



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para
mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Flores Ortega, Deyvis Clemente (ORCID: 0000-0001-9293-246X)

Zea Arias, Henry Paul (ORCID: 0000-0002-0639-822X)

ASESOR:

Mg. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

A Dios, por regalarnos vida, para hacer realidad nuestras metas trazadas, a mi madre por ese amor incondicional, a mi padre por guiar mis pasos y sus sabios consejos, a mi hijo, esposa, hermano por su amor, comprensión y confianza y a todos mis amigos que me acompañaron en este nuevo logro.

A todos ustedes, un millón de gracias.

Henry Paul

A mis padres por el apoyo y la comprensión en los momentos buenos y malos, por los consejos y reprimendas cuando eran necesarias, a mis hermanas por apoyarme y guiarme en mi desarrollo profesional, a mis compañeros y amigos por la ayuda en mi desenvolvimiento profesional.

Gracias por todo.

Deyvis Clemente

Agradecimiento

A Dios, por bendecirnos siempre con salud, fortaleza, entendimiento y sabiduría para alcanzar nuestras metas. Queremos agradecer de manera especial al Mg. Luis Jimmy Clemente Condori por su dedicación brindada en el proceso de asesoramiento y por el apoyo incondicional al desarrollo de nuestro trabajo de investigación, a los encargados de laboratorio por permitir sus instalaciones para el uso y desarrollo de nuestros ensayos.

Henry Paul

A Dios por brindarme salud y proteger siempre a mi familia, por darme fortaleza en los momentos difíciles y darme determinación para alcanzar mis metas. Agradecimiento especial al Mg. Luis Jimmy Clemente Condori por guiarnos en todo este proceso para convertirnos en ingenieros y poder contribuir a la sociedad.

Deyvis Clemente

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Zea Arias, Henry Paul (Tesisista 1) identificado con D.N.I. 71415726 y Flores Ortega, Deyvis Clemente (Tesisista 2) identificado con D.N.I. 44657486, bachilleres de la escuela profesional de Ingeniería Civil.

TEMA:

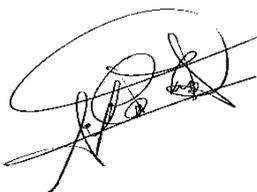
“Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021”

DECLARAMOS QUE:

El presente proyecto de investigación es auténtico, siendo resultado de nuestro esfuerzo y trabajo personal, que no se realizó ninguna copia, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de otras tesis, obra, artículo, memoria, etc. (en versión digital o impresa) sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto como en las figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.

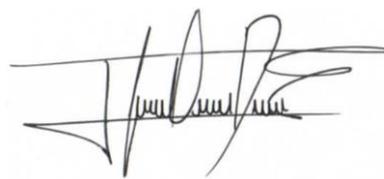
En este sentido, somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarias y/o legales.

Juliaca, 24 de julio del 2021



Zea Arias, Henry Paul

DNI-71415726



Flores Ortega, Deyvis Cl.

DNI-44657486

Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Formulación del problema.....	16
1.2. Objetivos.....	17
1.3. Justificación del estudio	17
1.4. Hipótesis	18
1.5. Delimitación	18
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes nacionales	20
2.2. Antecedentes internacionales	22
2.3. Bases teóricas	24
2.4. Marco conceptual.....	34
2.5. Tipos de Estabilización de suelos	39
III. METODOLOGÍA.....	45
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	45
3.2. Variables y operacionalización.....	46
3.3. Población y muestra.....	47
3.4. Técnicas e instrumentos recolección de datos, validez y confiabilidad	48
3.5. Procedimiento	50
3.6. Método para el estudio de datos	64
3.7. Aspectos éticos.....	64
IV. RESULTADOS	65
4.1. Recolección de las muestras	65
4.2. Características del PET para su uso en la estabilización del suelo	65
4.3. Características del suelo natural	66
4.4. Prueba estadística	79

V. DISCUSIÓN	91
VI. CONCLUSIONES.....	93
VII. RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS.....	101

Índice de tablas

Tabla 1. Referencia para la asignación del tipo de estabilizante.	26
Tabla 2. Sistema de clasificación SUCS (suelos finos)	27
Tabla 3. Sistema de clasificación SUCS (suelos gruesos)	28
Tabla 4. Sistema de clasificación AASHTO.....	28
Tabla 5. Tamaño de las partículas del suelo	30
Tabla 6. Clasificación CBR.....	32
Tabla 7. Datos técnicos de PET propiedades mecánicas.....	38
Tabla 8. Ensayos de laboratorio.....	48
Tabla 9. Resumen de los datos obtenidos del cuadro de confiabilidad	49
Tabla 10. Resultados del grado de confiabilidad alfa de Cronbach	50
Tabla 11. Coordenadas geográficas de las calicatas	50
Tabla 12. Ensayos que se realizaron para progreso de la investigación.	52
Tabla 13. Granulometría del plástico reciclado (PET)	65
Tabla 14. Contenido de humedad del suelo natural y adición PET.....	66
Tabla 15. Datos del análisis granulométrico del suelo natural (SN).....	66
Tabla 16. Datos del análisis granulométrico 98.5% SN + 1.5% PET	69
Tabla 17. Datos del análisis granulométrico 96.5% SN + 3.5% PET	70
Tabla 18. Datos del análisis granulométrico 94.5% SN + 5.5% PET	70
Tabla 19. Composición granulométrica del suelo natural (SN) y adición (PET)	71
Tabla 20. Resultados de límites de consistencia del 100% SN	72
Tabla 21. Resultados de límites de consistencia + 1.5% PET	72
Tabla 22. Resultados de límites de consistencia + 3.5% PET	73
Tabla 23. Resultados de límites de consistencia + 5.5% PET	73
Tabla 24. Resumen de los resultados obtenidos de limite liquido	73
Tabla 25. Resumen de los resultados índice de plasticidad	74
Tabla 26. Clasificación del suelo natural	75
Tabla 27. Resultados de proctor modificado en la calicata 1.....	76
Tabla 28. Resultados de proctor modificado en la calicata 2.....	76
Tabla 29. Resultados de proctor modificado en la calicata 3.....	76
Tabla 30. Resultados del ensayo CBR del suelo natural SN y adiciones PET	77
Tabla 31. Resumen del ensayo CBR al 95% MDS con penetración de 0.1”	78

Tabla 32. Prueba de normalidad de los resultados de granulometría	80
Tabla 33. Descriptivos de los resultados de granulometría	80
Tabla 34. Análisis de varianza de los resultados de granulometría	80
Tabla 35. Comparación múltiple de los resultados de granulometría	81
Tabla 36. Subconjuntos de la prueba de Tukey	81
Tabla 37. Prueba de normalidad de los resultados de máxima densidad seca	82
Tabla 38. Descriptivos de los resultados de máxima densidad seca	82
Tabla 39. Análisis de varianza de los resultados de máxima densidad seca	83
Tabla 40. Comparación múltiple de los resultados de máxima densidad seca	83
Tabla 41. Subconjuntos en la prueba de Tukey	84
Tabla 42. Prueba de normalidad de los resultados de proctor modificado.....	85
Tabla 43. Descriptivos de los resultados de proctor modificado	85
Tabla 44. Análisis de varianza de los resultados de proctor modificado	85
Tabla 45. Comparaciones múltiples de los resultados de proctor modificado.....	86
Tabla 46. Subconjuntos en la prueba de Tukey	87
Tabla 47. Prueba de normalidad de los resultados de CBR	88
Tabla 48. Descriptivos de los resultados de CBR.....	88
Tabla 49. Análisis de Varianza de los resultados de CBR	88
Tabla 50. Comparación múltiple de los resultaos de CBR.....	89
Tabla 51. Subconjuntos en la prueba de Tukey	90

Índice de figuras

Figura 1. Avenida Juliaca desde la autopista Mártires del 4 de Noviembre	14
Figura 2. Avenida Juliaca desde la avenida circunvalación sur	15
Figura 3. Clasificación visual del suelo.....	15
Figura 4. Vía multicarril del estudio, ubicación de la toma de muestras	19
Figura 5. Vía multicarril	24
Figura 6. Capas de una carpeta asfáltica	25
Figura 7. Perfil complejo de suelos	29
Figura 8. Distribución de tamaños de material granular.	30
Figura 9. Contenido de humedad.....	31
Figura 10. Molde para ensayo de Proctor y CBR.	31
Figura 11. Esquema del equipo CBR.	32
Figura 12. Reciclaje de botellas PET	33
Figura 13. Producción de plástico reciclado	34
Figura 14. Tipos de plásticos reciclables.....	35
Figura 15. Estabilización mecánica de suelos	39
Figura 16. Suelo estabilizado con cal.	41
Figura 17. Suelo estabilizado con cemento.....	42
Figura 18. Suelo estabilizado con Escoria.....	43
Figura 19. Suelos estabilizados con cloruro de sodio.....	43
Figura 20. Suelo estabilizado con cloruro de calcio.....	44
Figura 21. Suelo estabilizado con cloruro de magnesio.	44
Figura 22. Vista de la C-01 en la Avenida Juliaca	51
Figura 23. Toma de muestra de la calicata C-02 en la avenida Juliaca.....	51
Figura 24. Muestras de las calicatas C-01, C-02, C-03	53
Figura 25. Cuarteo de la muestra M-1 suelo natural.....	53
Figura 26. Lavado de la muestra en el tamiz N°200	53
Figura 27. Tamizado del suelo natural	54
Figura 28. Muestras obtenidas posteriores al tamizado	54
Figura 29. Cuchara de Casagrande con la muestra	56
Figura 30. Toma de muestra de la cuchara de Casagrande.....	56
Figura 31. Muestras del material para los ensayos de limite liquido.....	57

Figura 32. Colocado del material al horno para su secado.....	57
Figura 33. Moldeado de la muestra en forma cilíndrica de 3mm de diámetro.....	58
Figura 34. Toma de muestras cilíndricas de 3mm de diámetro	58
Figura 35. Toma de muestras para el ensayo proctor modificado.	59
Figura 36. Proceso de compactado de la muestra por capas.....	60
Figura 37. Procedimiento del CBR con 56 golpes	61
Figura 38. Sumergido de moldes CBR suelo natural M-1 con 12-25-56 golpes ..	62
Figura 39. Reciclado y seleccionado del tereftalato de polietileno (PET).....	62
Figura 40. Proceso de lavado del material base para el estudio	63
Figura 41. Clasificación de material base.....	63
Figura 42. PET triturado tipo escamas	64
Figura 43. Carta de plasticidad	68
Figura 44. Clasificación AASHTO	69
Figura 45. Curvas granulométricas promedio del SN y adiciones PET.....	71
Figura 46. Diagrama de la proporción del suelo natural y el añadido con PET	72
Figura 47. Grafica de niveles resultantes de límite líquido	73
Figura 48. Grafica de niveles resultantes de índice de plasticidad	74
Figura 49. Grafica de niveles resultantes del ensayo CBR.....	78

Índice de abreviaturas

PET	: Tereftalato de polietileno
MTC	: Ministerio de transportes y comunicaciones
ONG	: Organización no gubernamental
CBR	: California bearing ratio
PDC	: Penetrómetro dinámico de cono
AASHTO	: American association of state highway and transportation officials
SUCS	: Sistema unificado de clasificación del suelo.
HDPE	: Polietileno de alta densidad
PVC	: Policloruro de vinilo
LDPE	: Polietileno de baja densidad
PP	: Polipropileno
PS	: Poliestireno
CaCl ₂	: Cloruro de calcio
MgCl ₂	: Cloruro de magnesio
NaCl	: Cloruro de sodio
CO ₂	: Dióxido de carbono
O ₂	: Oxígeno
PH	: Potencial hidrógeno
MR	: Modulo resilente
LL	: Limite liquido
LP	: Limite plástico
IP	: Índice de plasticidad
SN	: Suelo Natural
Sig.	: Significancia
GI	: Grados de libertad
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
MDS	: Máxima densidad seca
GC	: Grupo control
GE	: Grupo experimental

Resumen

El presente proyecto de investigación con título “Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021” se realizó con el objetivo de estabilizar los suelos cohesivos a nivel subrasante con la ayuda del tereftalato de polietileno (PET) en proporciones de 1.5%, 3.5%, 5.5% respecto al suelo natural seco para una vía multicarril de la ciudad de Juliaca.

En la actualidad se buscan distintas soluciones para mejorar las propiedades mecánicas del suelo como aditivos u otros influyentes, esto conlleva a que utilicemos los residuos sólidos como el plástico reciclado para su utilización en diferentes campos de la ingeniería, puesto que el plástico (PET) es un material que posee propiedades físicas y mecánicas flexibles, brindando la resistencia necesaria para mejorar las propiedades mecánicas del suelo, a su vez mitigar la contaminación ambiental que produce el plástico en la ciudad de Juliaca.

El procedimiento para el uso del plástico reciclado (PET) está determinado por el estudio de una muestra denominado grupo control (suelo natural) y las muestras experimentales con adicciones de (1.5%, 3.5%, 5.5% PET), para posteriormente realizar ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de atterberg, proctor modificado y CBR.

Los resultados del análisis granulométrico determinaron un suelo (CL) arcilla inorgánica de baja plasticidad por el método SUCS y un tipo (A-4) suelos limosos por el método AASHTO, demostrando que es un suelo inadecuado a nivel de subrasante, los resultados del óptimo contenido de humedad demostraron que el peor resultado es la combinación de 100% SN y el mejor resultado es la combinación 98.5% SN + 1.5% PET, los resultados del ensayo de CBR demostraron un incremento en su capacidad de soporte del 2.2% respecto del suelo natural esto se logró con la combinación de 98.5% SN + 1.5% PET.

Palabras clave: Cohesivo, subestructural, polietileno, estabilización.

Abstract

The present research project entitled "Recycled plastic in the stabilization of cohesive soils to improve the subgrade of a multilane road, Juliaca 2021" was carried out with the aim of stabilizing cohesive soils at the subgrade level with the help of polyethylene terephthalate (PET) in proportions of 1.5%, 3.5%, 5.5% with respect to the dry natural soil for a multi-lane road in the city of Juliaca.

At present, different solutions are being sought to improve the mechanical properties of the soil as additives or other influences, this leads us to use solid waste such as recycled plastic for use in different fields of engineering, since plastic (PET) is a material that has flexible physical and mechanical properties, providing the necessary resistance to improve the mechanical properties of the soil, in turn mitigating the environmental pollution produced by plastic in the city of Juliaca.

The procedure for the use of recycled plastic (PET) is determined by studying a sample called a control group (natural soil) and experimental samples with additions of (1.5%, 3.5%, 5.5% PET), to later carry out tests of grain size, moisture content, atterberg limits, modified proctor and CBR.

The results of the granulometric analysis determined a soil (CL) inorganic clay of low plasticity by the SUCS method and a type (A-4) silty soils by the AASHTO method, showing that it is an inappropriate soil at the subgrade level, the results of the optimal Moisture content showed that the worst result is the combination of 100% SN and the best result is the combination 98.5% SN + 1.5% PET, the results of the CBR test showed an increase in its bearing capacity of 2.2% with respect to the soil Naturally, this was achieved with the combination of 98.5% SN + 1.5% PET.

Keywords: Cohesive, substructural, polypropylene, stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

La estabilización de suelos es un punto crucial para la realización de obras civiles ya que constituye el soporte y la resistencia a la compresión de las estructuras como carreteras, vías urbanas, puentes, edificaciones, canales entre otros, el propósito de mejorar las propiedades que posee el suelo a través de técnicas con procedimientos mecánicos, como también la incorporación de productos naturales, sintéticos y químicos. Tales estabilizantes son aplicados por lo general en suelos cohesivos, inapropiados o débiles, estos tipos de suelos son recurrentes en gran parte de zonas de la ciudad de Juliaca, afectando la elaboración y ejecución de obras viales ya que en esta ciudad el crecimiento poblacional ha traído consigo la necesidad de buscar zonas donde habitar haciendo necesario la construcción de vías de acceso.

Los problemas de la sierra sur del país son las precipitaciones pluviales y las bajas temperaturas ya que el distrito de Juliaca se encuentra a 3,824 metros sobre el nivel del mar, esto hace que las vías con suelos afirmados a lo largo del tiempo pierdan estabilidad haciendo que la transitabilidad de vehículos sea cada vez más difícil debido a los hundimientos que estas vías presentan, tal es el caso de la avenida Juliaca en el distrito de Juliaca, provincia San Román región Puno. Al ser una vía multicarril que une dos principales accesos a la ciudad de Juliaca como son la avenida Circunvalación Sur y la autopista Mártires del 4 de Noviembre, como se observa en las figuras N° 1 y N° 2.



Figura 1. Avenida Juliaca desde la autopista Mártires del 4 de Noviembre



Figura 2. Avenida Juliaca desde la avenida circunvalación sur

El tipo de suelo para el proyecto de investigación presenta todas las características que posee un suelo cohesivo, ya que uno de los factores para determinar esta aseveración es que en esta zona la mayoría de viviendas cuenta con un pozo de agua subterráneo, esto demostró la presencia de agua subterránea a una profundidad de 1.5 metros, las características que presenta este suelo desde la superficie son (humus / suelo natural, arcilla, arena fina, limo) como se observa en la figura N°3, estos tipos de suelos no cumplen con los parámetros necesarios para garantizar la estabilidad a nivel subrasante, corte o relleno debido a la alta deformación que presenta al contacto con el agua, alto índice de plasticidad y su baja resistencia al corte.

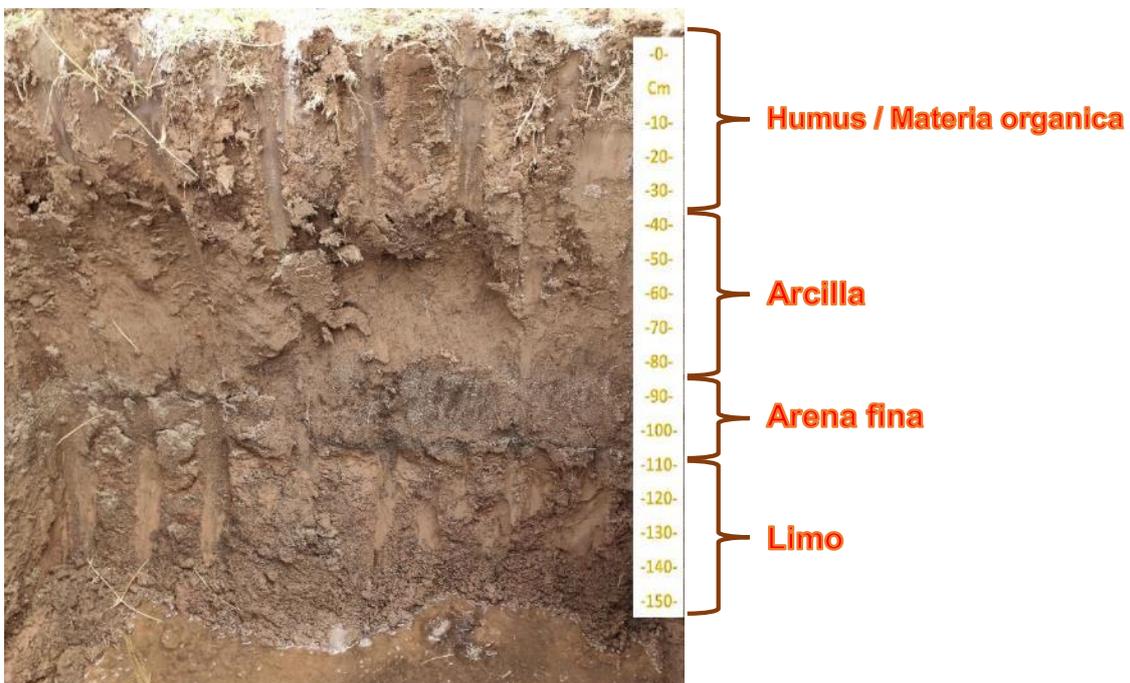


Figura 3. Clasificación visual del suelo

Para esta investigación se puso como objetivo la estabilización de suelos con materiales reciclados como el tereftalato de polietileno (PET), como una alternativa de solución al problema de los residuos sólidos y disminuyendo el índice de contaminación que presenta nuestro país y la ciudad de Juliaca. Mediante la incorporación de plástico reciclado PET en suelos cohesivos, se pretende lograr una mejora en sus características y propiedades tanto físicas como mecánicas, para así lograr los parámetros mínimos en la estabilización de suelos según el manual de carreteras MTC – suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

1.1. Formulación del problema

En los últimos años en la Región Puno se ha estudiado diferentes medidas y técnicas para el mejoramiento de suelos cohesivos ya sea a nivel de base, sub-base o afirmado en la construcción de carreteras adhiriéndole diferentes tipos de aditivos y materiales, basándose en los parámetros mínimos establecidos según el manual de carreteras MTC - suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

En la actualidad el crecimiento poblacional trae como necesidad nuevas vías de comunicación para el desarrollo de la calidad de vida de las familias, de tal manera se propone ejecutar la construcción de nuevas pistas con estabilizante de plástico reciclado, otro punto adicional a tratar en la investigación será de reducir la contaminación ambiental, diferentes actividades económicas como los centros comerciales, mercados, instituciones e industrias han desarrollado un aumento significativo de desechos inorgánicos lo que conlleva a la acumulación de basura, las entidades privadas, públicas y representantes de ONG ven esta problemática y plantean una solución, de segregar el material para así utilizarlo en esta y otros tipos de investigación.

1.1.1. Problema general

¿Cómo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos mejoraría la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021?

1.1.2. Problemas específicos

- a. ¿Con un registro granulométrico adecuado se clasificaría el tipo de suelo natural de una vía multicarril mediante los métodos SUCS y AASHTO?
- b. ¿Con una correcta técnica de clasificación se definiría una densidad aceptable aplicando como aditivo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos?
- c. ¿Con una adición establecida se lograría una mezcla de mayor resistencia utilizando el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Mejorar la subrasante de una vía multicarril por medio del plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos.

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Clasificar el tipo de suelo natural de una vía multicarril mediante los métodos SUCS y AASHTO con un registro granulométrico adecuado.
- b. Definir una densidad aceptable aplicando como aditivo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos mediante una correcta técnica de clasificación.
- c. Lograr una mezcla de mayor resistencia utilizando el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos por medio de una adición establecida.

1.3. Justificación del estudio

1.3.1. Justificación técnica

La investigación da el uso de nuevas alternativas de solución para mejorar y estabilizar los suelos cohesivos de muy baja calidad, ya que en la investigación se toma la avenida Juliaca como zona de estudio siendo un conector de 2 vías muy importantes, se propone el uso del plástico reciclado PET para demostrar que su valor estaría por debajo del costo de otros materiales granulares y otros tipos de estabilizantes.

1.3.2. Justificación social

En una de las etapas se realizaron varios los ensayos de CBR usando proporciones diferentes de plástico reciclado PET 1.5%, 3.5% y 5.5%, con lo cual se comprobó la reutilización de este material en obras de construcción civil, desde un punto de vista técnico y en beneficio del medio ambiente.

1.3.3. Justificación natural

Ya que el material de estabilización utilizado en esta investigación es el plástico reciclado, podemos mencionar que es un material contaminante en la ciudad de Juliaca y uno de los factores más influyentes en la contaminación ambiental en el mundo, causando cambios climáticos por la acumulación y degradación en los océanos, basurales, bosques.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos mejorará la subrasante de una vía multicarril.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a. Un registro granulométrico adecuado clasificará el tipo de suelo natural de una vía multicarril mediante los métodos SUCS y AASHTO.
- b. Una correcta técnica de clasificación se definirá una densidad aceptable aplicando como aditivo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos.
- c. Una adición establecida logrará una mezcla de mayor resistencia utilizando el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos.

1.5. Delimitación

1.5.1. Delimitación conceptual

Según (Alfaro, 2013, p.26) permite al investigador especificar el espacio territorial en el cual se va desarrollar la investigación. La investigación se realizó en la zona sur del país.

1.5.2. Delimitación espacial

El trabajo de investigación se realizó en la avenida Juliaca (salida puno) con progresivas 00+000km - 01+150km como se observa en la figura N°4, en el Distrito de Juliaca, Provincia de San Román, Región Puno.

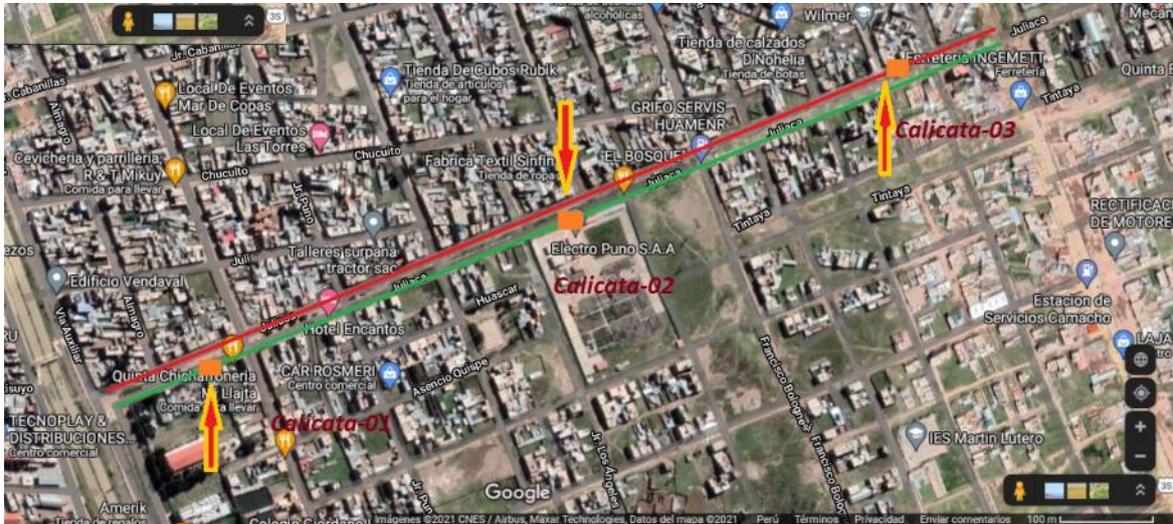


Figura 4. Vía multicarril del estudio, ubicación de la toma de muestras
Fuente: Google earth

1.5.3. Delimitación temporal

La investigación se realizó en un periodo de tiempo de 16 semanas (4 meses), iniciando el mes de abril y finalizando el mes de julio, los 2 primeros meses se desarrolló la investigación y toma de datos, el tercer mes se realizó las pruebas de laboratorio y el cuarto mes procesamiento de los resultados obtenidos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes nacionales

Según los autores Gil & Nuñez (2018, p. iv), en su investigación propone como objetivo adicionar fibras de PET reciclado para la estabilización de taludes arcillosos comprobando la resistencia que posee el suelo, su cohesión y los ángulos de fricción interna que poseen, donde la adición del material plástico reciclado PET se distribuyó de forma aleatoria y homogénea de acuerdo a la masa de la muestra de suelo, por lo cual analizaron las muestras de la carretera Trujillo – Huamachuco kilómetro 120 del lado derecho del talud. El método de investigación es inductivo – deductivo. EL procedimiento de los autores proponen realizar 5 ensayos de laboratorio, extrayendo 3 muestras de suelos arcilloso con adición a cada una de 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2% y 1.5% fibras de PET con dimensiones menores a 20 milímetros de largo, los resultados más relevante los proporciona el ensayo de compresión triaxial estático no consolidada – no drenado (UU), también utilizaron el análisis matemático del profesor Alan Bishop, la investigación tiene una conclusión de; un 0.6% fibras de PET añadido al suelo es la cantidad adecuada para este tipo de estabilización del suelo arcilloso, la resistencia del suelos mejora hasta un 49.45%, la cohesión y el ángulo de fricción mejoran hasta un 72.73%.

Según los autores Sinche & Zevallos (2019), En Lima se propuso la investigación influencia de escamas de tereftalato polietileno (flake PET) en el comportamiento mecánico de los suelos areno arcillosos, como objetivo fue determinar por medio de los ensayos de laboratorio la influencia de las escamas de PET en los suelos areno arcillosos, su contenido de humedad y capacidad de soporte (p. I). Su metodología, el tipo de investigación es aplicada, su nivel de investigación es descriptiva y el diseño de investigación es experimental. Su procedimiento, el autor añade 4 distintas proporciones las cuales son 2.5%, 5%, 7.5% y 10% escamas de PET, realizando ensayos de laboratorio siendo los principales proctor estándar y corte directo, los autores quieren aprovechar las propiedades del tereftalato polietileno (PET) para mejorar el comportamiento mecánico (p. 45), Su conclusión, el contenido de humedad en la dosificación de 10% de PET + 90% de suelo se obtiene 1.38% siendo en la proporción que más desciende la humedad, la más

favorable incorporación es de 2.5% PET + suelo natural, ya que el ángulo de fricción tiene un ligero incremento mientras con la adición de 5% de PET + suelo natural no muestra cambio alguno del ángulo de fricción. Este aditivo afecta al comportamiento del suelo al ser sometido a los ensayos de Proctor estándar y de corte directo, por motivo los lados del PET son lisos y provocan que la falla de corte sea con más facilidad, por eso se recomienda que el PET sea lo menos liso posible, (P.77;78).

Los autores Quispe & Sañac (2018), en la investigación influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado a nivel de la sub rasante de la Av. Micaela Bastidas, como objetivo principal los autores proponen la incorporación del plástico PET para las capas de Sub-rasante en la Avenida Micaela Bastidas de la ciudad de Tamburco. Su metodología de investigación es deductivo e inductivo, su tipo de investigación es aplicada y nivel de investigación es descriptivo, se realizaron varios ensayos de laboratorio para determinar una serie de resultados y determinar el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante, los autores realizaron incorporación de porcentaje de PET + suelo natural de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% para la determinación de la granulometría ideal, realizaron ensayos de CBR y determinaron que la dosificación óptima del 5% de PET + suelos natural es el que mejora significativamente el suelo logrando alcanzar un incremento del CBR de un valor 3.4% hasta llegar a 7.8% (p.iii).

El autor Zenteno (2018), en su investigación de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno para la estructura de los pavimentos flexibles menciona como objetivo principal la evaluación y efecto de la estabilización de suelo fino y sus alteraciones, añadiendo el material tereftalato polietileno (PET), el método de investigación es experimental y correlacional, el autor realiza las incorporaciones de 4%, 6%, 8% y 10% de PET para mejorar las propiedades mecánicas en la conformación de la estructura del pavimento flexible, también usa como referencia las Normas Técnicas Peruanas (2013), llegando a la conclusión que la incorporación un 2% de tereftalato polietileno es la más adecuado para la capacidad de soporte al esfuerzo cortante (CBR) en la Capa de sub base y subrasante del pavimento, (p. 17).

2.2. Antecedentes internacionales

Según Gessesse (2019), la estabilización de suelos es una operación de mejora en las características de resistencia que posee el suelo, mediante la compactación mecánica y la adición de agentes estabilizantes como cal, cemento y desechos de demolición, el objetivo de esta investigación es estabilizar los suelos arcillosos expansivos mediante el uso de plástico reciclado tereftalato de polietileno (PET). La metodología es experimental ya que la determinación de su eficacia se comprobará mediante ensayos de laboratorio como proctor estándar, límites de atterberg, la clasificación del material será en porcentaje de 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% respecto al peso del suelo con dimensiones 0.5mm de ancho y 0.5mm de largo. Los resultados de los ensayos demostraron que hubo un incremento en la densidad máxima seca del suelo al añadir plástico tereftalato de polietileno (PET) con un porcentaje del 0.3% añadido al suelo, comparado con la no incorporación de plástico (0% añadido 1.946 g/cc y con 0.3%añadido 1.972 g/cc).

Según Luwalaga (2016), la investigación tiene como objetivo la gestión de los residuos sólidos y el desafío que este enfrenta en el campo de la ingeniería civil mediante el análisis de compuestos plásticos tereftalato de polietileno (PET), ya que la mayoría de los sectores como agricultura, automotriz, educación, gobierno, salud, etc. utilizan productos plásticos. El uso que se le da en la investigación es para el mejoramiento del suelo a nivel subbase - subrasante, mejorando su capacidad de carga y CBR. La metodología de la investigación es experimental ya que incluyo ensayos CRB y corte directo, el suelo se reforzó con escamas de residuos plásticos PET en porcentajes variables de 12.5%, 22.5%, y 32.5%. Los resultados de la investigación nos dan a conocer que el porcentaje optimo añadido a la muestra del suelo es del 22.5% mostrando un mejoramiento del ángulo de fricción del 15.32% a comparación de las otras muestras que obtuvieron (12.5% mejoramiento del 4.68% y 32.50% mejoramiento del 6.75%).

Según Mishra (2016), la estabilización del suelo de la subrasante es la principal preocupación en cualquier proyecto de carreteras, este articulo tienen como objetivo estudiar la estabilización del suelo en la subrasante y el efecto sobre las propiedades del suelo mediante la adición de fibras recicladas de tereftalato de

polietileno (PET). La metodología es experimental ya que se realizaron comparativas y ensayos de laboratorio, se realizaron varias pruebas para estudiar el efecto de la incorporación de fibras recicladas de PET reciclado con intervalos de porcentaje (0.2, 0.4, 0.6 y 0.8% en relación al peso del suelo seco) posteriormente se realizó las pruebas de límites de Atterberg realizada para determinar el límite líquido, el límite plástico y el límite de contracción, la incorporación se realizó en diferentes porcentajes de fibras PET recicladas (0,4, 0,8 y 1,2% en proporción al peso de suelo). El resultado que se obtuvo fue el aumento en el valor de CBR en los factores 1.16, 1.60, 1.67, 1.65, respetivamente para un contenido de fibra PET 0.2%, 0.4%, 0.6%, y 0.8%, en comparación con los resultados obtenidos del suelo natural, se determinó un aumento en el valor de CBR ya que es responsable de la mejora de la resistencia del suelo. El valor más alto de CBR se obtuvo al agregar un 0.6% de contenido de fibra de PET por peso de suelo.

Según Kassa et al.(2020), los suelos arcillosos expansivos son los tipos de suelos cuyo volumen cambia con la cantidad de agua que poseen, tienen un comportamiento de hinchazón y encogimiento que es un peligro grave para las estructuras construidas sobre ellos. Esta investigación científica tiene como objetivo el reforzar y estabilizar los suelos arcillosos con tiras de plástico reciclado (tereftalato de polietileno), este material plástico se preparó y agregó en tres proporciones de mezcla diferentes (0.5%, 1%, y 2% en relación al peso del suelo), con características de (5mm x 7.5mm, 10mm x 15mm, 15mm x 20mm), la metodología de la investigación es experimental ya que se basa en un conjunto de variables que se demuestran con pruebas de laboratorio como el ensayo de proctor modificado. Los resultados de los ensayos demostraron que la mayor reducción de densidad se obtuvo con la combinación del 2% de plástico reciclado añadido con un tamaño de tira de 10mm x 15mm obteniendo una reducción del 44% con respecto de otras combinaciones.

