,66
360	2 152,83	2 159,00	2 165,17	2 171,35	2 177,52	2 183,69	2 189,86	2 196,04	2 202,21	2 208,38
370	2 214,55	2 220,72	2 226,90	2 233,07	2 239,24	2 245,41	2 251,59	2 257,76	2 263,93	2 270,10
380	2 276,28	2 282,45	2 288,62	2 294,79	2 300,96	2 307,14	2 313,31	2 319,48	2 325,65	2 331,83
390	2 338,00	2 344,17	2 350,34	2 356,52	2 362,69	2 368,86	2 375,03	2 381,20	2 387,38	2 393,55
400	2 399,72	2 405,89	2 412,07	2 418,24	2 424,41	2 430,58	2 436,76	2 442,93	2 449,10	2 455,27
410	2 461,44	2 467,62	2 473,79	2 479,96	2 486,13	2 492,31	2 498,48	2 504,65	2 510,82	2 516,99
420	2 523,17	2 529,34	2 535,51	2 541,68	2 547,86	2 554,03	2 560,20	2 566,37	2 572,55	2 578,72
430	2 584,89	2 591,06	2 597,23	2 603,41	2 609,58	2 615,75	2 621,92	2 628,10	2 634,27	2 640,44
440	2 646,61	2 652,79	2 658,96	2 665,13	2 671,30	2 677,47	2 683,65	2 689,82	2 695,99	2 702,16
450	2 708,34	2 714,51	2 720,68	2 726,85	2 733,03	2 739,20	2 745,37	2 751,54	2 757,71	2 763,89
460	2 770,06	2 776,23	2 782,40	2 788,58	2 794,75	2 800,92	2 807,09	2 813,27	2 819,44	2 825,61
470	2 831,78	2 837,95	2 844,13	2 850,30	2 856,47	2 862,64	2 868,82	2 874,99	2 881,16	2 887,33
480	2 893,51	2 899,68	2 905,85	2 912,02	2 918,19	2 924,37	2 930,54	2 936,71	2 942,88	2 949,06
490	2 955,23	2 961,40	2 967,57	2 973,75	2 979,92	2 986,09	2 992,26	2 998,43	3 004,61	3 010,78
500	3 016,95	3 023,12	3 029,30	3 035,47	3 041,64	3 047,81	3 053,99	3 060,16	3 066,33	3 072,50
510	3 078,67	3 084,85	3 091,02	3 097,19	3 103,36	3 109,54	3 115,71	3 121,88	3 128,05	3 134,22
520	3 140,40	3 146,57	3 152,74	3 158,91	3 165,09	3 171,26	3 177,43	3 183,60	3 189,78	3 195,95
530	3 202,12	3 208,29	3 214,46	3 220,64	3 226,81	3 232,98	3 239,15	3 245,33	3 251,50	3 257,67



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
560	3 387,29	3 393,46	3 399,63	3 405,81	3 411,98	3 418,15	3 424,32	3 430,50	3 436,67	3 442,84
570	3 449,01	3 455,18	3 461,36	3 467,53	3 473,70	3 479,87	3 486,05	3 492,22	3 498,39	3 504,56
580	3 510,74	3 516,91	3 523,08	3 529,25	3 535,42	3 541,60	3 547,77	3 553,94	3 560,11	3 566,29
590	3 572,46	3 578,63	3 584,80	3 590,98	3 597,15	3 603,32	3 609,49	3 615,66	3 621,84	3 628,01
600	3 634,18	3 640,35	3 646,53	3 652,70	3 658,87	3 665,04	3 671,22	3 677,39	3 683,56	3 689,73
610	3 695,90	3 702,08	3 708,25	3 714,42	3 720,59	3 726,77	3 732,94	3 739,11	3 745,28	3 751,45
620	3 757,63	3 763,80	3 769,97	3 776,14	3 782,32	3 788,49	3 794,66	3 800,83	3 807,01	3 813,18
630	3 819,35	3 825,52	3 831,69	3 837,87	3 844,04	3 850,21	3 856,38	3 862,56	3 868,73	3 874,90
640	3 881,07	3 887,25	3 893,42	3 899,59	3 905,76	3 911,93	3 918,11	3 924,28	3 930,45	3 936,62
650	3 942,80	3 948,97	3 955,14	3 961,31	3 967,49	3 973,66	3 979,83	3 986,00	3 992,17	3 998,35
660	4 004,52	4 010,69	4 016,86	4 023,04	4 029,21	4 035,38	4 041,55	4 047,73	4 053,90	4 060,07
670	4 066,24	4 072,41	4 078,59	4 084,76	4 090,93	4 097,10	4 103,28	4 109,45	4 115,62	4 121,79
680	4 127,97	4 134,14	4 140,31	4 146,48	4 152,65	4 158,83	4 165,00	4 171,17	4 177,34	4 183,52
690	4 189,69	4 195,86	4 202,03	4 208,21	4 214,38	4 220,55	4 226,72	4 232,89	4 239,07	4 245,24
700	4 251,41	4 257,58	4 263,76	4 269,93	4 276,10	4 282,27	4 288,45	4 294,62	4 300,79	4 306,96
710	4 313,13	4 319,31	4 325,48	4 331,65	4 337,82	4 344,00	4 350,17	4 356,34	4 362,51	4 368,68
720	4 374,86	4 381,03	4 387,20	4 393,37	4 399,55	4 405,72	4 411,89	4 418,06	4 424,24	4 430,41
730	4 436,58	4 442,75	4 448,92	4 455,10	4 461,27	4 467,44	4 473,61	4 479,79	4 485,96	4 492,13
740	4 498,30	4 504,48	4 510,65	4 516,82	4 522,99	4 529,16	4 535,34	4 541,51	4 547,68	4 553,85
750	4 560,03	4 566,20	4 572,37	4 578,54	4 584,72	4 590,89	4 597,06	4 603,23	4 609,40	4 615,58
760	4 621,75	4 627,92	4 634,09	4 640,27	4 646,44	4 652,61	4 658,78	4 664,96	4 671,13	4 677,30
770	4 683,47	4 689,64	4 695,82	4 701,99	4 708,16	4 714,33	4 720,51	4 726,68	4 732,85	4 739,02
780	4 745,20	4 751,37	4 757,54	4 763,71	4 769,88	4 776,06	4 782,23	4 788,40	4 794,57	4 800,75
790	4 806,92	4 813,09	4 819,26	4 825,44	4 831,61	4 837,78	4 843,95	4 850,12	4 856,30	4 862,47
800	4 868,64	4 874,81	4 880,99	4 887,16	4 893,33	4 899,50	4 905,68	4 911,85	4 918,02	4 924,19
810	4 930,36	4 936,54	4 942,71	4 948,88	4 955,05	4 961,23	4 967,40	4 973,57	4 979,74	4 985,91
820	4 992,09	4 998,26	5 004,43	5 010,60	5 016,78	5 022,95	5 029,12	5 035,29	5 041,47	5 047,64
830	5 053,81	5 059,98	5 066,15	5 072,33	5 078,50	5 084,67	5 090,84	5 097,02	5 103,19	5 109,36
840	5 115,53	5 121,71	5 127,88	5 134,05	5 140,22	5 146,39	5 152,57	5 158,74	5 164,91	5 171,08
850	5 177,26	5 183,43	5 189,60	5 195,77	5 201,95	5 208,12	5 214,29	5 220,46	5 226,63	5 232,81
860	5 238,98	5 245,15	5 251,32	5 257,50	5 263,67	5 269,84	5 276,01	5 282,19	5 288,36	5 294,53
870	5 300,70	5 306,87	5 313,05	5 319,22	5 325,39	5 331,56	5 337,74	5 343,91	5 350,08	5 356,25
880	5 362,43	5 368,60	5 374,77	5 380,94	5 387,11	5 393,29	5 399,46	5 405,63	5 411,80	5 417,98
890	5 424,15	5 430,32	5 436,49	5 442,67	5 448,84	5 455,01	5 461,18	5 467,35	5 473,53	5 479,70
900	5 485,87	5 492,04	5 498,22	5 504,39	5 510,56	5 516,73	5 522,91	5 529,08	5 535,25	5 541,42
910	5 547,59	5 553,77	5 559,94	5 566,11	5 572,28	5 578,46	5 584,63	5 590,80	5 596,97	5 603,14
920	5 609,32	5 615,49	5 621,66	5 627,83	5 634,01	5 640,18	5 646,35	5 652,52	5 658,70	5 664,87
930	5 671,04	5 677,21	5 683,38	5 689,56	5 695,73	5 701,90	5 708,07	5 714,25	5 720,42	5 726,59
940	5 732,76	5 738,94	5 745,11	5 751,28	5 757,45	5 763,62	5 769,80	5 775,97	5 782,14	5 788,31
950	5 794,49	5 800,66	5 806,83	5 813,00	5 819,18	5 825,35	5 831,52	5 837,69	5 843,86	5 850,04
960	5 856,21	5 862,38	5 868,55	5 874,73	5 880,90	5 887,07	5 893,24	5 899,42	5 905,59	5 911,76
970	5 917,93	5 924,10	5 930,28	5 936,45	5 942,62	5 948,79	5 954,97	5 961,14	5 967,31	5 973,48
980	5 979,66	5 985,83	5 992,00	5 998,17						

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

ANEXO 09: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA BALANZA DE MEDICIÓN

 Punto de Precisión SAC	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-083-2021		
Página: 1 de 3		
Expediente	: T 071-2021	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2021-03-09	
1. Solicitante	: GEOTEST PERU S.A.C	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Dirección	: AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: TORREY	
Modelo	: L-EQ5/10	
Número de Serie	: 5885	
Alcance de Indicación	: 5 kg	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,001 kg	
División de Escala Real (d)	: 0,001 kg	
Procedencia	: MEXICO	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2021-03-05	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de GEOTEST PERU S.A.C AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO	



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-083-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	15,9	16,0
Humedad Relativa	51,2	51,2

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 5,000 kg
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 4,995 kg para una carga de 5,000 kg
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1= 2,500 kg			Carga L2= 5,000 kg		
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
N°						
1	2,500	0,0008	-0,0003	5,001	0,0006	0,0009
2	2,500	0,0007	-0,0002	5,000	0,0009	-0,0004
3	2,501	0,0006	0,0009	5,000	0,0006	-0,0001
4	2,500	0,0009	-0,0004	5,001	0,0007	0,0008
5	2,500	0,0006	-0,0001	5,000	0,0006	-0,0001
6	2,500	0,0006	-0,0001	5,000	0,0009	-0,0004
7	2,500	0,0008	-0,0003	5,001	0,0006	0,0009
8	2,500	0,0009	-0,0004	5,001	0,0008	0,0007
9	2,500	0,0006	-0,0001	5,001	0,0008	0,0007
10	2,500	0,0007	-0,0002	5,000	0,0006	-0,0001
Diferencia Máxima			0,0013			0,0013
Error máximo permitido ±	0,003 kg			± 0,003 kg		



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-083-2021

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	16,0	16,0

Posición de la Carga	Determinación de E ₂				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
1	0,010	0,010	0,0007	-0,0002	1,500	1,500	0,0006	-0,0001	0,0001
2		0,010	0,0006	-0,0001		1,500	0,0008	-0,0003	-0,0002
3		0,010	0,0008	-0,0003		1,500	0,0007	-0,0002	0,0001
4		0,010	0,0006	-0,0001		1,500	0,0006	-0,0001	0,0000
5		0,010	0,0008	-0,0003		1,500	0,0007	-0,0002	0,0001
					Error máximo permitido : ± 0,002 kg				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	16,0	16,0

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (kg)
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,0100	0,010	0,0008	-0,0003	0,0001	0,020	0,0008	-0,0003	0,0000	0,001
0,0200	0,020	0,0007	-0,0002	0,0001	0,100	0,0008	-0,0003	0,0000	0,001
0,1000	0,100	0,0009	-0,0004	-0,0001	0,200	0,0009	-0,0004	-0,0001	0,001
0,2000	0,200	0,0006	-0,0001	0,0002	0,500	0,0009	-0,0004	-0,0001	0,001
0,5000	0,500	0,0007	-0,0002	0,0001	0,700	0,0006	-0,0001	0,0002	0,002
0,7000	0,700	0,0006	-0,0001	0,0002	1,000	0,0007	-0,0002	0,0001	0,002
1,0000	1,000	0,0008	-0,0003	0,0000	1,500	0,0008	-0,0003	0,0000	0,002
1,5000	1,500	0,0007	-0,0002	0,0001	2,000	0,0006	-0,0001	0,0002	0,002
2,0000	2,000	0,0008	-0,0003	0,0000	4,000	0,0008	-0,0003	0,0000	0,003
4,0000	4,000	0,0007	-0,0002	0,0001	5,000	0,0006	-0,0001	0,0002	0,003
5,0000	5,000	0,0006	-0,0001	0,0002					

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,90 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,80 \times 10^{-7} \text{ kg}^2 + 1,10 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₂: Error en cero E_c: Error corregido

R : en kg

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 10: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA COPA CASAGRANDE



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 331 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,6	16,6
Humedad %	50	50

7. Observaciones
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.





Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 331 - 2021

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE				EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDAD DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDAS STANDARD	54,74	2,06	27,67	48,98	51,34	147,20	126,50	10,06	1,96	12,85
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,74	0,06	0,67	1,98	1,34	-2,8	1,5	0,06	-0,04	-0,65

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

ANEXO 11: CERTIFICACIÓN DE LA ESTUFA DE LABORATORIO



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 705 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : T 071-2021
Fecha de emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C
Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : ESTUFA
Indicación : ANALÓGICO
Marca del Equipo : ARMS
Modelo del Equipo : NO INDICA
Serie del Equipo : ECS15/001203619
Capacidad del Equipo : 14 L
Código de Identificación : NO INDICA
Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de indicador : NO INDICA
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C
Procedencia : PERÚ

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,9	17,2
Humedad %	50	50

7. Conclusiones
La estufa se encuentra fuera de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

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.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 705 - 2021

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,0	101,2	110,5	108,5	107,5	104,6	111,8	103,7	105,0	106,3	105,0	106,4	10,6
2	110,0	99,8	108,1	106,7	105,8	101,5	109,9	102,6	103,8	104,5	105,4	104,8	10,1
4	110,0	99,9	108,1	106,7	105,8	101,0	109,9	102,4	103,6	104,6	105,1	104,7	10,0
6	110,0	102,2	109,1	107,9	107,6	99,7	111,3	104,8	105,9	105,7	105,0	105,9	11,6
8	110,0	102,1	109,0	108,0	107,6	99,8	111,5	104,4	105,4	105,8	104,2	105,8	11,7
10	110,0	101,5	109,2	108,1	107,4	102,2	111,6	104,1	105,1	105,7	104,6	106,0	10,1
12	110,0	101,0	109,2	108,1	106,7	101,5	111,6	103,8	105,0	105,6	104,4	105,7	10,6
14	110,0	99,6	109,0	107,7	106,7	103,7	111,2	102,9	104,2	105,4	104,9	105,5	11,6
16	110,0	99,7	109,1	107,7	107,7	104,6	111,4	102,8	104,2	105,4	104,8	105,7	11,7
18	110,0	101,5	109,5	108,2	107,7	109,1	111,8	104,6	105,9	106,0	104,7	106,9	10,3
20	110,0	102,1	109,7	108,3	107,9	104,6	111,9	104,9	106,2	106,2	104,6	106,6	9,8
22	110,0	101,2	108,1	108,0	105,8	99,7	111,8	104,4	103,6	104,6	105,0	105,2	12,1
24	110,0	101,0	109,0	108,5	107,6	101,5	109,9	103,7	104,2	105,8	105,1	105,6	8,9
26	110,0	99,8	110,5	106,7	107,4	102,2	111,3	104,4	103,6	104,5	105,1	105,6	11,5
28	110,0	101,2	109,0	107,7	106,7	104,6	111,8	103,7	105,0	104,6	105,0	105,9	10,6
30	110,0	101,0	110,5	108,5	105,8	99,7	111,5	102,4	104,2	105,8	105,1	105,5	11,8
32	110,0	102,1	109,0	108,0	106,7	102,2	111,8	104,1	105,0	104,5	105,4	105,9	9,7
34	110,0	99,8	109,2	107,7	107,8	101,5	111,3	103,7	104,2	105,8	105,0	105,6	11,5
36	110,0	101,0	110,5	108,5	107,4	99,7	111,5	102,4	105,0	104,5	105,1	105,6	11,8
38	110,0	101,2	108,1	106,7	107,6	101,5	111,8	104,4	103,6	104,6	105,0	105,5	10,6
40	110,0	102,1	109,2	108,0	107,4	104,6	109,9	102,4	105,0	105,8	105,1	106,0	7,8
42	110,0	99,8	110,5	106,7	107,6	102,2	111,3	104,4	104,2	104,5	105,4	105,7	11,5
44	110,0	101,2	108,1	107,7	106,7	101,5	109,9	103,7	105,0	104,6	105,1	105,4	8,7
46	110,0	101,0	109,0	108,0	107,4	104,6	111,8	104,4	103,6	104,5	105,0	105,9	10,8
48	110,0	102,1	108,1	108,5	105,8	99,7	111,5	103,7	104,2	105,8	105,0	105,4	11,8
50	110,0	99,8	109,2	106,7	107,6	102,2	111,3	104,1	105,0	104,6	105,1	105,6	11,5
52	110,0	101,0	109,0	107,7	107,4	99,7	111,5	104,4	103,6	105,8	105,4	105,6	11,8
54	110,0	99,8	108,1	108,0	105,8	101,5	111,3	103,7	104,2	104,6	105,0	105,2	11,5
56	110,0	102,1	109,0	108,5	106,7	102,2	109,9	102,4	103,6	105,8	105,1	105,5	7,8
58	110,0	101,2	108,1	107,7	107,6	99,7	111,8	103,7	105,0	104,5	105,0	105,4	12,1
60	110,0	101,0	110,5	108,0	107,4	102,2	111,3	102,4	104,2	104,6	105,4	105,7	10,3
T. PROM	110,0	101,0	109,1	107,8	107,0	102,1	111,2	103,7	104,5	105,2	105,0	105,7	
T. MAX	110,0	102,2	110,5	108,5	107,9	109,1	111,9	104,9	106,2	106,3	105,4		
T. MIN	110,0	99,6	108,1	106,7	105,8	99,7	109,9	102,4	103,6	104,5	104,2		
DTT		0,0	2,6	2,4	1,8	2,1	9,4	2,0	2,5	2,6	1,8	1,2	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,9	0,4
Mínima Temperatura Medida	99,6	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	9,4	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	10,3	0,3
Estabilidad Media (±)	4,7	0,02
Uniformidad Media	12,3	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Punto de Precisión SAC

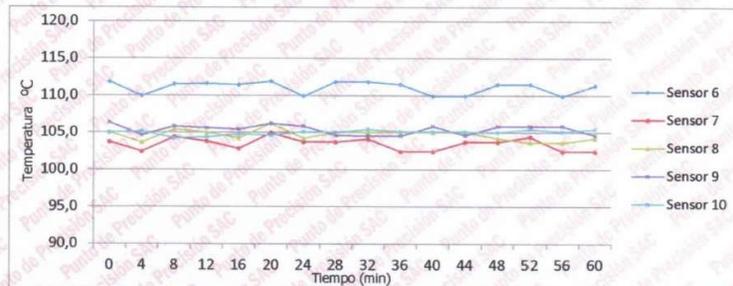
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 705 - 2021

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

ANEXO 12: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL PDL.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 040 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C
Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERO
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : FIERRO
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración
Calibración se realizó tomando como referencia la Norma NTP 339.159

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 001 - 2021	Punto de Precisión

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	17,9	17,9
Humedad %	45	45

7. Observaciones
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"





Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LO - 040 - 2021

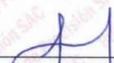
Página : 2 de 2

Resultados :

	Diámetro de la punta	Peso del martinete	Punta cónica	Altura de caída	Peso del dispositivo de introducción sin martinete Max.
	mm	kg		m	kg
DPL	35,7 ± 0,3	10 ± 0,1	60 °	0,5 ± 0,01	6
MEDIDAS TOMADAS	35,66	8,002	58 °	0,48	5,998
	35,66	8,002	58 °	0,48	5,998
	35,64	8,002	58 °	0,48	5,998
	35,66	8,002	58 °	0,48	5,998
	35,64	8,002	58 °	0,48	5,998
promedio	35,65	8,002	58 °	0,48	5,998
Error	-0,05	-1,998	-2 °	-0,02	-0,002

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

ANEXO 13: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS TAMICES



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 317 - 2021

Página : 1 de 1

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 2 pulg
Diametro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 8280
Material : BRONCE
Color : DORADO
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,1	16,2
Humedad %	48	48

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

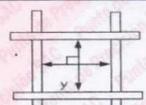
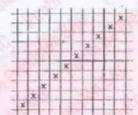
8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm													mm	mm
50,56	50,48	50,86	50,53	49,71	50,46	50,91	50,52	50,43	50,48	50,48	50,00	0,48	--	0,364
50,53	49,71	50,56	50,91											

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 está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

FIN DEL DOCUMENTO



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 318 - 2021

Página : 1 de 1

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 ½ pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 7881

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

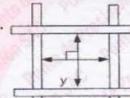
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,1	16,2
Humedad %	48	48

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
38,57	38,54	38,59	38,58	38,02	37,81	38,57	37,81	38,46	38,54	38,35	37,50	0,85	-	0,303
38,02	38,57	37,81	38,57	38,46	38,57	38,46	38,02	38,54	38,57					



El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 319 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 8309

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,1	16,2
Humedad %	48	48

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

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 está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

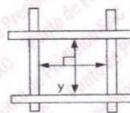
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 319 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
25,57	25,55	25,52	25,74	25,71	25,50	25,68	25,45	25,55	25,68	25,61	25,00	0,61	-	0,110
25,68	25,45	25,74	25,52	25,71	25,68	25,74	25,68	25,71	25,45					
25,71	25,74	25,71	25,55	25,45	25,52	25,71	25,74	25,55	25,74					
25,68	25,45	25,55	25,68	25,74	25,45	25,55	25,52	25,45	25,71					



FIN DEL DOCUMENTO



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° LL - 320 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 8614

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

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 está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,1	16,2
Humedad %	48	48

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

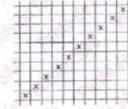
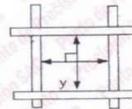
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 320 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm										mm	mm	mm	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
18,91	18,92	19,46	19,45	19,52	19,49	18,79	19,37	19,28	19,28	19,25	19,00	0,25	0,446	0,261
19,28	19,28	19,45	19,49	18,79	19,37	18,91	19,52	18,91	19,49					
19,37	19,52	19,28	19,37	19,28	19,28	19,45	19,49	18,79	18,91					
19,45	19,45	19,49	19,52	18,91	19,37	18,79	18,91	19,28	19,45					
19,28	19,52	19,37	18,79	19,45	19,28	19,49	19,37	18,91	18,79					



FIN DEL DOCUMENTO



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° LL - 321 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1/2 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 7919

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,2	16,3
Humedad %	49	49

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

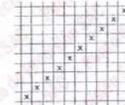
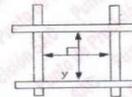
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 321 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm										mm	mm	mm	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
12,44	12,54	12,61	12,65	12,46	12,69	12,38	12,56	12,81	12,46	12,56	12,50	0,06	0,302	0,108
12,69	12,46	12,54	12,44	12,69	12,46	12,44	12,69	12,44	12,69					
12,69	12,54	12,69	12,46	12,44	12,54	12,69	12,54	12,46	12,44					
12,69	12,44	12,69	12,56	12,69	12,44	12,69	12,56	12,44	12,54					
12,46	12,56	12,56	12,54	12,69	12,46	12,44	12,69	12,54	12,56					
12,54	12,69	12,69	12,46	12,44	12,54	12,69	12,44	12,69	12,46					
12,44	12,54	12,61	12,65	12,46	12,69	12,38	12,56	12,81	12,46					



FIN DEL DOCUMENTO



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° LL - 322 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/8 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 11037

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

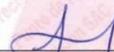
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,2	16,3
Humedad %	49	49

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Cauza Cancha



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

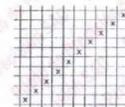
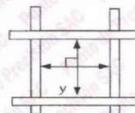
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 322 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS									(*)					
mm									PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
mm									mm	mm	mm	mm	mm	
9,39	9,55	9,60	9,27	9,61	9,28	9,39	9,62	9,42	9,62	9,47	9,50	-0,03	0,237	0,136
9,62	9,42	9,27	9,62	9,27	9,42	9,62	9,42	9,27	9,42					
9,27	9,62	9,61	9,39	9,62	9,55	9,39	9,27	9,62	9,27					
9,55	9,61	9,42	9,61	9,27	9,39	9,62	9,61	9,42	9,55					
9,62	9,39	9,27	9,39	9,62	9,61	9,42	9,62	9,27	9,42					
9,27	9,42	9,62	9,55	9,39	9,42	9,39	9,55	9,61	9,27					
9,55	9,62	9,27	9,42	9,61	9,62	9,27	9,61	9,62	9,42					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 323 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1/4 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 9061

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,2	16,3
Humedad %	49	49

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
- (*) Las variaciones no exceden a la variación máxima permisible según la norma ASTM E11-09.

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 está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

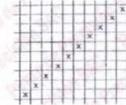
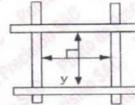
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 323 - 2021

Página : 2 de 2

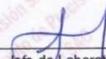
8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm										mm	mm	mm	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
6,12	6,55	6,20	6,61	6,58	6,38	6,27	6,52	6,14	6,61	6,40	6,30	0,10	0,167	0,191
6,61	6,38	6,20	6,61	6,12	6,20	6,38	6,61	6,55	6,20					
6,12	6,55	6,58	6,38	6,20	6,38	6,61	6,55	6,38	6,12					
6,20	6,12	6,20	6,12	6,55	6,61	6,58	6,12	6,55	6,61					
6,61	6,38	6,55	6,61	6,20	6,20	6,38	6,55	6,20	6,38					
6,58	6,12	6,61	6,55	6,38	6,58	6,55	6,38	6,55	6,12					
6,38	6,61	6,12	6,58	6,61	6,20	6,12	6,58	6,61	6,38					
6,12	6,20	6,61	6,61	6,38	6,55	6,61	6,38	6,55	6,12					



FIN DEL DOCUMENTO




 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° LL - 324 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 4

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 2890

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,2	16,3
Humedad %	49	49

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

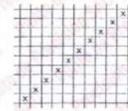
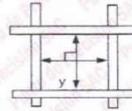
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 324 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm													mm	mm
4,76	4,76	4,70	4,89	4,73	4,86	4,91	4,89	4,73	4,76	4,80	4,75	0,05	0,13	0,08
4,73	4,91	4,76	4,86	4,91	4,73	4,76	4,86	4,76	4,73					
4,86	4,76	4,86	4,91	4,76	4,70	4,91	4,73	4,73	4,86					
4,76	4,91	4,70	4,76	4,91	4,86	4,76	4,86	4,70	4,76					
4,73	4,73	4,91	4,70	4,89	4,76	4,86	4,73	4,86	4,73					
4,86	4,76	4,73	4,86	4,91	4,70	4,91	4,89	4,76	4,76					
4,76	4,86	4,73	4,76	4,70	4,89	4,73	4,76	4,70	4,76					
4,70	4,91	4,76	4,86	4,91	4,86	4,76	4,73	4,91	4,73					
4,73	4,86	4,73	4,70	4,73	4,91	4,86	4,70	4,76	4,91					
4,76	4,73	4,89	4,86	4,76	4,73	4,76	4,91	4,86	4,73					



FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
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° LL - 325 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 8

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 8662

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	CCP-0340-008-2020	ELICROM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,2	16,3
Humedad %	49	49

7. Observaciones

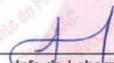
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

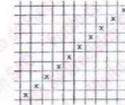
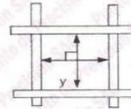
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 325 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm													mm	mm
2,376	2,401	2,453	2,412	2,340	2,563	2,397	2,493	2,476	2,340	2,436	2,360	0,076	0,077	0,078
2,563	2,412	2,453	2,340	2,412	2,453	2,340	2,563	2,453	2,563					
2,340	2,563	2,401	2,412	2,563	2,412	2,401	2,340	2,476	2,340					
2,453	2,412	2,340	2,476	2,412	2,340	2,453	2,401	2,453	2,563					
2,412	2,563	2,401	2,563	2,401	2,412	2,476	2,412	2,340	2,453					
2,340	2,412	2,340	2,412	2,453	2,340	2,412	2,340	2,563	2,340					
2,563	2,376	2,476	2,376	2,563	2,376	2,563	2,453	2,412	2,563					
2,340	2,453	2,583	2,412	2,453	2,401	2,476	2,376	2,453	2,340					
2,412	2,340	2,476	2,563	2,412	2,340	2,401	2,340	2,401	2,563					
2,453	2,563	2,453	2,340	2,401	2,563	2,412	2,563	2,476	2,453					
2,340	2,401	2,340	2,563	2,453	2,340	2,563	2,401	2,340	2,563					



FIN DEL DOCUMENTO



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° LL - 327 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 30

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 8619

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	ELICROM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,3	16,2
Humedad %	50	49

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECIOSIÓN S.A.C.

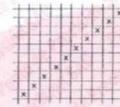
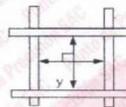
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 327 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
583	610	582	602	605	594	590	605	599	605	599	600	-1	31,32	9,49
610	583	610	583	594	610	583	610	594	610					
605	599	602	605	599	583	605	594	583	605					
583	605	602	599	610	594	599	583	610	583					
610	599	594	583	605	583	610	605	599	594					
594	605	599	602	599	602	594	583	594	605					
610	599	610	605	610	605	583	610	583	610					
583	594	599	594	599	583	610	605	594	605					
605	610	605	602	610	594	599	594	605	610					
594	583	602	583	605	610	583	610	583	594					
605	610	599	594	599	602	605	583	599	610					
610	583	605	602	610	583	610	594	610	605					
594	605	583	605	583	594	599	610	583	610					
610	583	594	610	599	605	583	599	605	594					
605	599	610	594	602	599	610	594	610	605					
583	610	605	599	583	605	583	599	605	610					
594	583	594	610	594	599	605	594	610	594					



FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
 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° LL - 328 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 50

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 8104

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	CCP-0340-008-2020	ELICROM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,3	16,2
Humedad %	50	49

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

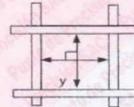
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 328 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm
298	302	302	290	290	295	305	305	312	305	301	300	1	20,29	7,36
312	290	312	305	290	305	290	312	298	312					
298	305	298	302	312	298	302	305	290	305					
305	312	290	305	302	312	290	298	312	305					
298	290	305	312	298	305	305	305	298	290					
312	305	305	298	290	312	302	312	290	305					
298	290	302	290	305	305	298	302	305	312					
305	305	312	305	298	302	290	305	290	305					
312	298	302	305	290	312	298	305	298	290					
290	305	290	298	305	298	305	290	312	305					
305	298	312	290	302	305	302	298	305	298					
305	290	302	305	290	298	302	305	290	305					
302	312	305	298	312	302	290	305	302	298					
290	302	305	302	305	305	305	298	312	305					
305	305	298	290	298	312	298	290	305	290					
312	290	302	312	305	290	312	305	298	312					
305	312	305	290	298	312	298	302	290	305					
290	298	302	312	302	305	290	302	312	298					
298	305	290	305	290	298	305	290	305	305					
312	290	312	290	305	312	290	305	312	290					



FIN DEL DOCUMENTO





Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 329 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 071-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-08

1. Solicitante : GEOTEST PERU S.A.C

Dirección : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 100

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 8124

Material : BRONCE

Color : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
05 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	ELICROM

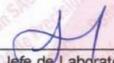
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,3	16,3
Humedad %	50	50

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

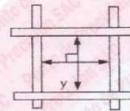
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 329 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm										μm	μm	μm	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
145	152	152	153	143	160	155	160	151	145	152	150	2	13,30	4,59
155	153	145	153	145	155	145	155	153	152					
145	152	151	152	155	153	152	153	152	145					
152	145	155	153	160	145	155	160	145	155					
155	160	145	151	145	151	153	145	152	153					
145	153	151	152	160	155	152	155	153	145					
152	151	155	145	153	160	145	152	155	152					
155	153	152	160	152	155	153	155	153	145					
145	145	153	152	155	155	160	151	152	160					
152	153	153	145	152	145	152	145	153	155					
145	151	160	151	155	152	155	153	155	145					
152	153	152	145	145	155	153	152	160	152					
145	155	155	151	155	160	153	145	153	155					
145	155	151	160	155	155	151	152	160	145					
153	145	160	145	145	151	153	151	155	160					
155	151	152	155	160	145	155	145	160	153					
152	153	145	145	153	151	160	152	155	155					
145	155	160	152	151	152	153	160	153	145					
155	153	152	155	153	160	151	152	160	155					
145	160	155	160	145	155	152	145	155	153					
153	152	160	145	151	153	151	155	153	152					
145	153	155	152	153	160	145	151	160	145					
153	155	145	155	155	152	160	152	153	160					
155	145	151	152	145	160	155	145	151	152					
153	152	160	155	160	152	160	152	160	155					
155	153	152	153	153	145	151	153	155	153					

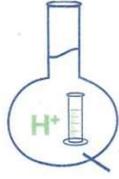


FIN DEL DOCUMENTO



[Handwritten signature]
Jefe de laboratorio

ANEXO 14: INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE LA METADIATOMITA.



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0223-21 ANÁLISIS ELEMENTAL DE TIERRA CALCAREA

SOLICITA : AMILCAR LLANQUI MENDOZA & MIGUEL ANGEL PIZARRO CCAHUANA
Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Universidad Cesar Vallejo

TESIS : "Propiedades Físico-mecánicas del Suelo Como Subrasante con la Incorporación de Metadiatomita en la Carretera no Pavimentada de Quillahuata - Cusco - 2021".
MUESTRA : Metadiatomita
DISTRITO : San Sebastián
PROVINCIA : Cusco
DEPARTAMENTO : Cusco
FECHA DE INFORME : 23/07/21

RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁
Calcio (Ca)	%	51.07
LE	%	40.06
Silicio (Si)	%	3.740
Aluminio (Al)	%	2.060
Magnesio (Mg)	%	1.54
Hierro (Fe)	ppm	7860
Azufre (S)	ppm	3171
Titanio (Ti)	ppm	1420
Estroncio (Sr)	ppm	1251
Manganeso (Mn)	ppm	779
Fosforo (P)	ppm	340
Vanadio (V)	ppm	115
Cromo (Cr)	ppm	97
Niquel (Ni)	ppm	75
Circonio (Zr)	ppm	63
Cobre (Cu)	ppm	58
Zinc (Zn)	ppm	34
Rubidio (Rb)	ppm	21
Torio (Th)	ppm	17
Plomo (Pb)	ppm	11

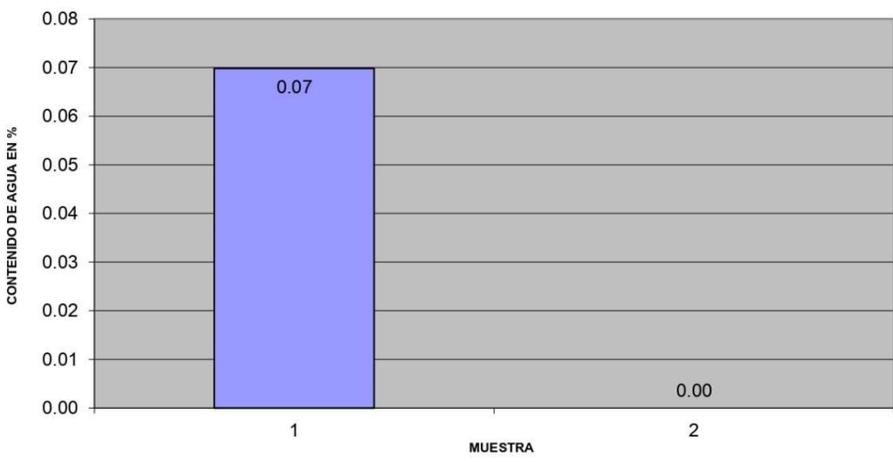
MÉTODOS DE ANÁLISIS: Rayos X

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUÍMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 18188

ANEXO 15: INFORME DE ANALISIS FISICO DE LA METADIATOMITA.

	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216		CODIGO : _____																					
			REVISION : _____																					
			PAGINA : 2 de 4																					
Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"																								
Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO		Fecha : JULIO 2021 Motivo : Estudio Geotecnico Resp. Lab.: A.A.A. Esp. Geot.: A.A.A.																						
MUESTRA : 1 _____ Pozo : _____ Estrato : _____ PROF. (m): _____																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>14.74</td> <td>14.79</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>29.08</td> <td>29.49</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>29.07</td> <td>29.49</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td>14.33</td> <td>14.70</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td>0.07</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0.03</td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	14.74	14.79	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	29.08	29.49	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	29.07	29.49	Peso del Suelo Seco (gr)	14.33	14.70	Contenido de Humedad (w)	0.07	0.00		0.03	
MUESTRA	1	2																						
Peso de la Capsula (gr)	14.74	14.79																						
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	29.08	29.49																						
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	29.07	29.49																						
Peso del Suelo Seco (gr)	14.33	14.70																						
Contenido de Humedad (w)	0.07	0.00																						
	0.03																							
CONTENIDO DE AGUA																								
																								

Laboratorio

Especialista en Geotecnia



LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO : _____

REVISION : _____

PAGINA : _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

3 de 4

Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
Provincia : **CUSCO**
Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
Motivo : **Estudio Geotecnico**
Resp. Lab.: **A.A.A.**
Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **1**
Pozo : _____ Estrato : _____

PROF. (m.): _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		14.67	14.84	14.73	14.34
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		28.12	28.12	28.45	28.45
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		21.54	22.49	23.28	23.79
Numero de golpes		2	11	23	38
Peso del Suelo Seco (gr)		6.87	7.65	8.55	9.45
Contenido de Humedad (w)		95.78	73.59	60.47	49.31

LIMITE LIQUIDO (%)

58.2

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

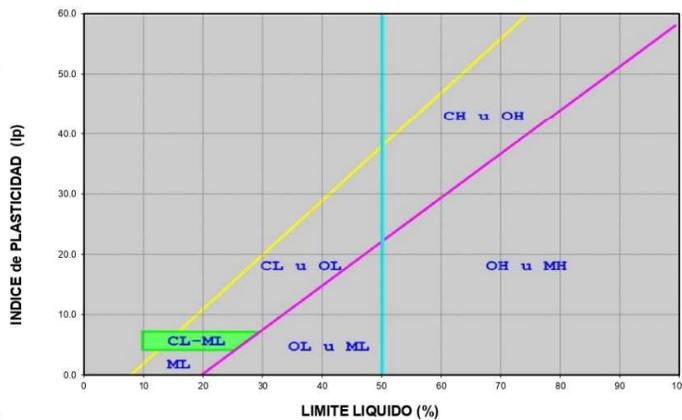
PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		14.63	14.58
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		27.09	26.09
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		24.15	23.5
Peso del Suelo Seco (gr)		9.52	8.92
Contenido de Humedad (w)		30.88	29.04

LIMITE PLASTICO (%) **30.0**

INDICE PLASTICO IP= **28.2**



CARTA DE PLASTICIDAD



CLASIFICACIÓN SUCS:

CH

Arcilla densa con arena

Obs.-

CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINA DEL SUELO DEL ESTUDIO

VºBº

Laboratorio

Especialista en Geotecnia



ANALISIS GRANULOMETRICO
 POR TAMIZADO (VIA HUMEDA)
 NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO : _____
 REVISION : _____
 PAGINA : _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localizacion: **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotecnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

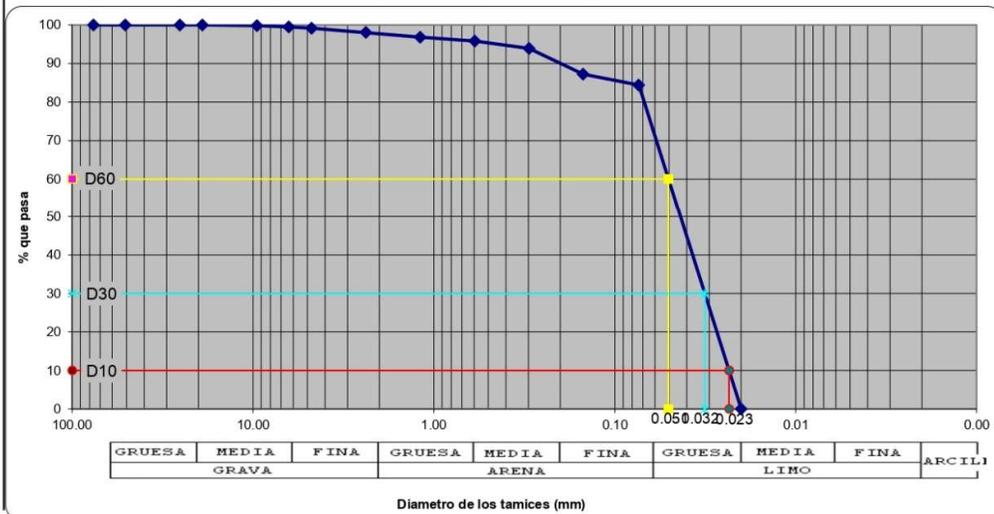
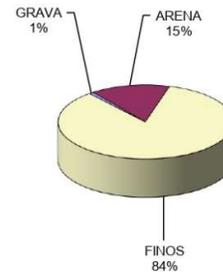
MUESTRA : **1**
 Codigo : _____ Estrato : _____ **Peso de la Muestra: (gr.)**
 inicial : **510.00**
 PROF. (m.): _____ desp de lavar : **81.44**

CLASIFICACIÓN SUCS:

CH

Arcilla

Abertura del Tamiz	Peso Retenido	Peso Corregido	Retenido %	Pasante %
Tamiz	mm.			
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.92	0.18	99.82
1/4"	6.35	1.92	0.38	99.44
# 4	4.75	1.71	0.34	99.11
# 8	2.38	5.58	1.09	98.01
# 16	1.19	6.15	1.21	96.81
# 30	0.59	5.03	0.99	95.82
# 50	0.30	9.90	1.94	93.88
# 100	0.15	33.89	6.65	87.24
# 200	0.07	14.36	2.82	84.42
cazuela	0.0	1.98	84.42	0.00
		81.44	510.00	100.00



D ₆₀	D ₃₀	D ₁₀	C _u	C _c	GRAVA	ARENA	FINOS
0.051	0.032	0.023	2.16	0.86	0.89	14.69	84.42

V^oB^o

Laboratorio

Especialista en Geotecnia

ANEXO 16: ENSAYO PDL Y DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG DE CALICATAS C-01 Y C-02.