Según Kirubakaran et al. (2028), este artículo tiene como objetivo la estabilización del suelo arcilloso mediante la aplicación de botellas de PET (tereftalato de polietileno) para su uso eficiente y enfrentar los desafíos de la sociedad, como reducir las cantidades de desechos plásticos, mejorar las propiedades físicas del

suelo, capacidad de carga mediante compactación controlada y la resistencia al cizallamiento, las botellas PET (tereftalato de polietileno) se utilizaron en diferentes proporciones (3%, 5% y 7%) de tamaños inferiores a 0.5 mm. La metodología a usar es experimental ya que hubo una comparativa y la realización de ensayos de propiedades índice de los suelos, proctor estándar, compresión no confinada, contenido de humedad, CBR, para así encontrar las propiedades del suelo que aumentaron la capacidad de carga del suelo. Los resultados que se obtuvieron en las pruebas son que con un porcentaje de (3%, 5% y 7 %) los valores obtenidos mediante el ensayo de CBR son (4.75, 5.81, 4.85%) respectivamente y con un valor de CBR del suelo natural de 3.95% demostrando que cuando se añade al suelo el 5% de las botellas de PET con un tamaño inferior a 1mm tiene una mejora.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Vías multicarril

Se denominan carreteras a las vías de uso y dominio público que son proyectadas, construidas y señalizadas con el propósito de la circulación de vehículos. Son carreteras multicarril aquellas que, sin ser autopistas tienen por lo menos dos carriles destinados a la circulación de vehículos para cada sentido, con una separación entre ellos, contemplando accesos o cruces a nivel. Por último, se califican como carreteras convencionales las que no reúnen las características propias de las autopistas, ni las de las carreteras multicarril, ni las de las autovías. Lefebvre (2015)



Figura 5. Vía multicarril

Fuente: <https://cutt.ly/lm5zGVZ>

2.3.2. Subrasante

Es la capa que se encuentra apoyada a la estructura del pavimento que sirve como fundación, entre mejor calidad y resistencia adecuada de la Subrasante el espesor del pavimento será reducido. Ensayos para saber la resistencia de los suelos CBR, placa de carga, Penetración dinámica de cono (PDC), Modulo resiliente (MR) pavimento Flexible, Modulo de Balasto pavimento rígido. (Todo vial, 2020)

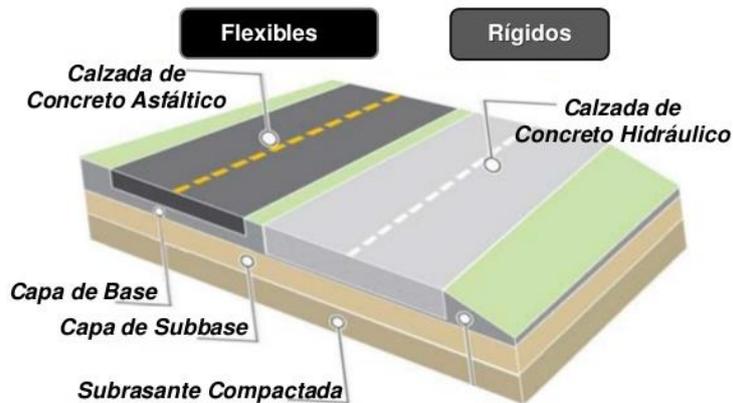


Figura 6. Capas de una carpeta asfáltica
Fuente: <https://t.ly/gxWV>

2.3.3. Suelos cohesivos

Según Crespo (2004, p.26), indicó que todo aquel suelo que presenta cohesión, es decir, poseen fuerzas internas que las mantienen unidas debido a la atracción molecular, estos pueden ser limos.

2.3.4. Suelos no cohesivos

Según Crespo (2004, p.26), indicó que todo aquel suelo que contiene fragmentos de roca sin ninguna clase de cementación, como es el caso de las gravas y arenas.

2.3.5. Estabilización de suelos

El propósito de los ingenieros civiles es tener un suelo estable, mejorar su composición mecánica y llegar a la estructura inicial del suelo para la ejecución obras civiles, para ello se tiene que tener un suelo totalmente tratado ya sea por los diferentes métodos existentes, MTC (2014,p.107) en la tabla N°1 tenemos el método de selección del tipo de suelo y el estabilizante recomendado.

Tabla 1. Referencia para la asignación del tipo de estabilizante

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1 A	SW ó SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Pórtland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM ó SC ó SM - SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Pórtland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal - Cemento - Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW ó GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3) Cal - Cemento - Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM ó GC ó GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal - Cemento - Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML-CL	(1) Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP_{20} + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla } \text{N}^{\circ} 200) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador		Fuente: US Army Corps of Engineers

Fuente: (MTC, 2013)

2.3.6. Descripción de los suelos.

a. Clasificación de suelos

Su clasificación está dada por los métodos AASHTO y SUCS.

➤ Unified Soil Classification System (SUCS)

Se divide en dos grupos determinados por arena fina y arena gruesa, se considera que el 50% de la muestra es retenida por el tamiz #4 se le asigna la letra G y si más del 50% de la muestra pasa por el tamiz #4 se le asigna la letra S, (Farias, 2004, p.04), como se observa en las tablas N°2 y N°3.

➤ American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

Este sistema consta de 7 grupos en su clasificación, se ubica de acuerdo a los resultados de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. estos se comparan en la tabla realizando un cruce de izquierda a derecha, como se observa en la tabla N°4. (Farias Brizuela, 2004, p.1)

Tabla 2. Sistema de clasificación SUCS (suelos finos)

Sistema de clasificación SUCS			
Finos (≥ 50% pasa 0,08 mm)			
Tipo de Suelo	Símbolo	Lím. Líq.	Índice de Plasticidad *
		wL	IP
Limos	ML	< 50	< 0,73 (wL - 20) ó < 4
Inorgánicos	MH	> 50	< 0,73 (wL - 20)
Arcillas	CL	< 50	> 0,73 (wL - 20) y > 7
Inorgánicos	CH	> 50	> 0,73 (wL - 20)
Limos o Arcillas orgánicos	OL	< 50	** wL seco al horno
	OH	> 50	≤ 75% del wL seco al aire
Altamente	Pt	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente	
* Si $IP \equiv 0,73 (wL - 20)$ ó si IP entre 4 y 7 e $IP > 0,73 (wL - 20)$, usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH			
** Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente wL seco al horno			
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej. :CH-MH en vez de CL - ML			
Si wL = 50; CL-CH ó ML-MH			

Fuente: (Farias, 2004, p.09)

Tabla 3. Sistema de clasificación SUCS (suelos gruesos)

Sistema de clasificación SUCS						
Gruesos (< 50% pasa 0,08 mm)						
Tipo de Suelo	Símbolo	% Retenido en 5 mm	% Pasa* 0,08 mm	CU	CC	**IP
Gravas	GW	≥ 50% de lo Retiene en 0,08 mm	< 5	> 4	1 a 3	Si no cumple requisitos de GW es GP.
	GP					
	GM		> 12			< 0,73 (wL- 20) ó < 4
	GC					> 0,73 (wL- 20) y > 7
Arenas	SW	< 50% de lo Retiene en 0,08 mm	< 5	> 6	1 a 3	Si no cumple requisitos de SW es SP.
	SP					
	SM		> 12			< 0,73 (wL- 20) ó < 4
	SC					> 0,73 (wL- 20) y > 7
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC						
** Si IP ≅ 0,73 (wL- 20) ó si IP entre 4 y 7						
e IP > 0,73 (wL- 20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC						
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$				$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$		

Fuente: (Farias, 2004,p.09)

Tabla 4. Sistema de clasificación AASHTO

Sistema de clasificación AASHTO											
Clasif. General	Suelos Granulares (≤ 35% pasa 0,08 mm)						Suelos Finos (> 35% Bajo 0,08 mm)				
Grupo	A-1		A-3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5**
											A-7-6**
2 mm	≤ 50										
0.5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0.08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				≥ 36			
WL				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
* * A - 7 - 5 : IP ≤ (wL - 30)						* * A - 7 - 6 : IP > (wL - 30)					
IG = (B / 0,08 - 35) (0,2 + 0,005 (wL - 40)) + (B / 0,08 - 15) (IP - 10) x 0,01											
* Para A - 2-6 y A - 2-7: IG = (B / 0,08 - 15) (IP - 10) x 0,01											
Si el suelo es NP → IG = 0 ; Si IG < 0 → IG = 0											

Fuente: (Farias, 2004, p. 08)

b. Calicata

“Excavación realizada en la superficie de un terreno el cual se someterá a estudios de laboratorio, con el propósito de observar y evaluar los estratos que posee el suelo, características a diferentes niveles de profundidad y eventualmente obtener una muestra característica del mismo”, podemos observar en la figura N°7 las 6 capas del suelo.

1. los horizontes orgánicos desprovistos de materia mineral “O”
2. Los horizontes órgano-minerales “A”.
3. Los horizontes de lavado (limos arcilla, moléculas orgánicas, nutrientes) “E”.
4. Los horizontes minerales edafizados “B”
5. Horizontes poco edafizados, material parental de la que proceden los suelos “C”
6. La roca madre o no alterada, “R” o “D”. Ibáñez (2008)

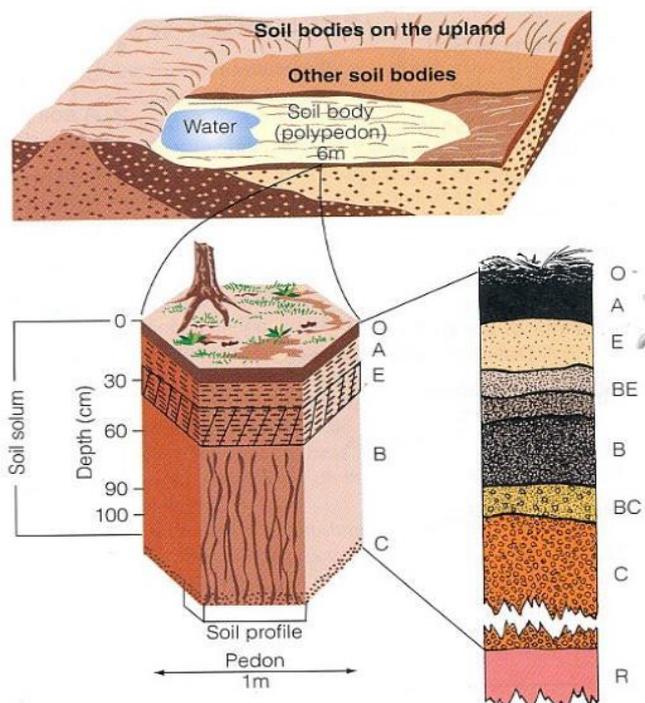


Figura 7. Perfil complejo de suelos
Fuente: Ibáñez (2008)

c. Granulometría

“Método por el cual se clasifican los suelos según el porcentaje retenido en cada tamiz, y la distribución de los agregados, según el método AASHTO y SUCS”, según la tabla N°5. (MTC, 2013)

Tabla 5. Tamaño de las partículas del suelo

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

Fuente: (Carreteras, 2014p.36)

d. Curva granulométrica

“La representación gráfica del ensayo de granulometría del material retenido, pasante en cada uno de los tamices. En el eje de las abscisas se encuentra el diámetro en milímetros de los tamices utilizados y en el eje de las ordenadas el porcentaje que pasa o sus complementos a 100 que son retenidos acumulados”, Toriac (2012, p. 303), como se observa en la figura N°8.

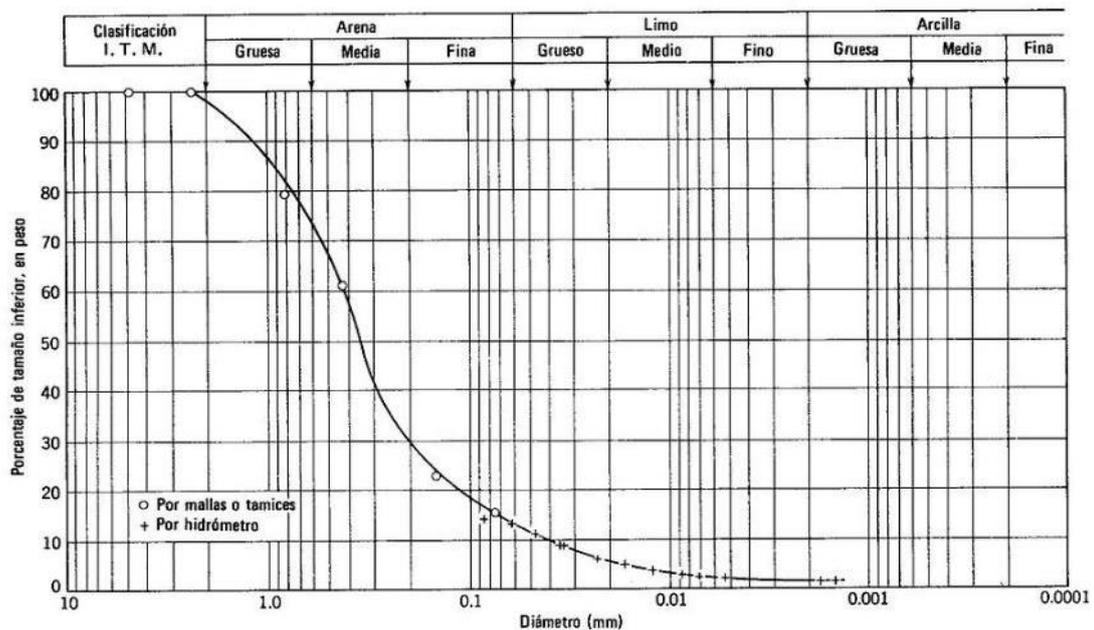


Figura 8. Distribución de tamaños de material granular.

Fuente: <https://rb.gy/6h7lgo>

e. Contenido de humedad

Dávila (2012), “El método más utilizado es del secado al horno, donde se determina el peso del agua en % al de la masa del suelo, como se observa en la

figura N°9. Una característica del suelo fino es el cambio de volumen, la cohesión, por tanto, la estabilidad mecánica del esfuerzo puede ser mediante un proceso estándar o un proceso modificado”.

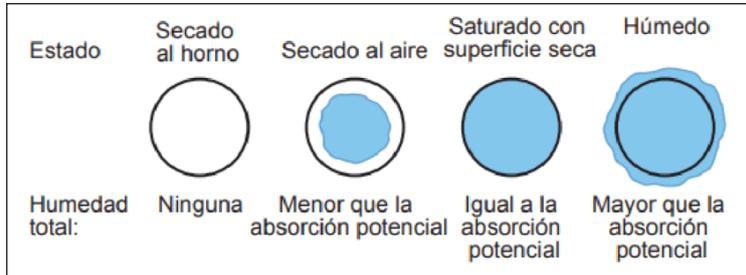


Figura 9. Contenido de humedad.

Fuente: <https://rb.gy/7yzj1e>

f. Prueba proctor modificado

López (2020, p.02), menciona, en la construcción de obras viales los terraplenes deben alcanzar una resistencia mecánica y reducir los espacios vacíos, se vio la necesidad de desarrollar mayores resistencias y densidades en muchos materiales realizándose mayor la compactación. Por esta razón se desarrolló la prueba del proctor modificado, figura N°10.

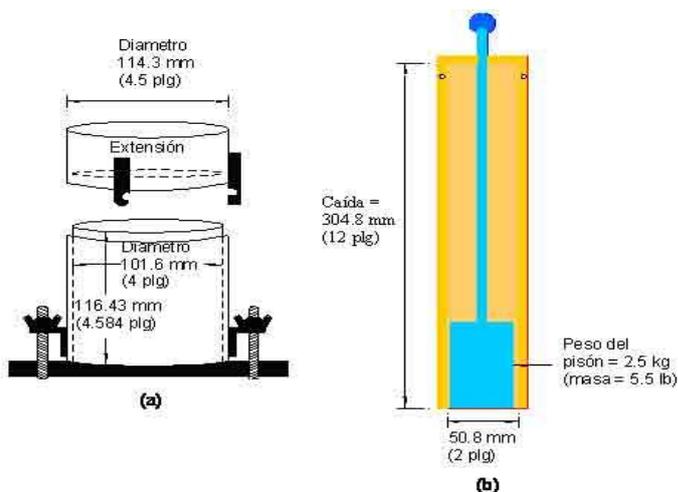


Figura 10. Molde para ensayo de Proctor y CBR.

Fuente: <https://rb.gy/dgfecr>

2.3.7. CBR (California Bearing Ratio)

Araujo (2014), menciona que, CBR es la resistencia al esfuerzo cortante o punzonamiento del suelo en función a la densidad y humedad, evalúa la capa base,

subbase, subrasante y capa asfáltica, se calcula la penetración a 0.1” y 0.2”.

Para realizar el ensayo se prepara previamente una mezcla de muestra de suelo con una cantidad de agua requerida para conseguir una humedad óptima, conseguida en el ensayo de proctor, se compacta al 95% y 100% de la máxima densidad seca para realizar el ensayo de CBR.

“Para calcular la resistencia de penetración, se confeccionan tres moldes las cuales son saturadas por tiempo de 96 horas para simular las condiciones de trabajo, después de haber sometido a distintas fuerzas para su compactación, a 12golpes, 25golpes y 56golpes respectivamente”, el equipo usado se muestra en la figura N°11 y la clasificación de los valores de subrasante de acuerdo a los resultados del CBR en la tabla N°6.

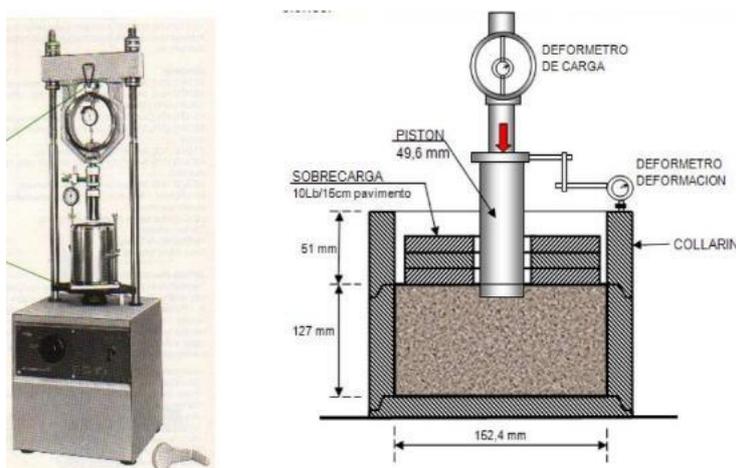


Figura 11. Esquema del equipo CBR.

Fuente: <https://rb.gy/jey6kf>

Tabla 6. Clasificación CBR

Categoría	CBR(%)	Comportamiento como subrasante
S ₅	CBR ≥ 30	Subrasante Excelente
S ₄	≥ 20% A < 30%	Subrasante Muy Buena
S ₃	≥ 10% A < 20%	Subrasante Buena
S ₂	≥ 6% A < 10%	Subrasante Regular
S ₁	≥ 3% A < 6%	Subrasante Pobre
S ₀	CBR < 3%	Subrasante Inadecuada

Fuente: (MTC, 2013)

2.3.8. Reciclado botellas de plástico (PET)

Lo realizan las plantas recicladoras, ONG, municipalidades distritales y provinciales mediante contenedores y camiones para ser tratado, posteriormente exportado fuera del territorio peruano, estas entidades no solo recolectan este tipo de material, también todo material reciclable: papel, caucho, fierros entre otros, figura N°12



Figura 12. Reciclaje de botellas PET
Fuente: (Treviño, (2019)

2.3.9. Clasificación de fibras (PET)

Se clasifica el material PET primeramente por los colores de escamas obtenido del proceso de triturado, seguidamente se clasifico según el tamaño, pasantes por el tamiz 3/8" y retenidos por el tamiz N°4, aproximadamente de 5mm a 10mm, para posteriormente usarlo en los grupos experimentales.

2.3.10. Producción y adquisición del PET, proceso de lavado y secado

El material PET para este trabajo de investigación se obtendrá de ONGs, Municipios y Plantas Recicladoras de este embace de la Provincia de San Román, encontraremos varias plantas que se dedican al recojo de envases PET, una vez obtenido el material se procede a ser colocado en la maquinaria trituradora obteniendo retazos de PET (escamas), seguidamente se lleva a realizar el lavado del material PET en cilindros o bateas grandes para la debida desinfección y limpieza del material, el procedimiento de limpieza se repetirá unas 3 veces como mínimo hasta que agua no tenga presencia de turbidez, suciedad o sedimentos flotantes, posteriormente al material PET se coloca a la intemperie para el secado con los rayos solares para así poderlo llevar al laboratorio y realizar el debido mezclado con la muestra en estudio como se observa en la figura N°13.



Figura 13. Producción de plástico reciclado

2.3.11. Costo del PET

El costo del material obtenido de manera industrial tanto en PET (en envase) el precio se da por kilogramo (kg) S/. 0.80 y el PET triturado (en escamas) es de acuerdo al proceso tratado; sin el debido proceso de lavado el precio es de S/. 1.20 por kilogramo (kg) y el material por el proceso de lavado limpio y listo para realizar los trabajos es de S/.1.50 por kilogramo (kg). Cabe mencionar que la obtención de este material es económica ya que resulta factible para el desarrollo de esta investigación y realizar experimentos con este material en el presente y futuro.

2.3.12. Impacto ambiental

O también llamado impacto antrópico es todo cambio generado por la acción del hombre tanto positivo como negativo hay diferentes tipos de impacto ambiental los cuales son: Persistente, Temporal, Reversible e Irreversible. Impacto ambiental (2013)

2.4. Marco conceptual

2.4.1. ¿Qué son los polímeros?

Textos científicos (2005), menciona, que está formado por moléculas de tamaño normal, diferentes tipos y clases forman los polímeros, se les distinguen por tener resistencia mecánica la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida

diaria son materiales sintéticos con propiedades y el aplicaciones variadas. Posada Bustamante (2012), El PET proviene del procesamiento entre el antimonio y el polímero, la degradación de este material alcanza los 700 años ya que los microorganismos no pueden combatirlos ni desintégramos.

2.4.2. Tipos de polímeros

Cada embace de plástico (botella) tiene un número en la parte inferior la cual indica el tipo de plástico son (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Como se observa la figura N°14.



Figura 14. Tipos de plásticos reciclables.
 Fuente: (Corporacion Ezequiel Zamora, 2020)

➤ **PET (tereftalato de polietileno)**

Es un material sumamente reciclable, económico, liviano, impermeable que no permite entrada de oxígeno se utiliza principalmente en las botellas para el envasado de bebidas, Con el proceso de reciclaje se logra obtener fibras para relleno de bolsas de dormir, cuerdas, alfombras y almohadas. Rodriguez, (2019)

➤ **HDPE o PEAD (polietileno de alta densidad)**

Tiene cierta dureza que soporta temperaturas de hasta 120 °C (poco tiempo) su densidad oscila entre los 0.93 y 0.97 g/cm³. Mediante su reciclaje pueden ser utilizadas para maceteros de jardín, contenedores de basura, envases de motores botellas de detergente, entre otros elementos. Rodriguez, (2019)

➤ **V o PVC (cloruro de polivinilo)**

El PVC es un material que se le añade aditivo para que se transforme en diferentes propiedades como flexibilidad rigidez opacidad, transparencia, su permeabilidad es baja y alta propiedad aislante, puede ser reciclado como tubos de drenaje e irrigación, para la fabricación de piscinas. Tipos de plásticos (2017)

➤ **LDPE o PEBD (polietileno de baja densidad)**

Este material es de baja densidad en su elasticidad y baja rigidez soporta temperaturas de hasta 80 °C (continuamente) y 95 °C (poco tiempo) su fabricación es económica. Se concentran en las bolsas de supermercado, plástico para envolver, con su reciclaje pueden fabricar nuevas bolsas plásticas. Rodriguez (2019)

➤ **PP (polipropileno)**

Este material no es flexible a pesar que su densidad oscila entre los 0.89 y 0.92 g/cm³ su rigidez es alta soporta a altas temperaturas, se utiliza en la mayoría de recipientes para yogurt, sorbetes, tapas de botella, al ser reciclado se utiliza como viguetas de plástico, peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para autos. Rodriguez (2019)

➤ **PS (poliestireno)**

El producto se obtiene a mezclar el benceno y etileno son fácil de maniobrar, cortar, realizar perforaciones, el material se transforma a través del calor. Se reutiliza en viguetas de plástico, cajas de cintas para casetes y macetas. Tipos de plásticos (2017)

➤ **Otros**

En esta categoría hay presencia de diferentes tipos de plásticos (mixtos) como el policarbonato, poliuretano, poliamida, acrílico, estos tipos de materiales no son reutilizados, las empresas por motivo que están formados por otro tipo de resina, el uso de este material se da en la fabricación de discos, embutidos o material aislante del horno. Rodriguez (2019)

2.4.3. Características y propiedades más relevantes del PET

Por (Villarin, 2018), las propiedades del PET se observa en la tabla N°7

- ✓ Procesable por soplado, inyección y extrusión.
- ✓ Apto para producir botellas, películas, láminas, planchas y piezas.
- ✓ Transparencia (aunque admite cargas de colorantes) y brillo con efecto lupa.
- ✓ Alta Resistencia al desgaste.
- ✓ Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- ✓ Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas.
- ✓ Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- ✓ Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- ✓ Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- ✓ Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con alimentos.
- ✓ Excelentes propiedades mecánicas.
- ✓ Biorientable, Cristalizable.
- ✓ Esterilizable por rayos gamma y óxido de etileno.
- ✓ Alta grado de transparencia y claridad, aunque es admisible los colorantes.
- ✓ Levemente tóxico, liberan antimonio (Sb) por debajo de los límites admisibles por la OMS (20 µg/L).

- ✓ Estabilidad a la intemperie.
- ✓ Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad, adecuado para fibras.
- ✓ Biodegradación muy lenta.
- ✓ Alta resistencia a la corrosión, a esfuerzos permanentes y transitorios.
- ✓ Impermeable.
- ✓ Buena relación costo / performance.
- ✓ En el ranking mundial de plástico se cataloga como No.1 en reciclado.
- ✓ Liviano, permite que una botella posea un peso 20 veces menos que el contenido que alberga.

Tabla 7. Datos técnicos de PET propiedades mecánicas.

Propiedades mecánicas	Unidad	Norma astm	Norma din	Valores
Porcentaje en peso de carga	%			-
Peso específico	g/cm ³	D-792	53479	1.39
Res. Tracción (def. 35 y a rotura)	Kg/cm ²	D-638	53455	900/--
Res. A compresión (def. 1% y 5%)	Kg/cm ²	D-695	53454	260/480
Aplastamiento a 140 kg/cm ² durante 24hs.	%	D-621		-
Alargamiento a la rotura (mínima)	Kg/cm ²	D-638	53453	15
Res. al choque sin entalla	Kg cm/cm ²	D-256	53455	>50
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	D-790	53452	1450
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	D-638	53457	37000
Dureza	Shore d	D-2240	53505	85-87
Coef. de roce estático s/acero		D-1894		--
Coef. de roce dinámico s/acero		D-1894		0.2
Res. al desgaste por roce				Muy buena
P x V límite para vel. 3 mts/min	Kg/cm ² x m/min			--
P x V límite para vel. 30 mts/min	Kg/cm ² x m/min			--
P x V límite para vel. 120mts/min	Kg/cm ² x m/min			--
P x V para desg. 0.13mm en 1000hs s/lub	Kg/cm ² x m/min			--
Vel. De deslizamiento máx. Recomendada	M/min			--

Fuente: (JQ, 2020)

2.4.4. Ventajas del PET

➤ Propiedades únicas

Claridad, brillo, transparencia, barrera a gases u aromas, impacto, termoformabilidad, fácil de imprimir con tintas, permite cocción en microondas. Reciclado. QuimiNet (2012).

➤ **El reciclado**

El PET es un material que puede reciclarse, lamentablemente no puede ser reutilizado para fabricar envases para la creciente industria alimenticia, la razón es que las temperaturas implicadas en el proceso no son lo bastante altas como para garantizar una correcta esterilización del producto. QuimiNet (2012).

2.4.5. Desventajas del PET

➤ **Secado**

Para no llegar a una completa pérdida de sus propiedades el poliéster se tiene que deshumedecer. Su humedad debe de ser un máximo de 0.005% al ingresar a cualquier proceso de modificación. Leonardo (2012).

➤ **Temperatura**

A mayor de 70° C las propiedades del poliéster cambian. Se ha mejorado el vaciado gracias al manejo de altas temperaturas, modificando los equipos excepto: el PET cristalizado, El PET posee una buena resistencia a altas temperaturas por encima de los 200° C. Villarin (2018, p.45)

2.5. Tipos de Estabilización de suelos

2.5.1. Estabilización mecánica de los suelos

“El objetivo de esta estabilización es realizar la compactación, lo que se quiere es minimizar los espacios vacíos en el suelo según el MTC cap. IX”, MTC (2013, p.113), como se observa en la figura N°15.



Figura 15. Estabilización mecánica de suelos

Fuente: <https://rb.gy/bymvfi>

2.5.2. Estabilización por combinación de suelos

“La mezcla de suelo con componentes de préstamo, este proceso reemplazara la escases de gravas o arenas como componente faltante dependiendo el caso. En la presente investigación se determinó la existen de suelos con presencia de arcillas y arena fina por lo cual al suelo se le añadirá escamas de PET juntamente con el suelo”, MTC (2013, p. 113).

“El trabajo a realizar será la disgregación del suelo existente, a una profundidad 15cm, y se colocará el material de préstamo. Se realiza una junta de materiales, se procede a mescla el suelo, se asentará y compactará según lo establecido en las normas de densidad de campo, con espesores hasta llegar al nivel del suelo natural determinado en el proyecto”. MTC (2013, p. 113)

2.5.3. Estabilización de suelos por sustitución

“Su proceso está determinado en la construcción del suelo a nivel subrasante, mejorándolo con agregados, teniendo en cuenta dos alternativas posibles, en la primera el nivel a mejorar esta en repose frente al suelo natural, la segunda se tendrá que excavar con anticipadamente y será sustituido por el material a adicionar.

Como primera alternativa el suelo será sajado, compactado y conformado a una profundidad de 0.15m con una determinada densidad para los cortes en terraplén. Con un suelo que debe soportar cargas se procederá a agregar el material seleccionado en niveles con espesores que garanticen el nivel de subrasante con una densidad establecida, y la utilización de un compactador. Según lo requerido estos componentes serán humedecidos o aireados para poder lograr una compactación adecuada y su posterior densificación.

Como segunda alternativa, es la de mejorar un suelo con únicamente material agregado, el proceso requiere quitar completamente el suelo ya existente, para posteriormente reemplazarlo con el mismo espesor”. Carreteras (2014, p. 113 y 114).

2.5.4. Estabilización de suelos con cal

“La materia principal para esta estabilización es la, cal y el agua. Comúnmente es utilizado el hidróxido cálcico (cal viva o cal anhidra). Su propiedad es endurecerse en contacto con el medio ambiente al contacto del agua, esto por reacción del anhídrido carbónico”, (Carreteras, 2014, p.116), así como muestra la figura N°16.



Figura 16. Suelo estabilizado con cal.

Fuente: <https://rb.gy/bkfyqv>

“El efecto que realiza la cal a un suelo, es el de modificar su plasticidad con un valor de $IP < 15$, se incrementa tanto el LL como el LP, también hay un incremento ligero en el IP; por lo contrario, en los suelos que poseen una plasticidad $IP > 15$ disminuye el valor del mismo”. Estos valores condicionan este proceso de estabilización.

- Cantidad de arcilla que posee el suelo: Es indispensable la presencia de arcilla en todo el proceso a ejecutar. La floculación (suelo-cal) disminuye el porcentaje de material fino, el material arcilloso posee alúmina y sílice, esto genera efectos puzolánicos que demuestra la efectividad de la estabilización del suelo con cal, Quispe & Sañac (2018, p.31)
- Contenido de materia orgánica: Contiene diversas partículas absorbentes de cationes de calcio, estas partículas a su vez impedirían la reacción puzolánica al agregar la cal junto a la arcilla del suelo; con esto podemos determinar que el suelo contienen menos del 1% de materia orgánica, Quispe & Sañac (2018, p.31)
- PH del suelo: La cal y las arcillas requieren un valor alto PH, para garantizar una variación iónica y una correcta reacción puzolánica al juntarse los dos

elementos, Quispe & Sañac (2018, p.31)

- Correcto contenido de humedad en la compactación: La humedad óptima es crucial para la compactación del suelo y para poder estabilizarlo, esto da a entender que al administrar agua a la mezcla de suelo y cal este posee la capacidad de diluir los cationes y sustancias que permiten el mejoramiento del suelo. Quispe & Sañac (2018, p.31)

2.5.5. Estabilización de suelos con cemento

“El proceso para estabilizar un suelo con cemento, se obtiene de realizar una mezcla entre un suelo natural suficientemente disgregado con el cemento y agua, posteriormente se realiza una compactación y curado adecuado, el tipo de suelo adecuados para tener una buena estabilización con cementos son (A-1,A-2,A-3)”, MTC (2013 p.118 y 119), como veremos en la figura N°17.



Figura 17. Suelo estabilizado con cemento

Fuente: <https://rb.gy/jr2moh>

2.5.6. Estabilización de suelos con escoria

La mezcla de este material se realizará con material fino, si se encuentra poca cantidad se le podrá añadir cal al mezclado. Este tipo de estabilización se realiza con cal y escoria con el porcentaje de cal 1.5% a 3% y escoria de 35% a 45% con respecto al volumen, MTC (2013, 9.119), como se aprecia en la figura N°18.



Figura 18. Suelo estabilizado con Escoria.
Fuente: (Landaberea Lorenzo, 2018p. 20)

2.5.7. Estabilización de suelos con cloruro de sodio

“Este proceso de estabilización de suelo natural es favorable para el control del polvo de las carreteras tanto en la base como en el terreno de rodadura en poco tránsito, esto también previenen la rápida evaporación del agua en las áreas secas de compactación. La sal por defecto es un estabilizante de procedencia natural, compuesto por 98% de NaCl con un 2% de limos y arcillas, su finalidad es absorbe la humedad del aire”, MTC (2013, p.120), como veremos en a figura N°19.



Figura 19. Suelos estabilizados con cloruro de sodio
Fuente: <https://rb.gy/6opmoi>

2.5.8. Estabilización de suelos con cloruro de calcio

“Para su aplicación se debe dosificar del 1% - 2% de cloruro de calcio, en concordancia al peso del suelo seco. El proceso de mezclar, compactar y su culminación son parecidos al proceso de estabilizar con cloruro de sodio. Su uso seda al disolverla con agua, se puede aplicar mediante riego en temporada seca para evitar cualquier daño en el estabilizante”, MTC (2013, p.122), figura N°20.



Figura 20. Suelo estabilizado con cloruro de calcio

Fuente: <https://rb.gy/cufuo0>

2.5.9. Cloruro de magnesio en la estabilización de suelos

“El $MgCl_2$ se caracteriza por poseer una coloración blanca similar a los cristales, más eficaz que la estabilización con $CaCl_2$, ya que eleva la tensión en el terreno logrando una superficie de rodadura de alta resistencia. Químicamente, el $MgCl_2$ tienen una composición alrededor de un 33.5% de cloro, 10.5% de magnesio, 52% de agua y 4% de impurezas”, MTC (2014, p.122), veremos su proceso figura N°21.



Figura 21. Suelo estabilizado con cloruro de magnesio.

Fuente: Jiménez Lagos (2014 p.24)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según Cabezas Mejia et al. (2018), los resultados obtenidos compara con las teorías mencionadas por los autores y confronta la teoría con la realidad, la presente investigación es de tipo aplicada, porque se quiere conocer una solución práctica al problema de los suelos cohesivos mediante la adicción de plástico reciclado PET y así mejorar sus características físicas, mecánicas.

3.1.2. Nivel de investigación

Según Supo (2012,p.05), analiza el comportamiento de la variable (causa y efecto) en función a las demás, la investigación realizada es de nivel explicativo ya que los datos que obtuvimos en cada ensayo de laboratorio con la incorporación de PET, cada muestra detalla y define las características del suelo y del material en estudio en la adición de distintos porcentajes.

3.1.3. Enfoque de investigación

Según Cabezas Mejia et al. (2018), utiliza medidas numéricas para la reelección de datos y análisis estadísticos para responder preguntas que se formula en un comienzo, la investigación tiene el enfoque de investigación cuantitativa, porque se realizará acciones de recaudación de información según a los formatos de cada ensayo de mecánica de suelos, en base a los datos obtenidos se analizará mediante software estadístico para así poder contrastar y dar validez a nuestras hipótesis planteadas.

3.1.4. Diseño de investigación

Según Supo (2012, p.06), se rige a 2 condiciones, grupo experimental y grupo control a la que será sometida, el diseño de investigación es experimental porque se tiene un grupo de control y varios grupos experimentales, es decir, propiedades del suelo natural físicas y mecánicas, propiedades del suelo más la adición PET físicas y mecánicas, a esto se denomina la manipulación de las variables.

$$GE(A) : Y_1 \Rightarrow X_1 \Rightarrow Y_2$$

$$GE(A) : Y_3 \Rightarrow X_2 \Rightarrow Y_4$$

$$GE(A) : Y_5 \Rightarrow X_3 \Rightarrow Y_6$$

$$GC(A) : Y_7 \Rightarrow X' \Rightarrow Y_8$$

GE : Grupo experimental

GC : Grupo Control

X : Variable independiente

X' : Tratamiento convencional

Y₁, Y₃, Y₅, Y₇: pre-test

Y₂, Y₄, Y₆, Y₈: pos-test

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Cuadro de operacionalización de variables

Variabes del estudio	Definición conceptual de cada variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V. dependiente Propiedades del suelo cohesivo	(Salazar, 2018,p.10) Los suelos cohesivos son granulares con parte de limos y arcillas, cada vez que se tiene presencia de este tipo de suelo se tiene que proceder a ser tratado por diferentes tipos de estabilización según la norma del MTC, ya que tienen propiedades de cohesión y plasticidad	Contenido de humedad	Porcentaje	Proporción
		Resistencia	Kg/cm ²	Proporción
V. independiente Adición de (PET)	(Leonardo, 2012) Descubierta por dos científicos de Gran Bretaña Whinfield y Dickson en el año de 1941, como materia prima del petróleo, por un proceso de destilación se obtiene el poliéster, material que es usado para la fabricación de fibras.	Proporción	Porcentajes: 1.5%, 3.5%, 5.5%	Proporción

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Según López (2004 p.69) indica que el universo puede estar constituido por individuos o elementos que será sometidos a estudio en ensayos de laboratorio.

La población de la investigación está ubicada en la avenida Juliaca (salida puno) del distrito de Juliaca, con inicio en la progresiva 00+000km y finalizando en la progresiva 01+150km.

3.3.2. Muestra

Según López (2004 p.69) da entender que la muestra es una parte característica de la población o grupo más pequeño de la población que llevara a cabo la investigación de la población de estudio, para procesarlo con fórmulas y analizar los datos.

La muestra que se utilizó en la investigación, es el suelo de la avenida Juliaca, la cual se tomó en cuenta en tres (03) puntos de muestreo de suelo homogéneo, las cuales se denominaron como muestra 1 en la progresiva 00+200km, muestra 2 en la progresiva 00+600km, y muestra 3 en la progresiva 00+950km.

3.3.3. Técnica de muestreo

Según López (2004, p. 69) Indica que la muestra total del universo o población es seleccionar componentes o elementos a representar lo que sucede en la población.

- a) Permite que el estudio se realice en menor tiempo.
- b) Se incurre en menos gastos.
- c) Posibilita profundizar en el análisis de las variables.
- d) Permite tener mayor control de las variables a estudiar.

La técnica que se uso es el muestreo no probabilístico, a conveniencia del investigador con el termino calicata, con características tipo cajón de 120 centímetros a lo ancho x 120 centímetros a lo largo y una profundidad de 150 cm.

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

3.4.1. Técnica

Según Técnicas de Recolección de datos (2021) menciona que hay 5 principales técnicas de recaudación de datos, la que se utilizó es la observación para su previo análisis, la cual accede para realizar cada ensayo, analizar, examinar para posteriormente registrar los resultados de manera metódica, con un formato de tabla ya establecido para cada ensayo, teniendo un orden necesario y congruente de los datos obtenidos en las etapas de cada ensayo del laboratorio de suelos.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la recaudación de datos y lograr los resultados usaremos instrumentos y/o formatos estandarizados, por el laboratorio de suelos y de elaboración propia como se observa en la tabla N°8.

Tabla 8. Ensayos de laboratorio

Formato	Clasificación
Contenido de Humedad (MTC E 108-ASTM D2216)	Suelos método SUCS (ASTM D2487)
Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107-ASTM D422)	Suelos método AASHTO (ASTM D3282)
Límite líquido (MTC E 110-ASTM D4318)	
Límite plástico (MTC E 111-ASTM D4318)	
Índice de Plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)	
Proctor Modificado (MTC E 115-ASTMD1557)	
California Bearing Ratio (MTC E 132-ASTM D1883)	

3.4.3. Validez y confiabilidad

Los instrumentos utilizados y presentados en este trabajo de investigación están validadas por normativas establecidas por el MTC y el ASTM.

➤ Validez

Para la correcta validación de instrumentos de recolección de datos, se realizó un formato de 11 preguntas elaborado por los tesisistas de acuerdo a la escala de Likert, donde se tuvo el respaldo de 3 especialistas en el área, para así alcanzar una correcta confiabilidad ver el anexo 2

➤ Confiabilidad

Por el método alfa de Cronbach (α) se validó los instrumentos para la confiabilidad, la medición de los instrumentos requiere valores entre 0 y 1 que lo proporcionarían los especialistas a cargo, mediante cálculo procesaremos los ítems y el número de preguntas para así obtener el valor coeficiente de Cronbach mayor a 0.7 ya que esto una demuestra que es un proceso (muy confiable), Bojórquez Molina et al. (2013) en la tabla N°9 se detalla el cálculo de confiabilidad de la investigación.

Tabla 9. Resumen de los datos obtenidos del cuadro de confiabilidad

Objetos	Ítems											Suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	50
2	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	51
3	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	46
Varianza	0	0	0.222	0.222	0.222	0.222	0	0.222	0	0.222	0.222	
\sum Varianza	1.555555556											
Varianza \sum Ítems	4.666666667											

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Donde:

- α = Coeficiente de confiabilidad.
- k = Número de ítems de cuestionario.
- $\sum S_i^2$ = Sumatoria de varianzas de los ítems.
- S_t^2 = Varianza total del instrumento.

Operando la fórmula obtuvimos:

- k = 11
- $\sum S_i^2$ = 1.555555556

$$S_t^2 = 4.666666667$$

$$\alpha = 0.733333$$

De la operación se obtuvo una confiabilidad del 0.733333% que se usó para esta investigación. Comparando el resultado con la tabla N°10 tenemos una confiabilidad excelente de acuerdo al coeficiente Cronbach.

Tabla 10. Resultados del grado de confiabilidad alfa de Cronbach

Rango	Confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.60 a 0.65	Confiable
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.53 a menos	Confiabilidad nula

Fuente: <https://rb.gy/fcpvyr> p.05

3.5. Procedimiento

3.5.1. Calicatas

Se realizó la excavación de 3 calicatas en la vía de estudio (Avenida Juliaca Km. 1) a realizar el estudio con una profundidad de 150 centímetros, con 120 centímetros de ancho y 120 centímetros de largo, en una extensión de 1150 metros del área de estudio, como se aprecia en las figuras N°22, N°23, la excavación se realizó en ambos márgenes de la vía, con la finalidad de no interrumpir el paso de vehículos y obtener el perfil estratigráfico como también las características de la Subrasante, en la siguiente tabla N°11 se tienen las coordenadas de las muestras tomadas.

Tabla 11. Coordenadas geográficas de las calicatas

Coordenadas			Profundidad	Lado
Calicata	Sur	Norte		
C-01	15°30'34.1"S	70°07'27.3"W	1.50 metros	Derecho
C-02	15°30'29.8"S	70°07'16.1"W	1.50 metros	Derecho
C-03	15°30'24.4"S	70°07'03.0"W	1.50 metros	Izquierdo



Figura 22. Vista de la C-01 en la Avenida Juliaca



Figura 23. Toma de muestra de la calicata C-02 en la avenida Juliaca

3.5.2. Ensayos realizados para la investigación

Para definir las características tanto físicas como mecánicas que poseen las muestras de suelos a 1.50 metros, se realizó diferentes ensayos según (MTC-EG 2013, 2015) como se observa en la tabla N°12.

Tabla 12. Ensayos que se realizaron para progreso de la investigación.

Ensayo	Norma
Propiedades físicas	
Clasificación de suelos método SUCS	NTP 339.134
Clasificación de suelos método AASHTO	NTP 339.135
Análisis granulométrico de suelos	MTC E 107
Contenido de humedad	MTC E 108
Limite líquido	MTC E 110
Limite plástico	MTC E 111
Propiedades mecánicas	
Proctor modificado	MTC E 115
CBR (California Bearing Ratio)	MTC E 132

3.5.3. Análisis granulométrico de suelos (MTC E-107)

➤ Procedimiento

Para el cumplimiento del ensayo se realizó los siguientes pasos teniendo en cuenta que el material de estudio son suelos cohesivos y se procedió según la norma MTC E – 107.

1. Se realizó el cuarte a la muestra de suelo.
2. Se seleccionó una muestra de suelo para su posterior lavado en la malla N° 200.
3. La muestra lavada se dejó secar por 01 días y se dejó reposar 10 min una vez retirada del horno.
4. Posteriormente se realizó el pesaje de la muestra para su uso
5. Se ejecutó el tamizar de la muestra seca por las mallas N°3/8, N°4, N°10, N°20, N°40, N°100, N°200, y fondo.
6. Se pesó las fracciones retenidas en cada malla y se procedió a tomar los apuntes necesarios.

Todo este procedimiento se observa en las figuras N°24, N°25, N°26, N°27, N°28.



Figura 24. Muestras de las calicatas C-01, C-02, C-03



Figura 25. Cuarteo de la muestra M-1 suelo natural



Figura 26. Lavado de la muestra en el tamiz N°200



Figura 27. Tamizado del suelo natural



Figura 28. Muestras obtenidas posteriores al tamizado

3.5.4. Contenido de humedad (MTC E-108)

Según el (MTC, 2013), menciona que, el contenido de humedad es la cantidad acumulada en porcentaje de agua que existe en un suelo al momento de realizar el ensayo relacionado por la parte sólida, bajo distintos tiempos y distintas condiciones, según el procedimiento y metodología de cálculo con la fórmula mencionada anteriormente.

➤ **Procedimiento recomendado.**

El procedimiento del ensayo se realizó de acuerdo a la norma MTC E – 108.

1. Se tomó una muestra de (Aprox. 100 g).
2. Se pesó taras sin muestra y taras con muestra, anotando los resultados.
3. Se dejó en el horno por 01 días con una temperatura constante de 110 °C para eliminar todo el contenido de agua en la muestra.
4. Después de 24 horas se retiró del horno y se dejó enfriar a una temperatura ambiente para luego ser pesadas y anotar los resultados obtenidos.
5. Para encontrar el contenido de humedad de suelo se hace un cálculo con los datos obtenidos mediante la siguiente ecuación.

$$W\% = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

3.5.5. Limite liquido (MTC E-110)

“Se determina mediante la cazuela de Casagrande y lo definimos con el contenido de agua con el cual se cierra una franja de 1/2 (12.7mm), mediante 25 golpes”

➤ **Procedimiento Recomendado.**

Para determinar el límite líquido de la muestra se realizó bajo la norma MTC E–110.

1. Del suelo seco pasante al tamiz N°40 se tomó una muestra de 200 g. para ser colocado en la cápsula de porcelana haciendo una mezcla homogénea y dejar saturado por 24 horas.
2. Una vez saturado, se colocó una porción de muestra dentro la cazuela de Casagrande, para dar forma a la muestra de suelo con un espesor de 10mm. en la parte más pequeña.
3. La muestra de suelo disperso en la cazuela de Casagrande se dividió con un ranurador por la mitad y se procedió a dar vueltas con el mango de la cazuela de Casagrande a intervalos de 02 golpes por segundo, con un número determinado de golpes los cuales son requeridos para cerrar dicha franja.
4. Se determinó en la zona de falla para el contenido de humedad 4 pruebas, teniendo en cuenta la cantidad de golpes que se requirieron para cerrar dicha ranura estén en los intervalos de; 15-20 golpes, 20-25 golpes, 25-30 golpes, 30-35 golpes. El proceso lo observamos en las figuras N°29, N°30, N°31, N°32.



Figura 29. Cuchara de Casagrande con la muestra



Figura 30. Toma de muestra de la cuchara de Casagrande



Figura 31. Muestras del material para los ensayos de limite liquido



Figura 32. Colocado del material al horno para su secado

3.5.6. Límite de plasticidad (MTC-111)

“Es el contenido de agua que posee el suelo al ser cuarteado y quebrado para formar pequeños cilindros de 3mm de diámetro aproximadamente” (MTC, 2013).

➤ Procedimiento recomendado.

Para el ensayo nos regimos a la norma MTC E-111, que indica el proceso del ensayo.

1. Se tomó una porción del suelo saturado, amasando y rodando encima de un vidrio tipo esmerilado, hasta lograr una forma cilíndrica de 3mm. en su diámetro.
2. La prueba de límite plástico se logra cuando la muestra en forma cilíndrica tiene agrietas al ser reducido en su diámetro, para posteriormente tomar una muestra

y así determinar el contenido de humedad que posee.

3. Al obtener los resultados del contenido de humedad, los mismos no difieren en el 1% entre las muestras, por lo que se realizó un promedio de los resultados obtenidos. Dichos procesos se observan en las figuras N°33, N°34.



Figura 33. Moldeado de la muestra en forma cilíndrica de 3mm de diámetro



Figura 34. Toma de muestras cilíndricas de 3mm de diámetro

3.5.7. Proctor modificado (MTC E-115)

Según la norma (MTC, 2013) afirma que, el ensayo de proctor modificado determina el contenido de humedad óptimo y la obtención de la densidad seca de suelo con una fuerza de compactación establecida.

➤ **Procedimiento recomendado.**

Para el ensayo se utilizó el método de compactación "A" para su procedimiento se preparó una cantidad de muestra con peso aproximado de 2400 g.

1. Con la muestra ya lista se procedió a agregar agua en cantidad de 10 – 15 % en los suelos finos, se realizó una mezcla uniforme para que el agua quede bien distribuida.
2. Posteriormente se realizó el pesaje del molde sin el collarín respectivo y se tomó nota su volumen.
3. En un número de 5 capas se colocó y se compactó la muestra de suelo según el método seleccionado.
4. Luego se quitó el collarín y se enrazó la muestra con una varilla de metal plana, para posteriormente realizar el pesaje y tomar apunte del resultado.
5. Para el contenido de humedad se extrajo la muestra de la parte central del molde.

El proceso se observa en las figuras N° 35, N°36.



Figura 35. Toma de muestras para el ensayo proctor modificado.



Figura 36. Proceso de compactado de la muestra por capas

3.5.8. CBR (California bearing ratio) MTC E-132

Según la norma del (MTC, 2013) afirma que, el procedimiento del ensayo de CBR sirve para identificar la capacidad portante que posee un suelo para posteriormente determinar el espesor de pavimento a usar con el valor de CBR obtenido.

➤ **Procedimiento recomendado.**

Para obtener resultados del ensayo de CBR se debe seguir los siguientes procesos.

• **Determinación de la densidad y humedad:**

1. Se realizó el mismo procedimiento que el proctor modificado en la compactación y la preparación con una cantidad de suelo seco de 6 kg. Aprox.
2. Se realizó en pesaje del molde sin el respectivo collarín para posteriormente insertar el disco espaciador y colocar el papel filtro.
3. Se realizó la compactación en 5 capas, para luego hacer la toma de muestra representativa y así obtener el contenido de humedad que posee.
4. Se procedió a quitar el collarín y se niveló el material de tal forma que no queden espacios vacíos.
5. Se procedió a retirar la base con el disco espaciador cambiándolo de posición

para luego introducir el papel filtro y realizar el pesaje de la muestra para finalmente tomar apunte de los resultados.

6. El procedimiento para la obtención del CBR al 100% de compactación depende de los distintos niveles a los que se compacta el suelo, utilizando un número de golpes determinado por la norma 56golpes, 25golpes y 12golpes en cada una de las muestras.

- **Proceso para determinar el rango de expansión del material:**

1. Una vez que se colocó el papel filtro, se procedió a colocar la plancha metálica perforada y sobre ella se colocó pesas en cantidad ya especificada en el ensayo.
2. Posteriormente se colocó la muestra en un recipiente para luego instalar el deformímetro de tal manera que la punta este en contacto con el vástago.
3. Se procedió al llenado del recipiente con agua para saturar completamente la muestra.
4. Se procedió a la toma una lectura inicial, para luego tomar intervalos de lecturas a las 0, 24, 48, 72 y 96 horas.
5. Una vez registrado las lecturas en el deformímetro se procedió al retiró del molde del agua para posteriormente dejarlo en reposo a así drenar el agua durante 15 minutos. El proceso se observa en las figuras N°37, N°38.



Figura 37. Procedimiento del CBR con 56 golpes



Figura 38. Sumergido de moldes CBR suelo natural M-1 con 12-25-56 golpes

3.5.9. Determinación del uso de polímeros reciclados para la presente investigación.

➤ Obtención de los polímeros reciclados PET.

- Lugar del botadero: Para esta investigación se seleccionó el botadero de una recicladora por la salida Puno.
- Reciclaje de polímeros en el botadero: Se recicló distintos tipos de descartables. El código de identificación de botellas de descartables es PET como se observa en la figura N°39.



Figura 39. Reciclado y seleccionado del tereftalato de polietileno (PET)

- Lavado y secado: Se procedió al lavado y secado al aire libre de polímeros reciclados, como se muestra en las figuras N°40, N°41.



Figura 40. Proceso de lavado del material base para el estudio



Figura 41. Clasificación de material base

- Obtención del aditivo PET: Se produjo después de llevar a una maquina molturadora en donde fue triturado el material PET en pequeñas escamas de dimensiones de 5 a 10mm, como se observa en la figura N°42.



Figura 42. PET triturado tipo escamas

3.6. Método para el estudio de datos

Para la etapa de estudio de datos de la presente investigación se determinó que uno de los primeros pasos que se realizó fue la extracción del material de estudio, para después adquirir el plástico reciclado, los ensayos y recojo de datos se realizaron en la empresa CONGEOMAT, para evaluar las propiedades y características que posee el suelo. Así mismo para el análisis estadístico inferencial se realizó con los programas de Excel y SPSS, en las pruebas de hipótesis se elaboró mediante el Análisis de Varianza (ANOVA).

3.7. Aspectos éticos

Por razones éticas, esta investigación se respeta la sinceridad y verdad de la información. Así como las fuentes y referencias tomados de los autores mencionados en las citas, gráficos, figuras, tablas e información utilizados como se indican en el estilo ISO 690.

Del mismo modo, las confiabilidades de los datos obtenidos del trabajo en laboratorio CONGEOMAT son verdaderos y únicos, así como la identidad de los participantes en el proceso de investigación, (resolución de consejo universitario N°126, 2017).

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de lograr los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación se realizaron los ensayos en el laboratorio de suelos, para posteriormente manejar los datos y emplearlos en la prueba estadística.

4.1. Recolección de las muestras

Ubicación y datos de las calicatas

- Región : Puno
- Provincia : San Roman
- Distrito : Juliaca
- Nombre de la vía : Avenida Juliaca (salida puno)
- Calicata 01 : Progresiva 00+200km
- Calicata 02 : Progresiva 00+600km
- Calicata 03 : Progresiva 00+950km

4.2. Características del PET para su uso en la estabilización del suelo

4.2.1. Granulometría del plástico reciclado PET

Para el uso del plástico reciclado PET y su adición al suelo cohesivo, para su estabilización se utilizó PET triturado con dimensiones de 5mm a 10mm, como se observa en la tabla N°13.

Tabla 13. Granulometría del plástico reciclado (PET)

Tamiz ASTM	% Que pasa	Peso retenido (g)	% Retenido parcial
3/4"	100	0	0.0
1/2"	100	0	0.0
3/8"	92.6	37	7.4
#4	0.0	463.0	92.6
#10	--	--	--
Fondo	--	--	--

4.3. Características del suelo natural

4.3.1. Humedad natural

En el proceso para obtener el (%) de contenido de agua que tienen los suelos extraídos de las calicatas 01, 02, 03. Este ensayo se realizó para la muestra del grupo control denominado suelo natural y las muestras con adiciones (1.5%, 3.5%, 5.5% PET) denominados grupos experimentales, los resultados se observan en la tabla N°14.

Tabla 14. Contenido de humedad del suelo natural y adición PET

Grupo Control			Grupo Experimental		
Suelo natural SN 100%			98.5% SN + 1.5% PET	96.5% SN + 3.5% PET	94.5% SN + 5.5% PET
Calicata 1	%	14.50	13.97	13.01	12.88
Calicata 2	%	15.10	14.99	14.65	14.39
Calicata 3	%	16.41	16.20	15.94	15.83

4.3.2. Análisis granulométrico ensayo por tamizado

El motivo por el cual se realizó este ensayo, es obtener de manera cuantitativa las proporciones en tamaño de las partículas del suelo. Este ensayo se realizó en el grupo control y en los grupos experimentales como se observa en las tablas N°15, N°16, N°17, N°18.

4.3.3. Clasificación del suelo natural por SUCS y AASTHO

Para poder clasificar el tipo de suelo de la zona de estudio (avenida Juliaca), se debe tener los datos del análisis granulométrico como se observa en la tabla N°15.

Tabla 15. Datos del análisis granulométrico del suelo natural (SN)

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
CU:	5.100	CU:	5.000	CU:	4.9	
CC:	0.282	CC:	0.200	CC:	0.247	
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	100
3"	100.0	3"	100.0	3"	100.0	100
2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	100
2"	100.0	2"	100.0	2"	100.0	100
1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	100

1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	100
3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	100
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	100
3/8"	100.0	3/8"	100.0	3/8"	100.0	100
#4	98.6	#4	98.8	#4	97.8	98.4
#10	96.6	#10	96.8	#10	94.7	96.0
#20	92.2	#20	92.9	#20	90.8	92.0
#40	86.3	#40	86.9	#40	83.4	85.5
#100	75.0	#100	75.9	#100	74.7	75.2
#200	66.9	#200	67.3	#200	66.0	66.7

➤ Clasificación por SUCS

Para determinar la clasificación del suelo por el método SUCS, primero tenemos que determinar si es un suelo fino o grueso para lo cual se tiene el siguiente parámetro: si la muestra de suelo pasante por el tamiz #200 es > al 50% entonces es un suelo fino, pero y si es < al 50% es un suelo grueso.

Entonces podemos determinar que la muestra usada es un suelo fino ya que el promedio pasante por el tamiz #200 es de 66.47%

- Para poder determinar el tipo de suelo en la carta de plasticidad se tiene que tener los siguientes valores límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad.

$$LL = 26.76 \quad LP = 19.23 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 7.53$$

- Una vez se tenga los valores procedemos a trazar una intersección entre el límite líquido y el índice de plasticidad como se observa en la figura N°43.
- Nos da como resultado un suelo CL para determinar el grado de plasticidad se tiene el siguiente parámetro.

$$\text{baja plasticidad si } (LL < 50) \quad \text{alta plasticidad si } (LL > 50)$$

- Entonces podemos determinar que el tipo de suelo es una arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) según la tabla N°2

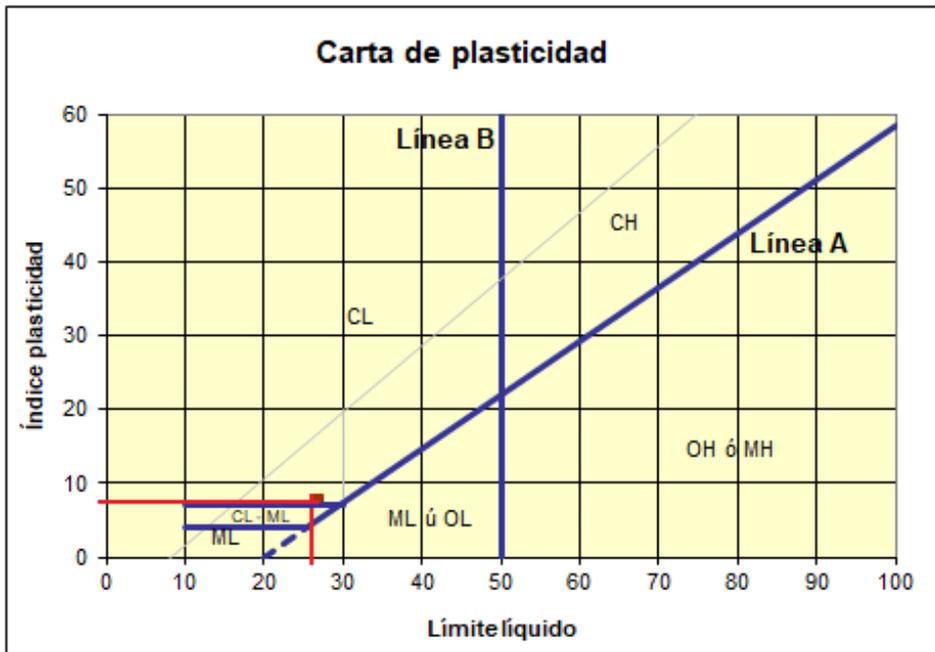


Figura 43. Carta de plasticidad
Fuente: (Ingeniería civil practica, 2012)

➤ Clasificación por AASHTO

Para determinar la clasificación del suelo por el método AASHTO, primero tenemos que determinar si es un suelo fino o grueso para lo cual se tiene el siguiente parámetro: si la muestra de suelo pasante por el tamiz #200 es > al 35% entonces es un suelo fino, pero y si es < al 35% es un suelo grueso.

Entonces podemos determinar que la muestra usada es un suelo fino ya que el promedio pasante por el tamiz #200 es de 66.47%

- Para poder determinar el tipo de suelo en los parámetros de la clasificación AASHTO se tiene que tener los siguientes valores límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad.

$$LL = 26.76 \quad LP = 19.23 \quad IP = LL - LP \rightarrow IP = 7.53$$

- Una vez se tenga los valores procedemos a trazar una intersección entre el límite líquido y el índice de plasticidad como se observa en la figura N°44.
- Nos da como resultado un suelo A-4 suelos limosos según la tabla N°4

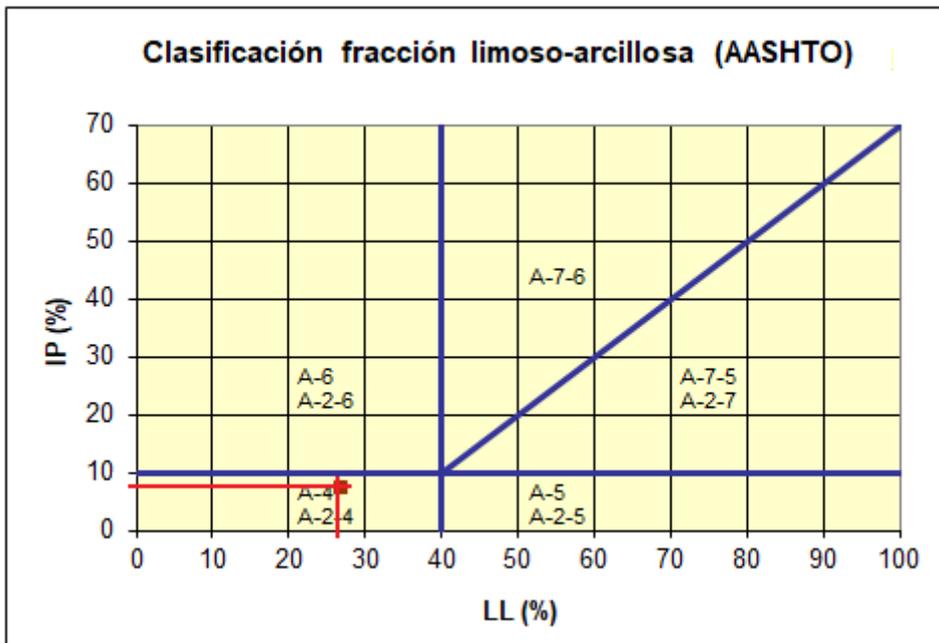


Figura 44. Clasificación AASHTO
 Fuente: (Ingeniería civil practica, 2012)

4.3.4. Análisis granulométrico del suelo natural SN + las adiciones de plástico reciclado PET

Como resultado del análisis granulométrico de la muestra control (SN), podemos definir que es un suelo arcilloso con presencia de arena fina, como se observa en la tabla N°19. Con este resultado podemos determinar que es un suelo inadecuado para la construcción de una vía multicarril, en las tablas N°16, N°17, N°18 se tiene el análisis granulométrico con las adiciones de PET, en la figura N°45 se aprecia la curva granulométrica del SN y las adiciones de PET

Tabla 16. Datos del análisis granulométrico 98.5% SN + 1.5% PET

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
CU:	4.800	CU:	5.167	CU:	5.900	
CC:	0.208	CC:	0.538	CC:	0.169	
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	100.0
3"	100.0	3"	100.0	3"	100.0	100.0
2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	100.0
2"	100.0	2"	100.0	2"	100.0	100.0
1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	100.0
1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	100.0

3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	100.0
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	100.0
3/8"	99.9	3/8"	99.8	3/8"	99.0	99.6
#4	97.7	#4	97.6	#4	93.6	96.3
#10	96.8	#10	95.6	#10	91.4	94.6
#20	94.4	#20	92.0	#20	88.3	91.6
#40	89.1	#40	85.2	#40	81.4	85.2
#100	76.0	#100	74.6	#100	71.7	74.1
#200	64.3	#200	66.8	#200	63.6	64.9

Tabla 17. Datos del análisis granulométrico 96.5% SN + 3.5% PET

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
CU:	5.700	CU:	6.300	CU:	6.500	
CC:	0.296	CC:	0.514	CC:	0.498	
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	100.0
3"	100.0	3"	100.0	3"	100.0	100.0
2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	100.0
2"	100.0	2"	100.0	2"	100.0	100.0
1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	100.0
1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	100.0
3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	100.0
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	100.0
3/8"	100.0	3/8"	99.7	3/8"	99.1	99.6
#4	96.3	#4	96.9	#4	95.3	96.2
#10	95.2	#10	94.9	#10	92.8	94.3
#20	92.6	#20	91.7	#20	89.0	91.1
#40	87.5	#40	88.1	#40	83.3	86.3
#100	74.9	#100	76.5	#100	74.7	75.4
#200	63.7	#200	65.9	#200	62.9	64.2

Tabla 18. Datos del análisis granulométrico 94.5% SN + 5.5% PET

Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Promedio
CU:	5.800	CU:	6.500	CU:	6.700	
CC:	0.172	CC:	0.555	CC:	0.215	
TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	TAMIZ ASTM	% Que pasa	% Que pasa
3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	3 1/2"	100.0	100.0
3"	100.0	3"	100.0	3"	100.0	100.0
2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	2 1/2"	100.0	100.0
2"	100.0	2"	100.0	2"	100.0	100.0

1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	1 1/2"	100.0	100.0
1"	100.0	1"	100.0	1"	100.0	100.0
3/4"	100.0	3/4"	100.0	3/4"	100.0	100.0
1/2"	100.0	1/2"	100.0	1/2"	100.0	100.0
3/8"	99.8	3/8"	99.3	3/8"	99.1	99.4
#4	94.3	#4	94.7	#4	94.1	94.4
#10	92.6	#10	91.9	#10	90.9	91.8
#20	90.5	#20	88.4	#20	86.2	88.4
#40	83.8	#40	83.0	#40	80.6	82.5
#100	71.6	#100	72.3	#100	70.6	71.5
#200	62.4	#200	64.2	#200	61.6	62.7

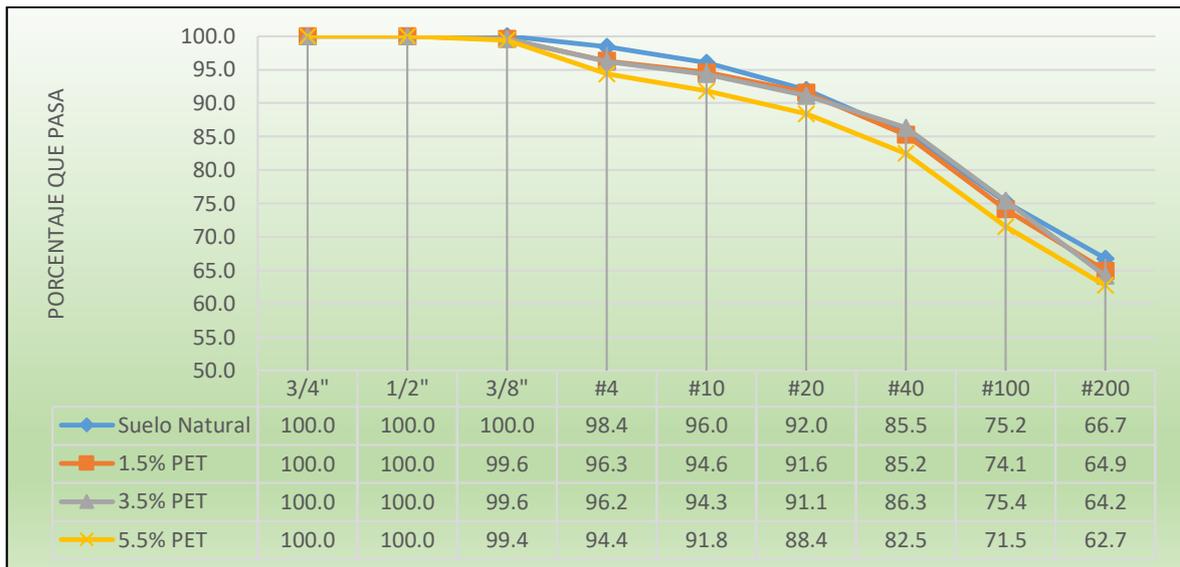


Figura 45. Curvas granulométricas promedio del SN y adiciones PET.

De la figura N°46 se observa lo siguiente, a medida que se va aumentando los residuos de plástico reciclado PET se incrementa la cantidad de grava, ya que el plástico reciclado se usó como reemplazo a la grava en la estabilización del suelo cohesivo, como consecuencia también se observa la disminución en cantidades de arenas y material pasante de la malla N° 200.

Tabla 19. Composición granulométrica del suelo natural (SN) y adición (PET)

Granulometría				
	100% SN	98.5% SN + 1.5% PET	96.5% SN + 3.5% PET	94.5% SN + 5.5% PET
% de grava	1.6	3.7	3.8	5.6
% de arena	31.7	31.4	32.0	31.6
% de finos	66.7	64.9	64.2	62.7

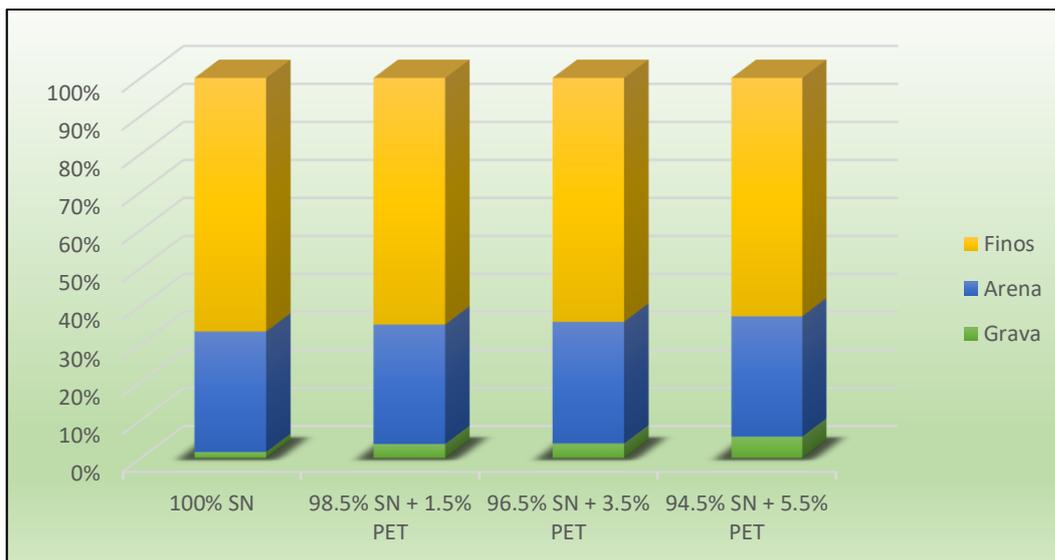


Figura 46. Diagrama de la proporción del suelo natural y el añadido con PET

4.3.5. Límites de consistencia

➤ Límite líquido y límite plástico

Estos ensayos de laboratorio se realizaron para la muestra control suelo natural (SN) y para las muestras experimentales con adición de (1.5%, 3.5%, 5.5% PET), obteniendo los siguientes resultados como que se muestra en las tablas N°20, N°21, N°22, N°23.

Tabla 20. Resultados de límites de consistencia del 100% SN

100% suelo natural + 0% PET				
Descripción		Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
LL	%	26.76	28.96	28.06
LP	%	19.23	18.69	18.98
IP	%	7.53	10.27	9.08

Tabla 21. Resultados de límites de consistencia + 1.5% PET

98.5% suelo natural + 1.5% PET				
Descripción		Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
LL	%	26.9	28.95	27.96
LP	%	19.09	18.92	18.73
IP	%	7.81	10.03	9.23

Tabla 22. Resultados de límites de consistencia + 3.5% PET

96.5% suelo natural + 3.5% PET				
Descripción		Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
LL	%	26.77	28.81	28.09
LP	%	19.3	18.67	19.17
IP	%	7.47	10.14	8.92

Tabla 23. Resultados de límites de consistencia + 5.5% PET

94.5% suelo natural + 5.5% PET				
Descripción		Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
LL	%	26.88	28.92	28.37
LP	%	19.26	18.83	19.02
IP	%	7.62	10.09	9.35

Tabla 24. Resumen de los resultados obtenidos de limite liquido

Ítem	Suelo natural	Suelo natural + PET		
	100% SN	98.5% SN + 1.5% PET	96.5% SN + 3.5% PET	94.5% SN + 5.5% PET
Calicata 1	26.76	26.9	26.77	26.88
Calicata 2	28.96	28.95	28.81	28.92
Calicata 3	28.06	27.96	28.09	28.37
Promedio	27.93	27.94	27.89	28.06



Figura 47. Grafica de niveles resultantes de límite líquido

En la figura N°47 podemos observar los resultados del ensayo limite liquido respecto al suelo natural (SN) y las adiciones (1.5%, 3.5%, 5.5% PET), a las 3 calicatas que se usaron como muestra, lo que nos indica que el límite liquido de las muestras son semejantes entre sí, lo que nos demuestra que habrá una resistencia baja del suelo.