PROYECTO: "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"

California Bearing Ratio

ENSAYO 1

prof. (m.) = 1,5 m

CBR = 9.42

Id	PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA		Nspt	ND mm/golpe numero dinamico	Prof. estrato (m)	Correlación	CBR %	CBR %
1	-0.10	Relleno; Lastre	Estrato 1	7	14.29	0.10	MOPT	14	9
	-0.20		Estrato 2	7	14.29	0.20	MOPT	14	
	-0.30		Estrato 3	7	14.29	0.30	MOPT	14	
	-0.40		Estrato 4	7	14.29	0.40	MOPT	14	
	-0.50		Estrato 5	7	14.29	0.50	MOPT	14	
	-0.60		Estrato 6	7	14.29	0.60	MOPT	14	
	-0.70	Arcilla Ligera con Arena (CL)	Estrato 7	5	20.00	0.70	MOPT	9	
	-0.80		Estrato 8	5	20.00	0.80	MOPT	9	
	-0.90		Estrato 9	4	25.00	0.90	MOPT	6	
	-1.00		Estrato 10	4	25.00	1.00	MOPT	6	
	-1.10		Estrato 11	4	25.00	1.10	MOPT	6	
	-1.20		Estrato 12	5	20.00	1.20	MOPT	9	
	-1.30		Estrato 13	4	25.00	1.30	MOPT	6	
	-1.40		Estrato 14	3	33.33	1.40	MOPT	4	
	-1.50		Estrato 15	3	33.33	1.50	MOPT	4	

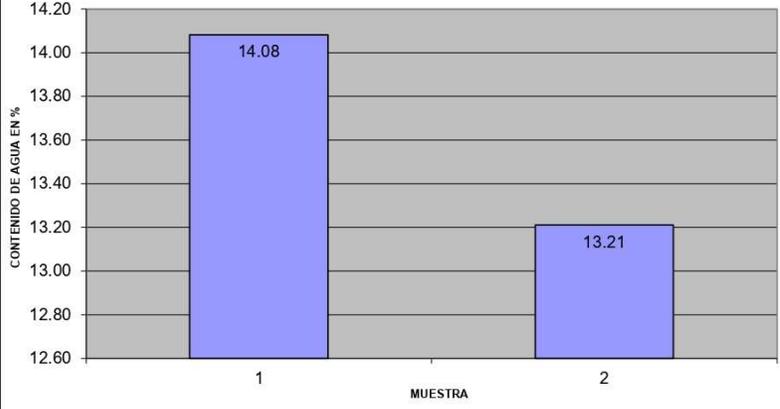
California Bearing Ratio

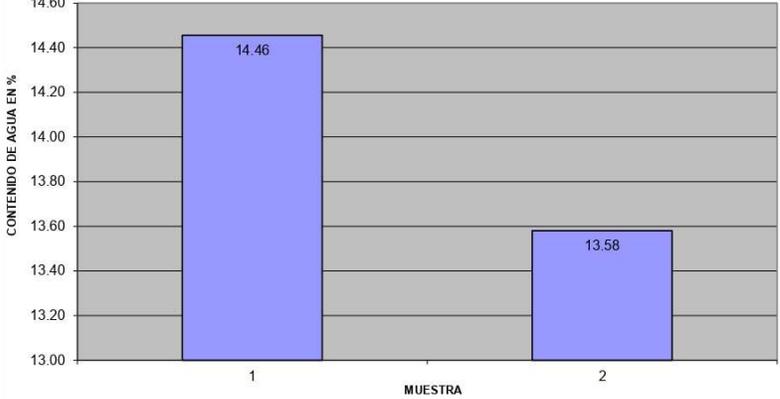
ENSAYO 2

prof. (m.) = 1,5 m

CBR = 11.49

Id	PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA		Nspt	ND mm/golpe numero dinamico	Prof. estrato (m)	Correlación	CBR %	CBR %
1	-0.10	Arcilla limosa con arena (CL-ML)	Estrato 1	4	25.00	0.10	MOPT	6	11
	-0.20		Estrato 2	6	16.67	0.20	MOPT	11	
	-0.30		Estrato 3	6	16.67	0.30	MOPT	11	
	-0.40		Estrato 4	5	20.00	0.40	MOPT	9	
	-0.50		Estrato 5	5	20.00	0.50	MOPT	9	
	-0.60		Estrato 6	6	16.67	0.60	MOPT	11	
	-0.70		Estrato 7	5	20.00	0.70	MOPT	9	
	-0.80		Estrato 8	6	16.67	0.80	MOPT	11	
	-0.90		Estrato 9	6	16.67	0.90	MOPT	11	
	-1.00		Estrato 10	6	16.67	1.00	MOPT	11	
	-1.10		Estrato 11	7	14.29	1.10	MOPT	14	
	-1.20		Estrato 12	7	14.29	1.20	MOPT	14	
	-1.30		Estrato 13	8	12.50	1.30	MOPT	17	
	-1.40		Estrato 14	7	14.29	1.40	MOPT	14	
	-1.50		Estrato 15	8	12.50	1.50	MOPT	17	

	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216	CODIGO: _____ REVISION: _____ PAGINA: _____																					
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE ME LA-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Fecha : JULIO 2021 Motivo : Estudio Geotecnico Resp. Lab.: A.A.A. Esp. Geot.: A.A.A.																					
Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO																							
MUESTRA : 1 Pozo : C-01 Estrato : E-02 PROF. (m) 0,60 - 2,00																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>14.40</td> <td>14.52</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>36.76</td> <td>42.80</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>34.00</td> <td>39.50</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td>19.60</td> <td>24.98</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td>14.08</td> <td>13.21</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>13.65</td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	14.40	14.52	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	36.76	42.80	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	34.00	39.50	Peso del Suelo Seco (gr)	19.60	24.98	Contenido de Humedad (w)	14.08	13.21			13.65		
MUESTRA	1	2																					
Peso de la Capsula (gr)	14.40	14.52																					
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	36.76	42.80																					
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	34.00	39.50																					
Peso del Suelo Seco (gr)	19.60	24.98																					
Contenido de Humedad (w)	14.08	13.21																					
		13.65																					
CONTENIDO DE AGUA																							
 <p>The bar chart displays the water content (w) in percent for two samples. The y-axis is labeled 'CONTENIDO DE AGUA EN %' and ranges from 12.60 to 14.20. The x-axis is labeled 'MUESTRA' and has two categories, 1 and 2. Sample 1 has a water content of 14.08%, and Sample 2 has a water content of 13.21%.</p>																							

	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216	CODIGO: _____ REVISION: _____ PAGINA: _____																					
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACION DE ME LA-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Fecha : JULIO 2021 Motivo : Estudio Geotecnico Resp. Lab. : A.A.A. Esp. Geot. : A.A.A.																					
Localizacion : C.P. OULLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO																							
MUESTRA : 2 Pozo : C-02 Estrato : E-01	PROF. (m) 0,00 - 1,50																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>14.41</td> <td>14.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>48.14</td> <td>47.47</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>43.88</td> <td>43.54</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td>29.47</td> <td>28.94</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td>14.46</td> <td>13.58</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">14.02</td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	14.41	14.60	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	48.14	47.47	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	43.88	43.54	Peso del Suelo Seco (gr)	29.47	28.94	Contenido de Humedad (w)	14.46	13.58			14.02		
MUESTRA	1	2																					
Peso de la Capsula (gr)	14.41	14.60																					
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	48.14	47.47																					
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	43.88	43.54																					
Peso del Suelo Seco (gr)	29.47	28.94																					
Contenido de Humedad (w)	14.46	13.58																					
		14.02																					
CONTENIDO DE AGUA																							
 <p>The bar chart displays the water content (w) in percent for two samples. The y-axis is labeled 'CONTENIDO DE AGUA EN %' and ranges from 13.00 to 14.60. The x-axis is labeled 'MUESTRA' and has two categories: '1' and '2'. Sample 1 has a water content of 14.46%, and Sample 2 has a water content of 13.58%.</p>																							

	LIMITES DE CONSISTENCIA LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP NTP-339.129 ASTM-D4318		CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"		Fecha : JULIO 2021 Motivo : Estudio Geotecnico Resp. Lab.: A.A.A. Esp. Geot.: A.A.A.
	Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO		

MUESTRA : 1	PROF. (m.): 0,60 - 2,00	
Pozo : C-01	Estrato : E-02	

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66					
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		14.66	14.34	14.4	14.54
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.22	29.48	29.7	29.02
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		24.01	24.93	25.38	25.53
Número de golpes		1	11	22	34
Peso del Suelo Seco (gr)		9.35	10.59	10.98	10.99
Contenido de Humedad (w)		55.72	42.97	39.34	31.76

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59			
PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		14.5	14.74
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		24.08	24.48
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		22.58	22.93
Peso del Suelo Seco (gr)		8.08	8.19
Contenido de Humedad (w)		18.56	18.93

LIMITE PLASTICO (%)	18.7
INDICE PLASTICO IP=	17.7

LIMITE LIQUIDO (%)

36.5

CLASIFICACIÓN SUCS:

CL

Arcilla ligera con arena

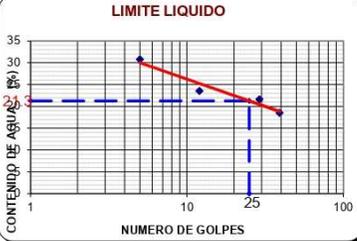
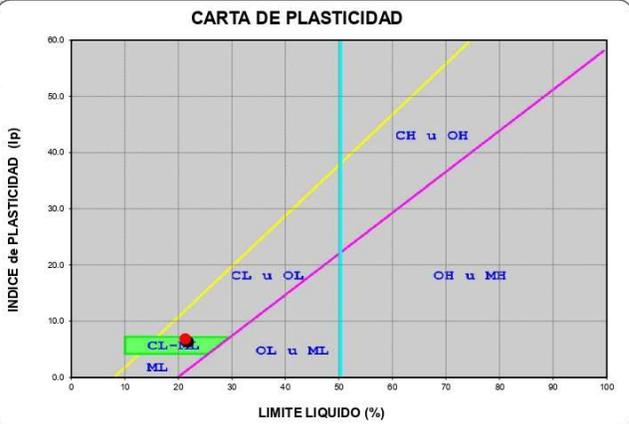
Obs.-
CORRESPONDIENTE
A LA PARTE FINA DEL
SUELO DEL ESTUDIO

V°B°

Laboratorio

Especialista en Geotecnia

www.geotestperu.com - Av. Brasil C-4 Urb. Quispicanchi CUSCO - (084) 239042 - 984423333 - RUC 20490192205

	LIMITES DE CONSISTENCIA LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP NTP-339.129 ASTM-D4318		CODIGO: _____			
			REVISION: _____			
			PAGINA: _____			
Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"			Fecha : JULIO 2021			
Localizacion C.P. QUILLAHUATA			Motivo : Estudio Geotecnico			
Distrito : SAN SEBASTIÁN			Resp. Lab.: A.A.A.			
Provincia : CUSCO			Esp. Geot.: A.A.A.			
Region : CUSCO						
MUESTRA : 2						
Pozo C-02 Estrato : E-01		PROF. (m.): 0,00 - 1,50				
LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66						
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4	LIMITE LIQUIDO (%) 21.3
Peso de la Capsula (gr)		19.54	15.24	19.52	15.16	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		34.78	30.44	34.36	30.3	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		31.19	27.54	31.72	27.93	
Numero de golpes		5	12	29	39	
Peso del Suelo Seco (gr)		11.65	12.30	12.20	12.77	
Contenido de Humedad (w)		30.82	23.58	21.64	18.56	
LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59						
PESOS	MUESTRA	1	2			
Peso de la Capsula (gr)		19.44	14.86			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.1	23.94			
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		27.87	22.81			
Peso del Suelo Seco (gr)		8.43	7.95			
Contenido de Humedad (w)		14.59	14.21			
LIMITE PLASTICO (%)		14.4				
INDICE PLASTICO IP=		6.9				
						
CARTA DE PLASTICIDAD						
				CLASIFICACIÓN SUCS: CL-ML Arcilla limosa con arena		
				Obs.- CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINA DEL SUELO DEL ESTUDIO		

VºBº

Laboratorio

Especialista en Geotecnia

www.geotestperu.com · Av. Brasil C-4 Urb. Quispicanchi CUSCO · (084) 239042 · 984423333 · RUC 20490192205

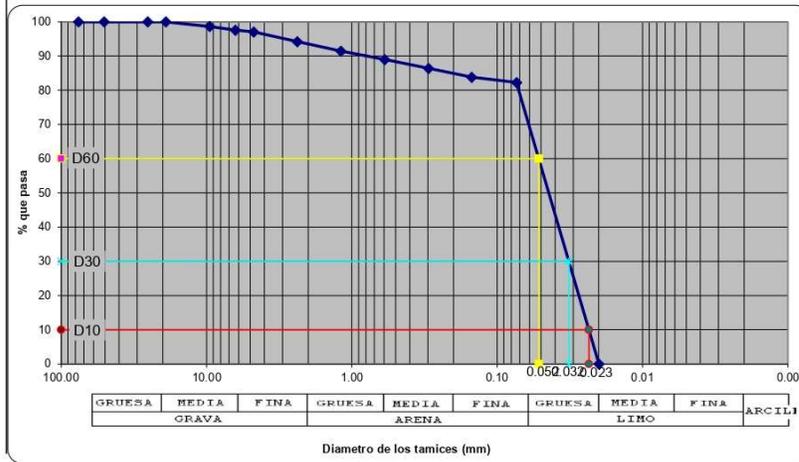
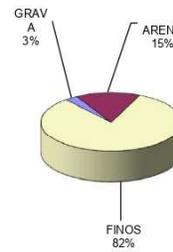
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (VIA HUMEDA) NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO : _____
		REVISION : _____
		PAGINA : _____

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE OUTHI AHUATA"	Fecha : JULIO 2021
Localizacion: C.P. QUILLAHUATA	Motivo : Estudio Geotecnico
Distrito : SAN SEBASTIÁN	Resp. Lab.: A.A.A.
Provincia : CUSCO	Esp. Geot.: A.A.A.
Region : CUSCO	

MUESTRA : **1**
 Codigo : **C-01** Estrato : **E-02** **Peso de la Muestra: (gr.)**
 inicial : **534.00**
PROF. (m.): 0,60 - 2,00 desp de lavar : **95.04**

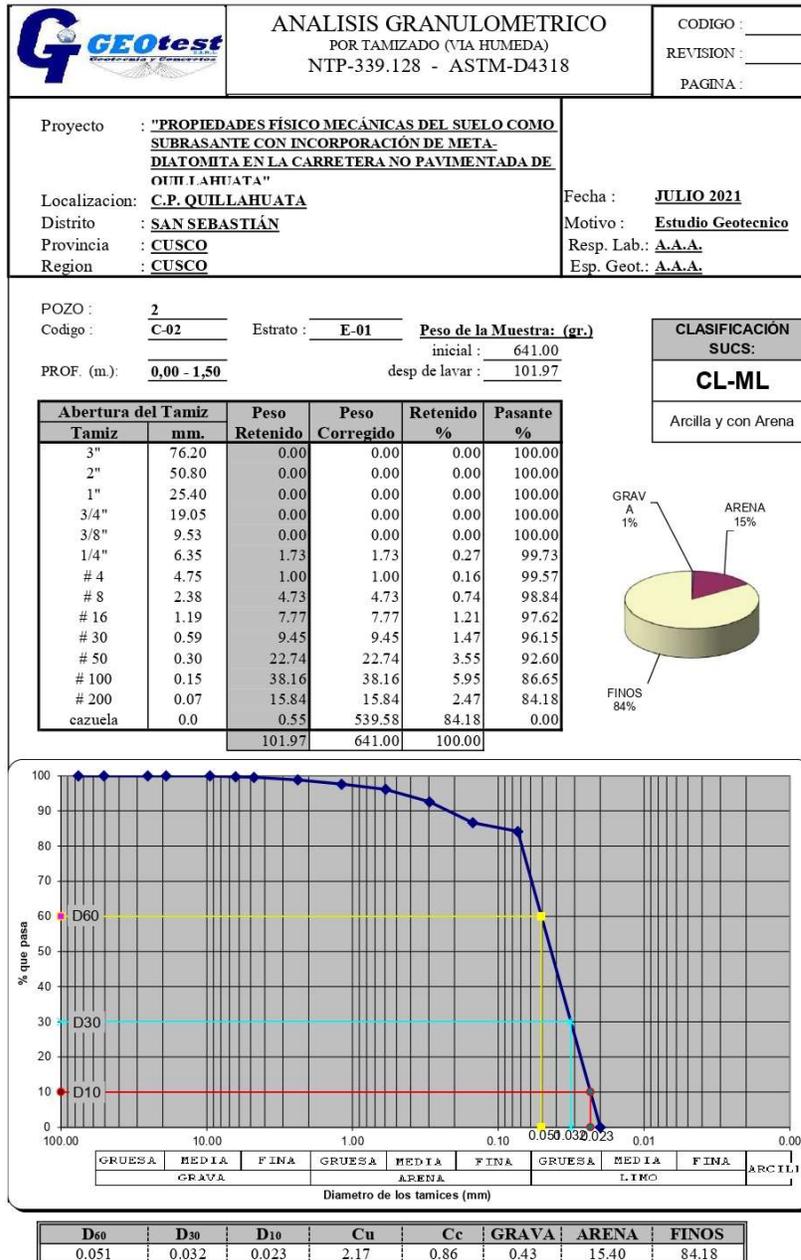
CLASIFICACIÓN SUCS:
CL
Arcilla

Abertura del Tamiz	Peso Retenido	Peso Corregido	Retenido %	Pasante %
Tamiz mm.				
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	7.27	1.36	98.64
1/4"	6.35	5.78	1.08	97.56
# 4	4.75	2.80	0.52	97.03
# 8	2.38	15.06	2.82	94.21
# 16	1.19	14.82	2.78	91.44
# 30	0.59	13.23	2.48	88.96
# 50	0.30	13.70	2.57	86.39
# 100	0.15	13.76	2.58	83.82
# 200	0.07	8.36	1.57	82.25
cazuela	0.0	439.22	82.25	0.00
		95.04	534.00	100.00



D60	D30	D10	Cu	Cc	GRAVA	ARENA	FINOS
0.075	0.0425	0.025	2.21	0.85	2.97	14.78	82.25

VºBº

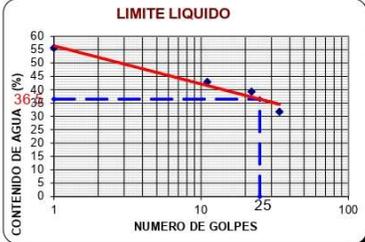
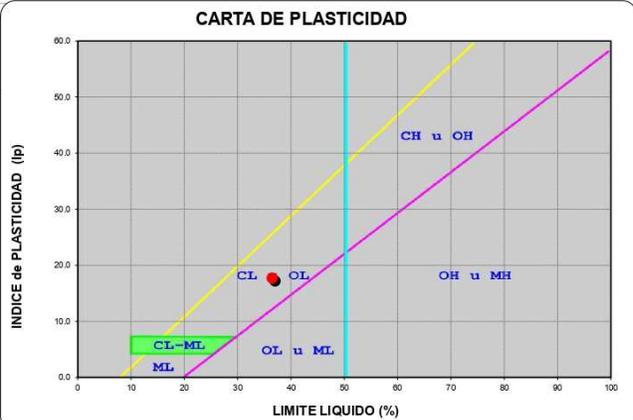


Laboratorio

Especialista en Geotecnia

www.geotestperu.com - Av. Brasil C-4 Urb. Quispicanchi CUSCO - (084) 239042 - 984423333 - RUC 20490192205

ANEXO 17: ENSAYOS DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD EN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES.