Tabla 25. Resumen de los resultados índice de plasticidad

Ítem	Suelo natural	Suelo natural + PET		
	100% SN	98.5% SN + 1.5% PET	96.5% SN + 3.5% PET	94.5% SN + 5.5% PET
Calicata 1	7.53	7.81	7.47	7.62
Calicata 2	10.27	10.03	10.14	10.09
Calicata 3	9.08	9.23	8.92	9.35
Promedio	8.96	9.02	8.84	9.02

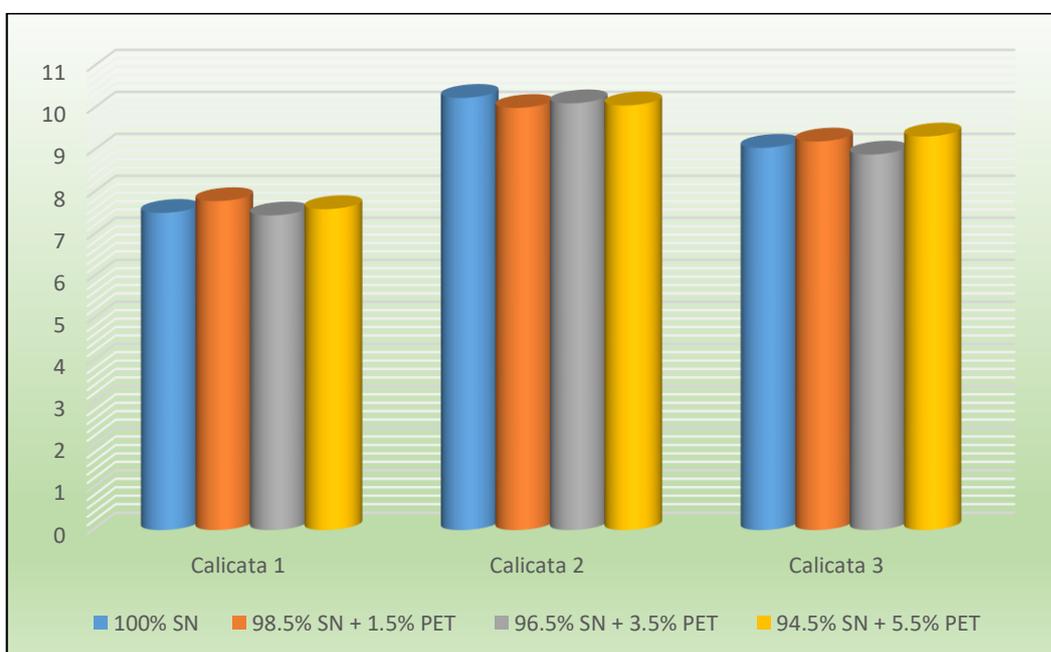


Figura 48. Grafica de niveles resultantes de índice de plasticidad

En la figura N°48 nos muestra los resultados del ensayo índice de plasticidad, lo que nos indica que según la norma EG-2013 del MTC son suelos arcillosos con índice de plasticidad baja ya que el rango del valor IP es de ≤ 20 y > 7 .

4.3.6. Clasificación de suelos

La clasificación del suelo se obtuvo con los datos de límites de consistencia y granulometría en cada una de las calicatas en estudio (avenida Juliaca), dando resultado en la clasificación SUCS un tipo de suelo CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad) tabla N°2 y en la clasificación AASHTO un tipo de suelo A-4 (suelo limoso) tabla N°4.

Para determinar el porcentaje de grava, arena y finos del suelo, se necesitan los resultados del análisis granulométrico del suelo natural de las calicatas 1, 2, 3, y se aplica lo siguiente. El resultado se observa en la tabla N° 26.

$\% \text{Grava} = 100\% \text{ de la muestra} - \% \text{ pasante del tamiz \#4}$

$\% \text{Arena} = \% \text{ pasante del tamiz \#4} - \% \text{ pasante del tamiz \#200}$

$\% \text{Finos} = \% \text{ pasante del tamiz \#200}$

Tabla 26. Clasificación del suelo natural

Clasificación de suelos			
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
SUCS	CL	CL	CL
AASHTO	A-4	A-4	A-4
% de grava	1.4	1.2	2.2
% de arena	31.7	31.5	31.8
% de finos	66.9	67.3	66.0
LL	26.76	28.96	28.06
LP	19.23	18.69	18.98
IP	7.53	10.27	9.08

4.3.7. Proctor modificado

El objetivo de este ensayo de laboratorio es determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de tal forma que haya una relación entre ambos ensayos, estos ensayos se realizaron para el grupo de control (SN) y para los grupos experimentales con adición (1.5%, 3.5%, 5.5% PET), los resultados se observan en las tablas N°27, N°28, N°29.

Tabla 27. Resultados de proctor modificado en la calicata 1

Ensayo de proctor modificado calicata 1			
100% SN	Máxima densidad seca	g/cm3	1.767
	Optimo contenido de humedad	%	16.55
98.5% SN + 1.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.771
	Optimo contenido de humedad	%	14.52
96.5% SN + 3.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.735
	Optimo contenido de humedad	%	15.55
94.5% SN + 5.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.726
	Optimo contenido de humedad	%	14.61

Tabla 28. Resultados de proctor modificado en la calicata 2

Ensayo de proctor modificado calicata 2			
100% SN	Máxima densidad seca	g/cm3	1.708
	Optimo contenido de humedad	%	16.63
98.5% SN + 1.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.722
	Optimo contenido de humedad	%	15.71
96.5% SN + 3.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.697
	Optimo contenido de humedad	%	15.98
94.5% SN + 5.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.689
	Optimo contenido de humedad	%	15.82

Tabla 29. Resultados de proctor modificado en la calicata 3

Ensayo de proctor modificado calicata 3			
100% SN	Máxima densidad seca	g/cm3	1.773
	Optimo contenido de humedad	%	15.90
98.5% SN + 1.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.789
	Optimo contenido de humedad	%	14.97
96.5% SN + 3.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.749
	Optimo contenido de humedad	%	15.76
94.5% SN + 5.5% PET	Máxima densidad seca	g/cm3	1.735
	Optimo contenido de humedad	%	15.34

4.3.8. CBR de los suelos

La finalidad de este ensayo es determinar la capacidad que tienen el suelo de soportar una carga para distintas conformaciones, estos ensayos se realizaron para el grupo de control (SN) y para los grupos experimentales con adición (1.5%, 3.5%, 5.5% PET) del peso seco de la muestra. Se realizó 3 repeticiones para cada ensayo de laboratorio y así tener certeza en los resultados, como se observa en la tabla N°30.

Tabla 30. Resultados del ensayo CBR del suelo natural SN y adiciones PET

Descripción del suelo	N° de calicata	MDS (g/cm ³)	HO (%)	EC (golpes)	DSP (g/cm ³)	CBR por golpes Pen: 0.1" (%)	CBR al 95% MDS Pen: 0.1" (%)	
100% Suelo natural (SN) + 0% PET	°1	1.767	16.55	12	1.59	3.7	4.30	
				25	1.66	4.1		
				56	1.77	5.7		
	°2	1.708	16.63	16.63	12	1.55	2.9	3.90
					25	1.63	4.0	
					56	1.71	5.3	
	°3	1.773	15.90	15.90	12	1.61	3.4	4.50
					25	1.7	4.7	
					56	1.77	6.0	
98.5% Suelo natural (SN) + 1.5% PET	°1	1.771	14.52	12	1.63	3.6	5.40	
				25	1.71	6.4		
				56	1.77	8.7		
	°2	1.722	15.71	15.71	12	1.59	3.4	5.00
					25	1.67	6.2	
					56	1.72	8.4	
	°3	1.789	14.97	14.97	12	1.63	4.2	6.10
					25	1.71	6.6	
					56	1.79	9.3	
96.5% Suelo natural (SN) + 3.5% PET	°1	1.735	15.55	12	1.63	4.2	4.80	
				25	1.67	5.5		
				56	1.74	7.1		
	°2	1.697	15.98	15.98	12	1.58	3.3	4.10
					25	1.65	5.2	
					56	1.7	6.8	
	°3	1.749	15.76	15.76	12	1.6	4.0	5.20
					25	1.69	5.9	
					56	1.75	8.0	
94.5% Suelo natural (SN) + 5.5% PET	°1	1.726	14.61	12	1.57	1.6	2.50	
				25	1.65	2.7		
				56	1.73	4.3		
	°2	1.689	15.82	15.82	12	1.54	1.7	2.30
					25			
					56			

				25	1.64	2.9	
				56	1.69	4.1	
	°3	1.735	15.34	12	1.57	1.9	3.10
25				1.66	3.4		
56				1.73	4.7		

Tabla 31. Resumen del ensayo CBR al 95% MDS con penetración de 0.1”

Ítem	Suelo natural	Suelo natural + PET		
	100% SN	98.5% SN + 1.5% PET	96.5% SN + 3.5% PET	94.5% SN + 5.5% PET
Calicata 1	4.30	5.40	4.80	2.50
Calicata 2	3.90	5.00	4.10	2.30
Calicata 3	4.50	6.10	5.20	3.10
Promedio	4.23	5.50	4.70	2.63

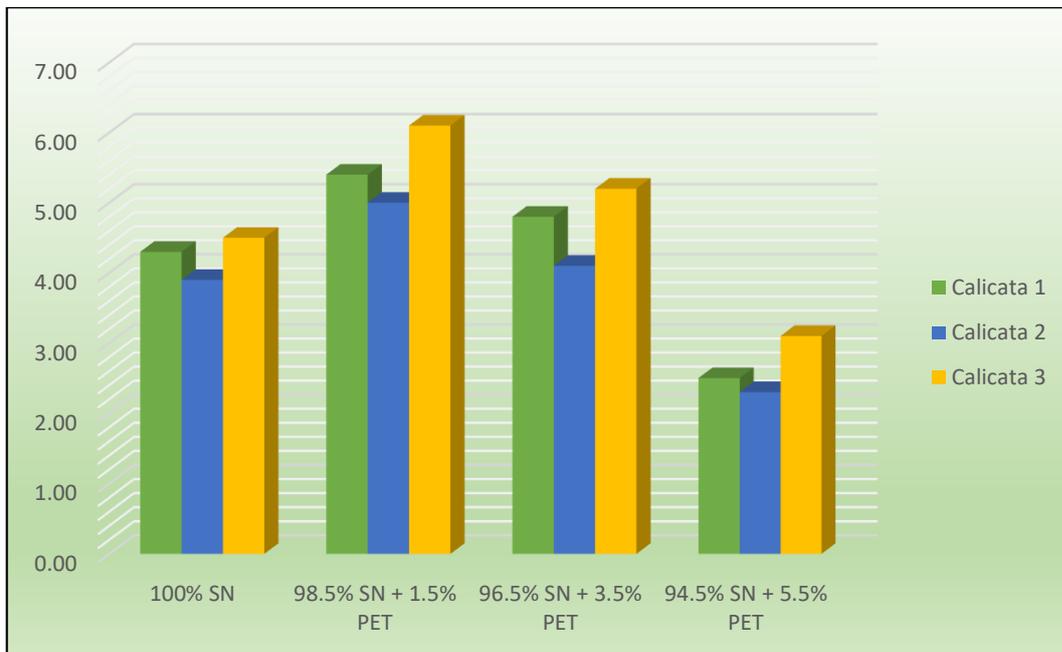


Figura 49. Grafica de niveles resultantes del ensayo CBR

Los resultados obtenidos del ensayo CBR para el grupo control (SN) y el grupo experimental con adicción (1.5%, 3.5%, 5.5% PET) podemos determinar, que para el ensayo de (100% SN) se obtuvo un máximo de 4.50% de CBR al 95% con 1.773 g/cm³ de MDS (máxima densidad seca), en el ensayo de (98.5% SN + 1.5% PET) se obtuvo un máximo de 6.10% de CBR al 95% con 1.789 g/cm³ de MDS (máxima densidad seca) en el ensayo de (96.5% SN + 3.5% PET) se obtuvo un máximo de 5.20% de CBR al 95% con 1.749 g/cm³ de MDS (máxima densidad seca) y por

último el ensayo de (94.5% SN + 5.5% PET) se obtuvo un máximo de 3.10% de CBR al 95% con 1.735 g/cm³ de MDS (máxima densidad seca).

4.4. Prueba estadística

Según Supo (2012, p.15), menciona algunas consideraciones y criterios a tener en cuenta para seleccionar la prueba estadística las cuales detallaremos a continuación:

Tipo de estudio	Aplicativo
Nivel de estudio	Explicativo
Diseño de estudio	Experimental
Tipo de variable	Variable numérica
Objetivo de estudio	Mejorar
Comportamiento de datos	Valores finales

Con las consideraciones y criterios podemos deducir que la prueba estadística ANOVA (Análisis de varianza), y con la ayuda del software estadístico SPSS se procesaron los datos.

- **Contrastación de hipótesis**

H₀: Las medias de los grupos son iguales estadísticamente.

H₁: Las medias de los grupos son diferentes estadísticamente.

- **Nivel de significancia**

El nivel de significancia será de 5% puesto que es un valor que se utiliza comúnmente.

- **Lectura del P-valor de decisión**

P-valor $\geq \alpha$ (Aceptamos H₀)

P-valor $< \alpha$ (Aceptamos H₁)

4.4.1. Prueba estadística para los resultados de granulometría

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene una distribución normal, esto se demuestra mediante las pruebas de

normalidad y en este caso se analizaron los datos de la prueba Shapiro Wilk, ya que los datos a analizar no superaron los 50.

Tabla 32. Prueba de normalidad de los resultados de granulometría

Pruebas de normalidad							
PROPORCION		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PORCENTAJES	GRAVA	0.314	3		0.893	3	0.363
	ARENA	0.253	3		0.964	3	0.637
	FINO	0.265	3		0.953	3	0.583

Nota: a. Corrección de la significación de Lilliefors, SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado, gl: Grados de libertad, Sig: Significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior los valores de Sig. (p-valor) son mayores a 0.05 (α), por lo que se considera que tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianzas.

Tabla 33. Descriptivos de los resultados de granulometría

Descriptivos								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GRAVA	3	1.6000	0.52915	0.30551	0.2855	2.9145	1.20	2.20
ARENA	3	31.6667	0.15275	0.08819	31.2872	32.0461	31.50	31.80
FINO	3	66.7333	0.66583	0.38442	65.0793	68.3874	66.00	67.30
Total	9	33.3333	28.23455	9.41152	11.6303	55.0363	1.20	67.30

Nota: N: Tamaño muestral, SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado

Tabla 34. Análisis de varianza de los resultados de granulometría

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6376.027	2	3188.013	12808.982	0.000
Dentro de grupos	1.493	6	0.249		
Total	6377.520	8			

Nota: GL: Grados de libertad, Sig: Significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior se tiene un valor de Sig. (p-valor) de **0.000 < 0.05** (α), lo cual indica que aceptamos la hipótesis de trabajo (H_1), Las medias de los grupos son diferentes estadísticamente (grava, arena, finos).

Para comprobar este resultado e identificar que solo existen diferencias estadísticas en los grupos de estudio mas no en los valores de cada grupo, se realizó una post prueba la cual se denomina prueba de Tukey

Tabla 35. Comparación múltiple de los resultados de granulometría

Comparaciones múltiples						
(I) PROPORCION		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GRAVA	ARENA	-30,06667*	0.40734	0.000	-31.3165	-28.8168
	FINO	-65,13333*	0.40734	0.000	-66.3832	-63.8835
ARENA	GRAVA	30,06667*	0.40734	0.000	28.8168	31.3165
	FINO	-35,06667*	0.40734	0.000	-36.3165	-33.8168
FINO	GRAVA	65,13333*	0.40734	0.000	63.8835	66.3832
	ARENA	35,06667*	0.40734	0.000	33.8168	36.3165

Nota: SN: Suelo Natural, PET: Plástico reciclado, Sig: Significancia.

Tabla 36. Subconjuntos de la prueba de Tukey

PORCENTAJES				
PROPORCION	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
GRAVA	3	1.6000		
ARENA	3		31.6667	
FINO	3			66.7333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Nota N: Tamaño muestral, SN: Suelos Natural, PET: Plástico Reciclado.

Como podemos observar de la tabla anterior, si hay diferencias significativas en cada uno de los grupos (grava, arena, finos) pero no hay diferencias significativas en los valores de cada grupo, puesto que solo hay un resultado por cada grupo Tabla N°36. Este resultado nos ratifica que los valores del suelo natural son:

- 3 valores de grava son estadísticamente iguales
- 3 valores de arena son estadísticamente iguales
- 3 valores de finos son estadísticamente iguales, según la tabla N°26.

Demostrando que el análisis granulométrico de las tres calicatas (SN) son estadísticamente iguales, teniendo un tipo de suelo CL para clasificación SUCS y tipo de suelo A-4 para la clasificación AASHTO.

4.4.2. Prueba estadística para los resultados de máxima densidad seca en el ensayo de proctor modificado

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene una distribución normal, esto se demuestra mediante las pruebas de normalidad y en este caso se analizaron los datos de la prueba Shapiro Wilk, ya que los datos a analizar no superaron los 50.

Tabla 37. Prueba de normalidad de los resultados de máxima densidad seca

Pruebas de normalidad							
PROPORCION		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PORCENTAJES	100% SN + 0% PET	0.355	3		0.819	3	0.160
	98.5% SN + 1.5% PET	0.284	3		0.933	3	0.501
	96.5% SN + 3.5% PET	0.284	3		0.934	3	0.503
	94.5% SN + 5.5% PET	0.316	3		0.890	3	0.355

Nota: a. Corrección de la significación de Lilliefors, SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado, gl: Grados de libertad, Sig: Significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior los valores de Sig. (p-valor) son mayores a 0.05 (α), por lo que se considera que tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianzas.

Tabla 38. Descriptivos de los resultados de máxima densidad seca

Descriptivos								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
100% SN + 0% PET	3	1.7493	0.03592	0.02074	1.6601	1.8386	1.71	1.77
98.5% SN + 1.5% PET	3	1.7607	0.03467	0.02002	1.6745	1.8468	1.72	1.79
96.5% SN + 3.5% PET	3	1.7270	0.02691	0.01553	1.6602	1.7938	1.70	1.75
94.5% SN + 5.5% PET	3	1.7167	0.02438	0.01408	1.6561	1.7772	1.69	1.74
Total	12	1.7384	0.03202	0.00924	1.7181	1.7588	1.69	1.79

Nota: N: Tamaño muestral, SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado

Tabla 39. Análisis de varianza de los resultados de máxima densidad seca

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.004	3	0.001	1.278	0.346
Dentro de grupos	0.008	8	0.001		
Total	0.011	11			

Nota: gl: Grados de libertad, Sig: Significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior se tiene un valor de Sig. (p-valor) de **0.346 > 0.05** (α), lo cual indica que aceptamos la hipótesis de trabajo (H_0), las medias de los grupos son iguales estadísticamente (100% SN, 98.5% SN + 1.5% PET, 96.5% SN + 3.5% PET, 94.5% SN + 5.5% PET), es decir no existe estadísticamente diferencias significativas.

Para comprobar este resultado, que no existen diferencias significativas se realiza una post prueba, la cual se denomina la prueba de Tukey.

Tabla 40. Comparación múltiple de los resultados de máxima densidad seca

Comparaciones múltiples						
PROPORCION		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
(I)	(J)				Límite inferior	Límite superior
100% SN + 0% PET	98.5% SN + 1.5% PET	-0.01133	0.02520	0.968	-0.0920	0.0694
	96.5% SN + 3.5% PET	0.02233	0.02520	0.812	-0.0584	0.1030
	94.5% SN + 5.5% PET	0.03267	0.02520	0.590	-0.0480	0.1134
98.5% SN + 1.5% PET	100% SN + 0% PET	0.01133	0.02520	0.968	-0.0694	0.0920
	96.5% SN + 3.5% PET	0.03367	0.02520	0.568	-0.0470	0.1144
	94.5% SN + 5.5% PET	0.04400	0.02520	0.363	-0.0367	0.1247
96.5% SN + 3.5% PET	100% SN + 0% PET	-0.02233	0.02520	0.812	-0.1030	0.0584
	98.5% SN + 1.5% PET	-0.03367	0.02520	0.568	-0.1144	0.0470
	94.5% SN + 5.5% PET	0.01033	0.02520	0.975	-0.0704	0.0910
94.5% SN + 5.5% PET	100% SN + 0% PET	-0.03267	0.02520	0.590	-0.1134	0.0480
	98.5% SN + 1.5% PET	-0.04400	0.02520	0.363	-0.1247	0.0367
	96.5% SN + 3.5% PET	-0.01033	0.02520	0.975	-0.0910	0.0704

Nota: SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado, Sig: Significancia.

Como podemos observar de la tabla anterior, todos los valores de Sig. son mayores a 0.05 (α) ya que al realizar una comparativa de los grupos de proporción (I) (J) de cada fila no existen diferencias significativas, es decir que todas las medias de los grupos son iguales estadísticamente.

Tabla 41. Subconjuntos en la prueba de Tukey

PORCENTAJES		
PROPORCION	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
94.5% SN + 5.5% PET	3	1.7167
96.5% SN + 3.5% PET	3	1.7270
100% SN + 0% PET	3	1.7493
98.5% SN + 1.5% PET	3	1.7607
Sig.		0.363

Nota: SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado, Sig: Significancia.

Como podemos observar de la tabla anterior, no hay diferencias significativas en cada uno de los grupos, tanto en el grupo control como en los experimentales puesto que el resultado de cada grupo se encuentra en una sola columna, esto nos indica que los grupos son iguales estadísticamente.

Nota: Los resultados obtenidos en la tabla N°41 nos demuestra que el peor resultado en MDS es la combinación de (94.5% SN + 5.5% PET) y el mejor resultado en MDS es la combinación de (98.5% SN + 1.5% PET), pero la diferencia es mínima.

4.4.3. Prueba estadística para los resultados de óptimo contenido de humedad en el ensayo de proctor modificado

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene una distribución normal, esto se demuestra mediante las pruebas de normalidad y en este caso se analizaron los datos de la prueba Shapiro Wilk, ya que los datos a analizar no superaron los 50.

Tabla 42. Prueba de normalidad de los resultados de proctor modificado

Pruebas de normalidad							
PROPORCION		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PORCENTAJES	100% SN + 0% PET	0.349	3		0.831	3	0.191
	98.5% SN + 1.5% PET	0.231	3		0.981	3	0.733
	96.5% SN + 3.5% PET	0.177	3		1.000	3	0.974
	94.5% SN + 5.5% PET	0.221	3		0.986	3	0.773

Nota: a. Corrección de significación de Lilliefors, SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado, gl: Grados de libertad, Sig: Significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior los valores de Sig. (p-valor) son mayores a 0.05 (α), por lo que se considera que tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianzas.

Tabla 43. Descriptivos de los resultados de proctor modificado

Descriptivos								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
100% SN + 0% PET	3	16.3600	0.40037	0.23116	15.3654	17.3546	15.90	16.63
98.5% SN + 1.5% PET	3	15.0667	0.60086	0.34691	13.5740	16.5593	14.52	15.71
96.5% SN + 3.5% PET	3	15.7633	0.21502	0.12414	15.2292	16.2975	15.55	15.98
94.5% SN + 5.5% PET	3	15.2567	0.60929	0.35177	13.7431	16.7702	14.61	15.82
Total	12	15.6117	0.66714	0.19259	15.1878	16.0355	14.52	16.63

Nota: N: Tamaño muestral, SN: Suelo Natural, PET: Plástico reciclado

Tabla 44. Análisis de varianza de los resultados de proctor modificado

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3.018	3	1.006	4.287	0.044
Dentro de grupos	1.878	8	0.235		
Total	4.896	11			

Nota: gl: Grados de libertad, Sig: significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior se tiene un valor de Sig. (p-valor) de **0.044 < 0.05** (α), lo cual indica que aceptamos la hipótesis de trabajo (H_1), Las medias de los grupos son diferentes estadísticamente (100% SN, 98.5% SN + 1.5% PET, 96.5% SN + 3.5% PET, 94.5% SN + 5.5% PET), es decir que hubo una mejora en los resultados.

Para comprobar este resultado e identificar cuál de las proporciones son diferentes estadísticamente se realiza una post prueba, la cual se denomina la prueba de Tukey.

Tabla 45. Comparaciones múltiples de los resultados de proctor modificado

Comparaciones múltiples						
PROPORCION		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
(I)	(J)				Límite inferior	Límite superior
100% SN + 0% PET	98.5% SN + 1.5% PET	1,29333*	0.39556	0.045	0.0266	2.5601
	96.5% SN + 3.5% PET	0.59667	0.39556	0.476	-0.6701	1.8634
	94.5% SN + 5.5% PET	1.10333	0.39556	0.090	-0.1634	2.3701
98.5% SN + 1.5% PET	100% SN + 0% PET	-1,29333*	0.39556	0.045	-2.5601	-0.0266
	96.5% SN + 3.5% PET	-0.69667	0.39556	0.356	-1.9634	0.5701
	94.5% SN + 5.5% PET	-0.19000	0.39556	0.961	-1.4567	1.0767
96.5% SN + 3.5% PET	100% SN + 0% PET	-0.59667	0.39556	0.476	-1.8634	0.6701
	98.5% SN + 1.5% PET	0.69667	0.39556	0.356	-0.5701	1.9634
	94.5% SN + 5.5% PET	0.50667	0.39556	0.598	-0.7601	1.7734
94.5% SN + 5.5% PET	100% SN + 0% PET	-1.10333	0.39556	0.090	-2.3701	0.1634
	98.5% SN + 1.5% PET	0.19000	0.39556	0.961	-1.0767	1.4567
	96.5% SN + 3.5% PET	-0.50667	0.39556	0.598	-1.7734	0.7601

Nota: SN: Suelo Natural, PET: Plástico reciclado, Sig: Significancia.

Como podemos observar de la tabla anterior, existen valores de Sig. que son menores a 0.05 (α) y mayores a 0.05 (α), esto nos demuestra que entre los grupos

existen diferencias significativas, pero también existen grupos que no tienen diferencias significativas estadísticamente.

Tabla 46. Subconjuntos en la prueba de Tukey

PORCENTAJES			
PROPORCION	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
98.5% SN + 1.5% PET	3	15.0667	
94.5% SN + 5.5% PET	3	15.2567	15.2567
96.5% SN + 3.5% PET	3	15.7633	15.7633
100% SN + 0% PET	3		16.3600
Sig.		0.356	0.090

Nota N: Tamaño muestral, SN: Suelos Natural, PET: Plástico Reciclado.

Como podemos observar de la tabla anterior, si hay diferencias significativas en cada uno de los grupos, tanto en el grupo control como en los experimentales, pero también existen grupos que no son diferentes significativamente, puesto que algunos resultados se repiten en las columnas.

Nota: Los resultados obtenidos en la tabla N°46 nos demuestra que el peor resultado de óptimo contenido de humedad es la combinación de (100% SN + 0% PET) y el mejor resultado de óptimo contenido de humedad es la combinación de (98.5% SN + 1.5% PET).

4.4.4. Prueba estadística para los resultados de CBR

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene una distribución normal, esto se demuestra mediante las pruebas de normalidad y en este caso se analizaron los datos de la prueba Shapiro Wilk, ya que los datos a analizar no superaron los 50.

Tabla 47. Prueba de normalidad de los resultados de CBR

Pruebas de normalidad							
PROPORCION		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PORCENTAJES	100% SN + 0% PET	0.253	3		0.964	3	0.637
	98.5% SN + 1.5% PET	0.238	3		0.976	3	0.702
	96.5% SN + 3.5% PET	0.238	3		0.976	3	0.702
	94.5% SN + 5.5% PET	0.292	3		0.923	3	0.463

Nota: a. Corrección de significación de Lilliefors, SN: Suelo natural, PET: Plástico Reciclado, gl: Grados de libertad, Sig: Significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior los valores de Sig. (p-valor) son mayores a 0.05 (α), por lo que se considera que tienen una distribución normal, esto indica que se puede utilizar la prueba paramétrica Análisis de Varianzas.

Tabla 48. Descriptivos de los resultados de CBR

Descriptivos								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
100% SN + 0% PET	3	4.2333	0.30551	0.17638	3.4744	4.9922	3.90	4.50
98.5% SN + 1.5% PET	3	5.5000	0.55678	0.32146	4.1169	6.8831	5.00	6.10
96.5% SN + 3.5% PET	3	4.7000	0.55678	0.32146	3.3169	6.0831	4.10	5.20
94.5% SN + 5.5% PET	3	2.6333	0.41633	0.24037	1.5991	3.6676	2.30	3.10
Total	12	4.2667	1.16411	0.33605	3.5270	5.0063	2.30	6.10

Nota: N: Tamaño muestral, SN: Suelo Natural, PET: Plástico reciclado

Tabla 49. Análisis de Varianza de los resultados de CBR

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	13.133	3	4.378	19.749	0.000
Intra-grupos	1.773	8	0.222		
Total	14.907	11			

Nota: gl: Grados de libertad, Sig: Significancia.

Como podemos observar en la tabla anterior se tiene un valor de Sig. (p-valor) de **0.000 < 0.05** (α), lo cual indica que aceptamos la hipótesis de trabajo (H_1), Las medias de los grupos son diferentes estadísticamente (100% SN, 98.5% SN + 1.5% PET, 96.5% SN + 3.5% PET, 94.5% SN + 5.5% PET), es decir que hubo una mejora en los resultados.

Para comprobar este resultado e identificar cuál de las proporciones son diferentes estadísticamente se realiza una post prueba, la cual se denomina la prueba de Tukey.

Tabla 50. Comparación múltiple de los resultados de CBR

Comparaciones múltiples						
(I) PROPORCION	(J) PROPORCION	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
100% SN + 0% PET	98.5% SN + 1.5% PET	-1,26667*	0.38442	0.044	-2.4977	-0.0356
	96.5% SN + 3.5% PET	-0.46667	0.38442	0.636	-1.6977	0.7644
	94.5% SN + 5.5% PET	1,60000*	0.38442	0.013	0.3690	2.8310
98.5% SN + 1.5% PET	100% SN + 0% PET	1,26667*	0.38442	0.044	0.0356	2.4977
	96.5% SN + 3.5% PET	0.80000	0.38442	0.238	-0.4310	2.0310
	94.5% SN + 5.5% PET	2,86667*	0.38442	0.000	1.6356	4.0977
96.5% SN + 3.5% PET	100% SN + 0% PET	0.46667	0.38442	0.636	-0.7644	1.6977
	98.5% SN + 1.5% PET	-0.80000	0.38442	0.033	-2.0310	0.4310
	94.5% SN + 5.5% PET	2,06667*	0.38442	0.003	0.8356	3.2977
94.5% SN + 5.5% PET	100% SN + 0% PET	-1,60000*	0.38442	0.013	-2.8310	-0.3690
	98.5% SN + 1.5% PET	-2,86667*	0.38442	0.000	-4.0977	-1.6356
	96.5% SN + 3.5% PET	-2,06667*	0.38442	0.003	-3.2977	-0.8356

Nota: SN: Suelo natural, PET: Plástico reciclado, Sig: Significancia.

Como podemos observar de la tabla anterior, todos los valores de Sig. son menores a 0.05 (α), por lo cual entre los grupos existen diferencias significativas, excepto las combinaciones de la proporción (J) (96.5% SN + 3.5% PET, 100% SN + 0% PET) ya que estos dos no presentan diferencias significativas estadísticamente.

Tabla 51. Subconjuntos en la prueba de Tukey

PORCENTAJES				
PROPORCION	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
94.5% SN + 5.5% PET	3	2.6333		
100% SN + 0% PET	3		4.2333	
96.5% SN + 3.5% PET	3		4.7000	
98.5% SN + 1.5% PET	3			5.5000
Sig.		1.000	0.636	0.238

Nota N: Tamaño muestral, SN: Suelos natural, PET: Plástico reciclado.

Como podemos observar de la tabla anterior, si hay diferencias significativas en cada uno de los grupos, tanto en el grupo control como en los experimentales puesto que el resultado de cada grupo se encuentra en columnas diferentes, esto nos indica que los grupos son diferentes estadísticamente.

Nota: Los resultados obtenidos en la tabla N°51 nos demuestra que el peor resultado en CBR es la combinación de (94.5% SN + 5.5% PET) y el mejor resultado en CBR es la combinación de (98.5% SN + 1.5% PET).

V. DISCUSIÓN

D1: El objetivo general del presente proyecto de investigación es mejorar la subrasante mediante la adición de plástico reciclado PET a los suelos cohesivos en una vía multicarril, para cumplir con nuestro objetivo general se investigó las bases teóricas nacionales e internacionales y las normas para cada parámetro de estudio, para así desarrollar y cumplir con todos nuestros objetivos planteados.

D2: Los resultados que obtuvimos tienen relación con lo que indica Gil Carbonell & Núñez Quintana (2018), quien utiliza dosificaciones con cantidades de 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2% y 1,5%, de PET para su respectivo análisis logrando obtener que la adición de 0.6% es la más adecuada logrando aumentar sus valores de cohesión y ángulo de fricción alcanzando mejorar 22.28% en comparación del suelo natural.

D3: Para la toma de muestras se realizaron tres calicatas para posteriormente realizar los ensayos de laboratorio; Análisis granulométrico, Contenido de humedad, Límites de Atterberg, Ensayo proctor modificado y el ensayo California Bearing Ratio (CBR). Para realizar todos los ensayos mencionados anteriormente se tomó en cuenta la norma las normativas MTC para cada uno de ellos.

D4: Para realizar una pavimentación ya sea rígido o flexible en la avenida Juliaca se tiene que hacer un mejoramiento de suelos a nivel subrasante ya que la actual no es óptima, sabemos que existen muchas maneras de mejorar un suelo, nosotros proponemos en la presente investigación el mejoramiento con la mezcla de plástico reciclado PET. Comparando los resultados de los ensayos podemos observar para el proceso de construcción según las normas del MTC – Manual de Suelos, geología, geotecnia y pavimentos cumplimos con parte de los parámetros establecidos.

D5: En concordancia a los antecedentes de la investigación la incorporación de plástico reciclado para la Subrasante, según el autor Quispe Serrano & Sañac Vilca (2018), donde la incorporación de este material al suelo areno arcilloso aumenta su CBR en 7.8 % siendo la incorporación de 5 % la más adecuada en esta

investigación concluyendo que la adición de este material genera un aumento en la resistencia, debido que las propiedades del plástico reciclado es la baja densidad y flexible. La adición de plástico reciclado que no fue favorable al suelo arcillo es la adición 6%, tal que disminuye el CBR convirtiéndolo en una Subrasante inadecuada para la construcción de la carretera. Realizando una comparación de los resultados en ambas investigaciones podemos concluir que a mayor cantidad de plástico reciclado al suelo natural lo resultados de proctor modificado y de capacidad de soporte disminuyen significativamente, podemos decir que a menor cantidad de plástico reciclado el resultado es mejor.

VI. CONCLUSIONES

Posterior de haber realizado los ensayos de laboratorio y obtenido los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de las muestras del suelo cohesivo, se llegó a las siguientes conclusiones:

En respuesta al objetivo general: Determinamos que, analizando los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio observamos que el suelo cohesivo mejoró positivamente en sus propiedades físicas y mecánicas, a medida que disminuye la proporción añadida de plástico reciclado (PET) al suelo natural (SN), demostrando que la proporción de 1.5% es la más efectiva para mejorar la subrasante de una vía multicarril.

En respuesta al objetivo secundario 1: Se determinó que mediante el análisis granulométrico se logró caracterizar geotécnicamente el tipo de suelo natural, dando como resultado por el método SUCS un suelo arcilloso inorgánico de baja plasticidad (CL) y por el método AASHTO es un suelo limoso de tipo A-4. Teniendo la siguiente clasificación, para un suelo cohesivo de esta naturaleza se determinó que contiene un 66.7% de fino, 31.7% de arena y 1.6% de grava

En respuesta al objetivo secundario 2: Se determinó que mediante el ensayo de proctor modificado, se obtuvo valores positivos para el óptimo contenido de humedad, demostrando que la absorción de agua por parte del suelo disminuye, generando un suelo más estable ya que la densidad del suelo disminuyó, esto se logró con la adición del 1.5% PET al suelo natural SN.