	LIMITES DE CONSISTENCIA LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP NTP-339.129 ASTM-D4318	CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____																																												
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"																																													
	Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Fecha : JULIO 2021 Motivo : Estudio Geotecnico Resp. Lab.: A.A.A. Esp. Geot.: A.A.A.																																												
MUESTRA : 1 Pozo : C-01 Estrato : E-02		PROF. (m.) : 0,60 - 2,00																																												
LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">PESOS</th> <th style="width: 15%;">MUESTRA</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> <th style="width: 15%;">3</th> <th style="width: 15%;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td></td> <td>14.66</td> <td>14.34</td> <td>14.4</td> <td>14.54</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td></td> <td>29.22</td> <td>29.48</td> <td>29.7</td> <td>29.02</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td>24.01</td> <td>24.93</td> <td>25.38</td> <td>25.53</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td></td> <td>1</td> <td>11</td> <td>22</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td>9.35</td> <td>10.59</td> <td>10.98</td> <td>10.99</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td>55.72</td> <td>42.97</td> <td>39.34</td> <td>31.76</td> </tr> </tbody> </table>	PESOS	MUESTRA	1	2	3	4	Peso de la Capsula (gr)		14.66	14.34	14.4	14.54	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.22	29.48	29.7	29.02	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		24.01	24.93	25.38	25.53	Numero de golpes		1	11	22	34	Peso del Suelo Seco (gr)		9.35	10.59	10.98	10.99	Contenido de Humedad (w)		55.72	42.97	39.34	31.76	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO (%)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #cccccc;">36.5</td> </tr> </table>		LIMITE LIQUIDO (%)	36.5
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4																																									
Peso de la Capsula (gr)		14.66	14.34	14.4	14.54																																									
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.22	29.48	29.7	29.02																																									
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		24.01	24.93	25.38	25.53																																									
Numero de golpes		1	11	22	34																																									
Peso del Suelo Seco (gr)		9.35	10.59	10.98	10.99																																									
Contenido de Humedad (w)		55.72	42.97	39.34	31.76																																									
LIMITE LIQUIDO (%)																																														
36.5																																														
LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">PESOS</th> <th style="width: 15%;">MUESTRA</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td></td> <td>14.5</td> <td>14.74</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td></td> <td>24.08</td> <td>24.48</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td>22.58</td> <td>22.93</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td>8.08</td> <td>8.19</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td>18.56</td> <td>18.93</td> </tr> </tbody> </table>	PESOS	MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)		14.5	14.74	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		24.08	24.48	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		22.58	22.93	Peso del Suelo Seco (gr)		8.08	8.19	Contenido de Humedad (w)		18.56	18.93	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LIMITE PLASTICO (%)</td> <td style="text-align: center;">18.7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INDICE PLASTICO IP=</td> <td style="text-align: center;">17.7</td> </tr> </table>		LIMITE PLASTICO (%)	18.7	INDICE PLASTICO IP=	17.7																
PESOS	MUESTRA	1	2																																											
Peso de la Capsula (gr)		14.5	14.74																																											
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		24.08	24.48																																											
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		22.58	22.93																																											
Peso del Suelo Seco (gr)		8.08	8.19																																											
Contenido de Humedad (w)		18.56	18.93																																											
LIMITE PLASTICO (%)	18.7																																													
INDICE PLASTICO IP=	17.7																																													
																																														
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN SUCS:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #cccccc;">CL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #cccccc;">Arcilla ligera con arena</td> </tr> <tr> <td> Obs.- CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINA DEL SUELO DEL ESTUDIO </td> </tr> </table>	CLASIFICACIÓN SUCS:	CL	Arcilla ligera con arena	Obs.- CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINA DEL SUELO DEL ESTUDIO																																							
CLASIFICACIÓN SUCS:																																														
CL																																														
Arcilla ligera con arena																																														
Obs.- CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINA DEL SUELO DEL ESTUDIO																																														

VºBº

Laboratorio

Especialista en Geotecnia



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____
 REVISION: _____
 PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotécnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **1**
 Pozo : **M-01** Estrato : **0.05**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

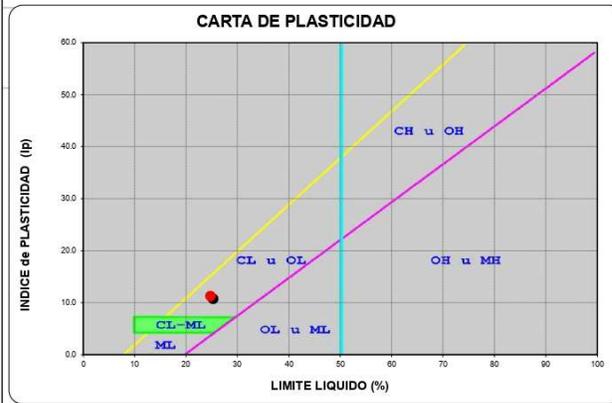
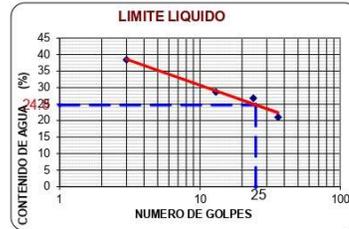
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		18.02	18.3	14.36	19.6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		33.3	34.78	30.9	34.3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		29.06	31.11	27.4	31.74
Numero de golpes		3	13	24	36
Peso del Suelo Seco (gr)		11.04	12.81	13.04	12.14
Contenido de Humedad (w)		38.41	28.65	26.84	21.09

LIMITE LIQUIDO (%)
24.8

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		18.84	18.54
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		33.7	33.4
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		31.9	31.66
Peso del Suelo Seco (gr)		13.06	13.12
Contenido de Humedad (w)		13.78	13.26

LIMITE PLASTICO (%) : **13.5**
INDICE PLASTICO IP= **11.2**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
 Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE
 A LA PARTE FINA DEL
 SUELO DEL ESTUDIO

vºBº



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____
 REVISION: _____
 PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotecnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **2**
 Pozo : **M-02** Estrato : **0.07**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

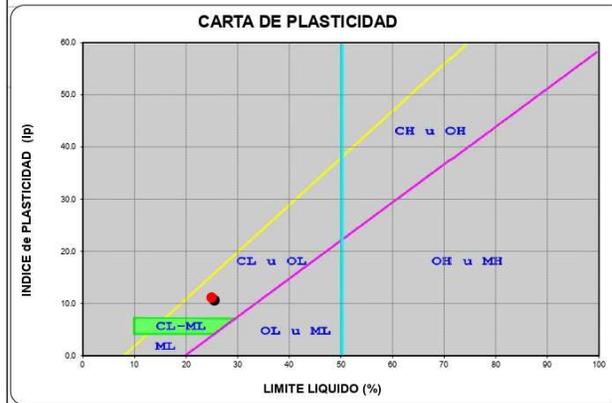
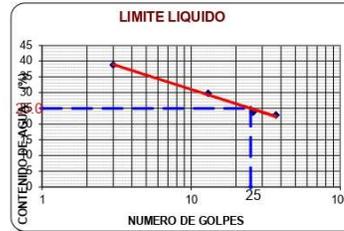
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		19.1	18.72	17.9	14.4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		34.94	34.1	34.46	29.22
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		30.51	30.57	31.28	26.46
Numero de golpes		3	13	26	37
Peso del Suelo Seco (gr)		11.41	11.85	13.38	12.06
Contenido de Humedad (w)		38.83	29.79	23.77	22.89

LIMITE LIQUIDO (%)
25.0

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		18.44	19.22
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.8	31.9
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		28.23	30.58
Peso del Suelo Seco (gr)		9.79	11.36
Contenido de Humedad (w)		16.04	11.62

LIMITE PLASTICO (%) **13.8**
INDICE PLASTICO IP= **11.1**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
 Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINA DEL SUELO DEL ESTUDIO

VºBº



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____
 REVISION: _____
 PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localización : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotécnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **3**
 Pozo : **M-03** Estrato : **0.1**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

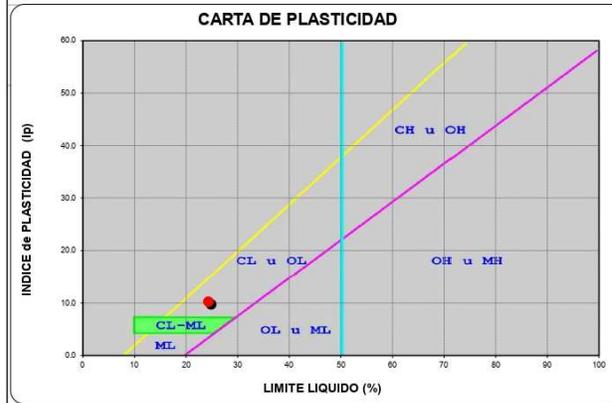
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		15.04	22.48	18.44	11.68
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		31.46	36.28	33.14	28.72
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		27.25	33.11	30.26	25.89
Numero de golpes		6	14	27	39
Peso del Suelo Seco (gr)		12.21	10.63	11.82	14.21
Contenido de Humedad (w)		34.48	29.82	24.37	19.92

LIMITE LIQUIDO (%)
24.3

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		11.66	19.16
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		24.28	32.3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		22.73	30.68
Peso del Suelo Seco (gr)		11.07	11.52
Contenido de Humedad (w)		14.00	14.06

LIMITE PLASTICO (%) **14.0**
INDICE PLASTICO IP= **10.3**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
 Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE
 A LA PARTE FINA DEL
 SUELO DEL ESTUDIO

VºBº



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____
 REVISION: _____
 PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

5 de 18

Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotécnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **4**
 Pozo : **M-04** Estrato : **0.05**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

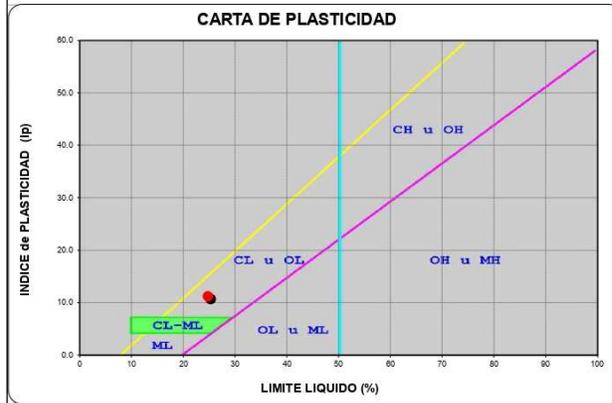
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		18	18.35	14.34	19.62
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		33.31	34.78	30.85	34.31
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		29.1	31.01	27.42	31.73
Numero de golpes		4	12	24	36
Peso del Suelo Seco (gr)		11.10	12.66	13.08	12.11
Contenido de Humedad (w)		37.93	29.78	26.22	21.30

LIMITE LIQUIDO (%)
24.8

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		18.84	18.54
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		33.71	33.42
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		31.92	31.66
Peso del Suelo Seco (gr)		13.08	13.12
Contenido de Humedad (w)		13.69	13.41

LIMITE PLASTICO (%) **13.5**
INDICE PLASTICO IP= **11.2**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
 Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE
 A LA PARTE FINA DEL
 SUELO DEL ESTUDIO

VºBº

Laboratorio

Especialista en Geotecnia



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO : _____
 REVISION : _____
 PAGINA : _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localización : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotécnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **5**
 Pozo : **M-05** Estrato : **0.07**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

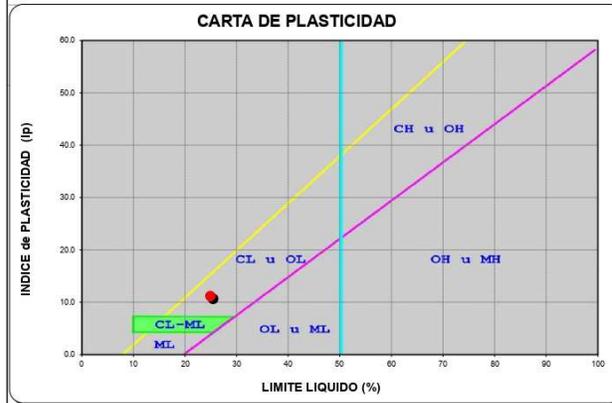
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		19.12	18.7	17.9	14.4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		34.9	34.12	34.32	29.1
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		30.45	30.59	31.14	26.34
Numero de golpes		4	12	25	37
Peso del Suelo Seco (gr)		11.33	11.89	13.24	11.94
Contenido de Humedad (w)		39.28	29.69	24.02	23.12

LIMITE LIQUIDO (%)
24.9

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		18.44	19.22
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.88	31.77
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		28.21	30.58
Peso del Suelo Seco (gr)		9.77	11.36
Contenido de Humedad (w)		17.09	10.48

LIMITE PLASTICO (%) **13.8**
INDICE PLASTICO IP= **11.1**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE
 A LA PARTE FINA DEL
 SUELO DEL ESTUDIO

vºBº



LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____

REVISION: _____

PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localización : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
Provincia : **CUSCO**
Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
Motivo : **Estudio Geotécnico**
Resp. Lab.: **A.A.A.**
Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **6**
Pozo : **M-06** Estrato : **0.1**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		15.04	22.48	18.44	11.68
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		31.46	36.28	33.14	28.72
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		27.25	33.11	30.26	25.89
Numero de golpes		6	13	28	39
Peso del Suelo Seco (gr)		12.21	10.63	11.82	14.21
Contenido de Humedad (w)		34.48	29.82	24.37	19.92

LIMITE LIQUIDO (%)

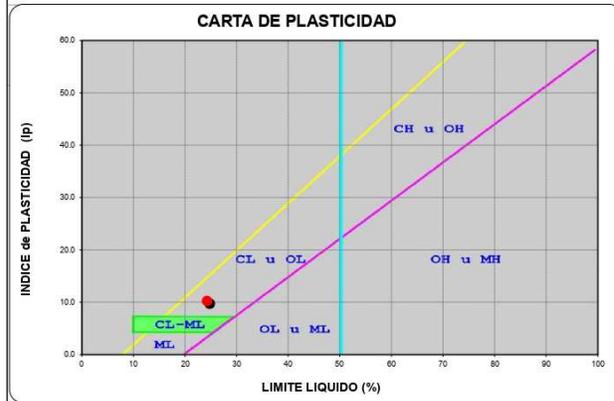
24.3

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		11.66	19.16
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		24.25	32.32
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		22.74	30.66
Peso del Suelo Seco (gr)		11.08	11.50
Contenido de Humedad (w)		13.63	14.43

LIMITE PLASTICO (%) **14.0**

INDICE PLASTICO IP= **10.3**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL

Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
CORRESPONDIENTE
A LA PARTE FINA DEL
SUELO DEL ESTUDIO

vºBº



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____
 REVISION: _____
 PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotécnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : 7
 Pozo : **M-07** Estrato : **0.05**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

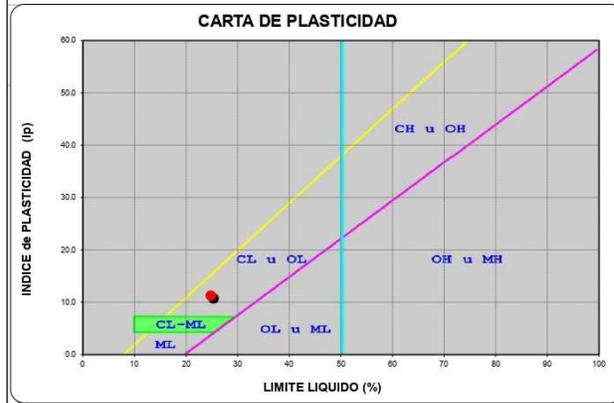
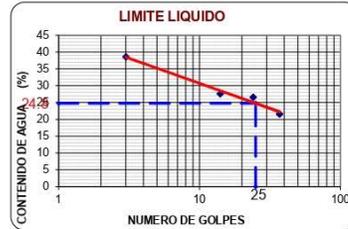
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		18.02	18.3	14.36	19.6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		33.32	34.7	30.9	34.32
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		29.06	31.15	27.43	31.71
Numero de golpes		3	14	24	37
Peso del Suelo Seco (gr)		11.04	12.85	13.07	12.11
Contenido de Humedad (w)		38.59	27.63	26.55	21.55

LIMITE LIQUIDO (%)
24.8

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		18.84	18.55
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		33.72	33.38
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		31.91	31.65
Peso del Suelo Seco (gr)		13.07	13.10
Contenido de Humedad (w)		13.85	13.21

LIMITE PLASTICO (%) **13.5**
INDICE PLASTICO IP= **11.3**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE
 A LA PARTE FINA DEL
 SUELO DEL ESTUDIO

VºBº



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____
 REVISION: _____
 PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

9 de 18

Localización : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotécnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **8**
 Pozo : **M-08** Estrato : **0.07**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

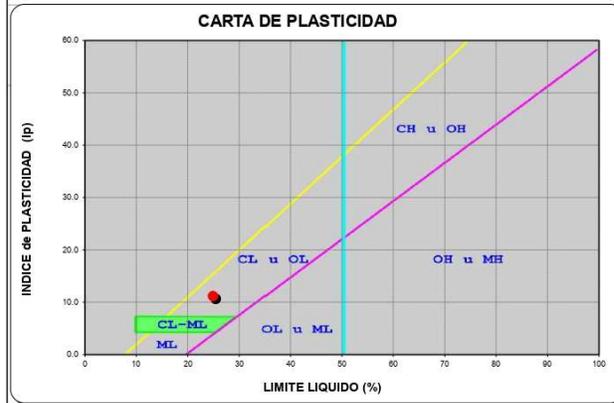
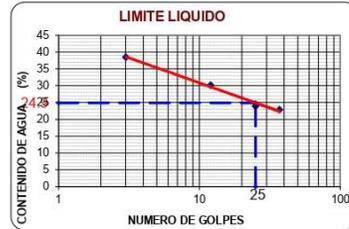
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		19.1	18.72	17.9	14.4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		34.92	34.12	34.45	29.21
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		30.52	30.55	31.25	26.45
Numero de golpes		3	12	25	37
Peso del Suelo Seco (gr)		11.42	11.83	13.35	12.05
Contenido de Humedad (w)		38.53	30.18	23.97	22.90

LIMITE LIQUIDO (%)
24.9

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		18.44	19.22
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		29.82	31.85
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		28.22	30.58
Peso del Suelo Seco (gr)		9.78	11.36
Contenido de Humedad (w)		16.36	11.18

LIMITE PLASTICO (%) **13.8**
INDICE PLASTICO IP= **11.2**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE
 A LA PARTE FINA DEL
 SUELO DEL ESTUDIO

VºBº

Laboratorio

Especialista en Geotecnia



LIMITES DE CONSISTENCIA
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO: _____
 REVISION: _____
 PAGINA: _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

10 de 18

Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
 Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
 Provincia : **CUSCO**
 Region : **CUSCO**

Fecha : **JULIO 2021**
 Motivo : **Estudio Geotecnico**
 Resp. Lab.: **A.A.A.**
 Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **9**
 Pozo : **M-09** Estrato : **0.1**

PROF. (m.) : _____

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

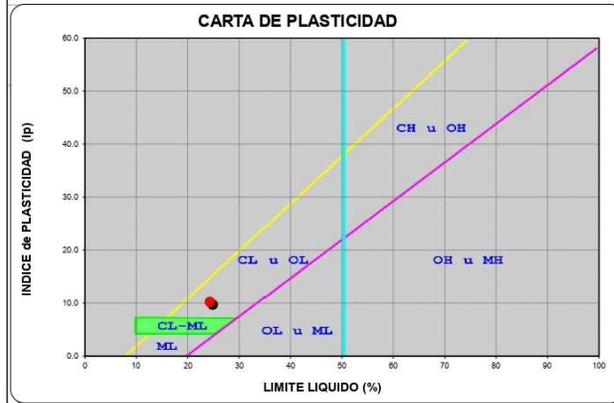
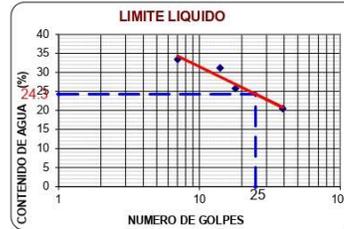
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		15.05	22.48	18.44	11.67
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		31.46	36.29	33.18	28.79
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		27.35	33.01	30.16	25.88
Numero de golpes		7	14	18	39
Peso del Suelo Seco (gr)		12.30	10.53	11.72	14.21
Contenido de Humedad (w)		33.41	31.15	25.77	20.48

LIMITE LIQUIDO (%)
24.3

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		11.6	19.12
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		24.25	32.3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		22.74	30.63
Peso del Suelo Seco (gr)		11.14	11.51
Contenido de Humedad (w)		13.55	14.51

LIMITE PLASTICO (%) **14.0**
INDICE PLASTICO IP= **10.3**



CLASIFICACIÓN SUCS:

CL
 Arcilla ligera arenosa con grava

Obs.-
 CORRESPONDIENTE
 A LA PARTE FINA DEL
 SUELO DEL ESTUDIO

vºBº

Laboratorio

Especialista en Geotecnia

ANEXO 18: ENSAYOS DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES.

	ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA NTP 400.021	CODIGO : _____ REVISADO : _____ PAGINA : 1
Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"		Fecha : Julio 2021 Resp. Lab.: A.A.A.
Ubicación : C.P. QUILLAHUATA		

ENSAYO : 1 **SUELO NATURAL** Clasificación **Arcilla Ligera con Arena (CL)**

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO	Unidad
Peso de Muestra Seca	101.52 gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	349.86 gr.
Peso (fiola + agua)	243 gr.
Volumen de la muestra	48 cm3
Peso especifico	2.12 g/cm3

ENSAYO : 2 _____

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO	Unidad
Peso de Muestra Seca	102.35 gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	346.26 gr.
Peso (fiola + agua)	239.51 gr.
Volumen de la muestra	48 cm3
Peso especifico	2.13 g/cm3

ENSAYO : 3 _____

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO	Unidad
Peso de Muestra Seca	146.68 gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	615 gr.
Peso (fiola + agua)	454 gr.
Volumen de la muestra	70 cm3
Peso especifico	2.10 g/cm3

www.geotestperu.com - Av. Brasil C-4 Urb. Quispicanchi CUSCO - (084) 984423333 - 974893333 - RUC 20490192205

	ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA NTP 400.021	CODIGO : _____ REVISADO : _____ PAGINA : 2
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Fecha : Julio 2021 Resp. Lab.: A.A.A.
	Ubicación : C.P. QUILLAHUATA	

ENSAYO : 1 CON 5 % DE METADIATOMITA

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	72.89	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	325.02	gr.
Peso (fiola + agua)	246.41	gr.
Volumen de la muestra	40	cm3
Peso especifico	1.82	g/cm3

ENSAYO : 2

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	59.51	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	307.59	gr.
Peso (fiola + agua)	243.5	gr.
Volumen de la muestra	30	cm3
Peso especifico	1.98	g/cm3

ENSAYO : 3

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	99.61	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	349	gr.
Peso (fiola + agua)	244.08	gr.
Volumen de la muestra	50	cm3
Peso especifico	1.99	g/cm3



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA
NTP 400.021

CODIGO : _____
REVISADO : _____
PAGINA : 3

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO
SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-
DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE
QUILLAHUATA"

Ubicación : C.P. QUILLAHUATA

Fecha : Julio 2021
Resp. Lab.: A.A.A.

ENSAYO : 1 _____ CON 7 % DE METADIATOMITA _____

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	103.87	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	354	gr.
Peso (fiola + agua)	244.73	gr.
Volumen de la muestra	52	cm3
Peso especifico	2.00	g/cm3

ENSAYO : 2 _____ _____

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	104.24	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	353.04	gr.
Peso (fiola + agua)	243.42	gr.
Volumen de la muestra	50	cm3
Peso especifico	2.08	g/cm3

ENSAYO : 3 _____ _____

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	101.3	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	352.2	gr.
Peso (fiola + agua)	245.19	gr.
Volumen de la muestra	49	cm3
Peso especifico	2.07	g/cm3



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA
NTP 400.021

CODIGO : _____
REVISADO : _____
PAGINA : 4

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO
SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-
DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE
QUILLAHUATA"

Ubicación : C.P. QUILLAHUATA

Fecha : Julio 2021
Resp. Lab.: A.A.A.

ENSAYO : 1 CON 10 % DE METADIATOMITA

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	147.26	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	349	gr.
Peso (fiola + agua)	244.94	gr.
Volumen de la muestra	70	cm3
Peso especifico	2.10	g/cm3

ENSAYO : 2

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	98.21	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	349	gr.
Peso (fiola + agua)	244.39	gr.
Volumen de la muestra	48	cm3
Peso especifico	2.05	g/cm3

ENSAYO : 3

GRAVEDAD ESPECIFICA

AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	105.68	gr.
Peso (fiola+muestra sss+agua)	352	gr.
Peso (fiola + agua)	242.75	gr.
Volumen de la muestra	50	cm3
Peso especifico	2.11	g/cm3

ANEXO 19: ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO EN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES.

	COMPACTACION PROCTOR NTP-339.141 - ASTM-D1557		CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"		Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO			

1 de 24

MUESTRA : 1
 Codigo : C-01

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

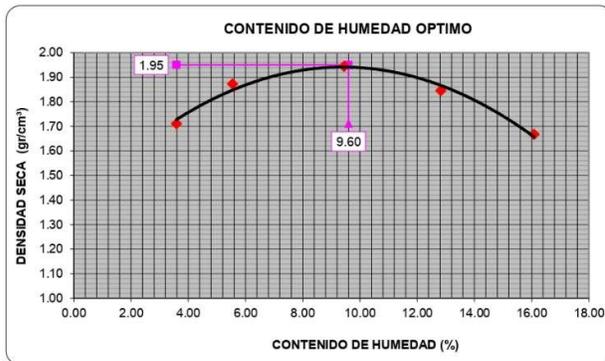
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	15.19	18.81	15.23	11.56	18.55	8.88	14.90	19.30	15.39	15.70
Peso C+SH (gr)	37.64	46.06	37.74	35.21	41.47	29.75	40.10	48.60	36.48	39.00
Peso C+SS (gr)	36.86	45.12	36.64	33.88	39.48	27.96	37.26	45.24	33.46	35.88
Peso SS (gr)	21.67	26.31	21.41	22.32	20.93	19.08	22.36	25.94	18.07	20.18
Peso Agua (gr)	0.78	0.94	1.10	1.33	1.99	1.79	2.84	3.36	3.02	3.12
Cont. Hum. %	3.60	3.57	5.14	5.96	9.51	9.38	12.70	12.95	16.71	15.46

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	3.59	5.55	9.44	12.83	16.09
Peso SH+M	10262	10695	11018	10921	10609
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3762	4195	4518	4421	4109
Densidad Hum.	1.77	1.98	2.13	2.08	1.94
Densidad Seca	1.71	1.87	1.94	1.85	1.67

Contenido de Humedad **9.60**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) **1.95**





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

2 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 2
Codigo : M-02 Con 5 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

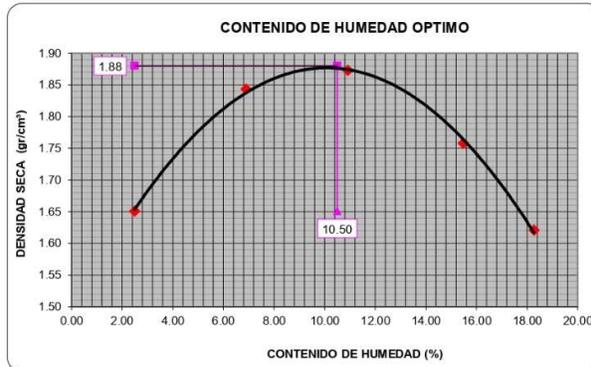
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	9.10	8.80	9.06	8.82	9.00	8.50	8.82	8.66	18.86	18.76
Peso C+SH (gr)	33.54	26.48	30.68	30.32	35.92	30.00	32.60	27.14	39.10	37.10
Peso C+SS (gr)	32.96	26.04	29.20	29.02	33.20	27.94	29.34	24.72	35.98	34.26
Peso SS (gr)	23.86	17.24	20.14	20.20	24.20	19.44	20.52	16.06	17.12	15.50
Peso Agua (gr)	0.58	0.44	1.48	1.30	2.72	2.06	3.26	2.42	3.12	2.84
Cont. Hum. %	2.43	2.55	7.35	6.44	11.24	10.60	15.89	15.07	18.22	18.32

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	2.49	6.89	10.92	15.48	18.27
Peso SH+M	10092	10683	10911	10810	10570
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3592	4183	4411	4310	4070
Densidad Hum.	1.69	1.97	2.08	2.03	1.92
Densidad Seca	1.65	1.84	1.87	1.76	1.62

Contenido de Humedad	10.50
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.88
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

3 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 3
 Codigo : M-03 Con 7 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

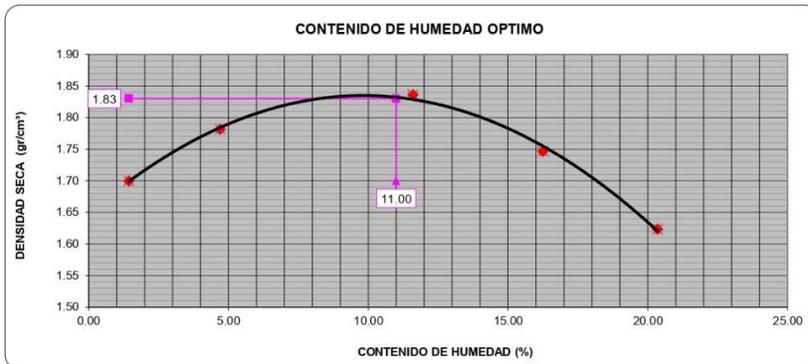
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	18.32	14.78	19.06	18.77	18.89	18.86	18.68	9.27	19.52	8.86
Peso C+SH (gr)	37.78	38.84	45.68	44.30	39.04	40.01	40.97	32.28	37.40	33.76
Peso C+SS (gr)	37.52	38.48	44.52	43.12	36.90	37.86	37.82	29.10	34.34	29.60
Peso SS (gr)	19.20	23.70	25.46	24.35	18.01	19.00	19.14	19.83	14.82	20.74
Peso Agua (gr)	0.26	0.36	1.16	1.18	2.14	2.15	3.15	3.18	3.06	4.16
Cont. Hum. %	1.35	1.52	4.56	4.85	11.88	11.32	16.46	16.04	20.65	20.06

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	1.44	4.70	11.60	16.25	20.35
Peso SH+M	9760	10060	10450	10410	10248
Peso M	6100	6100	6100	6100	6100
Peso SH	3660	3960	4350	4310	4148
Densidad Hum.	1.72	1.87	2.05	2.03	1.95
Densidad Seca	1.70	1.78	1.84	1.75	1.62

Contenido de Humedad	11.00
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm3)	1.83
--------------------------------------	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

4 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 4
Codigo : M-4 Con 10 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

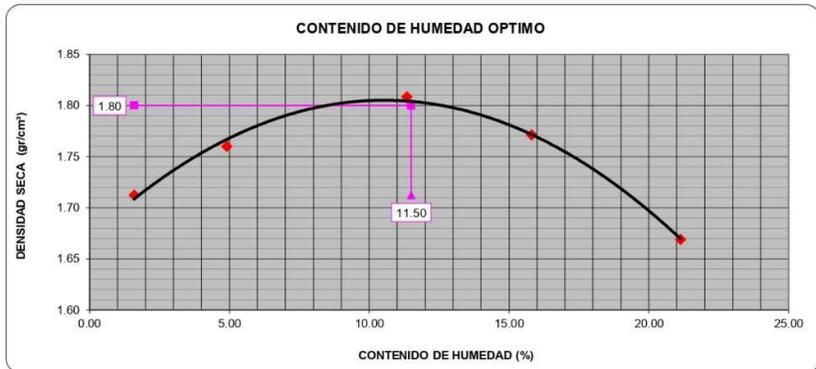
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	14.24	14.60	14.74	14.10	14.68	14.26	14.46	14.60	14.54	14.64
Peso C+SH (gr)	39.60	43.36	46.62	41.20	45.72	41.38	49.46	38.78	49.52	50.06
Peso C+SS (gr)	39.30	42.80	45.12	39.94	42.62	38.56	44.80	35.40	43.32	43.98
Peso SS (gr)	25.06	28.20	30.38	25.84	27.94	24.30	30.34	20.80	28.78	29.34
Peso Agua (gr)	0.30	0.56	1.50	1.26	3.10	2.82	4.66	3.38	6.20	6.08
Cont. Hum. %	1.20	1.99	4.94	4.88	11.10	11.60	15.36	16.25	21.54	20.72

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	1.59	4.91	11.35	15.80	21.13
Peso SH+M	10193	10420	10775	10855	10792
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3693	3920	4275	4355	4292
Densidad Hum.	1.74	1.85	2.01	2.05	2.02
Densidad Seca	1.71	1.76	1.81	1.77	1.67

Contenido de Humedad	11.50
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.80
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

5 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 1
Codigo : C-01

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

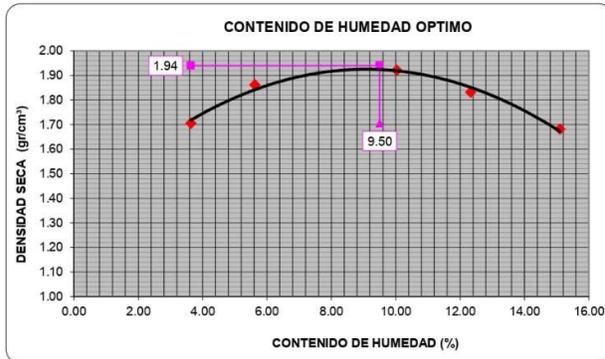
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	14.28	17.68	14.32	10.87	17.44	8.35	14.01	18.14	14.47	14.76
Peso C+SH (gr)	35.38	43.30	35.48	33.10	38.98	27.97	37.69	45.68	34.29	36.66
Peso C+SS (gr)	34.55	42.51	34.32	31.95	37.01	26.18	35.12	42.63	31.65	33.83
Peso SS (gr)	20.27	24.83	20.00	21.08	19.57	17.84	21.12	24.48	17.19	19.07
Peso Agua (gr)	0.83	0.78	1.16	1.15	1.97	1.78	2.57	3.06	2.64	2.83
Cont. Hum. %	4.11	3.16	5.80	5.46	10.07	9.99	12.17	12.49	15.35	14.86

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	3.63	5.63	10.03	12.33	15.10
Peso SH+M	10252	10675	10988	10870	10609
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3752	4175	4488	4370	4109
Densidad Hum.	1.77	1.97	2.11	2.06	1.94
Densidad Seca	1.71	1.86	1.92	1.83	1.68

Contenido de Humedad	9.50
-----------------------------	-------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.94
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

6 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 2
Codigo : M-02 Con 5 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

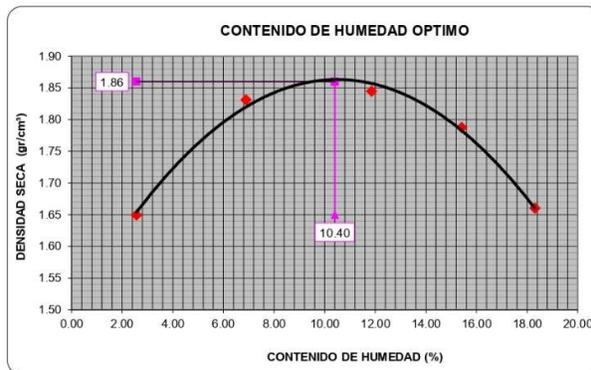
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	10.65	10.30	10.60	10.32	10.53	9.95	10.32	10.13	22.07	21.95
Peso C+SH (gr)	39.24	30.98	35.90	35.47	42.03	35.10	38.14	31.75	45.75	43.41
Peso C+SS (gr)	38.66	30.37	34.06	34.05	38.74	32.39	34.23	29.02	42.20	39.98
Peso SS (gr)	28.02	20.07	23.46	23.73	28.21	22.44	23.91	18.89	20.13	18.04
Peso Agua (gr)	0.58	0.61	1.83	1.42	3.28	2.71	3.91	2.73	3.55	3.42
Cont. Hum. %	2.07	3.06	7.81	5.99	11.63	12.07	16.37	14.46	17.64	18.98

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	2.56	6.90	11.85	15.42	18.31
Peso SH+M	10092	10656	10881	10880	10670
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3592	4156	4381	4380	4170
Densidad Hum.	1.69	1.96	2.06	2.06	1.96
Densidad Seca	1.65	1.83	1.84	1.79	1.66

Contenido de Humedad	10.40
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.86
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

7 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 3
 3 Codigo : M-03 Con 7 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

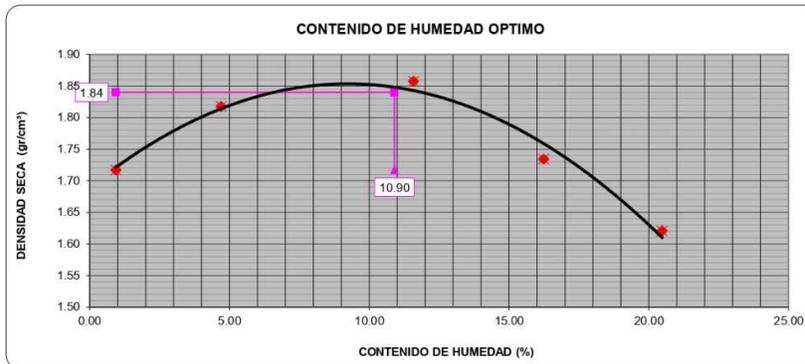
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	17.59	14.19	18.30	18.02	18.13	18.11	17.93	8.90	18.74	8.51
Peso C+SH (gr)	36.27	37.29	43.85	42.53	37.48	38.41	39.33	30.99	35.90	32.41
Peso C+SS (gr)	36.12	37.04	42.74	41.40	35.52	36.25	36.41	27.84	32.87	28.52
Peso SS (gr)	18.53	22.85	24.44	23.38	17.39	18.14	18.47	18.94	14.13	20.01
Peso Agua (gr)	0.15	0.25	1.11	1.13	1.95	2.16	2.92	3.15	3.04	3.89
Cont. Hum. %	0.81	1.07	4.56	4.85	11.24	11.93	15.83	16.65	21.50	19.46

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	0.94	4.70	11.58	16.24	20.48
Peso SH+M	9780	10140	10500	10380	10245
Peso M	6100	6100	6100	6100	6100
Peso SH	3680	4040	4400	4280	4145
Densidad Hum.	1.73	1.90	2.07	2.02	1.95
Densidad Seca	1.72	1.82	1.86	1.73	1.62