En respuesta al objetivo secundario 3: Se determinó mediante el ensayo de CBR que los porcentajes añadidos de 1.5% de PET + 98.5% SN, 3.5% de PET + 96.5% SN, 5.5% de PET + 94.5% SN, influye respecto a la resistencia que tiene el suelo ya que los resultados de CBR han mejorado en 2 de las 3 proporciones añadidas, siendo la más representativa la adición de 1.5% de plástico reciclado PET mejorando la capacidad de resistencia del suelos con un valor mínimo inicial de 3.90% de CBR al 95% de su máxima densidad seca con una penetración al 0.1”

hasta lograr un valor máximo de 6.10% de CBR al 95% de la máxima densidad seca con una penetración de 0.1", mejorando un 2.20% la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR).

Se concluye, que las muestras obtenidas de la vía multicarril en la avenida Juliaca no cumple con los parámetros mínimos de calidad establecidos en la EG-2013 para la conformación de una subrasante, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el resultado más bajo obtenido en el ensayo de CBR es 3.90% al 95% MDS con penetración de 0.1" llegando a la conclusión con este valor que es una subrasante pobre según la tabla N°7.

A partir del análisis experimental y teórico, se verifica que el plástico reciclado PET tiene el potencial óptimo para mejorar la estabilidad y resistencia de un suelo a nivel subrasante, presentando así una nueva alternativa ecológica para la reutilización de este material de desecho en obras geotécnicas, disminuyendo así el impacto ambiental que producen los plásticos asociado a su largo periodo de degradación.

VII. RECOMENDACIONES

Para la aplicación del presente estudio en obras de infraestructura vial, se recomienda su uso para mejorar la subbase y subrasante, ya que la proporción óptima añadida al suelo cumplen de los requerimientos establecidos por la EG-2013. MTC

Con el fin de completar la investigación, se recomienda realizar investigaciones de la adición de PET en suelos no cohesivos para así determinar las características físicas y mecánicas que puedan presentar, a fin de demostrar si son favorables o desfavorables.

Se recomienda para futuros estudios realizar la estabilización de suelos con otro tipo de productos plásticos reciclables como pueden ser el tecnoport, caucho, HDPE.

Realizar un estudio comparativo utilizando el plástico reciclado y el caucho reciclado para determinar qué tipo de fibra logra tener un mejor resultado a la hora de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos.

Se recomienda que este método de estabilización se utilice para mejorar la subrasante de un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) con una adición de plástico reciclado PET menores a 1.5% tales como 0.8%, 1% y 1.2% y con dimensiones entre 5 a 10 mm.

Se recomienda utilizar este material de plástico reciclado PET no solo para la estabilización de suelos cohesivos, sino también en la adición a distintos materiales de construcción ya sea adoquines, bloquetas, ladrillos entre otros para así minimizar la contaminación que genera este tipo de plástico.

Se recomienda realizar tramos de prueba reales en pavimentos flexibles para evaluar su comportamiento funcional y estructural.

Se pudo observar y experimentar personalmente la limitada producción y transformación del PET en la region de Puno, a nivel del requerimiento de los interesados. Por lo que se recomienda crear empresas especializadas y modernas que se dediquen exclusivamente al reciclado, estudio y transformación del residuo de PET.

Finalmente se recomienda realizar investigaciones similares al presente proyecto, con la diferencia de optar distintos tamaños y formas geométricas del plástico reciclado PET.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¿Que son los polimeros?[linea]. (2005). Textos Cientificos.Com.
<https://rb.gy/w2ug8i>
- ALFARO RODRÍGUEZ, C. H. (2012). Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería (Vol. 53, Issue 9). Universidad Nacional del Callao, Facultad de ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- ARAUJO NAVARRO, W. (2014). Ecuaciones de correlación del CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura [linea] [Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. 74]. <https://hdl.handle.net/11042/2192>
- BOJÓRQUEZ MOLINA, J. A., LINA LOPEZ, A., & JIMENEZ LOPEZ, E. (2013). Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab [en línea]. Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013), 1–9. <https://rb.gy/url3qj>
- CABEZAS MEJIA, E. D., ANDRADE NARANJO, D., & TORRES SANTAMARÍA, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica [linea] (D. A. Aguirre (Ed.); 1st ed.). Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://www.repositorio.espe.edu.ec>
- Corporación Ezequiel Zamora. (2020). Tipos de plásticos reciclables - CORPOEZ. Febrero, 2020. <http://www.corpoez.gob.ve/tipos-de-plasticos-reciclables/>
- CRESCO VILLALAZ, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones [linea] (S. Limusa (Ed.); 6a ed.). www.noriega.com.mx
- DÁVILA, J. (2012). Conceptos meteorológicos aplicando a la medición del contenido de humedad. 8 Y 9 de Octubre.
[http://www.cenam.mx/eventos/enme/docs/6 CONCEPTOS METROLOGICOS APLICADOS A LA MEDICIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD.pdf](http://www.cenam.mx/eventos/enme/docs/6_CONCEPTOS_METROLOGICOS_APLICADOS_A_LA_MEDICIÓN_DE_CONTENIDO_DE_HUMEDAD.pdf)
- FARIAS BRIZUELA, D. (2005). Clasificación de Suelos (Vol. 005).
- GESSESSE ASSEFA, M. (2019). Investigación de estabilización de suelo expansivo con residuos de plástico. Universidad de ciencia y tecnología Addis Abeba.
- GIL GARBONELL, E. R., & NUÑEZ QUINTANA, I. K. (2018). Influencia de la adición de fibras de PET reciclado sobre la resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería.
- IBÁÑEZ, J. (2008). Temperatura del Suelo y Microclimatología | Un Universo invisible bajo nuestros pies. Temperatura Del Suelo y Microclimatología.
<https://rb.gy/vjgiw7>
- Impacto ambiental [linea]. (2013). Febrero 2014. <https://rb.gy/j6nuoy>

- Ingeniería civil práctica. (2012). Clasificación de suelos por los métodos Unificado SUCS y AASHTO (p. 1). <https://rb.gy/1ighe3>
- JIMENEZ LAGOS, M. E. (2014). Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y Viga Benkelman [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería]. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.04>
- JQ, I. (2020). Información técnica resistencia química. Industrias JQ SA. <https://rb.gy/j6jrl0>
- JUAN DE DIOS SALAZAR, J. F. (2018). Análisis de las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos cohesivos, Cantoral - San Juan de Lurigancho, 2018. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería.
- KASSA, R. B., WORKIE, T., ABDEA, A., FEKADE, M., SALEH, M., & DEJENE, Y. (2020, March). Soil stabilization using waste plastic materials [línea]. Open Journal of Civil Engineering, 10(01), 55–68. <https://doi.org/10.4236/ojce.2020.101006>
- KIRUBAKARAN, K., DINESH, S., & RANJITH KUMAR, G. (2028). Stabilization of black cotton soil using waste pet bottles. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 13(7), 15944–15950. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.30282>
- LANDABEREA LORENZO, A. (2018). Estado del conocimiento sobre la viabilidad del uso de escorias de acería eléctrica en hormigones compactados a rodillo [línea]. In Universidad del país vasco. Universidad del País Vasco, Escuela de ingeniería de Bilbao.
- LEFEBVRE. (2015). Carreteras clasificación [en línea]. BLOG ATUM. <https://rb.gy/is8qvs>
- Leonardo. (2012). Características del PET (Polietileno tereftalato) gestión de residuos valencia [línea]. <https://rb.gy/7pjvn6>
- LÓPEZ MALDONADO, G. (2020). Ensayos de compactación en carreteras: proctor normal y modificado. Universitat Politècnica de Valencia, 1, 8. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/139866>
- LÓPEZ, P. L. (2004). Población, muestra y muestreo [línea]. In Punto Cero (1st ed., Vol. 09, Issue 08, pp. 69–74). SCIELO. puntocero@ucbcba.edu.bo
- LUWALAGA, J. G. (2016). Analysing the behaviour of soil reinforced with polyethylene terephthalate (pet) plastic waste (Vol. 1). Facultad de Ingeniería de la Universidad Stellenbosch.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos. In Manual de Suelos, Geología, geotecnia y pavimentos. en su sección suelos y pavimentos (p. 305).

- MISHRA, B. (2016, February). Study on use of polyethylene terephthalate (PET) fiber for stabilization of subgrade soil of road pavement [línea]. Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 5(2), 1497 – 1504. <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2016.0502045>
- MTC-EG 2013. (2015). Especificaciones técnicas generales para la construcción. In R.D. N° 22-2013-Mtc/14 (Setiembre).
- MTC. (2013). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. In Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos. en su sección suelos y pavimentos (5th ed., p. 346). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- POSADA BUSTAMANTE, B. (2012). Degradación de los plásticos [en línea]. Revista Universidad Eafit, No 94, 67–86. <https://rb.gy/9dnu3r>
- QuimiNet. (2012). Las características más importantes del PET [línea]. QuimiNet.Com. <https://rb.gy/ye3cyv>
- QUISPE SERRANO, E., & SAÑAC VILCA, M. (2018). Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018. Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, Tamburco - Abancay.
- Resolución de consejo universitario N°126. (2017). Código de ética- Universidad Cesar Vallejo [línea] (p. 12). 23 de Mayo 2017. www.uvc.edu.pe
- RODRIGUEZ, D. (2019). Los 7 tipos de plásticos, características y usos. [línea]. Lifeder. <https://rb.gy/t8vasj>
- SINCHE LAVADO, J. J., & ZEVALLOS QUEVEDO, J. M. (2019). Influencia de las escamas de tereftalato de polietileno (flake PET) en el comportamiento mecanizado de los suelos areno-limosos del distrito de la Molina. Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima.
- SUPO, J. (2012). Seminarios de Investigación Científica Sinopsis del libro 2012. 30. www.seminariodeinvestigacion.com
- Técnicas de recolección de datos. (2021). Online-Tesis.
- Tipos de plásticos. (2017). Dudalia.Com. <https://rb.gy/uxgoha>
- Todo vial. (2020). ¿Qué es la subrasante? definición, importancia y estudios. Todo Vial. <https://rb.gy/xnbpmh>
- TORIAC CORRAL, J. (2012, September). Productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón.[línea]. 37–3, 293–334. <https://rb.gy/eohwnm>
- TREVIÑO, V. (2019). Busca empresa mexicana aumentar reciclaje de botellas. 03 de Junio 2019. <https://rb.gy/vt3kbn>

VILLARIN ARTEAGA, J. F. (2018). Analisis del comportamiento de la base cemento para pavimentos con adición de residuos PET reciclado. Universidad Catolica de Colombia, Facultad de ingenieria, Colombia , Bogota.

ZENTENO ENRIQUEZ, S. J. (2018). Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polirtileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de puno. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingenieria Civil y Arquitectura, Puno.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021”

Autores: ZEA ARIAS Henry Paul, FLORES ORTEGA, Deyvis Clemente

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cómo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos mejoraría la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021?	OBJETIVO PRINCIPAL Mejorar la subrasante de una vía multicarril por medio del plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos.	HIPOTESIS PRINCIPAL El plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos mejorará la subrasante de una vía multicarril.	VI: • Adición de PET VD: • Propiedades del suelo cohesivo	• Proporciones • Propiedades físicas, mecánicas	• 1.5%, 3.5%, 5.5% • Tamaño, CBR	• METODO DE INVESTIGACION: Hipotético Deductivo • DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada
PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1 ¿Con un registro granulométrico adecuado se clasificaría el tipo de suelo natural de una vía multicarril mediante los métodos SUCS y AASHTO?	OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1 Clasificar el tipo de suelo natural de una vía multicarril mediante los métodos SUCS y AASHTO con un registro granulométrico adecuado.	HIPOTESIS SECUNDARIO Nº 1 Un registro granulométrico adecuado clasificará el tipo de suelo natural de una vía multicarril mediante los métodos SUCS y AASHTO.	VI: • Propiedad física VD: • Tipo de suelo	• Granulometría • Clasificación	• Tamaño (mm) • SUCS y AASHTO	• NIVEL DE INVESTIGACIÓN Experimental • POBLACIÓN Suelos cohesivos de Juliaca,
PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2 ¿Con una correcta técnica de clasificación se definiría una densidad aceptable aplicando como aditivo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos?	OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2 Definir una densidad aceptable aplicando como aditivo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos mediante una correcta técnica de clasificación.	HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº 2 Una correcta técnica de clasificación se definirá una densidad aceptable aplicando como aditivo el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos.	VI: • Clasificación VD: • máxima densidad seca	• Escamas • Densidad	• Tamaño (mm) • Proctor modificado	• MUESTRA Subrasante adhiriendo plástico reciclado • TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS:
PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3 ¿Con una adición establecida se lograría una mezcla de mayor resistencia utilizando el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos?	OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3 Lograr una mezcla de mayor resistencia utilizando el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos por medio de una adición establecida.	HIPOTESIS SECUNDARIO Nº 3 Una adición establecida logrará una mezcla de mayor resistencia utilizando el plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos.	VI: • Adición de PET VD: • Resistencia del suelo	• Cantidad • Compactación	• 1.5%, 3.5%, 5.5% • CBR	• TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS:

Anexo 2

Validación de los instrumentos para la obtención de datos

TITULO DE TESIS: Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

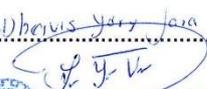
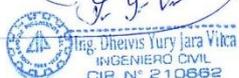
TESISTAS: Zea Arias, Henry Paul
Flores Ortega, Deyvis Clemente

A continuación, en el siguiente cuadro se muestra el resumen de validación de instrumentos, las mismas que fueron evaluados por los expertos en la especialidad, calificar el siguiente cuadro con un puntaje del 1 al 5 donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.

ÍTEM	CRITERIOS	1	2	3	4	5
1	¿Se pudo determinar que es un suelo cohesivo mediante los ensayos de laboratorio?					X
2	¿Según el ítem 1 usted cree que es un suelo inadecuado en subrasante para la construcción de una vía?					X
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?					X
4	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigación?					X
5	¿El tamaño del plástico reciclado PET usado en las pruebas de laboratorio influirá en los resultados?					X
6	¿La recolección de datos del instrumento es clara, sencilla y precisa para la investigación?					X
7	¿La adición de plástico reciclado PET a los suelos cohesivos mejorará sus propiedades físicas y mecánicas?				X	
8	¿El porcentaje de adición de plástico reciclado PET influye en el comportamiento del suelo cohesivos?					X
9	¿La adición de plástico reciclado PET mejora la resistencia de los suelo cohesivos?				X	
10	¿Los valores de CBR se verán afectados al incorporar plástico reciclado PET a los suelos cohesivos?				X	
11	¿Se puede agregar plástico reciclado PET a cualquier tipo de suelo para mejorar sus propiedades mecánicas?			X		

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Neutral	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Ingeniero experto

Deyvis Yury Jara Vilca



SELLO Y FIRMA DEL ESPECIALISTA

TITULO DE TESIS: Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

TESISTAS: Zea Arias, Henry Paul
Flores Ortega, Deyvis Clemente

A continuación, en el siguiente cuadro se muestra el resumen de validación de instrumentos, las mismas que fueron evaluados por los expertos en la especialidad, calificar el siguiente cuadro con un puntaje del 1 al 5 donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.

ÍTEM	CRITERIOS	1	2	3	4	5
1	¿Se pudo determinar que es un suelo cohesivo mediante los ensayos de laboratorio?					✓
2	¿Según el ítem 1 usted cree que es un suelo inadecuado en subrasante para la construcción de una vía?					✓
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?					✓
4	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigación?				✓	
5	¿El tamaño del plástico reciclado PET usado en las pruebas de laboratorio influirá en los resultados?					✓
6	¿La recolección de datos del instrumento es clara, sencilla y precisa para la investigación?					✓
7	¿La adición de plástico reciclado PET a los suelos cohesivos mejorará sus propiedades físicas y mecánicas?				✓	
8	¿El porcentaje de adición de plástico reciclado PET influye en el comportamiento del suelo cohesivos?					✓
9	¿La adición de plástico reciclado PET mejora la resistencia de los suelo cohesivos?				✓	
10	¿Los valores de CBR se verán afectados al incorporar plástico reciclado PET a los suelos cohesivos?					✓
11	¿Se puede agregar plástico reciclado PET a cualquier tipo de suelo para mejorar sus propiedades mecánicas?				✓	

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Neutral	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Ingeniero experto

ALBERTH YSIDRO QUISPE BUZTINZA


 CONGEOMAT S.R.L.

 Alberth Ysidro Quispe Buztinza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300
SELLO Y FIRMA DEL ESPECIALISTA

TITULO DE TESIS: Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

TESISTAS: Zea Arias, Henry Paul
Flores Ortega, Deyvis Clemente

A continuación, en el siguiente cuadro se muestra el resumen de validación de instrumentos, las mismas que fueron evaluados por los expertos en la especialidad, calificar el siguiente cuadro con un puntaje del 1 al 5 donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.

ÍTEM	CRITERIOS	1	2	3	4	5
1	¿Se pudo determinar que es un suelo cohesivo mediante los ensayos de laboratorio?					X
2	¿Según el ítem 1 usted cree que es un suelo inadecuado en subrasante para la construcción de una vía?					X
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?				X	
4	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigación?					X
5	¿El tamaño del plástico reciclado PET usado en las pruebas de laboratorio influirá en los resultados?				X	
6	¿La recolección de datos del instrumento es clara, sencilla y precisa para la investigación?				X	
7	¿La adición de plástico reciclado PET a los suelos cohesivos mejorará sus propiedades físicas y mecánicas?				X	
8	¿El porcentaje de adición de plástico reciclado PET influye en el comportamiento del suelo cohesivos?				X	
9	¿La adición de plástico reciclado PET mejora la resistencia de los suelo cohesivos?				X	
10	¿Los valores de CBR se verán afectados al incorporar plástico reciclado PET a los suelos cohesivos?				X	
11	¿Se puede agregar plástico reciclado PET a cualquier tipo de suelo para mejorar sus propiedades mecánicas?			X		

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Neutral	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Ingeniero experto

John Darwin Ticona Quispe



SELLO Y FIRMA DEL ESPECIALISTA

Anexo 3
Resultados de los ensayos de laboratorio

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES**

**PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA
MULTICARRIL, JULIACA 2021**



**CERTIFICADOS DE ENSAYOS EN
LABORATORIO**

2021

1 de 1

CALICATA 01

SUELO NATURAL

98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO

96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO

94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO : C - 2021 - 135
FECHA: 29-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

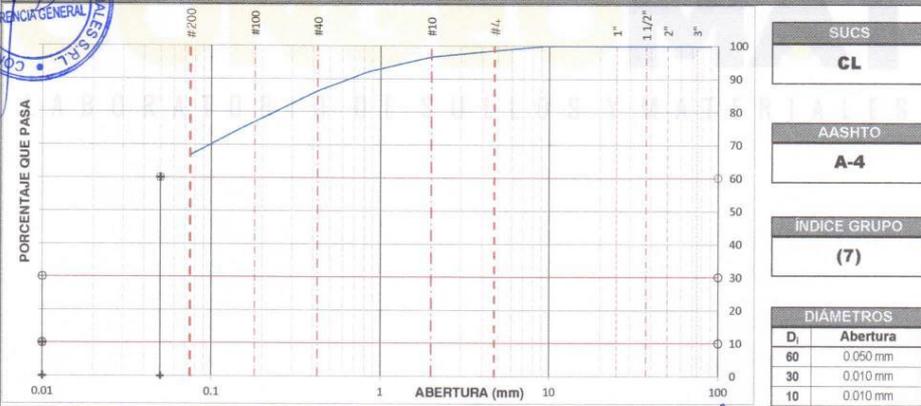
CALICATA: C-01
TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL
MUESTRA: 1
LUGAR DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0			
10	#4	4.750	5.0	1.4	98.6			
11	#10	2.000	6.0	2.0	96.6			
12	#20	0.850	13.2	4.3	92.2			
13	#40	0.425	18.1	5.9	86.3			
14	#100	0.150	34.5	11.3	75.0			
15	#200	0.075	24.4	8.0	66.9			
16	Fondo	0.075	203.8	66.9				
17								

DESCRIPCIÓN		VALOR
GENERAL		
Peso muestra seca		345 g
Peso muestra lavada y seca		114 g
Finos equiv. <#4	98.6%	340 g
Grava usada	1.4%	5 g
Fino ensayado < #4		300 g
Frac. equiv. < #200	66.9%	231 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL	
TAMANO MAXIMO	3/8"	
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		5.000
Curvatura (Cc)		0.200
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCIÓN		
Limite Líquido (LL)		26.76
Limite Plástico (LP)		19.23
Indice Plástico (IP)		7.53



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispé Bustiza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 - Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 - Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 29-05-2021

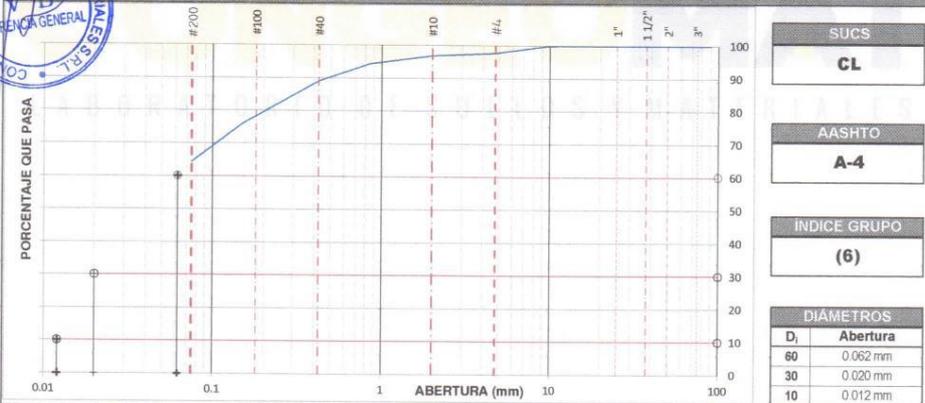
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01
MUESTRA: 1
TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERALES Peso muestra seca 2,000 g Peso muestra lavada y seca 714 g Finos equiv. <#4 97.7% 1,954 g Grava usada 2.3% 46 g Fino ensayado < #4 500 g Frac. equiv. <#200 64.3% 1,286 g MANUAL TIPO DE TAMIZADO TAMAÑO MÁXIMO 1/2" COEFICIENTES Uniformidad (Cu) 5.167 Curvatura (Cc) 0.538 LIMITES DE ATTERBERG DESCRIPCIÓN Límite Líquido (LL) 26.90 Límite Plástico (LP) 19.09 Índice Plástico (IP) 7.81	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	2	0.1	99.9			
10	#4	4.750	44.0	2.2	97.7			
11	#10	2.000	4.4	0.9	96.8			
12	#20	0.850	12.7	2.5	94.4			
13	#40	0.425	26.8	5.2	89.1			
14	#100	0.150	67.1	13.1	76.0			
15	#200	0.075	80.1	11.7	64.3			
16	Fondo	0.075	328.9	64.3				
17								
18								



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



SUCS	
CL	
AASHTO	
A-4	
INDICE GRUPO	
(6)	
DIÁMETROS	
D ₁	Abertura
60	0.062 mm
30	0.020 mm
10	0.012 mm

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Isidro Quispe Bustirza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
Telf.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA: 29-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01

MUESTRA: 1

TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150

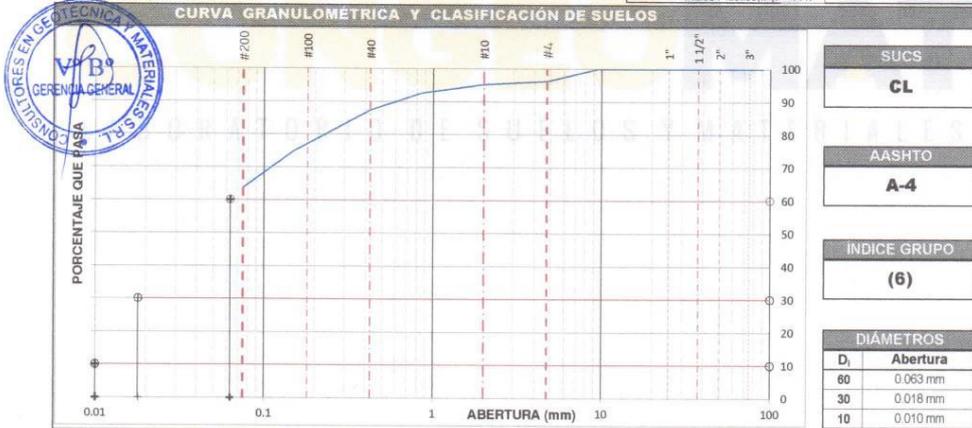
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO

ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	2,850 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	1,036 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv. <#4:	96.3%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	3.7%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	780 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv. < #200	63.7%
7	3/4"	18.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	17"
9	3/8"	9.500	1	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	105.0	3.7	96.3		Uniformidad (Cu)	6.300
11	#10	2.000	9.0	1.1	95.2		Curvatura (Cc)	0.514
12	#20	0.850	20.5	2.5	92.6			
13	#40	0.425	42.0	5.2	87.5			
14	#100	0.150	101.6	12.5	74.9			
15	#200	0.075	90.6	11.2	63.7			
16	Fondo	0.075	516.3	63.7				
17								
18								
19								
20								

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Perry Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA: 29-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01

MUESTRA: 1

TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150

LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO

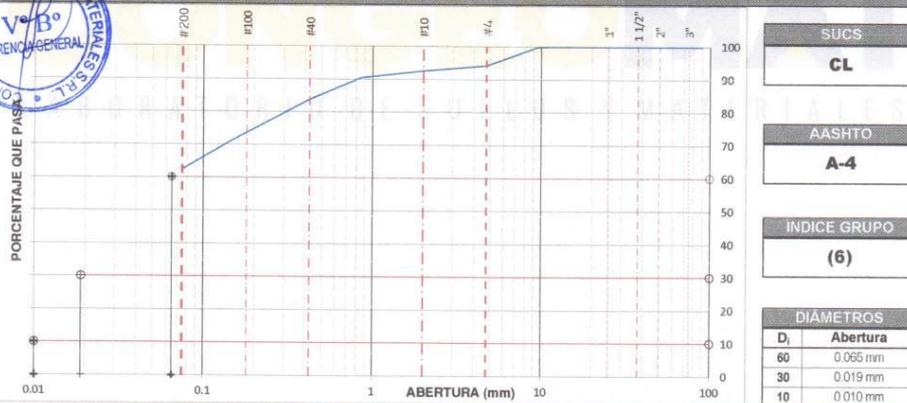
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	5	0.2	99.8			
10	#4	4.750	157.0	5.6	94.3			
11	#10	2.000	15.7	1.6	92.6			
12	#20	0.850	20.2	2.1	90.5			
13	#40	0.425	64.3	6.7	83.8			
14	#100	0.150	116.5	12.2	71.6			
15	#200	0.075	87.6	9.2	62.4			
16	Fondo	0.075	596.7	62.4				

DESCRIPCIÓN		VALOR
GENERALES		
Peso muestra seca		3,000 g
Peso muestra lavada y seca		1,128 g
Finos equiv. <#4:	94.3%	2,828 g
Grava usada	5.7%	172 g
Fino ensayado < #4		900 g
Frac. equiv. < #200	62.4%	1,872 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL	
TAMANO MÁXIMO	172"	
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		6.500
Curvatura (Cc)		0.555
LÍMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCIÓN		
Límite Líquido (LL)		26.88
Límite Plástico (LP)		19.26
Índice Plástico (IP)		7.62



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA : 31-05-2021

DATOS DE MUESTRA

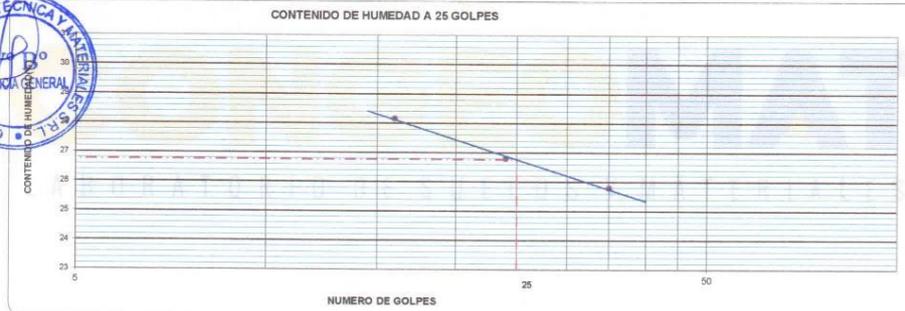
CALICATA: C-01 MUESTRA : 1
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGAR DE MUESTREO: v. JULIACA (E)
 DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-02	C-04	C-09	
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	38.71	37.89	41.06	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	34.56	33.85	37.05	-
PESO DE AGUA	(g)	4.15	3.84	4.01	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.82	19.52	21.50	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.74	14.33	15.55	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.15	26.80	25.79	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	35	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-01	T-05		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	24.12	24.67	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	23.05	23.88	-	-
PESO DE LA TARA	(g)	17.50	18.52	-	-
PESO DEL AGUA	(g)	1.07	0.99	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.55	5.16	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.28	19.19	-	19.23



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	26.76
LIMITE PLÁSTICO (%)	19.23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.53

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Parcahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima Telf.: (051) 325735
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305 Cel.: (+51) 951 404988
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané congeomat@gmail.com



LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD

(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)

Código : F - 005

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 135

SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA : 31-05-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA: C-01

MUESTRA : 1

TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150

LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO

ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-06	C-07	C-08	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	39.71	40.37	37.52	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	35.20	36.02	33.74	-
PESO DE AGUA	(g)	4.51	4.35	3.78	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.64	20.12	18.79	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.56	15.90	14.95	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.98	27.38	25.28	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	35	-

LIMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-03	T-10		
Nº TARRO	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.04	25.50	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.15	24.50	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	17.50	19.25	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.89	1.00	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.65	5.25	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.14	19.05	-	19.09

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	26.90
LIMITE PLÁSTICO (%)	19.09
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.81

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Paricahua Tintaya
 TEO. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Alherth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. Nº 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 REGISTRO : C - 2021 - 135
 FECHA : 31-05-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA: C-01
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-11	C-14	C-15	
Nº CAPSULA	ID				-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	39.17	37.42	39.75	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	35.26	33.48	35.64	-
PESO DE AGUA	(g)	3.91	3.94	4.11	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.85	18.95	19.32	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.41	14.53	16.32	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.16	27.12	25.18	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	33	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-13	T-17		
Nº TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	28.13	27.06	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	27.16	26.05	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	22.01	20.88	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.98	1.01	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.14	5.17	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.07	19.54	-	19.30

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	26.77
LIMITE PLÁSTICO (%)	19.30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.47

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Parcahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD (NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Código : F - 006
		Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
REGISTRO : C - 2021 - 135
SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
FECHA : 31-05-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA: C-01
MUESTRA : 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
	ID	C-20	C-21	C-22	
Nº CAPSULA					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	36.95	39.20	35.59	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	33.15	35.20	32.10	-
PESO DE AGUA	(g)	3.80	4.00	3.49	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.68	20.45	18.52	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.47	14.75	13.58	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.21	27.12	25.70	-
NUMERO DE GOLPES		15	26	35	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
	ID	T-19	T-19		PROMEDIO
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	25.18	29.69	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	24.19	28.60	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	19.03	22.06	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.99	1.09	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.16	5.64	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.19	19.33	-	19.26



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.88
LIMITE PLÁSTICO (%)	19.26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.62

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F-003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 29-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 **MUESTRA:** 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 **LUGAR DE MUESTREO:** KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	84.50	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	318.31	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	286.70	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	29.61	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	204.20	--	--
6	Humedad	%	14.50	--	--
7	Humedad Promedio	%	14.50		



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
John Perry Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F-003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene:21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

REGISTRO: C - 2021 - 135

FECHA: 29-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01	MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150	LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO	ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECICLA

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	87.49	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	328.05	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	298.56	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	29.49	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	211.07	--	--
6	Humedad	%	13.97	--	--
7	Humedad Promedio	%	13.97		

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




 CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bluzinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F-003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene:21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 29-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01	MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150	LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO	ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECICLA

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	92.50	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	314.45	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	288.90	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	25.55	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	196.40	--	--
6	Humedad	%	13.01	--	--
7	Humedad Promedio	%	13.01		

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




 CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bastinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F - 003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO REICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 29-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01	MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150	LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO REICLADO	ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLA:

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	104.50	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	328.34	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	302.80	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	25.54	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	198.30	--	--
6	Humedad	%	12.88	--	--
7	Humedad Promedio	%	12.88		

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paritahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 31-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01
MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
LUGAR DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: SUELO NATURAL

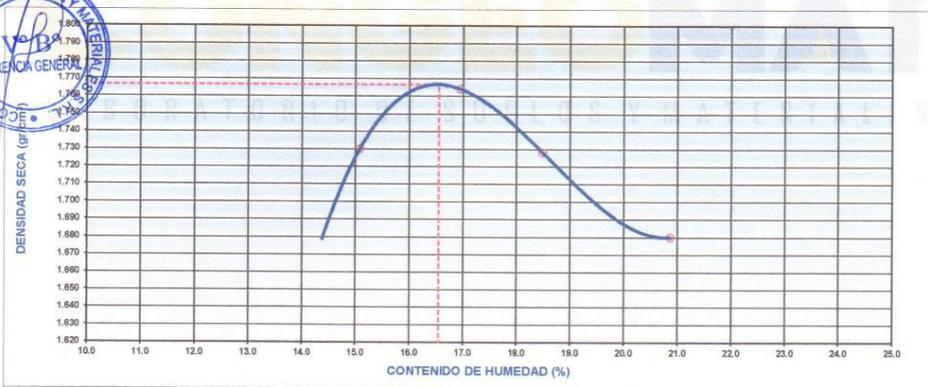
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5960	6038	6021	6003	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2162	2240	2223	2205	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.991	2.063	2.048	2.031	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.790	1.764	1.728	1.680	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	318.3	342.1	252.5	279.8	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	276.6	292.5	213.1	231.5	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	41.7	49.6	39.4	48.3	
PESO DE SUELO SECO (gr)	276.6	292.5	213.1	231.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.08	16.96	18.49	20.86	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.767	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.55		

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancañé

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 31-05-2021

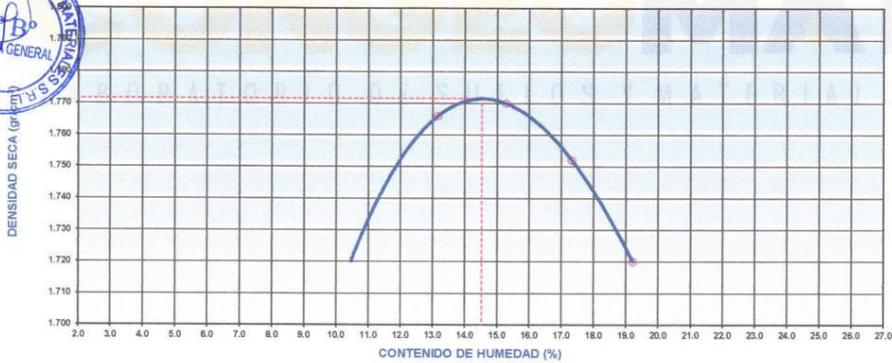
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5967	6013	6030	6024	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2169	2215	2232	2226	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.998	2.040	2.056	2.050	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.766	1.770	1.752	1.720	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	396.5	508.5	303.4	170.0	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	350.4	441.1	258.6	142.6	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	46.1	67.4	44.8	27.4	
PESO DE SUELO SECO (gr)	350.4	441.1	258.6	142.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.16	15.28	17.32	19.21	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.771	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.52	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parisahua Tintava
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
REGISTRO: C - 2021 - 135
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
FECHA: 31-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NÚMERO DE CAPAS	: 5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5918	5976	5963	5926	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2120	2178	2165	2128	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.953	2.006	1.994	1.960	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.714	1.735	1.691	1.650	
CONTENIDO DE HUMEDAD	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	178.2	187.8	169.3	149.2	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	156.4	162.4	143.6	125.6	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	21.8	25.4	25.7	23.6	
PESO DE SUELO SECO (gr)	156.4	162.4	143.6	125.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.94	15.64	17.90	18.79	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.735		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.55