Contenido de Humedad	10.90
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.84
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

8 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 4
Codigo : M-4 Con 10 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

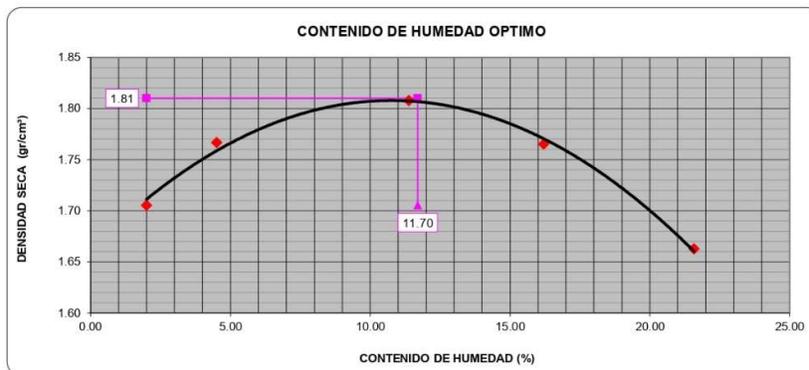
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	13.39	13.72	13.86	13.25	13.80	13.40	13.59	13.72	13.67	13.76
Peso C+SH (gr)	37.22	40.76	43.82	38.73	42.98	38.90	46.49	36.45	46.55	47.06
Peso C+SS (gr)	36.84	40.13	42.51	37.64	40.16	36.15	42.21	33.08	40.62	41.24
Peso SS (gr)	23.46	26.41	28.66	24.39	26.36	22.74	28.62	19.35	26.95	27.48
Peso Agua (gr)	0.38	0.63	1.31	1.08	2.81	2.75	4.28	3.38	5.93	5.82
Cont. Hum. %	1.63	2.37	4.57	4.45	10.67	12.10	14.96	17.45	21.99	21.16

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	2.00	4.51	11.38	16.20	21.58
Peso SH+M	10193	10420	10775	10855	10792
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3693	3920	4275	4355	4292
Densidad Hum.	1.74	1.85	2.01	2.05	2.02
Densidad Seca	1.71	1.77	1.81	1.77	1.66

Contenido de Humedad	11.70
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.81
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

9 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 1
Codigo : C-01

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

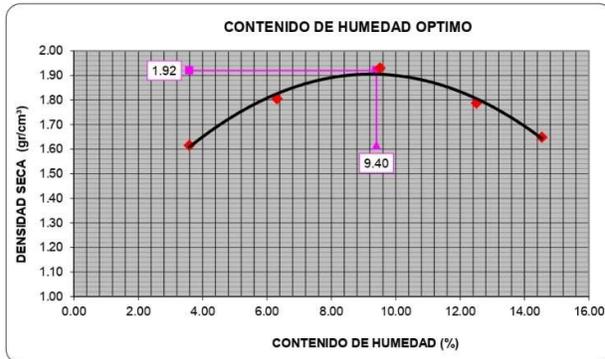
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	15.99	19.80	16.03	12.17	19.53	9.35	15.69	20.32	16.20	16.53
Peso C+SH (gr)	39.63	48.49	39.73	37.07	43.66	31.32	42.22	51.17	38.41	41.06
Peso C+SS (gr)	38.79	47.51	38.33	35.58	41.55	29.42	39.44	47.54	35.55	37.99
Peso SS (gr)	22.80	27.71	22.30	23.41	22.02	20.08	23.75	27.22	19.35	21.46
Peso Agua (gr)	0.83	0.98	1.40	1.49	2.11	1.90	2.78	3.63	2.86	3.07
Cont. Hum. %	3.65	3.53	6.27	6.36	9.57	9.45	11.70	13.32	14.76	14.32

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	3.59	6.31	9.51	12.51	14.54
Peso SH+M	10052	10575	10988	10770	10509
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3552	4075	4488	4270	4009
Densidad Hum.	1.67	1.92	2.11	2.01	1.89
Densidad Seca	1.62	1.81	1.93	1.79	1.65

Contenido de Humedad	9.40
-----------------------------	-------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.92
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____ 10 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Localización : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
Provincia : **CUSCO**
Region : **CUSCO**

Solicita : _____
Fecha : **Julio 2021**
Motivo : **Estudio**
Resp. Lab.: _____
Esp. Geot.: **A.A.A.**

MUESTRA : **2**
Codigo : **M-02** Con **5 %** de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

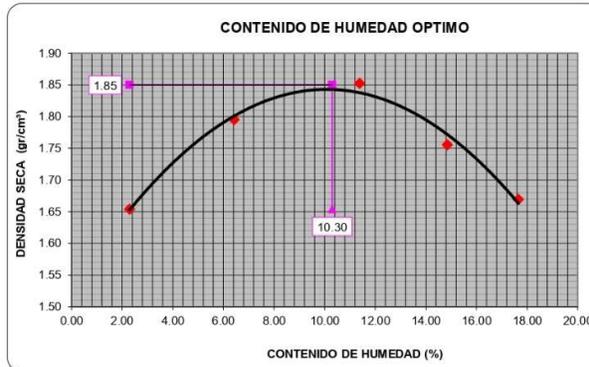
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	10.11	9.78	10.07	9.80	10.00	9.45	9.80	9.63	20.96	20.85
Peso C+SH (gr)	37.28	29.43	34.10	33.70	39.93	33.35	36.23	30.17	43.46	41.24
Peso C+SS (gr)	36.73	28.95	32.46	32.45	36.91	30.87	32.62	27.67	40.19	38.08
Peso SS (gr)	26.62	19.17	22.39	22.65	26.90	21.42	22.81	18.05	19.22	17.23
Peso Agua (gr)	0.55	0.48	1.64	1.25	3.02	2.47	3.62	2.49	3.27	3.15
Cont. Hum. %	2.07	2.53	7.32	5.52	11.22	11.55	15.86	13.83	17.03	18.29

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	2.30	6.42	11.39	14.84	17.66
Peso SH+M	10092	10556	10881	10780	10670
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3592	4056	4381	4280	4170
Densidad Hum.	1.69	1.91	2.06	2.02	1.96
Densidad Seca	1.65	1.80	1.85	1.76	1.67

Contenido de Humedad	10.30
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.85
---	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____ 11 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 3
 Codigo : M-03 Con 7 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

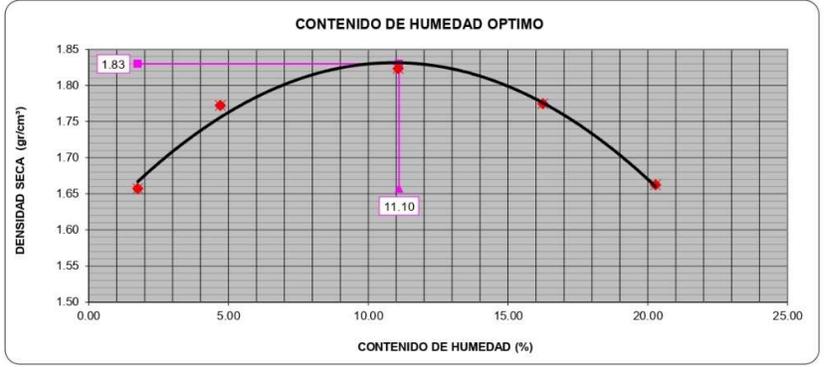
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	21.46	17.31	22.32	21.98	22.12	22.09	21.88	10.86	22.86	10.38
Peso C+SH (gr)	44.25	45.49	53.50	51.88	45.72	46.86	47.98	37.81	43.80	39.54
Peso C+SS (gr)	43.87	44.99	52.24	50.40	43.44	44.32	44.32	34.06	40.30	34.59
Peso SS (gr)	22.41	27.68	29.92	28.42	21.32	22.23	22.44	23.20	17.44	24.21
Peso Agua (gr)	0.38	0.50	1.26	1.48	2.28	2.54	3.67	3.75	3.51	4.95
Cont. Hum. %	1.71	1.81	4.21	5.21	10.72	11.43	16.34	16.15	20.11	20.44

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	1.76	4.71	11.07	16.24	20.28
Peso SH+M	9680	10040	10400	10480	10345
Peso M	6100	6100	6100	6100	6100
Peso SH	3580	3940	4300	4380	4245
Densidad Hum.	1.69	1.86	2.03	2.06	2.00
Densidad Seca	1.66	1.77	1.82	1.77	1.66

Contenido de Humedad	11.10
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm3)	1.83
--------------------------------------	-------------





COMPACTACION PROCTOR
NTP-339.141 - ASTM-D1557

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____ 12 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Resp. Lab.: _____ Esp. Geot.: A.A.A.
--	--

MUESTRA : 4
Codigo : M-4 Con 10 % de metadiatomita

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

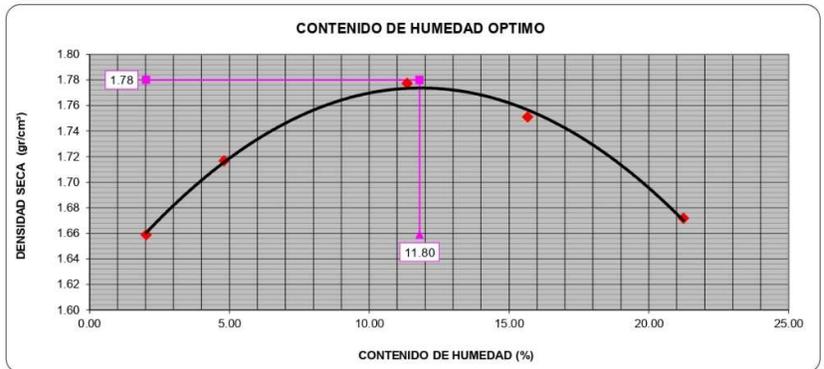
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	17.54	17.98	18.15	17.36	18.08	17.56	17.81	17.98	17.90	18.03
Peso C+SH (gr)	48.76	53.39	57.41	50.73	56.30	50.96	60.91	47.75	60.98	61.64
Peso C+SS (gr)	48.16	52.67	55.59	49.21	52.51	47.45	55.50	43.43	53.31	54.13
Peso SS (gr)	30.63	34.69	37.44	31.85	34.44	29.89	37.69	25.45	35.41	36.10
Peso Agua (gr)	0.60	0.72	1.82	1.52	3.79	3.50	5.41	4.32	7.67	7.52
Cont. Hum. %	1.96	2.08	4.85	4.77	11.00	11.72	14.35	16.99	21.65	20.83

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Muestra	1	2	3	4	5
C. Hum. Prom. %	2.02	4.81	11.36	15.67	21.24
Peso SH+M	10093	10320	10702	10800	10803
Peso M	6500	6500	6500	6500	6500
Peso SH	3593	3820	4202	4300	4303
Densidad Hum.	1.69	1.80	1.98	2.03	2.03
Densidad Seca	1.66	1.72	1.78	1.75	1.67

Contenido de Humedad	11.80
-----------------------------	--------------

Densidad Seca Maxima (gr/cm³)	1.78
---	-------------



ANEXO 20: ENSAYOS DE CBR EN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES.

	DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73						CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : 13 de 24				
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA" Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia :CUSCO Region :CUSCO						Solicita : _____ Fecha : Julio 2021 Motivo : Estudio Geotecnico Resp. Lab. : C.S.T. Esp. Geot. : AAA				
	Muestra N° <u>1</u> Suelo Natural										
Humedad Optima (%) : 9.60						Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 1.95					
		10		25		56					
		SIN EMPAPAR		EMPAPADA		SIN EMPAPAR		EMPAPADA			
CONDICIONES DE LA MUESTRA											
Peso del Molde (gr)		6670.00		6670.00		6670.00		6670.00			
Volumen de la Muestra (cc)		2317.00		2317.00		2317.00		2317.00			
Muestra Humeda + Molde (gr)		11132.00		11349.00		11916.45		12123.30			
Muestra Humeda (gr)		4462.00		4679.00		4876.00		4876.00			
Densidad Humeda (gr/cm3)		1.93		2.02		2.10		2.10			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		ABAJO ARRIBA		ARRIBA		ABAJO ARRIBA		ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)		21.27 21.32		14.30		17.54 17.58		14.57 18.66			
Muestra Humeda + Capsula (gr)		49.23 44.35		42.78		40.59 36.57		36.17 43.18			
Muestra Seca + Capsula (gr)		47.04 42.35		41.26		38.95 35.17		35.11 41.44			
Contenido de Humedad (%)		8.47 9.50		5.64		7.64 7.96		5.16 7.64			
Promedio del Contenido de Humedad (%)		8.99				7.80		7.80			
Densidad Seca (gr/cm3)		1.77				1.87		1.95			
EXPANCION		DIA		HORA		INTERVALO (DIAS)		LECT. DEL CUADRANTE		EXPANCION PULGS. %	
DEL		3		00:00		10337		0.000		0.000 0.034 0.680	
C.B.R		4		00:00		1		0.055 0.055 1.100		0.050 0.054 1.080 0.038 0.038 0.760	
		5		00:00		2		0.055 0.055 1.100		0.055 0.055 1.100 0.040 0.040 0.800	
		6		00:00		3		0.055 0.055 1.100		0.055 0.055 1.100 0.040 0.040 0.800	
		7		00:00		4		0.055 0.055 1.100		0.055 0.055 1.100 0.040 0.040 0.800	
PENETRACION		PENETRACION (Pulg)		ARG. PATR. PSI		CARG DEL ENSAYO Libras		C.B.R. PSI		CARG DEL ENSAYO Libras	
DEL		0.025				31.20		10.40		60.99 20.33 81.84 27.28	
C.B.R		0.050				66.95		22.32		156.29 52.10 215.84 71.95	
		0.075				126.52		42.17		275.37 91.79 349.77 116.59	
		0.100		1000		245.61		81.87		364.65 121.55 12.15 572.83 190.94 19.09	
		0.200		1500		691.71		230.57		929.31 309.77 20.65 1314.93 438.31 29.22	
		0.300		1900		988.67		329.56		1374.20 458.07 1788.72 596.24	
		0.400		2300		1225.99		408.66		1699.95 566.65 2261.61 753.87	
		0.500		2600		1463.08		487.69		2084.38 694.79 2556.71 852.24	

CURVA CARGA - PENETRACION

DENSIDAD SECA (gr/cm3) vs C.B.R. (%)

	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
Nº golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.77	1.87	1.95
C.B.R.	11.78	16.40	24.16

C.B.R. DE DISEÑO = 24%

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.95
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.85

Laboratorio Especialista en Geotecnia
 RUC 20527895759 - Av. BRASIL C4 URB. QUISPICANCHIS CUSCO - 241670 - www.geotestperu.com



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 14 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN** Provincia : **CUSCO** Region : **CUSCO**

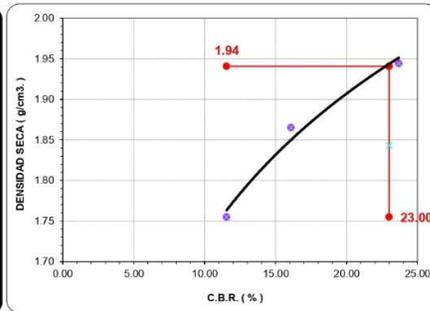
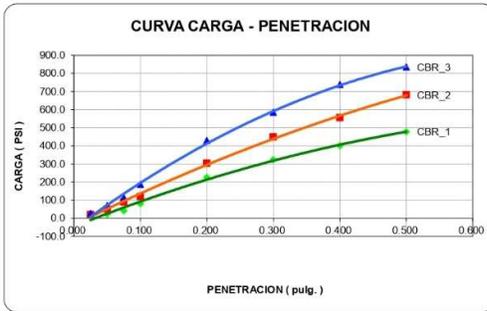
Solicita :
Fecha : **Julio 2021**
Motivo : **Estudio Geotécnico**
Resp. Lab. : **C.S.L.**
Esp. Geot. : **AAA**

Muestra N° **1** **Suelo Natural**

Humedad Optima (%) : **9.50**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.94**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	11102.00	11657.10		11329.00	11895.45		11526.00	12102.30				
Muestra Humeda (gr)	4432.00			4659.00			4856.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.91			2.01			2.10					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	21.27	21.32	14.30	17.54	17.58	14.57	18.66	18.70	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	49.23	44.35	42.78	40.59	36.57	36.17	43.18	38.90	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	47.04	42.35	41.26	38.95	35.17	35.11	41.44	37.41	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.47	9.50	5.64	7.64	7.96	5.16	7.64	7.96	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.99			7.80			7.80					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.76			1.87			1.94					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			30.72	10.24	1	59.92	19.97		80.35	26.78	
	0.050			65.76	21.92		153.32	51.11		211.67	70.56	
	0.075			124.13	41.38		270.02	90.01		342.93	114.31	
C.B.R.	0.100	1000		240.85	80.28	8.03	357.51	119.17	11.92	561.53	187.18	18.72
	0.200	1500		678.04	226.01	15.07	910.90	303.63	20.24	1288.84	429.61	28.64
	0.300	1900		969.08	323.03		1346.94	448.98		1753.21	584.40	
	0.400	2300		1201.68	400.56		1666.21	555.40		2216.72	738.91	
	0.500	2600		1434.05	478.02		2043.01	681.00		2505.97	835.32	



N° golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.76	1.87	1.94
C.B.R.	11.55	16.08	23.68

C.B.R. DE DISEÑO = **23** %

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.94
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.84



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 15 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN** Provincia : **CUSCO** Region : **CUSCO**

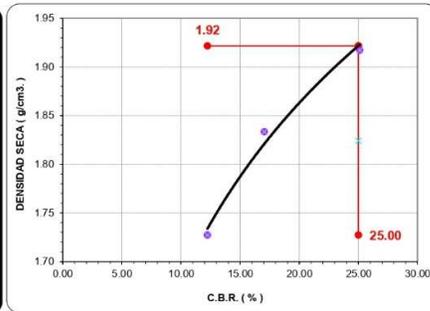
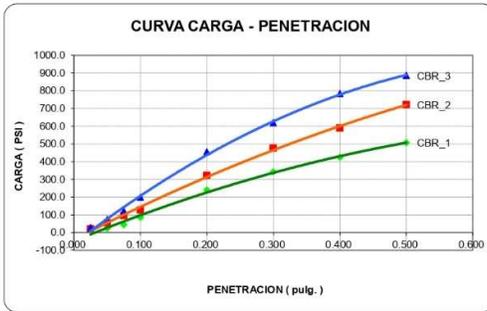
Solicita :
Fecha : **Julio 2021**
Motivo : **Estudio Geotécnico**
Resp. Lab.: **C.S.L.**
Esp. Geot.: **AAA**

Muestra N° **1** **Suelo Natural**

Humedad Optima (%) : **9.40**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.92**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	11032.00	11583.60		11249.00	11811.45		11446.00	12018.30				
Muestra Humeda (gr)	4362.00			4579.00			4776.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.88			1.98			2.06					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	21.27	21.32	14.30	17.54	17.58	14.57	18.66	18.70	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	49.23	44.35	42.78	40.59	36.57	36.17	43.18	38.90	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	47.04	42.35	41.26	38.95	35.17	35.11	41.44	37.51	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.47	9.50	5.64	7.64	7.96	5.16	7.64	7.39	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.99			7.80			7.51					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.73			1.83			1.92					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	PENE. (Pulg)	CARG DEL ENSAYO (Libras)	C.B.R. (1)	CARG DEL ENSAYO		CARG DEL ENSAYO		CARG DEL ENSAYO		CARG DEL ENSAYO		
				PSI	Libras	PSI	Libras	PSI	Libras	PSI	Libras	
DEL	0.025	32.15	10.72	63.13	21.04	84.82	28.27					
	0.050	69.33	23.11	162.25	54.08	224.18	74.73					
	0.075	131.28	43.76	286.09	95.36	363.46	121.15					
C.B.R.	0.100	1000	255.13	85.04	378.93	126.31	12.63	595.42	198.47	19.85		
	0.200	1500	719.05	239.68	966.12	322.04	21.47	1367.09	455.70	30.38		
	0.300	1900	1027.85	342.62	1428.72	476.24		1859.71	619.90			
	0.400	2300	1274.61	424.87	1767.41	589.14		2351.35	783.78			
	0.500	2600	1521.14	507.05	2167.10	722.37		2658.14	886.05			



N° golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10		25	56
DENS. SECA	1.73	1.83	1.92
C.B.R.	12.24	17.05	25.11

C.B.R. DE DISEÑO = **25**%

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.92
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.82



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 16 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"

Solicita :

Localizacion : C.P. QUILLAHUATA

Fecha : Julio 2021

Distrito : SAN SEBASTIÁN

Provincia : CUSCO

Region : CUSCO

Motivo : Estudio Geotecnico

Resp. Lab.: C.S.L.