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
REGISTRO: C - 2021 - 135
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
FECHA: 31-05-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: km: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NÚMERO DE CAPAS	: 5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5895	5951	5952	5935	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2097	2153	2154	2137	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.931	1.983	1.984	1.968	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.708	1.726	1.692	1.653	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	314.9	254.6	232.9	279.4	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	278.5	221.6	198.6	234.7	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	36.4	33.0	34.3	44.7	
PESO DE SUELO SECO (gr)	278.5	221.6	198.6	234.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.07	14.89	17.27	19.05	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.726	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.81		

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintava
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
 Altherth Ysidro Quispe Bustiza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código : F - 007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO REICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA : 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 MUESTRA : 1
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGAR DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 DESCRIP.: SUELO NATURAL

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=16.56	MDS=1.767	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE01		25 GOLPES MOLDE02		56 GOLPES MOLDE03		
DENSIDAD									
	Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,770	12,039	12,081	12,293	12,435	12,589	
2	Peso del molde	g	7,795	7,795	7,964	7,964	8,083	8,083	
3	Volumen del molde REG	cc	2,136	2,136	2,116	2,116	2,124	2,124	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,975	4,244	4,117	4,329	4,352	4,506	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.86	1.99	1.95	2.05	2.05	2.12	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	354.0	373.0	387.1	324.0	357.8	369.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	303.8	297.7	333.1	262.1	308.3	305.7	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	50.2	75.3	54.0	62.0	49.5	63.3	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	303.8	297.7	333.1	262.1	308.3	305.7	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.53	25.30	16.20	23.64	16.07	20.71	
13	Densidad seca, [5]/(1+[(12)/100])	g/cc	1.597	1.586	1.674	1.655	1.765	1.758	

PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)					
		DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD							
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0	0	0
	0.025	10	15	15	9	14	15
20.42 cm2	0.050	22	28	33	22	28	33
	0.075	36	44	56	36	43	55
70.5 kg-f/cm2	0.100	51	60	79	50	54*	59*
	0.150	79	89	117	78	88	99*
105.7 kg-f/cm2	0.200	100	112	145	100	99*	111*
	0.250	119	133	172	118	112	116
	0.300	134	154	197	133	132	145
	0.400	164	189	235	164	153	171
	0.500	193	222	280	192	188	196
						222	234
							279



CORRECCION:	DE LA CELDA	DE CARGA EN KILO	ECUACION:	X ² +	1.00030000	X	-0.153800
							H _{subito} = 116.6 mm
EXPANSION							
LECTURA DIAL(Div):		0.001"		ALTURAS			
Fecha	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm
04/06/21 8:40.00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00
06/06/21 8:40.00 a.m.	48	89.00	86.00	81.00	2.26	1.9%	2.18
	96	112.00	104.00	102.00	2.84	2.4%	2.64

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.59	1.66	1.77	Humedad óptima	16.55%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	3.7	4.1	5.7	MDS	1.767	100% MDS	5.7
Penetración: 0.2"	4.6	5.1	6.8	95 % de la MDS	1.678	95 % MDS	4.3

OBSERVACIONES
 - Muestras proporcionadas por los solicitantes


 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

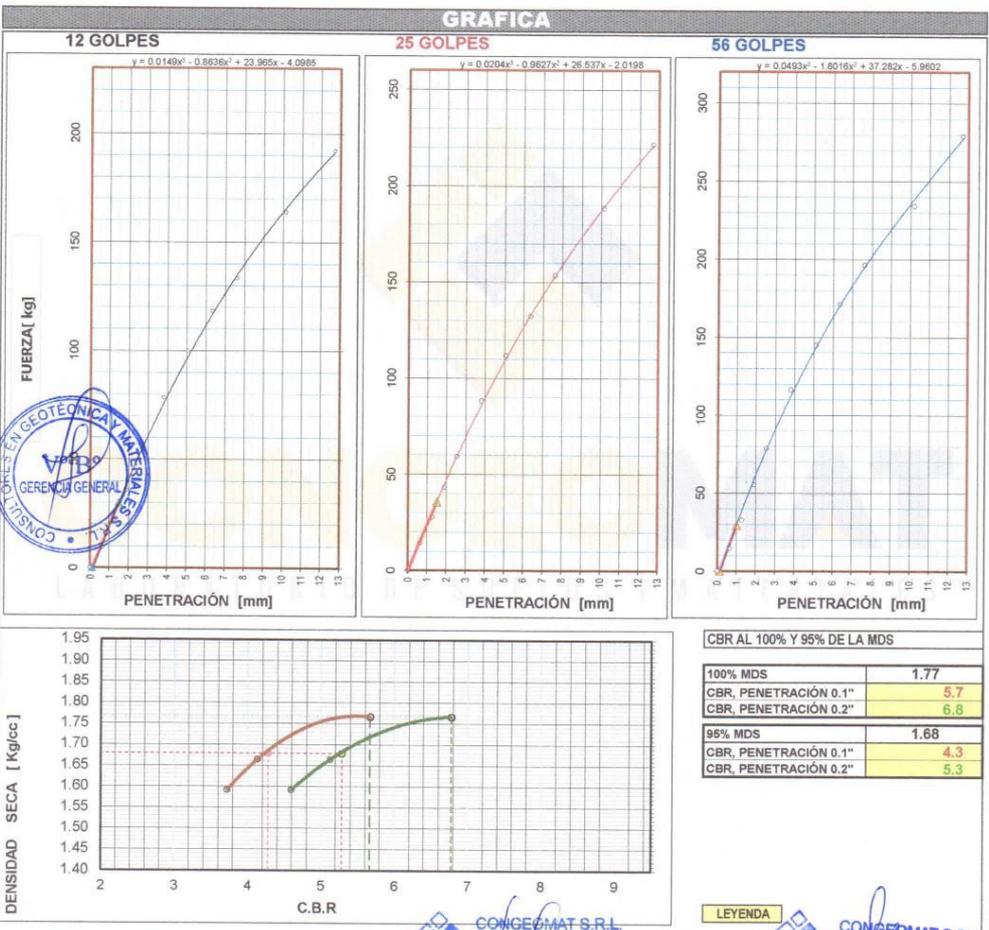
Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 REGISTRO: C - 2021 - 135
 FECHA: 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIP.: SUELO NATURAL
 MUESTRA: 1
 LUGAR DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.77
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	5.7
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	6.8
95% MDS	1.68
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	4.3
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	5.3




John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Albert Herth Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código : F-007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEVVIS CLEMENTE FECHA : 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 MUESTRA : 1
 TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM. 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 DESCRIP. : 96.6% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=14.52	MDS=1.771	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE07	25 GOLPES MOLDE08	56 GOLPES MOLDE09				

DENSIDAD

N	DESCRIPCIÓN	UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12	25	12	25	12	25		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,898	12,106	12,020	12,246	12,069	12,149		
2	Peso del molde	g	8,030	8,030	7,963	7,963	7,809	7,809		
3	Volumen del molde REG	cc	2,086	2,086	2,107	2,107	2,114	2,114		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,868	4,076	4,057	4,283	4,260	4,340		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.85	1.95	1.93	2.03	2.02	2.05		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	322.0	320.0	344.6	338.0	335.7	319.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	281.4	269.3	301.7	288.4	293.3	276.6		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	40.6	50.7	42.9	49.6	42.4	42.4		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	281.4	269.3	301.7	288.4	293.3	276.6		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	14.43	18.83	14.22	17.20	14.46	15.33		
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.620	1.644	1.686	1.734	1.761	1.780		

PENETRACION

STANDARD	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del piston: 20.42 cm ²	0.000	0	0	0	0			
	0.025	12	15	23	12		15	23
	0.050	24	34	51	23		33	50
	0.075	36	45	83	36		75	83
70.5 kg-f/cm ²	0.100	57	94	118	57	52*	94	92*
	0.150	75	129	182	75		129	182
105.7 kg-f/cm ²	0.200	87	155	231	86	89*	155	158*
	0.250	103	180	279	102		180	231
	0.300	118	199	319	118		199	279
	0.400	142	248	401	142		248	319
	0.500	165	287	484	165		287	400
								484



CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: $X^2 + 1.00030000 X - 0.153600$

EXPANSION

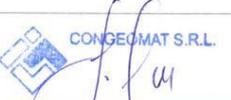
FECHA Y HORA	(Hrs)	LECTURA DIAL(Div)			ALTURAS			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
02/06/21 9:40:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%
04/06/21 9:40:00 a.m.	48	90.00	88.00	85.00	2.29	2.0%	2.24	1.9%
06/06/21 9:40:00 a.m.	96	104.00	94.00	76.00	2.64	2.3%	2.39	2.0%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.63	1.71	1.77	Humedad óptima	14.52%	
Penetración: 0.1"	3.6	6.4	8.7	MDS	1.771	Penetración 0.1" 8.7
Penetración: 0.2"	4.1	7.3	10.8	95 % de la MDS	1.683	100% MDS 10.8
						95 % MDS 5.4
						6.0

OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paracahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysido Quispe Bustiza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

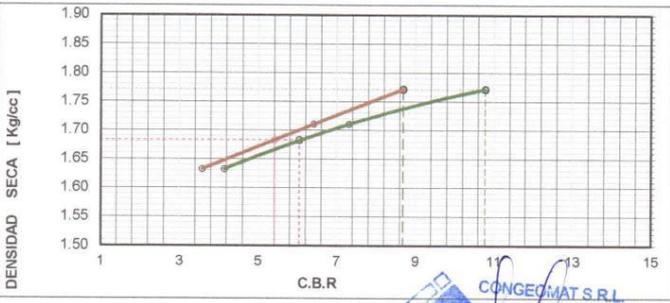
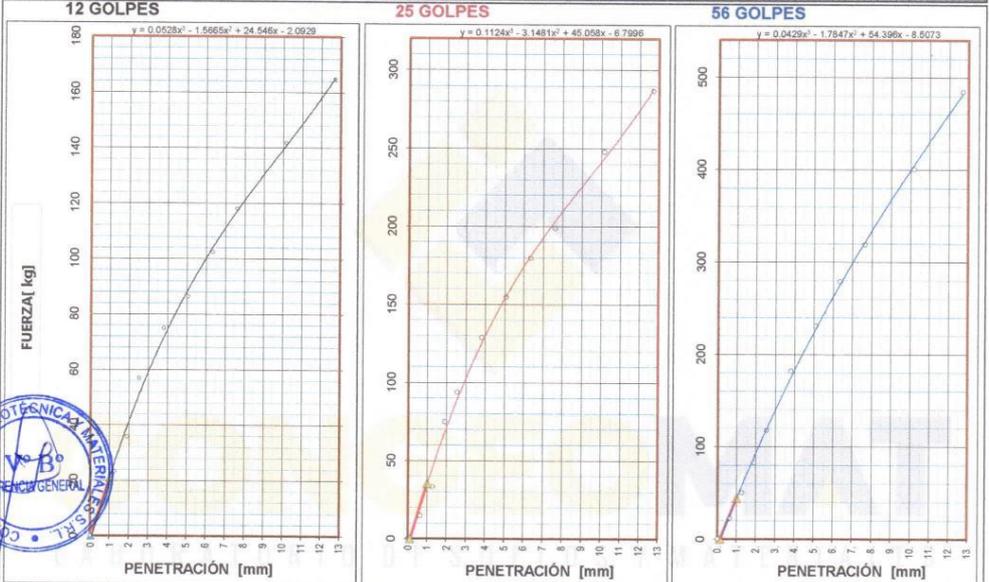
DATOS GENERALES

PROYECTO: PLASTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VIA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACION: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01
TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150
DESCRIP.: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLASTICO RECICLADO
MUESTRA: 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACION: DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.77
CBR, PENETRACION 0.1"	8.7
CBR, PENETRACION 0.2"	10.8
95% MDS	1.68
CBR, PENETRACION 0.1"	5.4
CBR, PENETRACION 0.2"	6.0


 John Percy Paricahua Tintaya
 TEG DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA

 Ysidro Quispe Bustinza
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 181300

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código : F - 007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Version : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA : 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 MUESTRA : 1
 TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM. 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 DESCRIP. : 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=15.56	MDS=1.735	N°CAPAS	5
----------------	------	----	--------	-----	---------	----------	-----------	---------	---

N	DESCRIPCIÓN	UND	DENSIDAD					
			12 GOLPES MOLDE05	25 GOLPES MOLDE04	56 GOLPES MOLDE06			
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,649	11,870	12,165	12,300	12,188	12,268
2	Peso del molde	g	7,982	7,982	8,075	8,075	8,006	8,006
3	Volumen del molde REG.	cc	1,985	1,985	2,133	2,133	2,103	2,103
4	Peso suelo húmedo [1]-[2]	g	3,667	3,888	4,090	4,225	4,182	4,262
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.85	1.96	1.92	1.98	1.99	2.03
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	330.0	356.0	341.6	353.0	341.6	335.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	285.5	301.7	295.4	301.4	294.7	288.1
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	44.5	54.3	46.2	51.6	46.9	46.9
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	285.5	301.7	295.4	301.4	294.7	288.1
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.59	18.00	15.54	17.12	15.91	16.28
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.598	1.660	1.658	1.691	1.716	1.743

PENETRACIÓN

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)			
		DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD					
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0
20.42 cm2	0.025	13	17	19	13
	0.050	28	38	47	28
	0.075	44	59	79	44
70.5 kg-f/cm2	0.100	60	79	101	59
	0.150	87	114	143	86
105.7 kg-f/cm2	0.200	106	141	180	106
	0.250	126	166	213	126
	0.300	142	188	239	142
	0.400	171	231	289	171
	0.500	201	274	337	200



CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600 H_{medo} = 116.6 mm

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	(Hrs)	LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS			
			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
04/06/21	10:50:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%
04/06/21	10:50:00 a.m	48	57.00	48.00	45.00	1.45	1.2%	1.22	1.0%
06/06/21	10:50:00 a.m	96	77.00	58.00	51.00	1.96	1.7%	1.47	1.3%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.63	1.67	1.74	Humedad óptima	15.56%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	4.2	5.5	7.1	MDS	1.735	100% MDS	7.1
Penetración: 0.2"	4.9	6.5	8.4	95 % de la MDS	1.648	95 % MDS	4.8

OBSERVACIONES
 - Muestras proporcionadas por los solicitantes

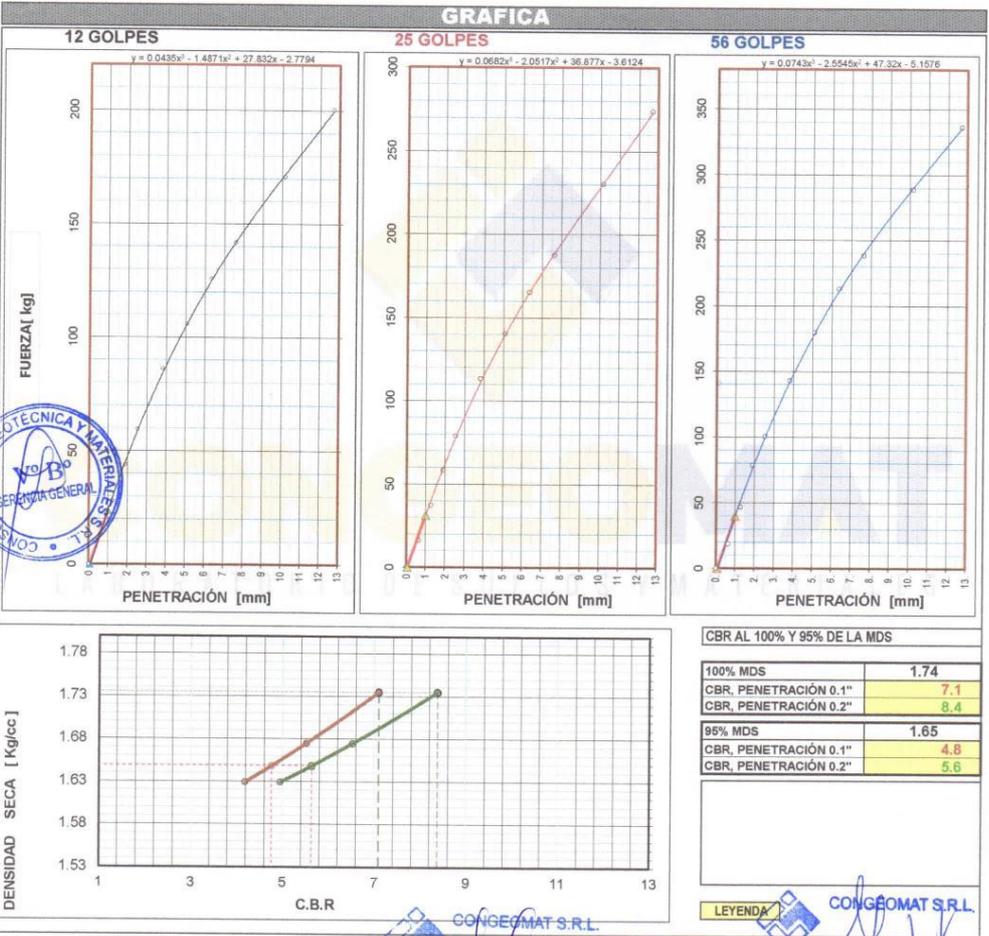

 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima Telf.: (051) 325735
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305 Cel.: (+51) 951 404988
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané congeomat@gmail.com

DATOS GENERALES	
PROYECTO: PLASTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VIA MULTICARRIL, JULIACA 2021 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE	REGISTRO: C - 2021 - 135 FECHA: 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA: C-01 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 DESCRIP: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO	MUESTRA: 1 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO) ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST



 John Percy Pakicahua Tintaya TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 Alberth Ysidro Quispe Bustanza ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS C.I.P. N° 151300
--	--

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código : F - 007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA : 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01 MUESTRA : 1
 TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150 LUGARES DE MUESTREO: km: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 DESCRIP. : 94.6% SUELO NATURAL + 5.6% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=14.61	MDS=1.726	N°CAPAS	5
----------------	------	----	--------	-----	---------	----------	-----------	---------	---

N	DESCRIPCIÓN	UND	DENSIDAD					
			12 GOLPES MOLDE10	25 GOLPES MOLDE11	56 GOLPES MOLDE12			
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,621	11,960	11,971	12,209	12,069	12,201
2	Peso del molde	g	7,914	7,914	8,039	8,039	7,926	7,926
3	Volumen del molde REG	cc	2,110	2,110	2,106	2,106	2,109	2,109
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,707	4,046	3,932	4,170	4,143	4,275
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.76	1.92	1.87	1.98	1.96	2.03
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	294.0	351.0	350.5	340.0	349.8	345.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	256.3	294.5	305.7	288.6	304.5	294.7
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	37.7	56.5	44.8	51.4	45.3	50.3
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	256.3	294.5	305.7	288.6	304.5	294.7
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	14.71	19.19	14.65	17.81	14.88	17.07
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)	g/cc	1.532	1.609	1.628	1.681	1.710	1.731

PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUEZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	
STANDARD					
Area del piston:	0.000	0	0	0	0
20.42 cm2	0.025	4	4	7	3
	0.050	7	10	17	7
	0.075	13	19	32	12
70.5 kg-f/cm2	0.100	18	30	51	18
	0.150	33	56	91	33
105.7 kg-f/cm2	0.200	46	81	123	46
	0.250	59	105	154	58
	0.300	69	126	179	69
	0.400	88	162	229	88
	0.500	108	196	284	108



CORRECCION: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSION

Fecha	(Hrs)	LECTURA DIAL (Div) 0.001"			ALTURAS			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
06/06/21 11:30:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%
04/06/21 11:30:00 a.m	48	105.00	97.00	88.00	2.67	2.3%	2.46	2.1%
06/06/21 11:30:00 a.m	96	125.00	120.00	91.00	3.18	2.7%	3.05	2.6%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.57	1.65	1.73	Humedad óptima	14.61%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	1.6	2.7	4.3	MDS	1.726	100% MDS	4.3
Penetración: 0.2"	2.2	4.0	5.9	95 % de la MDS	1.640	95 % MDS	2.5

OBSERVACIONES
 - Muestras proporcionadas por los solicitantes


 John Percy Paricoma Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 Alberth Ysidro Quispe Bustos
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C I P N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima Telf.: (051) 325735
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305 Cel.: (+51) 951 404988
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA : 06-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-01

MUESTRA : 1

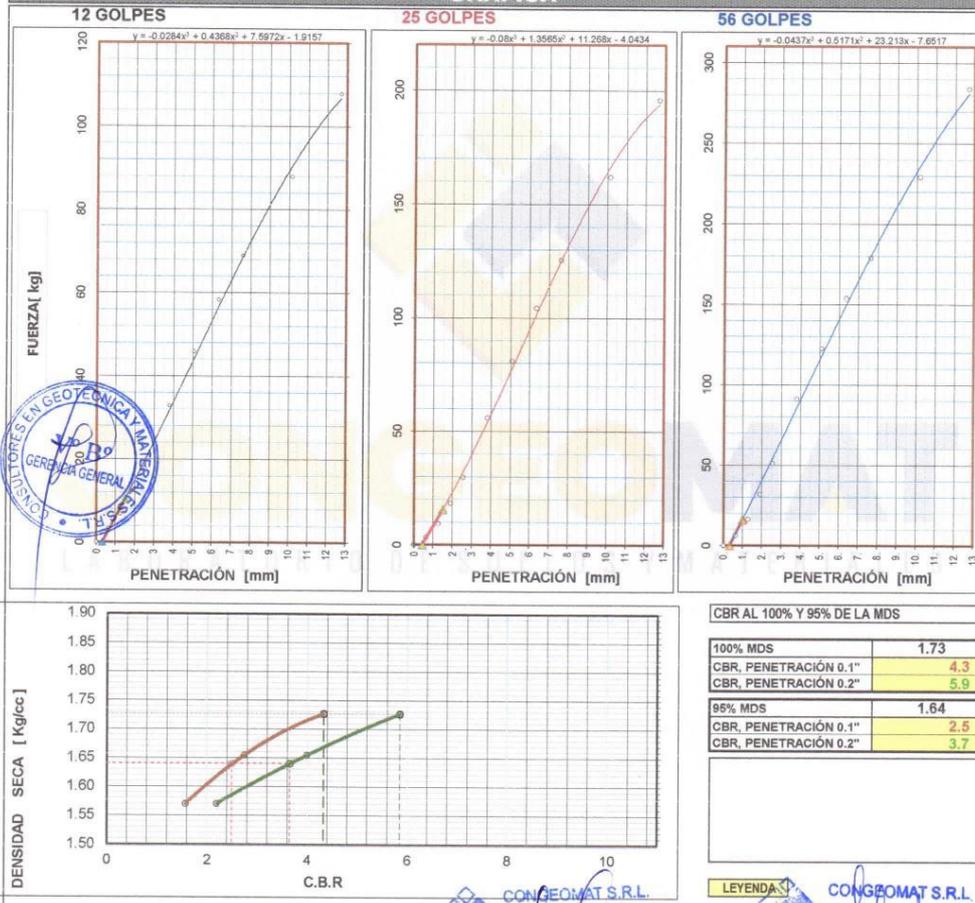
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150

LUGARES DE MUESTREO: km: 00+200, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIP. : 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO

ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA



CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Paríqahua Tintaya
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA

 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

CALICATA 02

SUELO NATURAL

98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO

96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO

94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487, MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004
 Versión : 2.0
 Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 REGISTRO: C - 2021 - 135
 FECHA: 04-06-2021

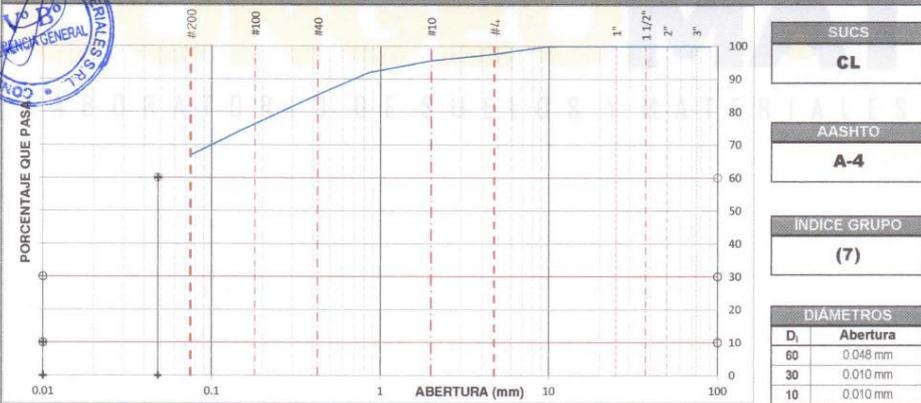
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA: 1
 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERALES Peso muestra seca: 2.500 g Peso muestra lavada y seca: 630 g Finos equiv. <#4: 97.6% 2.439 g Grava usada: 2.4% 61 g Fino ensayado < #4: 600 g Frac. equiv. < #200: 66.8% 1.670 g TIPO DE TAMIZADO: MANUAL TAMANO MAXIMO: 1/2" COEFICIENTES Uniformidad (Cu): 4.800 Curvatura (Cc): 0.208 LIMITES DE ATTERBERG DESCRIPCIÓN Limite Líquido (LL): 28.95 Limite Plástico (LP): 18.92 Índice Plástico (IP): 10.03	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	5	0.2	99.8			
10	#4	4.750	56.0	2.2	97.6			
11	#10	2.000	12.0	2.0	95.6			
12	#20	0.850	22.0	3.6	92.0			
13	#40	0.425	42.0	6.8	85.2			
14	#100	0.150	65.4	10.6	74.6			
15	#200	0.075	48.0	7.8	66.8			
16	Fondo	0.075	410.6	66.8				
17								
18								
19								



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paríahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustarza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

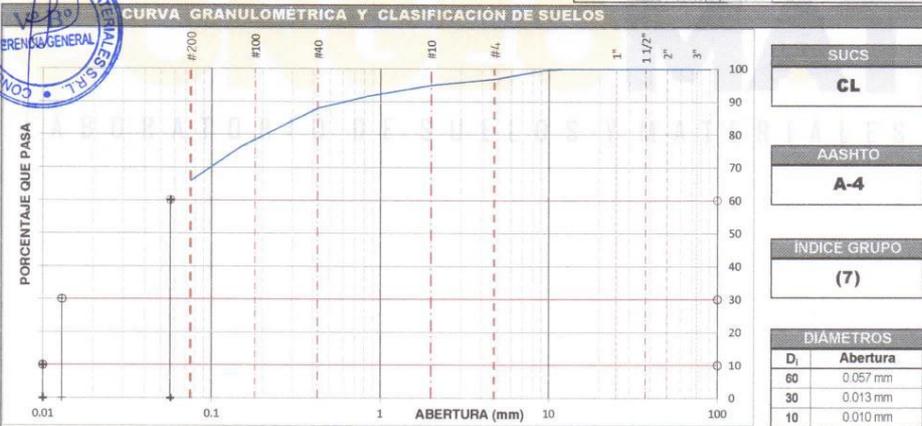
DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 04-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02
TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150
DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO
MUESTRA: 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERALES Peso muestra seca 3,750 g Peso muestra lavada y seca 1,279 g Finos equiv. <#4 96.9% 3,632 g Grava usada 3.1% 118 g Fino ensayado < #4 660 g Frac. equiv. < #200 65.9% 2,471 g TIPO DE TAMIZADO MANUAL TAMAÑO MÁXIMO 1/2" COEFICIENTES Uniformidad (Cu) 5.700 Curvatura (Cc) 0.296 LIMITES DE ATTERBERG DESCRIPCIÓN Límite Líquido (LL) 28.91 Límite Plástico (LP) 18.67 Índice Plástico (IP) 10.14	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	13	0.3	99.7			
10	#4	4.750	106.0	2.8	96.9			
11	#10	2.000	13.2	1.9	94.9			
12	#20	0.850	22.0	3.2	91.7			
13	#40	0.425	24.2	3.6	88.1			
14	#100	0.150	79.2	11.6	76.5			
15	#200	0.075	72.6	10.7	65.9			
16	Fondo	0.075	448.8	65.9				
17								



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paracahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 - Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 - Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487, MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)	Código : F - 004 Versión : 2.0 Aprobado : ene-21
---	---	--

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 04-06-2021

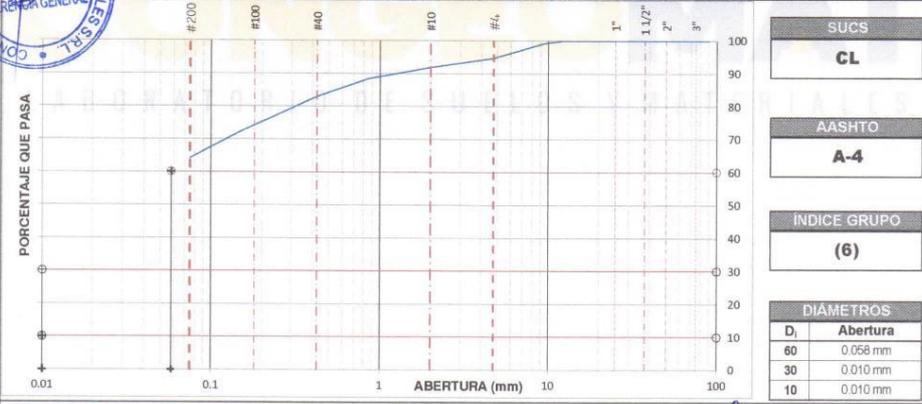
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO
MUESTRA: 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERALES Peso muestra seca 4,200 g Peso muestra lavada y seca 1,504 g Fines equiv <#4 94.7% 3,978 g Grava usada 5.3% 222 g Fino ensayado < #4 850 g Frac. equiv <#200 64.2% 2,696 g MANUAL TIPO DE TAMIZADO TAMAÑO MÁXIMO 1/2" COEFICIENTES Uniformidad (Cu) 5.800 Curvatura (Cc) 0.172 LIMITES DE ATTERBERG DESCRIPCIÓN Limite Líquido (LL) 28.92 Limite Plástico (LP) 18.83 Índice Plástico (IP) 10.09	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	29	0.7	99.3			
10	#4	4.750	193.0	4.6	94.7			
11	#10	2.000	26.7	2.8	91.9			
12	#20	0.850	32.6	3.5	88.4			
13	#40	0.425	50.4	5.4	83.0			
14	#100	0.150	100.9	10.7	72.3			
15	#200	0.075	75.7	8.1	64.2			
16	Fondo	0.075	603.7	64.2				
17								



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




John Percy Parcahua Tintaya
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Alberth Ysidro Quispe Bustiza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA : 05-06-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA: C-02 MUESTRA : 1
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

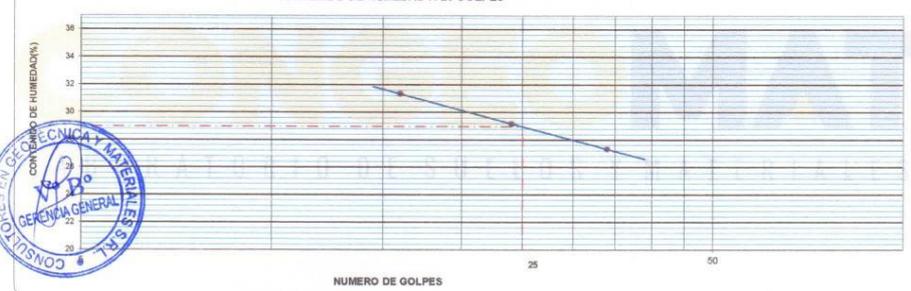
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-01	C-02	C-09	
Nº CAPSULA					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	36.35	36.79	38.01	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	32.18	32.96	34.07	-
PESO DE AGUA	(g)	4.17	3.83	3.94	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.87	19.82	19.65	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.31	13.14	14.42	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.33	29.15	27.32	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	34	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-03	T-16		
Nº TARRO					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.04	26.77	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	22.15	24.50	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	17.50	17.71	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.89	1.27	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.65	6.79	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.14	18.70	-	18.92

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.95
LIMITE PLÁSTICO (%)	18.92
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.03

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustos
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 REGISTRO : C - 2021 - 135
 FECHA : 05-06-2021

DATOS DE MUESTRA

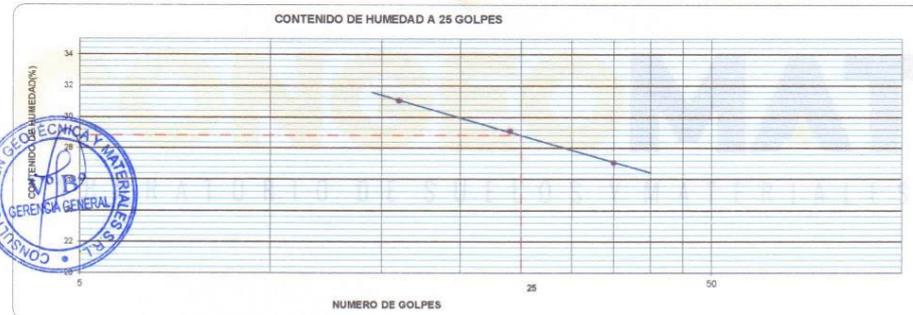
CALICATA: C-02
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+900, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
ID		C-04	C-06	C-07
Nº CAPSULA				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	36.66	38.86	38.71
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	32.60	34.53	34.75
PESO DE AGUA	(g)	4.06	4.33	3.96
PESO DE LA TARA	(g)	19.52	19.64	20.12
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.08	14.89	14.63
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.04	29.08	27.07
NUMERO DE GOLPES		16	24	35

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
ID		T-11	T-12		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	28.36	26.98	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	27.35	25.94	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	21.95	20.36	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	1.01	1.04	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.40	5.58	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.70	18.64	-	18.67



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.81
LIMITE PLÁSTICO (%)	18.67
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.14

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paracahua Tintaya
 TEG DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustiza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. Nº 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTES : ZEÁ ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 REGISTRO : C - 2021 - 135
 FECHA : 05-06-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA : C-02
 TRAMO : KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIPCIÓN : 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO : KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
ID		C-15	C-14	C-17
Nº CAPSULA				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	37.84	37.78	38.44
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	32.89	33.50	34.85
PESO DE AGUA	(g)	4.15	4.26	3.59
PESO DE LA TARA	(g)	19.32	18.95	21.85
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.57	14.55	13.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.58	29.28	27.62
NUMERO DE GOLPES		16	24	34

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
ID		T-20	T-21		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	26.22	26.72	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.30	25.78	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	20.45	20.75	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.92	0.94	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.85	5.03	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.97	18.69	-	18.83

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	28.92
LIMITE PLÁSTICO (%)	18.83
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.09

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 John Percy Haricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. Nº 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F-003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 04-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02 **MUESTRA:** 1

TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 **LUGARES DE MUESTREO:** KM. 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO **ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLA**

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	92.35	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	333.08	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	301.70	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	31.38	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	209.35	--	--
6	Humedad	%	14.99	--	--
7	Humedad Promedio	%	14.99		

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




 CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quipe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancafé

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F - 003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA :** 04-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02 **MUESTRA :** 1

TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 **LUGARES DE MUESTREO:** KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO **ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLA**

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	93.50	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	324.18	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	294.70	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	29.48	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	201.20	--	--
6	Humedad	%	14.65	--	--
7	Humedad Promedio	%	14.65		

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paríahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F - 003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 04-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02	MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150	LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO	ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLA

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	93.20	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	313.40	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	285.70	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	27.70	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	192.50	--	--
6	Humedad	%	14.39	--	--
7	Humedad Promedio	%	14.39		

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 INC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 05-06-2021

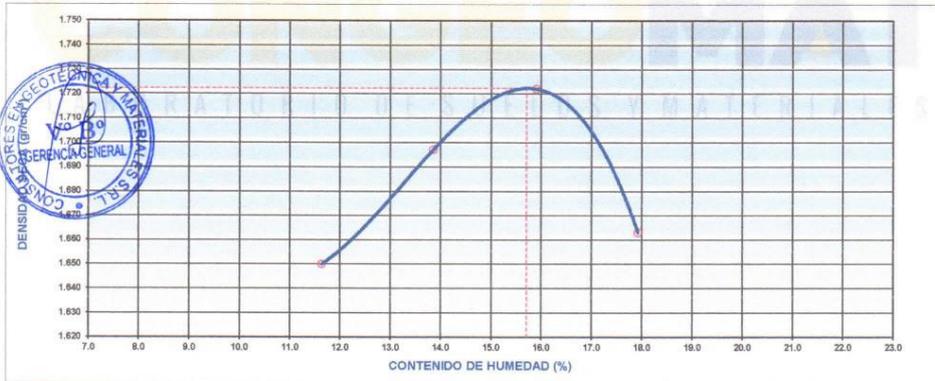
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5798	5896	5965	5927	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2000	2098	2167	2129	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.842	1.932	1.996	1.961	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.650	1.687	1.722	1.653	
CONTENIDO DE HUMEDAD	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	331.0	392.9	420.5	328.3	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	296.5	345.1	362.8	278.4	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	34.5	47.8	57.7	49.9	
PESO DE SUELO SECO (gr)	296.5	345.1	362.8	278.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.64	13.85	15.90	17.92	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.722			ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.71

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 05-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

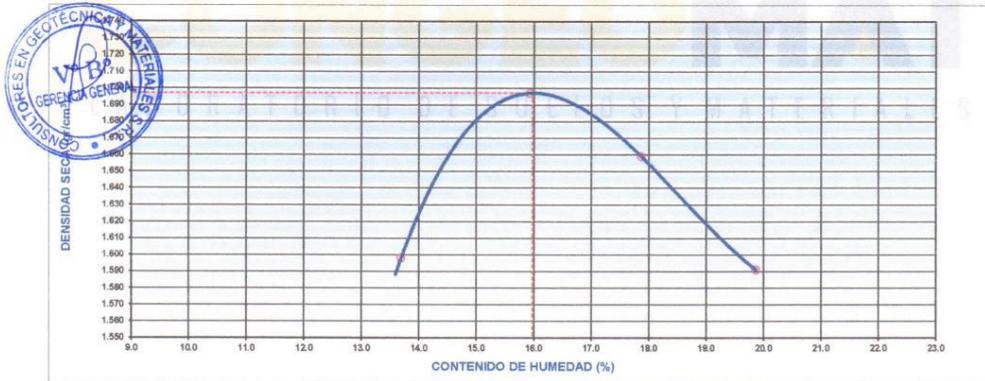
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25
NÚMERO DE CAPAS	:	5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5770	5934	5921	5869
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1972	2136	2123	2071
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.816	1.967	1.955	1.908
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.598	1.697	1.659	1.591

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	232.5	307.6	241.4	318.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	204.5	265.3	204.8	265.3
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	28.0	42.3	36.6	52.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	204.5	265.3	204.8	265.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.69	15.94	17.87	19.86

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.697	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.98
--	-------	---------------------------------	-------

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bautista
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacané

Telf.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 05-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02
MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

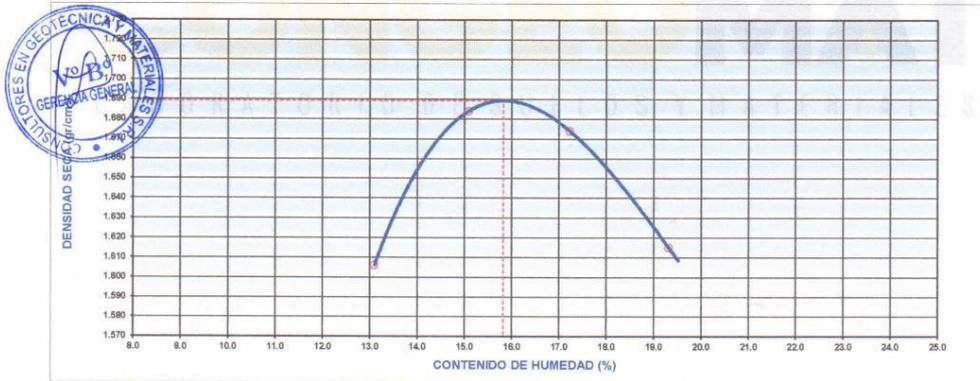
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5770	5902	5929	5890	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1972	2104	2131	2092	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.816	1.938	1.963	1.927	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.806	1.864	1.674	1.615	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	293.6	320.4	341.6	364.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	259.6	278.4	291.4	305.4
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	34.0	42.0	50.2	59.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	259.6	278.4	291.4	305.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.10	15.09	17.23	19.32

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.689	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.82
--	-------	---------------------------------	-------

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustirza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código : F - 007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 FECHA : 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIP.: 96.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO: KM. 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIOPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=15.71	MDS=1.722	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE01	25 GOLPES MOLDE03	56 GOLPES MOLDE02				

DENSIDAD

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,748	11,889	12,205	12,305	12,158
2	Peso del molde	g	7,795	7,795	8,083	8,083	7,964
3	Volumen del molde REG.	cc	2,136	2,136	2,124	2,124	2,116
4	Peso suelo húmedo, [1][2]	g	3,953	4,094	4,122	4,222	4,194
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.85	1.92	1.94	1.99	1.98
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	344.0	364.0	348.4	361.0	360.1
8	Peso del suelo seco + capsula	g	294.5	302.8	298.6	304.7	311.4
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	49.5	61.2	49.8	56.3	48.7
10	Peso de la capsula	g					
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	294.5	302.8	298.6	304.7	311.4
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.81	20.21	16.68	18.48	15.64
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.584	1.594	1.663	1.678	1.714

PENETRACIÓN

CARGA	STANDARD	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón:	0.000	0	0	0	0			
20.42 cm2	0.025	10	16	25	10			25
	0.050	25	29	47	25			47
	0.075	33	69	82	33			82
70.5 kg-f/cm2	0.100	55	92	118	55	49*	92	118
	0.150	65	119	177	65		119	177
105.7 kg-f/cm2	0.200	86	156	233	86	86*	156	233
	0.250	99	175	269	99		175	269
	0.300	120	193	325	120		193	325
	0.400	138	238	415	138		238	415
	0.500	170	290	504	170		290	504

CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSIÓN

TIEMPO (Hrs)	LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS			
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
08/06/21 9:40:00 a.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%
09/06/21 9:40:00 a.m.	48	85.00	79.00	2.16	1.9%	2.01	1.7%
11/06/21 9:40:00 a.m.	96	100.00	89.00	2.54	2.2%	2.26	1.9%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.59	1.67	1.72	Humedad óptima	15.71%	0.1"
Penetración: 0.1"	3.4	6.2	8.4	MDS	1.722	8.4
Penetración: 0.2"	4.0	7.1	10.6	95 % de la MDS	1.636	5.0

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustiza
ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA: 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02

MUESTRA: 1

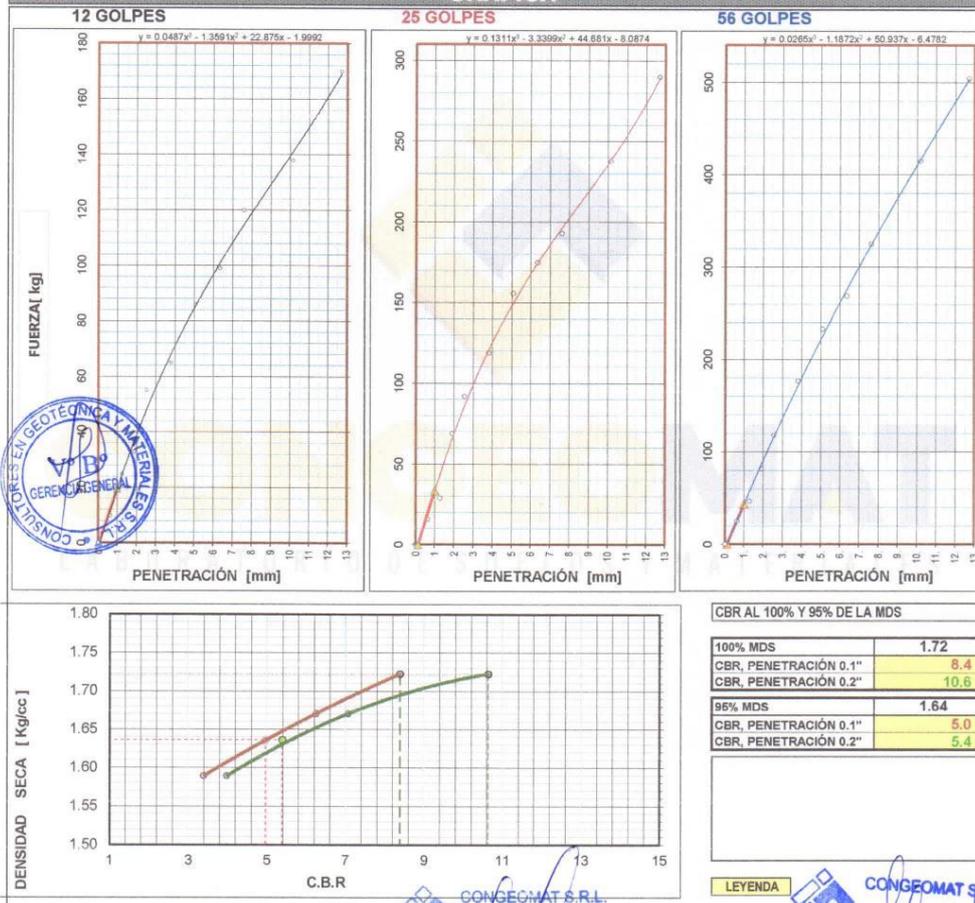
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150

LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIP.: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO

ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA



CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA

 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código : F- 007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO REICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA : 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02 MUESTRA : 1
 TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM. 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 DESCRIP. : 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO REICLADO ASOCIACIÓN DE REICLADORES RECIPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=15.98	MDS=1.697	N°CAPAS	5
----------------	------	----	--------	-----	---------	----------	-----------	---------	---

N	DESCRIPCIÓN	UND	DENSIDAD					
			12 GOLPES MOLDE10	25 GOLPES MOLDE12	56 GOLPES MOLDE11			
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,728	11,917	11,924	12,045	12,125	12,244
2	Peso del molde	g	7,914	7,914	7,926	7,926	8,039	8,039
3	Volumen del molde REG	cc	2,110	2,110	2,109	2,109	2,106	2,106
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,814	4,003	3,998	4,119	4,086	4,205
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.81	1.90	1.90	1.95	1.94	2.00
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	348.0	349.0	329.5	315.0	329.6	363.0
8	Peso del suelo seco + capsula	g	300.5	295.6	284.1	268.5	284.1	311.7
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	47.5	53.4	45.4	46.5	45.5	51.3
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	300.5	295.6	284.1	268.5	284.1	311.7
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.81	18.06	15.98	17.32	16.02	16.46
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.561	1.607	1.634	1.665	1.672	1.715

PENETRACIÓN

STANDARD	CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)				
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 20.42 cm ²	0.000	0	0	0	0		0			
	0.025	9	15	18	9		15		18	
	0.050	22	34	51	22		34		51	
	0.075	35	45	66	35		45		66	
70.5 kg-f/cm ²	0.100	49	73	107	49	48*	73	75*	107	98*
	0.150	65	109	145	65		109		145	
105.7 kg-f/cm ²	0.200	93	136	165	93	93*	136	130*	165	172*
	0.250	114	145	198	114		145		198	
	0.300	136	168	227	136		168		227	
	0.400	161	211	279	161		211		279	
	0.500	189	256	322	189		256		322	

CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	(Hrs)	LECTURA DIAL(Div): 0.001"			ALTURAS					
			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/06/21	11:45 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
11/06/21	11:45:00 a.m	48	69.00	55.00	50.00	1.75	1.5%	1.40	1.2%	1.27	1.1%
11/06/21	11:45:00 a.m	96	80.00	63.00	59.00	2.03	1.7%	1.60	1.4%	1.50	1.3%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.58	1.65	1.70	Humedad óptima	15.98%	0.1"
Penetración: 0.1"	3.3	5.2	6.8	MDS	1.697	100% MDS
Penetración: 0.2"	4.3	6.0	8.0	95 % de la MDS	1.612	95 % MDS

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes




John Percy Paritahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispe Bustiza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancañe
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

REGISTRO : C - 2021 - 135

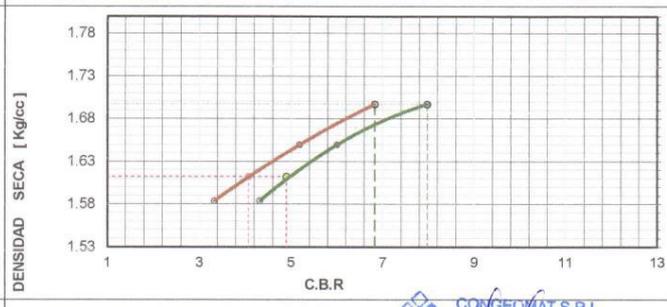
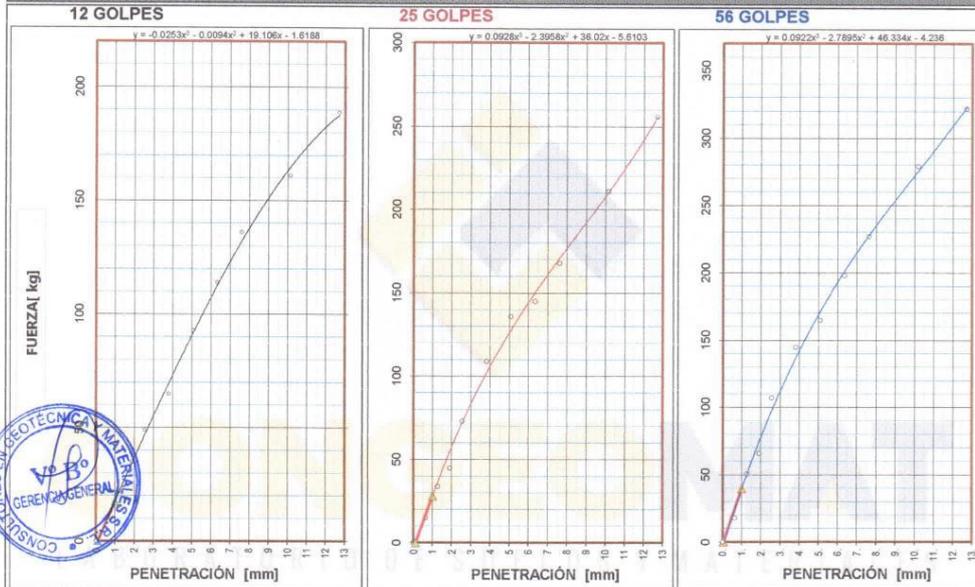
FECHA : 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-02
TRAMO : KM: 0+000 A KM: 1+150
DESCRIP. : 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO

MUESTRA : 1
LUGARES DE MUESTREO : KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	1.70
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	6.8
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	8.0
95% MDS	1.61
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	4.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	4.9

John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C. I. P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO (NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Código : F-007 Versión : 2.0 Aprobado : ene-21
---	--	--

DATOS GENERALES	
PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE	REGISTRO : C - 2021 - 135 FECHA : 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA: C-02 TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150 DESCRIP. : 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO	MUESTRA : 1 LUGARES DE MUESTREO: KM. 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO) ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECICLAST

DATOS PARA EL ENSAYO									
CLASIFICACIÓN:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=15.82	MDS=1.689	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES		
			MOLDE07	MOLDE08	MOLDE08	MOLDE09	MOLDE09	MOLDE09	
DENSIDAD									
	Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,725	11,904	11,942	12,085	11,910	12,004	
2	Peso del molde	g	8,030	8,030	7,963	7,963	7,809	7,809	
3	Volumen del molde REG	cc	2,086	2,086	2,107	2,107	2,114	2,114	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,695	3,874	3,979	4,132	4,101	4,195	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1,77	1,86	1,89	1,96	1,94	1,98	
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	408.0	348.0	322.4	353.0	334.0	329.0	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	352.6	289.5	278.4	296.5	288.4	279.6	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	55.4	58.5	44.0	56.5	45.6	49.4	
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	352.6	289.5	278.4	296.5	288.4	279.6	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.71	20.21	15.80	19.06	15.81	17.67	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.531	1.545	1.631	1.647	1.675	1.686	

PENETRACION										
CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)					
STANDARD	pulg.	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del piston:	0.000	0	0	0	0		0		6	
20.42 cm2	0.025	2	3	6	2		3		22	
	0.050	8	15	22	8		15		35	
	0.075	12	20	35	12		20		65	
70.5 kg-f/cm2	0.100	19	26	65	19	25*	26	42*	86	58*
	0.150	34	63	86	34		63		98	
105.7 kg-f/cm2	0.200	50	83	98	50	51*	83	84*	135	112*
	0.250	61	101	135	61		101		165	
	0.300	72	119	165	72		119		204	
	0.400	87	148	204	87		148		258	
	0.500	102	186	258	102		186			

CORRECCIÓN: DE LA CELDA		DE CARGA EN KILO		ECUACION:	X ² +	1.00030000	X	-0.153600			
EXPANSION											
LECTURA DIAL (Div)		0.001"		ALTURAS							
Fecha	Hrs	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	
07/06/21	12:50:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	
09/06/21	12:50:00 p.m.	48	100.00	92.00	85.00	2.54	2.2%	2.34	2.0%	2.16	1.9%
11/06/21	12:50:00 p.m.	96	123.00	117.00	94.00	3.12	2.7%	2.97	2.5%	2.39	2.0%

RESULTADOS									
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
Densidad Seca prom.	1.54	1.64	1.69	Humedad optima		15.82%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	1.7	2.9	4.1	MDS		1.689	100% MDS	4.1	5.2
Penetración: 0.2"	2.3	3.9	5.2	95 % de la MDS		1.605	95 % MDS	2.3	3.2

OBSERVACIONES: - Muestras proporcionadas por los solicitantes



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Baridahuá Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

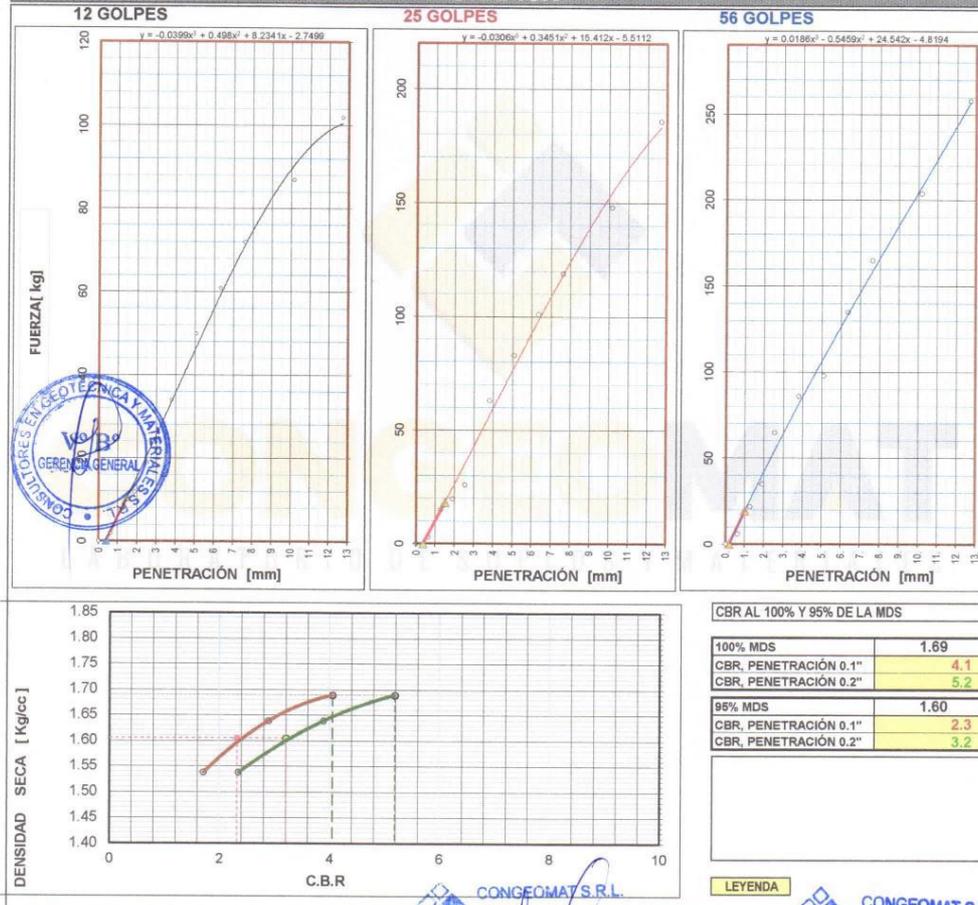
DATOS GENERALES

PROYECTO: PLASTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VIA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACION : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO : C - 2021 - 135
FECHA : 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-02
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
DESCRIP. : 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLASTICO RECICLADO
MUESTRA : 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+600, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACION DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricamía Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
ING^º DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

CALICATA 03

SUELO NATURAL

98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO

96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO

94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO



	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código : F - 004
	(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487, MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 10-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

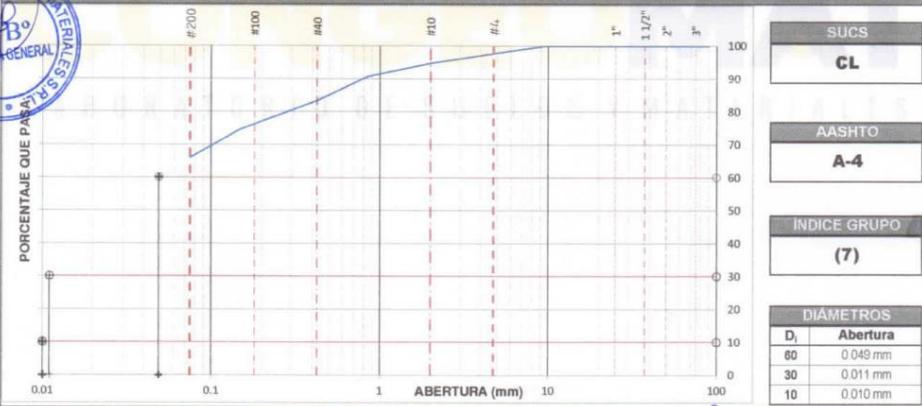
CALICATA: C-03
TRAMO: KM 0+000 A KM. 1+150
DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL
MUESTRA: 1
LUGAR DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	ASTM (mm)		PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	740 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	252 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equiv <#4	97.8%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	2.2%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado < #4	450 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equiv < #200	66.0%
7	3/4"	18.750	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	3/8"
9	3/8"	9.375	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	16.0	2.2	97.8		Uniformidad (Cu)	4.900
11	#10	2.000	14.3	3.1	94.7		Curvatura (Cc)	0.247
12	#20	0.850	18.0	3.9	90.8			
13	#40	0.425	34.1	7.4	83.4			
14	#100	0.150	39.8	8.7	74.7			
15	#200	0.075	40.2	8.7	66.0			
16	Fondo	0.075	303.6	66.0				

LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Limite Líquido (LL)	28.06
Limite Plástico (LP)	18.98
Indice Plástico (IP)	9.08



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA : 11-06-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA : C-03 MUESTRA : 1
 TRAMO : KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGAR DE MUESTREO : w. JULIACA (P)
 DESCRIPCIÓN : SUELO NATURAL

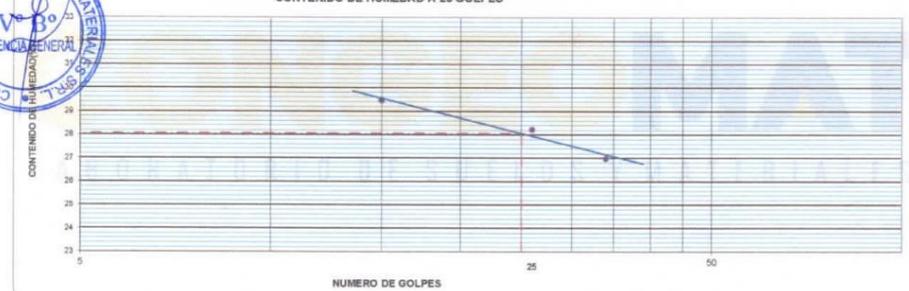
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-11	C-10	C-15	
Nº CAPSULA	ID	C-11	C-10	C-15	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	38.68	40.91	38.95	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	34.85	36.08	34.78	-
PESO DE AGUA	(g)	3.83	3.93	4.17	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.85	22.15	19.32	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.00	13.93	15.46	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.46	28.21	26.97	-
NUMERO DE GOLPES		15	26	34	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-02	T-04		
Nº TARRO	ID	T-02	T-04		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.99	25.83	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.01	24.91	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	17.85	19.53	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.96	1.02	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.16	5.38	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.99	18.96	-	18.98

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.06
LIMITE PLÁSTICO (%)	18.98
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.08

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustiza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F - 003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 10-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 **MUESTRA:** 1

TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 **LUGAR DE MUESTREO:** KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIPCIÓN: SUELO NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	9.10	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	342.38	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	295.40	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	46.98	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	286.30	--	--
6	Humedad	%	16.41	--	--
7	Humedad Promedio	%	16.41		



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Justinza
 ING DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGAR DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: SUELO NATURAL

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NÚMERO DE CAPAS	: 5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5866	6031	5977	5922	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2068	2233	2179	2124	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.905	2.057	2.007	1.956	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.668	1.772	1.702	1.628	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	341.7	353.0	343.9	362.6	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	299.3	304.1	291.7	301.8	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	42.4	48.9	52.2	60.8	
PESO DE SUELO SECO (gr)	299.3	304.1	291.7	301.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.17	16.08	17.90	20.15	

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.773 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 15.90

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Parícutua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán

Telf.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código: F-007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión: 2.0
		Aprobado: ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO REICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 REGISTRO: C-2021-135
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 FECHA: 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03
 TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150
 DESCRIP.: SUELO NATURAL
 MUESTRA: 1
 LUGAR DE MUESTREO: KM. 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=15.90	MDS=1.773	N°CAPAS	5	
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE11	25 GOLPES MOLDE10	56 GOLPES MOLDE12					
DENSIDAD										
Condición de humedad										
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,962	12,329	12,056	12,325	12,246	12,414		
2	Peso del molde	g	8,039	8,039	7,914	7,914	7,926	7,926		
3	Volumen del molde, REG	cc	2,106	2,106	2,110	2,110	2,109	2,109		
4	Peso suelo húmedo, [1]+[2]	g	3,923	4,290	4,142	4,411	4,320	4,488		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.86	2.04	1.96	2.09	2.05	2.13		
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	363.0	366.0	349.5	363.0	330.8	348.0		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	312.6	289.5	301.4	294.7	285.5	290.4		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	50.4	76.5	48.1	68.3	45.3	57.6		
10	Peso de la capsula	g								
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	312.6	289.5	301.4	294.7	285.5	290.4		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.12	26.42	15.96	23.18	15.87	19.83		
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.604	1.611	1.693	1.697	1.768	1.776		

PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)						
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD	0.000	0	0	0	0	0	0	0
Area del platon:	0.025	11	16	22	11	16	22	22
20.42 cm2	0.050	21	27	42	21	27	42	42
	0.075	30	46	58	30	46	58	58
70.5 kg-f/cm2	0.100	49	63	89	49	49*	63	67*
	0.150	72	99	122	72	72	99	122
105 kg-f/cm2	0.200	93	120	145	93	92*	120	122*
	0.250	105	142	172	105	105	142	145
	0.300	132	168	193	132	132	168	172
	0.400	159	193	238	159	159	193	193
	0.500	192	228	301	192	192	228	301



CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + 1.00030000 X - 0.153600 H_{max} = 116.6 mm

EXPANSION

TIEMPO	Hora	LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS					
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
12/06/21	11:10:00 a.m	0	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
14/06/21	11:10:00 a.m	48	72.00	68.00	60.00	1.83	1.6%	1.75	1.5%	1.52
16/06/21	11:10:00 a.m	96	101.00	95.00	88.00	2.57	2.2%	2.41	2.1%	2.24

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.61	1.70	1.77	Humedad óptima	15.90%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	3.4	4.7	6.0	MDS	1.773	100% MDS	6.0
Penetración: 0.2"	4.3	5.7	6.8	95 % de la MDS	1.684	95 % MDS	4.5

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustiza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

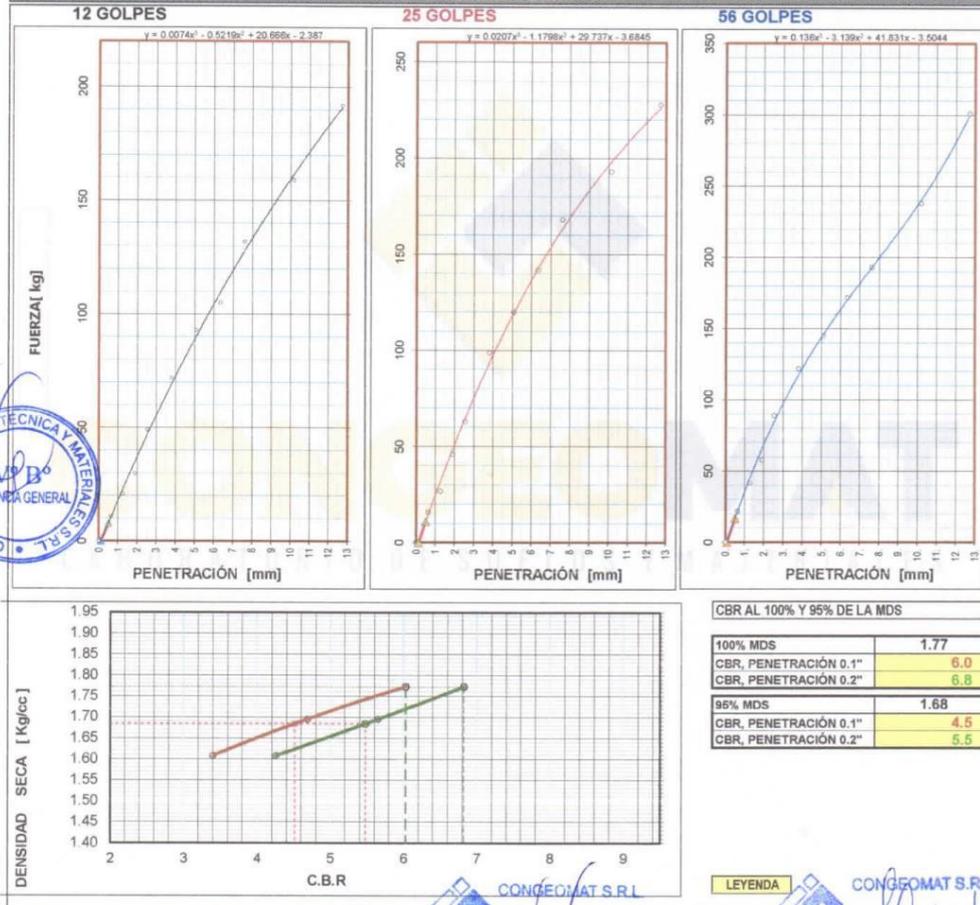
DATOS GENERALES

PROYECTO: PLASTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VIA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO : C - 2021 - 135
FECHA : 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03
TRAMO: KM. 0+000 A KM. 1+150
DESCRIP.: SUELO NATURAL
MUESTRA : 1
LUGAR DE MUESTREO: KM. 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

GRAFICA



John Percy Parcahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LEYENDA

 Alberth Ysidro Ousppe Bastinza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 10-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

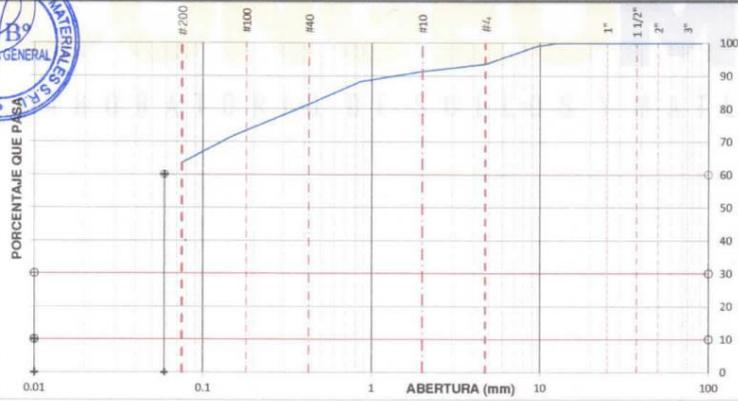
CALICATA: C-03
TRAMO: KM 0+000 A KM 1+150
DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO
MUESTRA: 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO					RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	SUELO	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9.500	32	1.0	99.0	
10	#4	4.750	173.0	5.4	93.6	
11	#10	2.000	16.3	2.2	91.4	
12	#20	0.850	23.3	3.1	88.3	
13	#40	0.425	51.6	6.9	81.4	
14	#100	0.150	72.3	9.7	71.7	
15	#200	0.075	60.7	8.1	63.6	
16	Fondo	0.075	475.8	63.6		

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	3.200 g
Peso muestra lavada y seca	1.165 g
Fines equiv. <#4	93.6%
Grava usada	6.4%
Fino ensayado < #4	700 g
Frac. equiv. < #200	63.6%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	1/2"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	5.900
Curvatura (Cc)	0.169
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	
Limite Líquido (LL)	27.96
Limite Plástico (LP)	18.73
Indice Plástico (IP)	9.23



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



SUCS	
CL	
AASHTO	
A-4	
INDICE GRUPO	
(6)	
DIÁMETROS	
D ₆₀	Abertura
60	0.059 mm
30	0.010 mm
10	0.010 mm

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUÑO

REGISTRO : C - 2021 - 135

SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA : 11-06-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA : C-03

MUESTRA : 1

TRAMO : KM: 0+000 A KM: 1+150

LUGARES DE MUESTREO : KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUÑO)

DESCRIPCIÓN : 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO

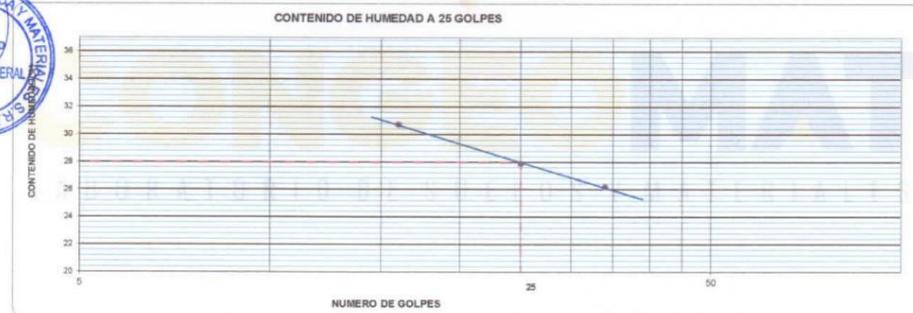
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-03	C-01	C-08	
Nº CAPSULA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.96	37.04	38.80	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.89	33.08	34.65	-
PESO DE AGUA	(g)	4.07	3.96	4.15	-
PESO DE LA TARA	(g)	18.63	18.87	18.79	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.26	14.21	15.86	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.69	27.67	26.17	-
NUMERO DE GOLPES		16	25	34	-

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-09	T-12		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	21.92	23.39	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	21.04	22.50	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	16.37	17.72	-	-
PESO DEL AGUA	(g.)	0.88	0.69	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.67	4.78	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.84	18.62	-	18.73



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	27.96
LIMITE PLÁSTICO (%)	18.73
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.23

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Parcahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
 Alberth Ysidro Quispe Bustanza
 INGº DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. Nº 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

 CONGEOMAT <small>LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES</small>	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F-003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 10-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03	MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150	LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO	ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLA:

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	102.40	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	326.67	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	295.40	--	--
	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	31.27	--	--
	Peso de muestra de suelo seco	g.	193.00	--	--
	Humedad	%	16.20	--	--
	Humedad Promedio	%		16.20	



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Perry Paricahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispá Bustinza
 ING° DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

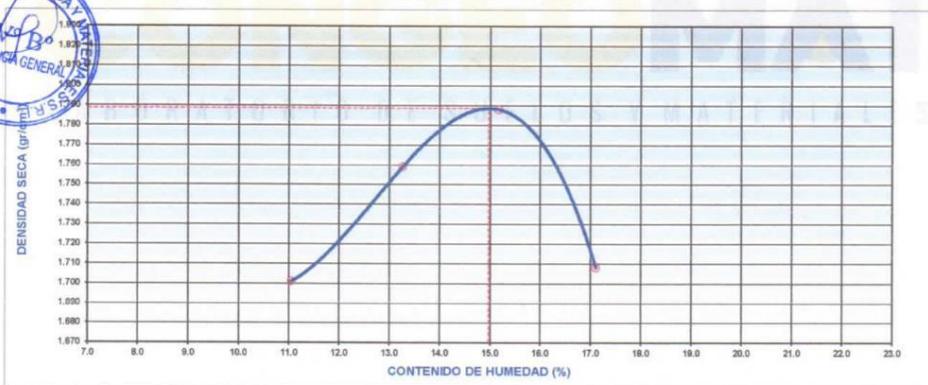
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5849	5961	6034	5970	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2051	2163	2236	2172	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.889	1.992	2.060	2.001	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.701	1.759	1.788	1.708	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	335.8	324.5	339.4	352.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	302.4	286.5	294.7	301.1
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	33.4	38.0	44.7	51.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	302.4	286.5	294.7	301.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.04	13.26	15.17	17.10
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.789	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.97	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parkahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código	F - 007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión	2.0
		Aprobado	ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO REGISTRO: C - 2021 - 135
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE FECHA: 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 MUESTRA: 1
 TRAMO: KM 0-000 A KM 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM. 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 DESCRIP. : 96 5% SUELO NATURAL + 1 5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=14.97	MDS=1.789	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE06	25 GOLPES MOLDE06	56 GOLPES MOLDE07				