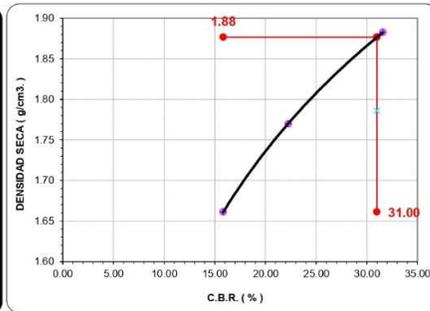
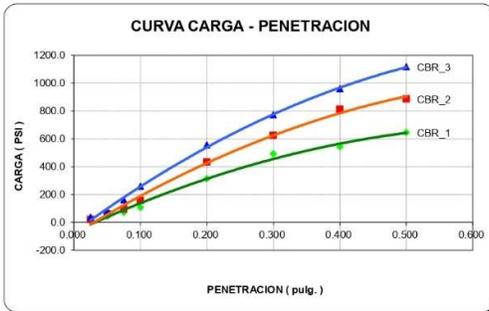
Esp. Geot.: A.A.A.

Muestra N° 1 5% de metadiatomita

Humedad Optima (%) : 10.50

Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 1.88

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10862.00	11405.10		11136.00	11692.80		11421.00	11992.05				
Muestra Humeda (gr)	4192.00			4466.00			4751.00					
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.81			1.93			2.05					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.39	13.49	14.30	16.42	16.53	14.57	14.40	14.50	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	36.55	39.49	42.78	44.80	48.40	36.17	39.30	42.46	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	34.48	37.55	41.26	42.27	46.03	35.11	37.08	40.38	78.21			
Contenido de Humedad (%)	9.79	8.04	5.64	9.79	8.04	5.16	9.79	8.04	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.91			8.91			8.91					
Densidad Seca (gr/cm3)	1.66			1.77			1.88					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			37.16	12.39	1	66.95	22.32		111.62	37.21	
	0.050			126.52	42.17		186.07	62.02		245.61	81.87	
	0.075			215.84	71.95		290.26	96.75		483.63	161.21	
C.B.R.	0.100	1000		320.01	106.67	10.67	468.76	156.25	15.63	780.84	260.28	26.03
	0.200	1500		944.15	314.72	20.98	1300.11	433.37	28.89	1670.35	556.78	37.12
	0.300	1900		1477.89	492.63		1877.45	625.82		2320.65	773.55	
	0.400	2300		1625.95	541.98		2438.71	812.90		2880.91	960.30	
	0.500	2600		1936.59	645.53		2659.91	886.64		3351.72	1117.24	



N° golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.66	1.77	1.88
C.B.R.	15.82	22.26	31.57

C.B.R. DE DISEÑO = 31 %

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.88
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.79



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 17 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Solicita :

Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**

Fecha : **Julio 2021**

Distrito : **SAN SEBASTIÁN**

Provincia : **CUSCO**

Region : **CUSCO**

Motivo : **Estudio Geotecnico**

Resp. Lab. : **C.S.L.**

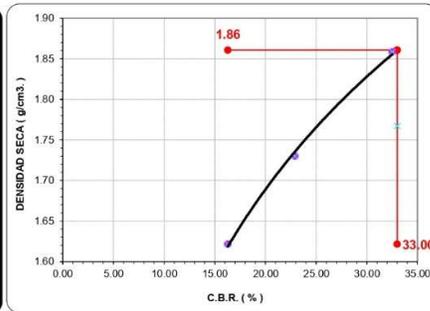
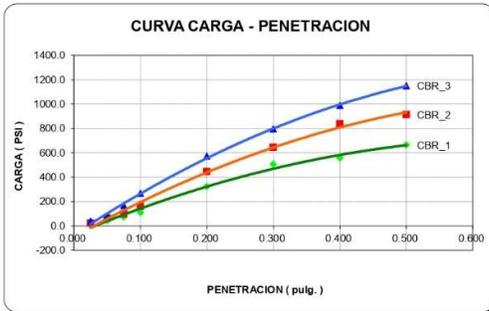
Esp. Geot. : **AAA**

Muestra N° **1** 5% de **metadiatomita**

Humedad Optima (%) : **10.40**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.86**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10762.00	11300.10		11036.00		11587.80	11321.00		11887.05			
Muestra Humeda (gr)	4092.00			4366.00			4651.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.77			1.88			2.01					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.39	13.49	14.30	16.42	16.53	14.57	14.40	14.50	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	36.55	39.49	42.78	44.80	48.40	36.17	39.30	42.46	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	34.48	37.55	41.26	42.27	46.03	35.11	37.28	40.58	78.21			
Contenido de Humedad (%)	9.79	8.04	5.64	9.79	8.04	5.16	8.83	7.21	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.91			8.91			8.02					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.62			1.73			1.86					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			38.05	12.68	1	68.73	22.91		114.75	38.25	
	0.050			130.09	43.36		191.43	63.81		252.75	84.25	
	0.075			222.09	74.03		298.74	99.58		497.90	165.97	
C.B.R.	0.100	1000		329.39	109.80	10.98	482.59	160.86	16.09	804.00	268.00	26.80
	0.200	1500		972.20	324.07	21.60	1338.79	446.26	29.75	1720.07	573.36	38.22
	0.300	1900		1521.88	507.29		1933.34	644.45		2389.72	796.57	
	0.400	2300		1674.35	558.12		2511.28	837.09		2966.61	988.87	
	0.500	2600		1994.24	664.75		2739.05	913.02		3451.36	1150.45	



N° golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.62	1.73	1.86
C.B.R.	16.29	22.92	32.51

C.B.R. DE DISEÑO = **33** %

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.86
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.77



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 18 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"

Solicita :

Localizacion : C.P. QUILLAHUATA

Fecha : Julio 2021

Distrito : SAN SEBASTIÁN

Provincia : CUSCO

Region : CUSCO

Motivo : Estudio Geotecnico

Resp. Lab.: C.S.L.

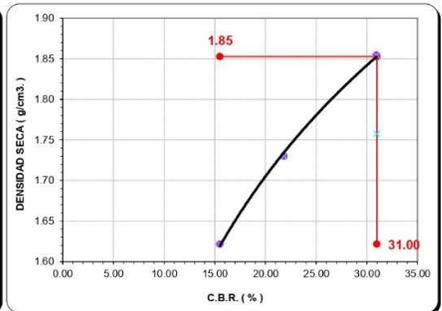
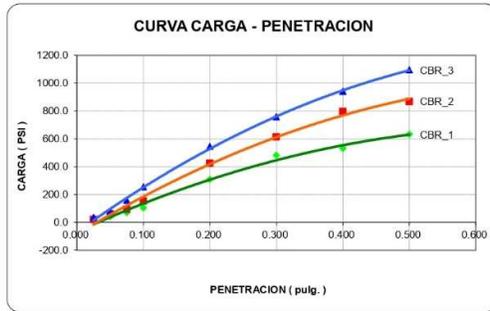
Esp. Geot.: A.A.A.

Muestra N° 1 5% de metadiatomita

Humedad Optima (%) : 10.30

Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 1.85

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10762.00	11300.10		11036.00	11587.80		11350.00	11917.50				
Muestra Humeda (gr)	4092.00			4366.00			4680.00					
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.77			1.88			2.02					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.39	13.49	14.30	16.42	16.53	14.57	14.40	14.50	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	36.55	39.49	42.78	44.80	48.40	36.17	39.30	42.46	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	34.48	37.55	41.26	42.27	46.03	35.11	37.08	40.38	78.21			
Contenido de Humedad (%)	9.79	8.04	5.64	9.79	8.04	5.16	9.79	8.04	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.91			8.91			8.91					
Densidad Seca (gr/cm3)	1.62			1.73			1.85					
EXPANCON	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCON			EXPANCON			EXPANCON		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			36.56	12.19	1	65.76	21.92		109.54	36.51	
	0.050			124.13	41.38		182.50	60.83		240.85	80.28	
	0.075			211.67	70.56		284.60	94.87		474.11	158.04	
C.B.R.	0.100	1000		313.77	104.59	10.46	459.54	153.18	15.32	765.39	255.13	25.51
	0.200	1500		925.45	308.48	20.57	1274.32	424.77	28.32	1637.20	545.73	36.38
	0.300	1900		1448.57	482.86		1840.19	613.40		2274.60	758.20	
	0.400	2300		1593.68	531.23		2390.31	796.77		2823.76	941.25	
	0.500	2600		1898.15	632.72		2607.13	869.04		3285.27	1095.09	



Nº golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.62	1.73	1.85
25	1.51	1.73	1.85
56	1.51	21.82	30.95

C.B.R. DE DISEÑO = 31 %

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.85
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.76



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 19 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN** Provincia : **CUSCO** Region : **CUSCO**

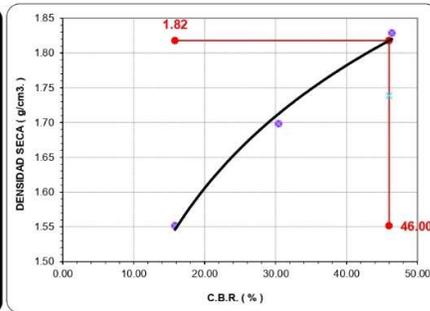
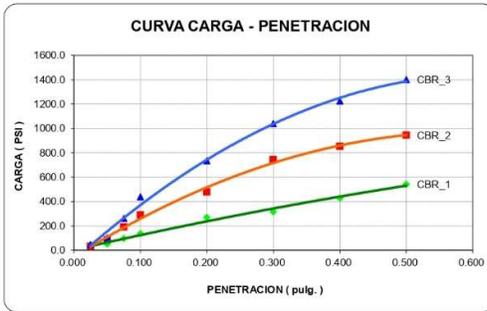
Solicita :
Fecha : **Julio 2021**
Motivo : **Estudio Geotecnico**
Resp. Lab. : **C.S.L.**
Esp. Geot. : **AAA**

Muestra N° **1** 7% de **metadiatomita**

Humedad Optima (%) : **11.00**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.83**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10562.00	11090.10		10930.00	11476.50		11257.00	11819.85				
Muestra Humeda (gr)	3892.00			4260.00			4587.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.68			1.84			1.98					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.69	13.75	14.30	18.11	18.18	14.57	14.72	14.78	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	35.14	40.25	42.78	46.47	53.23	36.17	37.78	43.28	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	33.37	38.39	41.26	44.13	50.77	35.11	35.88	41.28	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.98	7.55	5.64	8.98	7.55	5.16	8.98	7.55	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.26			8.26			8.26					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.55			1.70			1.83					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.
				LIBRAS	PSI		LIBRAS	PSI		LIBRAS	PSI	
DEL	0.025			81.84	27.28		96.73	32.24		141.41	47.14	
	0.050			156.29	52.10		260.49	86.83		305.14	101.71	
	0.075			290.26	96.75		572.83	190.94		780.84	260.28	
C.B.R.	0.100	1000		409.27	136.42	13.64	869.93	289.98	29.00	1314.93	438.31	43.83
	0.200	1500		810.54	270.18	18.01	1433.46	477.82	31.85	2202.54	734.18	48.95
	0.300	1900		944.15	314.72		2232.08	744.03		3116.43	1038.81	
	0.400	2300		1285.28	428.43		2556.71	852.24		3674.88	1224.96	
	0.500	2600		1625.95	541.98		2836.73	945.58		4202.77	1400.92	



Nº golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.55	1.70	1.83
25	15.83	30.43	46.39

C.B.R. DE DISEÑO = **46** %

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.83
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.74



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 20 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Solicita :

Localizacion : **C. P. QUILLAHUATA**

Fecha : **Julio 2021**

Distrito : **SAN SEBASTIÁN**

Provincia : **CUSCO**

Region : **CUSCO**

Motivo : **Estudio Geotecnico**

Resp. Lab. : **C.S.L.**

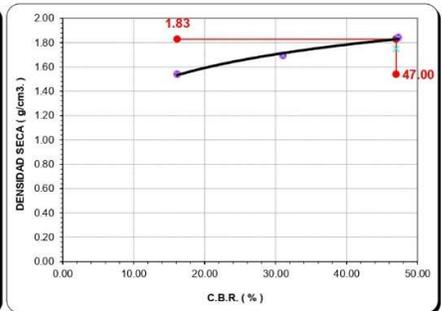
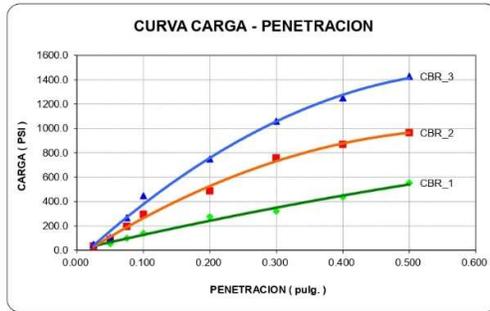
Esp. Geot. : **AAA**

Muestra N° **1** 7% de **metadiatomita**

Humedad Optima (%) : **10.90**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.84**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10532.00	11058.60		10920.00	11466.00		11287.00	11851.35				
Muestra Humeda (gr)	3862.00			4250.00			4617.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.67			1.83			1.99					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.69	13.75	14.30	18.11	18.18	14.57	14.72	14.78	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	35.14	40.25	42.78	46.47	53.23	36.17	37.78	43.28	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	33.37	38.39	41.26	44.13	50.77	35.11	35.88	41.28	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.98	7.55	5.64	8.98	7.55	5.16	8.98	7.55	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.26			8.26			8.26					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.54			1.69			1.84					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			83.33	27.78	1	98.52	32.84		144.09	48.03	
	0.050			159.27	53.09		265.55	88.52		311.09	103.70	
	0.075			295.91	98.64		584.12	194.71		796.28	265.43	
C.B.R.	0.100	1000		417.30	139.10	13.91	887.15	295.72	29.57	1341.01	447.00	44.70
	0.200	1500		826.58	275.53	18.37	1461.90	487.30	32.49	2246.25	748.75	49.92
	0.300	1900		962.85	320.95		2276.37	758.79		3178.21	1059.40	
	0.400	2300		1310.78	436.93		2607.43	869.14		3747.68	1249.23	
	0.500	2600		1658.22	552.74		2892.99	964.33		4285.96	1428.65	



N° golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.54	1.69	1.84
25	1.61	1.76	1.91
56	1.68	1.83	1.98

C.B.R. DE DISEÑO = 47%

Densidad Seca Maxima al 100%	1.84
Densidad Seca Maxima al 95%	1.75



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 21 de 24

Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"

Solicita :

Localizacion : C.P. QUILLAHUATA

Fecha : Julio 2021

Distrito : SAN SEBASTIÁN

Provincia : CUSCO

Region : CUSCO

Motivo : Estudio Geotecnico

Resp. Lab. : C.S.L.

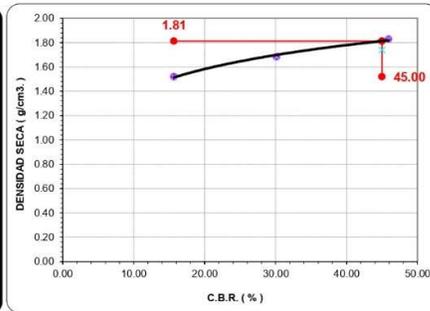
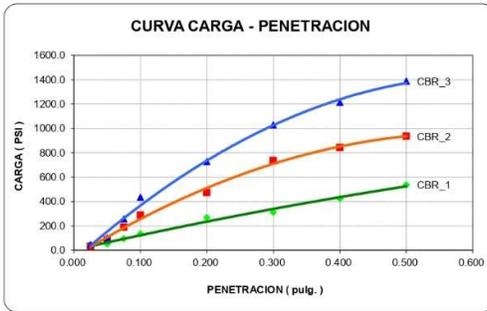
Esp. Geot. : A.A.A.

Muestra N° 1 7% de metadiatomita

Humedad Optima (%) : 11.10

Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 1.83

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10482.00	11006.10		10890.00	11434.50		11247.00	11809.35				
Muestra Humeda (gr)	3812.00			4220.00			4577.00					
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.65			1.82			1.98					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.69	13.75	14.30	18.11	18.18	14.57	14.72	14.78	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	35.14	40.25	42.78	46.47	53.23	36.17	37.78	43.28	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	33.37	38.39	41.26	44.13	50.77	35.11	35.88	41.38	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.98	7.55	5.64	8.98	7.55	5.16	8.98	7.14	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.26			8.26			8.06					
Densidad Seca (gr/cm3)	1.52			1.68			1.83					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			81.10	27.03	1	95.84	31.95		140.07	46.69	
	0.050			154.81	51.60		257.96	85.99		302.16	100.72	
	0.075			287.43	95.81		567.18	189.06		773.11	257.70	
C.B.R.	0.100	1000		405.26	135.09	13.51	861.32	287.11	28.71	1301.88	433.96	43.40
	0.200	1500		802.52	267.51	17.83	1419.24	473.08	31.54	2180.69	726.90	48.46
	0.300	1900		934.80	311.60		2209.93	736.64		3085.53	1028.51	
	0.400	2300		1272.54	424.18		2531.34	843.78		3638.47	1212.82	
	0.500	2600		1609.82	536.61		2808.59	936.20		4161.17	1387.06	



Nº golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.52	1.68	1.83
C.B.R.	15.67	30.12	45.93

C.B.R. DE DISEÑO = 45%

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.83
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.74



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 22 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN** Provincia : **CUSCO** Region : **CUSCO**

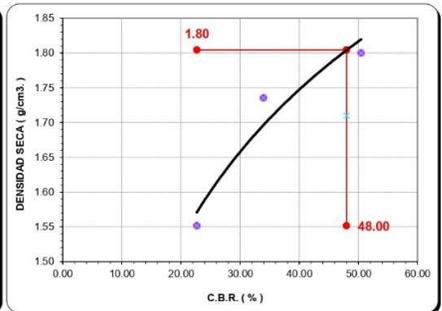
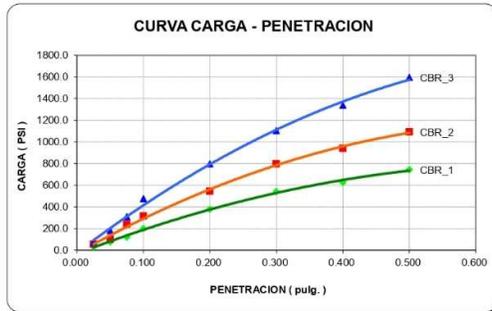
Solicita :
Fecha : **Julio 2021**
Motivo : **Estudio Geotecnico**
Resp. Lab.: **C.S.L.**
Esp. Geot.: **AAA**

Muestra N° **1** **10% de metadiatomita**

Humedad Optima (%) : **11.50**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.80**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10562.00	11090.10		11023.00		11574.15	11216.00		11776.80			
Muestra Humeda (gr)	3892.00			4353.00			4546.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.68			1.88			1.96					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.69	13.75	14.30	18.11	18.18	14.57	14.40	14.58	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	35.14	40.25	42.78	46.47	53.23	36.17	39.17	41.15	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	33.37	38.39	41.26	44.13	50.77	35.11	37.12	38.96	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.98	7.55	5.64	8.98	7.55	5.16	9.02	8.98	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.26			8.26			9.00					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.55			1.74			1.80					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			96.73	32.24		171.18	57.06		215.84	71.95	
	0.050			230.73	76.91		305.14	101.71		543.10	181.03	
	0.075			364.65	121.55		721.42	240.47		929.31	309.77	
C.B.R.	0.100	1000		602.55	200.85	20.09	944.15	314.72	31.47	1433.46	477.82	47.78
	0.200	1500		1137.02	379.01	25.27	1640.75	546.92	36.46	2391.49	797.16	53.14
	0.300	1900		1625.95	541.98		2394.45	798.15		3310.56	1103.52	
	0.400	2300		1877.45	625.82		2822.00	940.67		4015.21	1338.40	
	0.500	2600		2232.08	744.03		3278.22	1092.74		4787.98	1595.99	



N° golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.55	1.74	1.80
25	22.68	33.97	50.46

C.B.R. DE DISEÑO = **48** %

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.80
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.71



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 23 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**

Solicita :

Localizacion : **C. P. QUILLAHUATA**

Fecha : **Julio 2021**

Distrito : **SAN SEBASTIÁN**

Provincia : **CUSCO**

Region : **CUSCO**

Motivo : **Estudio Geotecnico**

Resp. Lab.: **C.S.L.**

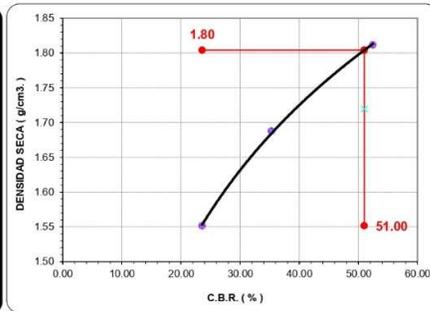
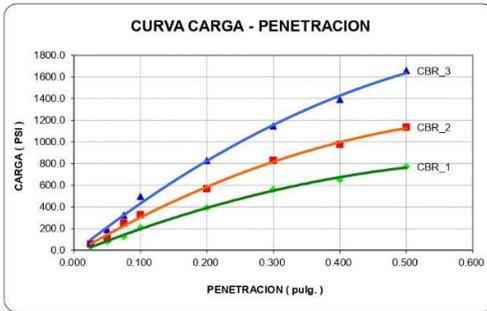
Esp. Geot.: **AAA**

Muestra N° **1** **10% de metadiatomita**

Humedad Optima (%) : **11.70**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.81**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10562.00	11090.10		10903.00		11448.15	11316.00		11881.80			
Muestra Humeda (gr)	3892.00			4233.00			4646.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.68			1.83			2.01					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.69	13.75	14.30	18.11	18.18	14.57	14.40	14.58	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	35.14	40.25	42.78	46.47	53.23	36.17	39.17	41.15	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	33.37	38.39	41.26	44.13	50.77	35.11	36.62	38.76	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.98	7.55	5.64	8.98	7.55	5.16	11.48	9.88	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.26			8.26			10.68					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.55			1.69			1.81					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			100.31	33.44		177.73	59.24		224.18	74.73	
	0.050			239.66	79.89		317.04	105.68		564.50	188.17	
	0.075			378.93	126.31		749.94	249.98		966.12	322.04	
C.B.R.	0.100	1000		626.33	208.78	20.88	981.55	327.18	32.72	1490.33	496.78	49.68
	0.200	1500		1182.10	394.03	26.27	1705.87	568.62	37.91	2486.39	828.80	55.25
	0.300	1900		1690.48	563.49		2489.45	829.82		3441.78	1147.26	
	0.400	2300		1951.97	650.66		2933.92	977.97		4174.18	1391.39	
	0.500	2600		2320.65	773.55		3408.16	1136.05		4977.29	1659.10	



Nº golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.55	1.69	1.81
25	23.57	35.31	52.47

C.B.R. DE DISEÑO =	51 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.81
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.72



DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(C.B.R.)
NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73

CODIGO :
REVISION :
PAGINA : 24 de 24

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN** Provincia : **CUSCO** Region : **CUSCO**

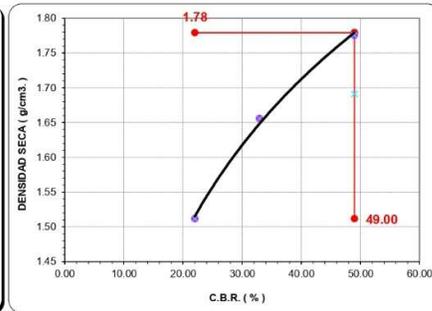
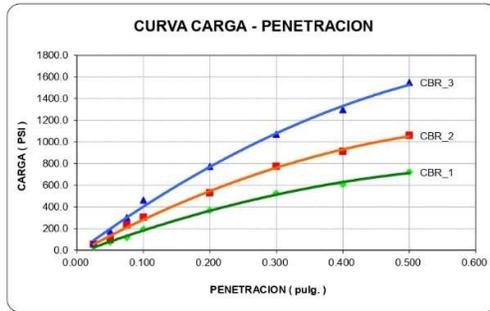
Solicita :
Fecha : **Julio 2021**
Motivo : **Estudio Geotecnico**
Resp. Lab. : **C.S.L.**
Esp. Geot. : **AAA**

Muestra N° **1** **10% de metadiatomita**

Humedad Optima (%) : **11.50**

Densidad Seca Maxima (gr/cm³) : **1.78**

CONDICIONES DE LA MUESTRA	10			25			56					
	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA				
Peso del Molde (gr)	6670.00			6670.00			6670.00					
Volumen de la Muestra (cc)	2317.00			2317.00			2317.00					
Muestra Humeda + Molde (gr)	10462.00	10985.10		10823.00	11364.15		11116.00	11671.80				
Muestra Humeda (gr)	3792.00			4153.00			4446.00					
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.64			1.79			1.92					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA			
Peso de la Capsula (gr)	13.69	13.75	14.30	18.11	18.18	14.57	14.40	14.58	32.30			
Muestra Humeda + Capsula (gr)	35.14	40.25	42.78	46.47	53.23	36.17	39.17	41.15	83.85			
Muestra Seca + Capsula (gr)	33.37	38.39	41.26	44.13	50.77	35.11	37.32	39.16	78.21			
Contenido de Humedad (%)	8.98	7.55	5.64	8.98	7.55	5.16	8.07	8.10	12.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.26			8.26			8.08					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.51			1.66			1.78					
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	10337	0.000			0.000			0.000		
	4	00:00	1	0.055	0.055	1.100	0.050	0.050	1.000	0.034	0.034	0.680
	5	00:00	2	0.055	0.055	1.100	0.054	0.054	1.080	0.038	0.038	0.760
C.B.R.	6	00:00	3	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
	7	00:00	4	0.055	0.055	1.100	0.055	0.055	1.100	0.040	0.040	0.800
PENETRACION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.	CARGO DEL ENSAYO		C.B.R.
				(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI	
DEL	0.025			94.05	31.35		166.27	55.42		209.59	69.86	
	0.050			224.03	74.68		296.21	98.74		527.04	175.68	
	0.075			353.94	117.98		700.03	233.34		901.70	300.57	
C.B.R.	0.100	1000		584.72	194.91	19.49	916.10	305.37	30.54	1390.79	463.60	46.36
	0.200	1500		1103.21	367.74	24.52	1591.91	530.64	35.38	2320.30	773.43	51.56
	0.300	1900		1577.55	525.85		2323.16	774.39		3212.10	1070.70	
	0.400	2300		1821.55	607.18		2738.02	912.67		3895.91	1298.64	
	0.500	2600		2165.62	721.87		3180.71	1060.24		4645.90	1548.63	



N° golpes	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
10	1.51	1.66	1.78
C.B.R.	22.00	32.96	48.96

C.B.R. DE DISEÑO = **49%**

Densidad Seca Maxima al 100 %	1.78
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.69

ANEXO 21: ENSAYOS DE DETERMINACION DE PERMEABILIDAD EN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES.

	ENSAYO DE DETERMINACION DE PERMEABILIDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216	CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Solicita : _____
	Localizacion : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Region : CUSCO	Fecha : Jul-21 Motivo : Estudio Geotecnico Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

ENSAYO: 1

MUESTRA: *Suelo Natural*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	13506	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	11.7	cm	Altura final

K: 1.875E-05 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

ENSAYO: 2

MUESTRA: *Suelo Natural*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	12450	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	11.6	cm	Altura final

K: 2.723E-05 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

	ENSAYO DE DETERMINACION DE PERMEABILIDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216	CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Solicita : _____
	Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : Jul-21 Motivo : Estudio Geotécnico Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

ENSAYO: 3

MUESTRA: *Suelo Natural*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	11446	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	11.8	cm	Altura final

K: 1.468E-05 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K)												
K (cm/s)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno					Malo			Prácticamente Impermeable			
Relleno Sanitario	Pésimo								Bueno			
Tipo de Suelo	Grava Gruesa (cascajo)	Arena limpia Arena Mezclada con grava		Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla				Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización				
				Suelo Impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización								

Fuente: ANGELONE, Silvia, GARIBAY, María Teresa y CAUHAPÉ CASAUX, Marina. Permeabilidad de suelos²⁶



ENSAYO DE DETERMINACION DE
PERMEABILIDAD
NTP-339.127 - ASTM-D2216

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO
SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA
EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
Provincia : **CUSCO**
Region : **CUSCO**

Solicita : _____
Fecha : **Jul-21**
Motivo : **Estudio Geotecnico**
Resp. Lab.: **C.S.T.**
Esp. Geot.: **A.A.A.**

ENSAYO: 1

MUESTRA: *Suelo Natural + 5% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	7066	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	11.1	cm	Altura final

K: 1.103E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

ENSAYO: 2

MUESTRA: *Suelo Natural + 5% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	7246	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	11	cm	Altura final

K: 1.201E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

	ENSAYO DE DETERMINACION DE PERMEABILIDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216	CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Solicita : _____
	Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : Jul-21 Motivo : Estudio Geotécnico Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

ENSAYO: 3

MUESTRA: *Suelo Natural + 5% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	7168	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	10.9	cm	Altura final

K: 1.341E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K)												
K (cm/s)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno					Malo			Prácticamente Impermeable			
Relleno Sanitario	Pésimo								Bueno			
Tipo de Suelo	Grava Gruesa (cascajo)	Arena limpia Arena Mezclada con grava		Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla				Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización				
				Suelo Impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización								

Fuente: ANGELONE, Silvia, GARIBAY, María Teresa y CAUHAPÉ CASAUX, Marina. Permeabilidad de suelos²⁶



ENSAYO DE DETERMINACION DE
PERMEABILIDAD
NTP-339.127 - ASTM-D2216

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO
SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA
EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
Provincia : **CUSCO**
Region : **CUSCO**

Solicita : _____
Fecha : **Jul-21**
Motivo : **Estudio Geotecnico**
Resp. Lab.: **C.S.T.**
Esp. Geot.: **A.A.A.**

ENSAYO: 1

MUESTRA: *Suelo Natural + 7% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	6552	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	10.75	cm	Altura final

K: 1.679E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

ENSAYO: 2

MUESTRA: *Suelo Natural + 7% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	6490	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	10.64	cm	Altura final

K: 1.853E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

	ENSAYO DE DETERMINACION DE PERMEABILIDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216	CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Solicita : _____
	Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : Jul-21 Motivo : Estudio Geotécnico Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

ENSAYO: 3

MUESTRA: *Suelo Natural + 7% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	6613	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	10.7	cm	Altura final

K: 1.734E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K)												
K (cm/s)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno					Malo			Prácticamente Impermeable			
Relleno Sanitario	Pésimo								Bueno			
Tipo de Suelo	Grava Gruesa (cascajo)	Arena limpia Arena Mezclada con grava		Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla				Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización				
				Suelo Impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización								

Fuente: ANGELONE, Silvia, GARIBAY, María Teresa y CAUHAPÉ CASAUX, Marina. Permeabilidad de suelos²⁶



ENSAYO DE DETERMINACION DE
PERMEABILIDAD
NTP-339.127 - ASTM-D2216

CODIGO : _____
REVISION : _____
PAGINA : _____

Proyecto : **"PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO
SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA
EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"**
Localizacion : **C.P. QUILLAHUATA**
Distrito : **SAN SEBASTIÁN**
Provincia : **CUSCO**
Region : **CUSCO**

Solicita : _____
Fecha : **Jul-21**
Motivo : **Estudio Geotecnico**
Resp. Lab.: **C.S.T.**
Esp. Geot.: **A.A.A.**

ENSAYO: 1

MUESTRA: *Suelo Natural + 10% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	5430	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	10.62	cm	Altura final

K: 2.250E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

ENSAYO: 2

MUESTRA: *Suelo Natural + 10% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	5460	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	10.5	cm	Altura final

K: 2.446E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

	ENSAYO DE DETERMINACION DE PERMEABILIDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216	CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE META-DIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA"	Solicita : _____
	Localización : C.P. QUILLAHUATA Distrito : SAN SEBASTIÁN Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : Jul-21 Motivo : Estudio Geotécnico Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

ENSAYO: 3

MUESTRA: *Suelo Natural + 10% metadiatomita*

Ensayo de permeabilidad de cabeza variable:

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a	81	cm ²	Area de la bureta
L	10	cm	Altura de la muestra
A	81	cm ²	Area de la muestra
t	5890	seg	Tiempo
h1	12	cm	Altura inicial
h2	10.46	cm	Altura final

K: 2.332E-04 cm/seg *coeficiente de permeabilidad*

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K)												
K (cm/s)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno					Malo			Prácticamente Impermeable			
Relleno Sanitario	Pésimo								Bueno			
Tipo de Suelo	Grava Gruesa (cascajo)	Arena limpia Arena Mezclada con grava		Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla				Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización				
				Suelo Impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización								

Fuente: ANGELONE, Silvia, GARIBAY, María Teresa y CAUHAPÉ CASAUX, Marina. Permeabilidad de suelos²⁶

ANEXO 22: ENSAYOS DE ASCENSION CAPILAR EN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES.

	ASCENCIÓN CAPILAR	CODIGO : _____
		REVISION : _____
		FECHA : _____
		PAGINA : _____
Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA CUSCO - 2021 "		Fecha: JULIO 2021
Distrito: SAN SEBASTIÁN		Motivo: CONTROL
Provincia: CUSCO		Resp. Lab.: C.S.T.
Región: CUSCO		Esp. Geot.: A.A.A.

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN 4.5 cm

Agua Volumen: 300 ml
NF 1.5 cm

DESCRIPCIÓN: Suelo + 0% metadiatomita

2.-ENSAYOS REALIZADOS

$$h = \frac{2Ts\cos\alpha}{r\gamma_w}$$

h = altura que debe ascender el agua
Ts = tensión superficial (0.074 gr/cm)
r = radio del tubo capilar
α = ángulo de contacto
γ_w = peso específico del agua

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA (cm)
154.85	5	30	0.50
		62	1.00
		84	1.50
		150	2.00
		535	2.50
		750	3.00
PROMEDIO		268.50	1.75

cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA (cm)
149.37	5	35	0.50
		63	1.00
		125	1.50
		285	2.00
		562	2.50
		792	3.00
PROMEDIO		310.33	1.75

cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA (cm)
152.74	5	34	0.50
		64	1.00
		135	1.50
		290	2.00
		560	2.50
		798	3.00
PROMEDIO		313.50	1.75

cm



ASCENCIÓN CAPILAR

CODIGO : _____
 REVISION : _____
 FECHA : _____
 PAGINA : _____

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA CUSCO - 2021 " Distrito: SAN SEBASTIÁN Provincia: CUSCO Región: CUSCO	Fecha: JULIO 2021 Motivo: CONTROL Resp. Lab. C.S.T. Esp. Geot. A.A.A.
---	--

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN 4.5 cm

Agua Volumen: 300 ml

NF 1.5 cm

DESCRIPCIÓN: Suelo + 5% metadiatomita

2.-ENSAYOS REALIZADOS

$$h = \frac{2Ts \cos \alpha}{r \gamma_w}$$

h = altura que debe ascender el agua
Ts = tensión superficial (0.074 gr/cm)
r = radio del tubo capilar
α = ángulo de contacto
γ_w = peso específico del agua

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA
144.49	5	68	0.50
		85	1.00
		150	1.50
		278	2.00
		605	2.50
		852	3.00
PROMEDIO		339.63	1.75

cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO	ALTURA
145.69	5	62	0.50
		92	1.00
		160	1.50
		301	2.00
		610	2.50
		864	3.00
PROMEDIO		348.17	1.75

cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO	ALTURA
147.81	5	64	0.50
		102	1.00
		198	1.50
		315	2.00
		612	2.50
		872	3.00
PROMEDIO		360.50	1.75

cm



ASCENCIÓN CAPILAR

CODIGO : _____
 REVISION : _____
 FECHA : _____
 PAGINA : _____

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE
 CON INCORPORACIÓN DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO
 PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA CUSCO - 2021 "
 Distrito: SAN SEBASTIÁN
 Provincia: CUSCO
 Región: CUSCO

Fecha: JULIO 2021
 Motivo: CONTROL
 Resp. Lab. C.S.T.
 Esp. Geot.: A.A.A.

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN 4.5 cm

Agua Volumen: 300 ml
 NF 1.5 cm

DESCRIPCIÓN: Suelo + 7% metadiatomita

2.-ENSAYOS REALIZADOS

$$h = \frac{2Ts \cos \alpha}{r \gamma_w}$$

h = altura que debe ascender el agua
Ts = tensión superficial (0.074 gr/cm)
r = radio del tubo capilar
α = ángulo de contacto
γ_w = peso específico del agua

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA
143.6	5	72	0.50
		98	1.00
		192	1.50
		345	2.00
		702	2.50
		912	3.00
PROMEDIO		386.83	1.75 cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO	ALTURA
144.27	5	70	0.50
		99	1.00
		185	1.50
		342	2.00
		723	2.50
		909	3.00
PROMEDIO		388.00	1.75 cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO	ALTURA
145.27	5	78	0.50
		98	1.00
		192	1.50
		712	2.00
		801	2.50
		870	3.00
PROMEDIO		458.50	1.75 cm



ASCENSIÓN CAPILAR

CODIGO : _____
 REVISION : _____
 FECHA : _____
 PAGINA : _____

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO COMO SUBRASANTE
 CON INCORPORACIÓN DE METADIATOMITA EN LA CARRETERA NO
 PAVIMENTADA DE QUILLAHUATA CUSCO - 2021 "

Distrito: SAN SEBASTIAN
Provincia: CUSCO
Región: CUSCO

Fecha: JULIO 2021
Motivo: CONTROL
Resp. Lab. C.S.T.
Esp. Geot. A.A.A.

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN

Agua Volumen: 300 ml
 NF 1.5 cm

DESCRIPCIÓN: Suelo + 10% metadiatomita

2.-ENSAYOS REALIZADOS

$$h = \frac{2T_s C \cos \alpha}{r \gamma_w}$$

h = altura que debe ascender el agua
T_s = tensión superficial (0.074 gr/cm)
r = radio del tubo capilar
α = ángulo de contacto
γ_w = peso específico del agua

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA (cm)
142.7	5	72	0.50
		99	1.00
		102	1.50
		294	2.00
		652	2.50
		984	3.00
PROMEDIO		367.17	1.75

cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA (cm)
143.33	5	73	0.50
		102	1.00
		230	1.50
		362	2.00
		640	2.50
		990	3.00
PROMEDIO		399.50	1.75

cm

Peso (g)	DIAMETRO (cm)	Ascension capilar	
		TIEMPO (s)	ALTURA (cm)
144.23	5	75	0.50
		108	1.00
		245	1.50
		423	2.00
		720	2.50
		966	3.00
PROMEDIO		422.83	1.75

cm

ANEXO 23: CAPTURA DE PANTALLA TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/fes/?student_user=1&lang=es&s=1&o=1631452178&u=1118488234

feedback studio MIGUEL ANGEL PIZARRO CCAHUANA Tesis v.3.1 Turnitin.docx



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Propiedades físico-mecánicas del suelo como subrasante con incorporación de metadiatomita en la carretera no pavimentada de Quillahuata, Cusco – 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Br. Llanqui Mendoza, Amikar (ORCID: 0000-0001-8363-3652)
Br. Pizarro Ccahuana, Miguel Ángel (ORCID: 0000-0003-3388-3711)

ASESOR:
Dr. Ing. Tello Malpartida, Osmar Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ
2021

Página: 1 de 139 Número de palabras: 19065 Versión sob texto del informe Alta resolución Activado

Resumen de coincidencias ✕

19 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	5 %	>
2	Entregado a Universidad...	2 %	>
3	hdl.handle.net	2 %	>
4	www.scribd.com	1 %	>
5	Entregado a Universidad...	1 %	>
6	www.ideshare.net	1 %	>
7	library.co	1 %	>
8	riases.edu.pe	<1 %	>
9	repositorio.usaac.edu...	<1 %	>
10	vsip.info	<1 %	>
11	repositorio.uta.edu.pe	<1 %	>