DENSIDAD

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	11,901	12,099	12,101	12,195	12,267	12,368
2	Peso del molde	8,006	8,006	7,963	7,963	8,030	8,030
3	Volumen del molde, REG	2,103	2,103	2,107	2,107	2,086	2,086
4	Peso suelo húmedo, [1][2]	3,895	4,093	4,138	4,232	4,257	4,338
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	1.85	1.95	1.96	2.01	2.04	2.08
6	Id. Capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N
7	Peso del suelo húmedo + capsula	369.0	351.0	351.2	338.0	346.6	343.0
8	Peso del suelo seco + capsula	321.2	295.6	305.7	289.5	301.7	296.4
9	Peso del agua, [7]-[8]	47.8	55.4	45.5	48.5	44.9	46.6
10	Peso de la capsula	-	-	-	-	-	-
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	321.2	295.6	305.7	289.5	301.7	296.4
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	14.88	18.74	14.88	16.75	14.88	15.72
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	1.612	1.639	1.709	1.720	1.776	1.797

PENETRACION

ESTANDAR DE CARGA	pulg.	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Atleta del piston:	0.000	0	0	0	0	0	0	0
20.42 cm2	0.025	15	20	31	15	20	31	31
	0.050	23	35	54	23	35	54	54
	0.075	39	62	79	39	62	79	79
70.5 kg-f/cm2	0.100	62	111	142	62	80*	111	142
	0.150	85	141	200	85	141	141	200
105.7 kg-f/cm2	0.200	107	152	235	107	103*	152	235
	0.250	111	176	284	111	176	176	284
	0.300	136	228	365	136	228	228	365
	0.400	156	259	428	156	259	259	428
	0.500	182	293	550	182	293	293	550

16 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSION

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS				
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
12/06/21	12:20:00 P.m	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%
14/06/21	12:20:00 P.m	48	77.00	75.00	59.00	1.96	1.7%	1.91	1.6%
16/06/21	12:20:00 P.m	96	93.00	87.00	69.00	2.36	2.0%	2.21	1.9%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.63	1.71	1.79	Humedad óptima	14.97%	
Penetración: 0.1"	4.2	6.6	9.3	MDS	1.789	Penetración 0.1" 9.3
Penetración: 0.2"	4.8	7.6	11.5	95 % de la MDS	1.699	100% MDS 9.3 95 % MDS 6.1

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


John Percy Parichhua Tintaya
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Altherth Ysidro Quispe Bustanza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404968
 congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

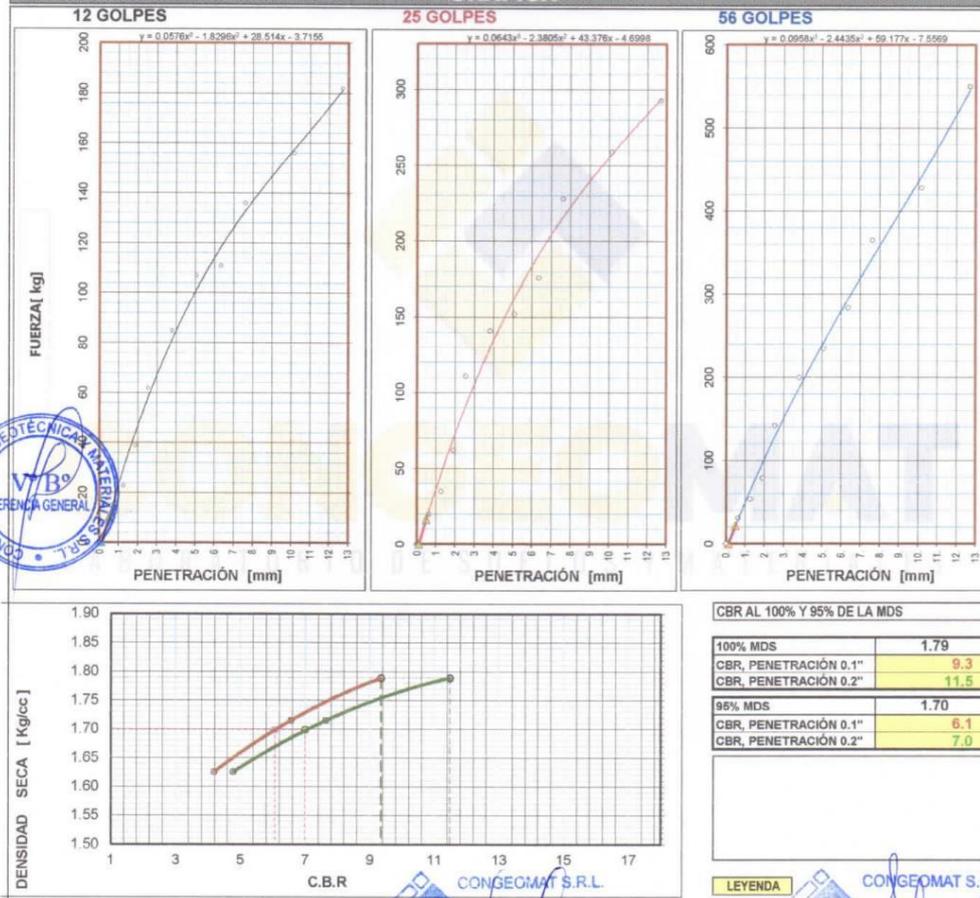
DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
DESCRIP.: 98.5% SUELO NATURAL + 1.5% PLÁSTICO RECICLADO
MUESTRA: 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA



John Percy Paritahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quispe Custinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 10-06-2021

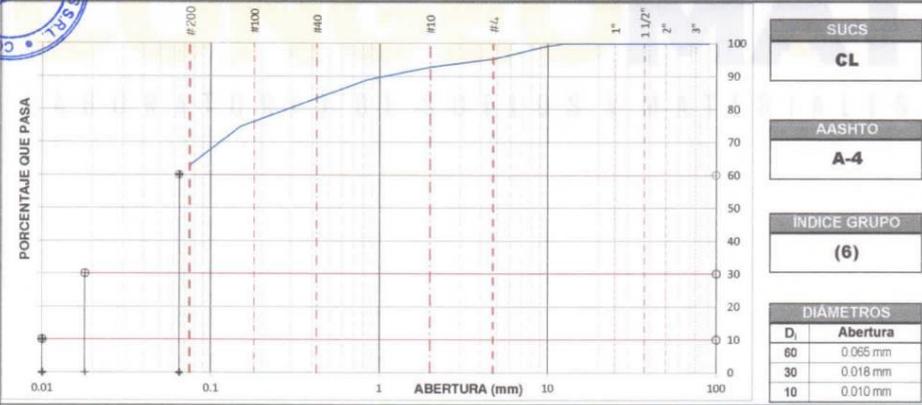
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03
TRAMO: KM 0+000 A KM 1+150
DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO
MUESTRA: 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERALES Peso muestra seca: 4,200 g Peso muestra lavada y seca: 1,558 g Finos equiv <#4: 95.3% Grava usada: 4.7% Fino ensayado < #4: 950 g Frac. equiv < #200: 62.9% 2,642 g TIPO DE TAMIZADO: MANUAL TAMAÑO MÁXIMO: 1/2" COEFICIENTES Uniformidad (Cu): 6.500 Curvatura (Cc): 0.498 LIMITES DE ATTERBERG DESCRIPCIÓN Límite Líquido (LL): 28.09 Límite Plástico (LP): 19.17 Índice Plástico (IP): 8.92	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	36	0.9	99.1			
10	#4	4.750	160.0	3.8	95.3			
11	#10	2.000	25.3	2.5	92.8			
12	#20	0.850	38.0	3.8	89.0			
13	#40	0.425	57.0	5.7	83.3			
14	#100	0.150	85.5	8.6	74.7			
15	#200	0.075	117.2	11.8	62.9			
16	Fondo	0.075	627.0	62.9				



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Pariahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustanza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 REGISTRO : C - 2021 - 135
 FECHA : 11-06-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA : C-03
 TRAMO : KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIPCIÓN : 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO : KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

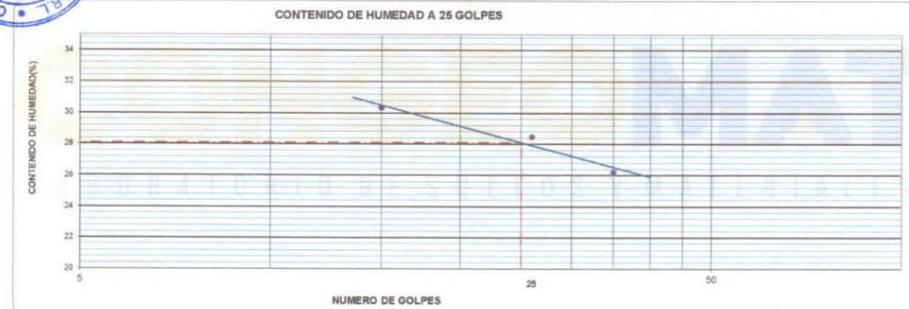
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
		C-06	C-07	C-08
Nº CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.95	38.45	39.12
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.26	34.39	35.08
PESO DE AGUA	(g)	3.69	4.06	4.04
PESO DE LA TARA	(g)	19.08	20.12	19.54
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.18	14.27	15.44
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.30	28.45	26.17
NUMERO DE GOLPES		15	26	35

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-13	T-16		
SUELO HUMEDO	(g.)	27.18	27.46	-	-
SUELO SECO	(g.)	26.35	26.54	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	22.01	21.75	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	0.85	0.92	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.34	4.79	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.12	19.21	-	19.17



CONTENIDO DE HUMEDAD A 26 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.09
LIMITE PLÁSTICO (%)	19.17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.92

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 John Percy Paritahua Tintaya
 TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 INC DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F-003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 10-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 **MUESTRA:** 1

TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 **LUGARES DE MUESTREO:** KM. 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIPCIÓN: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO **ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLA:**

CONTENIDO DE HUMEDAD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	101.70	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	334.62	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	302.60	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	32.02	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	200.90	--	--
6	Humedad	%	15.94	--	--
7	Humedad Promedio	%		15.94	



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Pery Parichhua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 11-06-2021

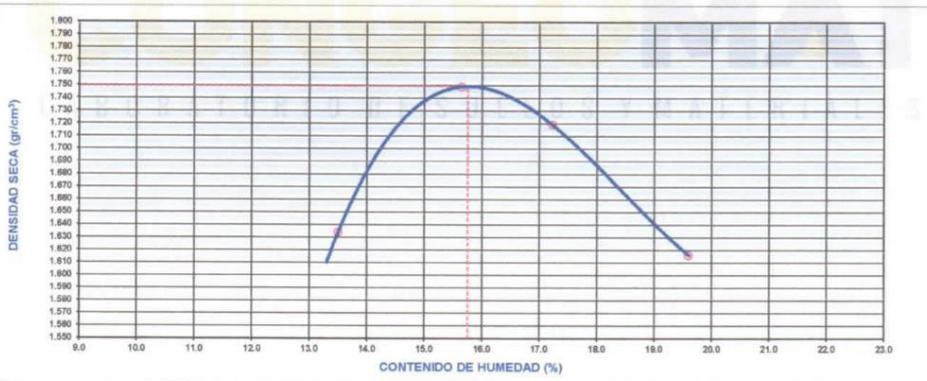
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NÚMERO DE CAPAS	: 5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5812	5994	5986	5896	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO DE SUELO HUMEDO (gr)	2014	2196	2188	2098	
VOLÚMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.855	2.023	2.015	1.932	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.634	1.749	1.719	1.616	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE A ^o	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	225.3	234.2	252.4	317.3	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	198.5	202.5	215.3	265.3	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	26.8	31.7	37.1	52.0	
PESO DE SUELO SECO (gr)	198.5	202.5	215.3	265.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.50	15.65	17.23	19.60	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.749		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.76	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispel Bastinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO (NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Código : F - 007 Versión : 2.0 Aprobado : ene-21
---	--	--

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 REGISTRO : C - 2021 - 135
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 FECHA : 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-03
 TRAMO : KM. 0+000 A KM. 1+150
 DESCRIP. : 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO : KM. 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIOPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=15.76	MDS=1.749	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	MOLDE03	MOLDE02	MOLDE01	

DENSIDAD

N	DESCRIPCIÓN	UND	Normal		Saturado		Normal		Saturado	
			12	25	12	25	12	25	12	25
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11.965	12.140	12.056	12.184	12.085	12.149		
2	Peso del molde	g	8.083	8.083	7.964	7.964	7.795	7.795		
3	Volumen del molde, REG	cc	2.124	2.124	2.116	2.116	2.136	2.136		
4	Peso suelo húmedo, [1][2]	g	3.882	4.057	4.092	4.220	4.290	4.354		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.83	1.91	1.93	1.99	2.01	2.04		
6	Peso de la capsula	-	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		
7	Peso de suelo húmedo + capsula	g	331.0	412.0	322.5	353.0	347.2	342.0		
8	Peso de suelo seco + capsula	g	285.6	350.6	278.9	301.3	300.0	294.6		
9	Peso de agua, [7]-[8]	g	45.4	61.4	43.6	51.7	47.2	47.4		
10	Gravidad de humedad, [9]/[8]	%	15.90	17.51	15.63	17.16	15.73	16.09		
11	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.577	1.625	1.672	1.702	1.735	1.756		



PENETRACION

CARGA	pulg.	LECTURA DIRECTA (KILO)			FUERZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD	0.000	0	0	0	0			
Area del pistón:	0.025	15	20	26	15			
20.42 cm2	0.050	26	45	63	26			
	0.075	48	75	89	48			
70.5 kg-f/cm2	0.100	65	88	118	65	58*	88	85*
	0.150	75	122	163	75		122	118
105.7 kg-f/cm2	0.200	106	136	193	106	104*	136	146*
	0.250	127	169	218	127		169	193
	0.300	133	199	245	133		199	218
	0.400	169	220	288	169		220	245
	0.500	187	253	330	187		253	288

18 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSION

TIEMPO	Fecha	Hora	(Hs)	LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS			
				12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%
12/06/21	13:15:00 p.m.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.00	0.0%	
14/06/21	13:15:00 p.m.	48	59.00	50.00	41.00	1.50	1.3%	1.27	1.1%	
16/06/21	13:15:00 p.m.	96	71.00	59.00	49.00	1.80	1.5%	1.50	1.3%	

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.60	1.69	1.75	Humedad óptima	15.76%	Penetración	0.1"
Penetración: 0.1"	4.0	5.9	8.0	MDS	1.749	100% MDS	8.0
Penetración: 0.2"	4.8	6.8	8.9	95 % de la MDS	1.662	95 % MDS	5.2

OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por los solicitantes




Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F - 008

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA : 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03

MUESTRA : 1

TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150

LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

DESCRIP.: 96.5% SUELO NATURAL + 3.5% PLÁSTICO RECICLADO

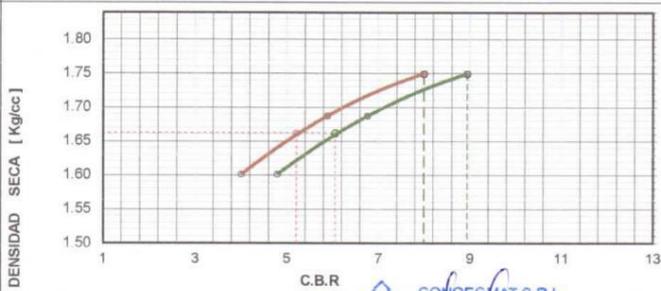
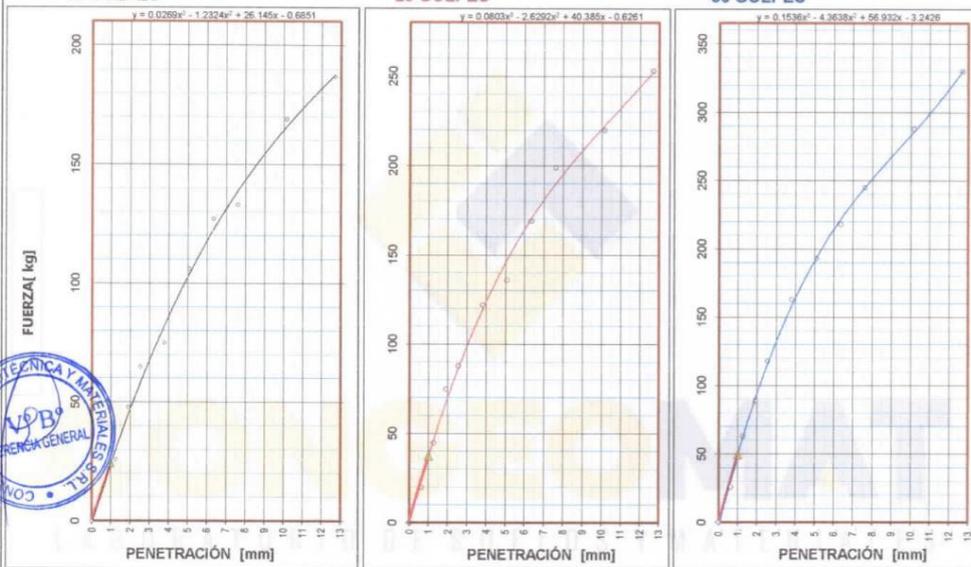
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA

12 GOLPES

25 GOLPES

56 GOLPES



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.75
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	8.0
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	8.9
95% MDS	1.66
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	5.2
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	6.1

LEYENDA



CONGEOMAT S.R.L.

CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Alberth Ysidro Quispe Bastinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487, MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)	Código : F - 004 Versión : 2.0 Aprobado : ene-21
---	---	--

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 10-06-2021

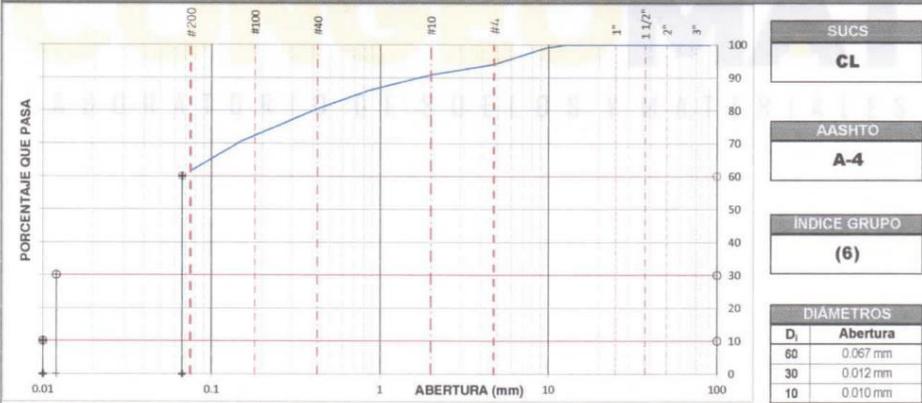
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03
TRAMO: KM 0+000 A KM 1+150
DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO
MUESTRA: 1
LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

TAMIZADO						RESUMEN	
N	TAMIZ DENOMINACIÓN	RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	Peso muestra seca	4.500 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	Peso muestra lavada y seca	1.728 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	Finos equiv < #4	94.1%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	Grava usada	5.9%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	Fino ensayado < #4	268 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	Frac. equiv < #200	950 g
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	1/2"
9	3/8"	9.500	41	0.9	99.1	COEFICIENTES	
10	#4	4.750	225.0	5.0	94.1	Uniformidad (Cu)	6.700
11	#10	2.000	31.7	3.1	90.9	Curvatura (Cc)	0.215
12	#20	0.850	47.5	4.7	86.2	LIMITES DE ATTERBERG	
13	#40	0.425	57.0	5.6	80.6	DESCRIPCIÓN	
14	#60	0.150	101.3	10.0	70.6	Limite Líquido (LL)	28.37
15	#100	0.075	90.9	9.0	61.6	Limite Plástico (LP)	19.02
16	#200	0.075	521.6	61.6		Indice Plástico (IP)	9.35

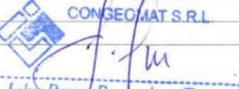


CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 Alberth Ysidro Quispe Bastinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán
 Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código : F - 005
	(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 REGISTRO : C - 2021 - 135
 FECHA : 11-06-2021

DATOS DE MUESTRA

CALICATA: C-03
 TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150
 DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
		C-14	C-17	C-20
Nº CAPSULA				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	35.91	40.00	37.52
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	31.93	35.98	33.74
PESO DE AGUA	(g)	3.98	4.02	3.78
PESO DE LA TARA	(g)	18.95	21.85	19.68
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.98	14.13	14.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.66	28.45	26.88
NUMERO DE GOLPES		16	24	34

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-21	T-23		
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.18	23.42	-	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	26.15	22.50	-	-
PESO DE LA TARA	(g.)	20.75	17.65	-	-
PESO DE AGUA	(g.)	1.03	0.92	-	-
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	5.40	4.85	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.07	18.97	-	19.02



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.37
LIMITE PLÁSTICO (%)	19.02
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.35

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


John Percy Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Alberth Ysidro Quispel Busfinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. Nº 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán
Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

	CONTENIDO DE HUMEDAD	Código : F-003
	(ASTM D 2216, MTC E 108)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2021 - 135
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE **FECHA:** 10-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 **MUESTRA:** 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 **LUGARES DE MUESTREO:** KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIPCIÓN: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO **ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLA:**

CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
1	Peso de recipiente	g.	89.60	--	--
2	Peso recipiente + muestra del suelo humedo	g.	338.75	--	--
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g.	304.70	--	--
4	Peso del agua en la muestra del suelo humedo	g.	34.05	--	--
5	Peso de muestra de suelo seco	g.	215.10	--	--
	Humedad	%	15.83	--	--
	Humedad Promedio	%	16.83		



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes


 CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C. I. P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancañé

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



PRÓCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E 115, ASTM D 1557)

Código : F - 006
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
REGISTRO: C - 2021 - 135
FECHA: 11-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03 MUESTRA: 1
TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150 LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
DESCRIP.: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

COMPACTACIÓN

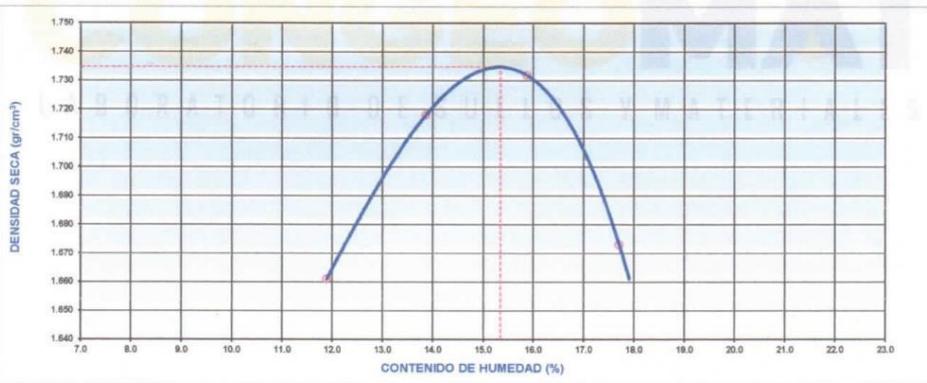
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5816	5922	5977	5936	
PESO DE MOLDE (gr)	3798	3798	3798	3798	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	2018	2124	2179	2138	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1085.7	1085.7	1085.7	1085.7	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.859	1.956	2.007	1.969	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.661	1.718	1.732	1.673	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	334.1	346.7	231.5	324.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	298.6	304.5	199.8	275.6
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	35.5	42.2	31.7	48.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	298.6	304.5	199.8	275.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.89	13.86	15.87	17.71

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.735	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.34
--	-------	---------------------------------	-------

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parcamua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Quispe Bustos
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO	Código : F - 007
	(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)	Versión : 2.0
		Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021
 UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 REGISTRO: C - 2021 - 135
 SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE
 FECHA: 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03
 TRAMO: KM 0+000 A KM 1+150
 DESCRIP. : 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO
 MUESTRA : 1
 LUGARES DE MUESTREO: KM. 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)
 ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	CL	AASHTO	A-4	PROCTOR	HO=15.34	MDS=1.735	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES MOLDE04	25 GOLPES MOLDE08	56 GOLPES MOLDE05				

DENSIDAD

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11.945	12.089	11.855	11.985	11.926
2	Peso del molde	g	8.075	8.075	7.809	7.809	7.982
3	Volumen del molde REG	cc	2.133	2.133	2.114	2.114	1.985
4	Peso suelo húmedo, [1][2]	g	3.870	4.014	4.046	4.176	3.944
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.81	1.88	1.91	1.98	1.99
6	Peso suelo húmedo + capsula	g	344.0	414.0	333.2	318.0	336.1
7	Peso suelo seco + capsula	g	298.6	345.1	288.7	268.4	291.3
8	Peso agua, [7]-[8]	g	45.4	68.9	44.5	49.6	44.8
9	Peso capsula	g					
10	Peso suelo seco, [8]-[10]	g	298.6	345.1	288.7	268.4	291.3
11	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.20	19.97	15.41	18.48	15.38
12	Densidad seca, [5]/[1+12]/100	g/cc	1.575	1.569	1.658	1.667	1.722



PENETRACION

CARGA	LECTURA DIRECTA (KILO)	FUERZA (kg)	
		DIRECTA	CORREGIDA
STANDARD			
Area del pistón:			
0.000	0	0	0
0.025	3	8	8
20.42 cm2	7	16	25
0.050	13	26	42
0.075	25	42	75
70.5 kg-f/cm2	39	70	99
0.100	53	90	116
105.7 kg-f/cm2	68	102	142
0.250	80	128	171
0.300	94	151	211
0.400	117	199	245
0.500			

16 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN KILO ECUACIÓN: X² + 1.00030000 X - 0.153600

EXPANSION

TIEMPO	LECTURA DIAL (Div)	ALTURAS	
		mm	%
Fecha Hora			
12/05/21 14:35:00 pm	0	0.00	0.0%
14/06/21 14:35:00 pm	48	95.00	2.1%
16/06/21 14:35:00 pm	96	109.00	2.4%

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR	CBR FINAL
Densidad Seca prom.	1.57	1.66	1.73	Humedad óptima	0.1"
Penetración: 0.1"	1.9	3.4	4.7	MDS	100% MDS
Penetración: 0.2"	2.6	4.2	5.8	95 % de la MDS	95 % MDS

OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por los solicitantes


 John Percy Paridahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 Alberth Ysidro Quispe Bastinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacán

Telf.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO

(NORMA MTC E 132, ASTM D 1883)

Código : F-008

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2021 - 135

SOLICITANTES: ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA: 16-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-03

MUESTRA: 1

TRAMO: KM: 0+000 A KM: 1+150

LUGARES DE MUESTREO: KM: 00+950, Av. JULIACA (SALIDA PUNO)

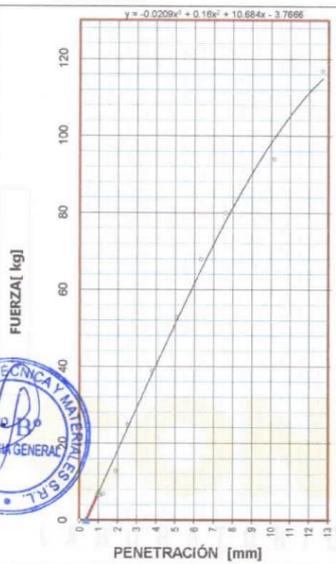
DESCRIP.: 94.5% SUELO NATURAL + 5.5% PLÁSTICO RECICLADO

ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST

GRAFICA

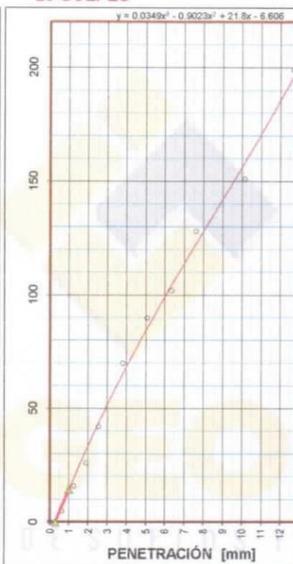
12 GOLPES

$$y = -0.0209x^3 + 0.16x^2 + 10.684x - 3.7666$$



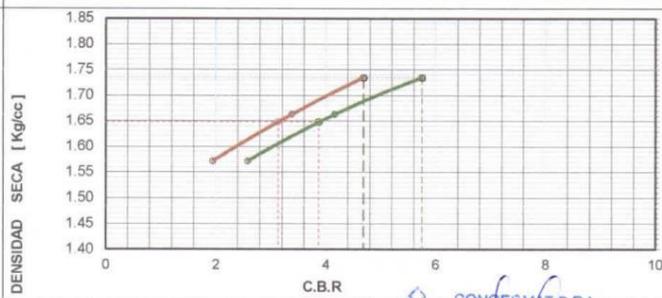
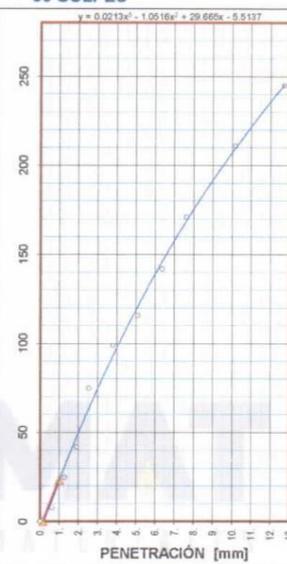
25 GOLPES

$$y = 0.0349x^3 - 0.9023x^2 + 21.8x - 6.606$$



56 GOLPES

$$y = 0.0213x^3 - 1.0516x^2 + 29.665x - 5.5137$$



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

100% MDS	1.73
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	4.7
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	5.8
95% MDS	1.65
CBR, PENETRACIÓN 0.1"	3.1
CBR, PENETRACIÓN 0.2"	3.9

LEYENDA



John Percy Parigahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Alberth Ysidro Quipe Justiza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huanacané

Tel.: (051) 325735
Cel.: (+51) 951 404988
congeomat@gmail.com

PLASTICO RECICLADO



CONGEO MAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - D2216 - D427 - D2487,
MTC E 107 o MTC E 204, MTC E 108)

Código : F - 004

Versión : 2.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: PLÁSTICO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE UNA VÍA MULTICARRIL, JULIACA 2021

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2021 - 135

SOLICITANTES : ZEA ARIAS HENRY PAUL Y FLORES ORTEGA DEYVIS CLEMENTE

FECHA : 10-06-2021

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : 1

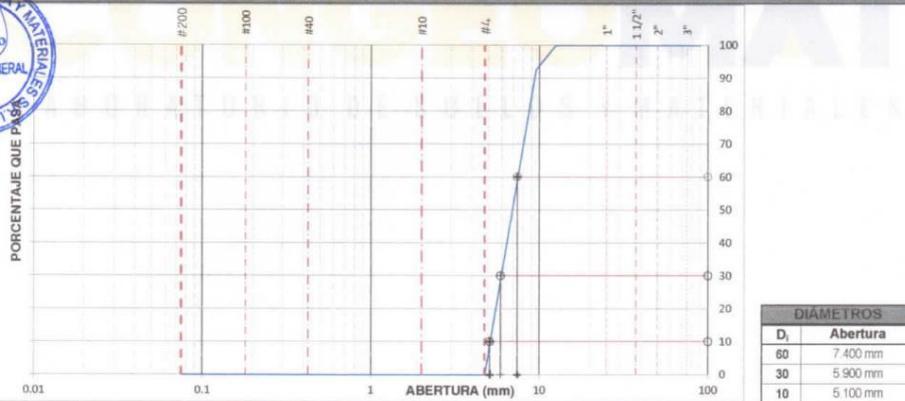
LUGAR DE MUESTREO: ASOCIACIÓN DE RECICLADORES RECIPLAST - JULIACA

DESCRIPCIÓN: PLÁSTICO RECICLADO

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	ASTM (mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0			
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0			
9	3/8"	9.500	37	7.4	92.6			
10	#4	4.750	463.0	92.6	0.0			
11	#10	2.000						
12	#20	0.850						
13	#40	0.425						
14	#100	0.150						
15	#200	0.075						
16	Fondo	0.075						
17								
18								
19								
20								

RESUMEN	
DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	500 g
Peso muestra lavada y seca	500 g
Finos equiv <#4	0.0%
Grava usada	100.0%
Fino ensayado < #4	#4 DIV/0
Frac. equiv < #200	0.0%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	172
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.451
Curvatura (Cc)	0.922

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Patichahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Alberth Ysidra Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

Lima: Jr. C. Molino del gato oficina 1307 – Cercado de Lima
 Cusco: Av. La Cultura 1114 – Edificio Oferplaza, Oficina 305
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza A Lote 30, Salida Huancané

Tel.: (051) 325735
 Cel.: (+51) 951 404988
 congeomat@gmail.com

Anexo 4
Panel fotográfico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

AUTORES

Flores Ortega, Deyvis Clemente
Zea Arias, Henry Paul



Foto N° 01

Descripción: Entrada a la Av. Juliaca desde la Av. Mártires 4 noviembre



Foto N° 02

Descripción: Entrada a la Av. Juliaca desde la Av. Circunvalación Este



Foto N° 03

Descripción: Calicata número 1



Foto N° 04

Descripción: Calicata número 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS	Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021	
AUTORES	Flores Ortega, Deyvis Clemente Zea Arias, Henry Paul	
		
	Foto N° 05	Foto N° 06
	Descripción: Calicata N°2, nivel freático a 1.50 metros	Descripción: Calicata N° 3, Nivel freático a 1.50 metros
		
	Foto N° 07	Foto N° 08
	Descripción: Camión recolector de la empresa RECIPLAST	Descripción: Plástico reciclado de la empresa RECIPLAST



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS	Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021	
AUTORES	Flores Ortega, Deyvis Clemente Zea Arias, Henry Paul	
		
Foto N° 09	Foto N° 10	
Descripción: Plástico reciclado clasificado y compactado	Descripción: plástico reciclado en escamas para su distribución	
		
Foto N° 11	Foto N° 12	
Descripción: Material PET en el proceso de molturado	Descripción: Plástico reciclado en escamas	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS	Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021
AUTORES	Flores Ortega, Deyvis Clemente Zea Arias, Henry Paul
	
Foto N° 13	Foto N° 14
Descripción: Lavado del plástico reciclado y secado	Descripción: Clasificación del PET del material desechable
	
Foto N° 15	Foto N° 16
Descripción: Cuarteo de las muestras de calicata N°1	Descripción: Cuarteo de las muestras de la calicata N°2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

AUTORES

Flores Ortega, Deyvis Clemente
Zea Arias, Henry Paul



Foto N° 17

Descripción: Secado de la muestra a utilizar para la granulometría



Foto N° 18

Descripción: Tamizado de la muestra de suelo natural



Foto N° 19

Descripción: Clasificación de suelo natural posterior al tamizado



Foto N° 20

Descripción: Ensayo de límites con el equipo de Casagrande



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS	Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021	
AUTORES	Flores Ortega, Deyvis Clemente Zea Arias, Henry Paul	
		
	Foto N° 21	Foto N° 22
	Descripción: Determinación de los índices de plasticidad	Descripción: Pesado de la muestra para el IP
		
	Foto N° 23	Foto N° 24
	Descripción: Secado de las muestras para el contenido de humedad	Descripción: Determinación del contenido de humedad secado al horno



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS	Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021	
AUTORES	Flores Ortega, Deyvis Clemente Zea Arias, Henry Paul	
		
Foto N° 25	Foto N° 26	
Descripción: Muestras de suelo añadiendo porcentajes de PET	Descripción: Pesaje del material PET de 1.5%	
		
Foto N° 27	Foto N° 28	
Descripción: Mezclado del material de suelo natural + PET 3.5%, Proctor Modificado	Descripción: Pesaje del material de suelo natural más porcentaje de PET	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

AUTORES

Flores Ortega, Deyvis Clemente
Zea Arias, Henry Paul



Foto N° 29

Descripción: Preparación al ras del molde SN+PET ensayo proctor modificado



Foto N° 30

Descripción: Molde de proctor modificado, SN+3.5% PET

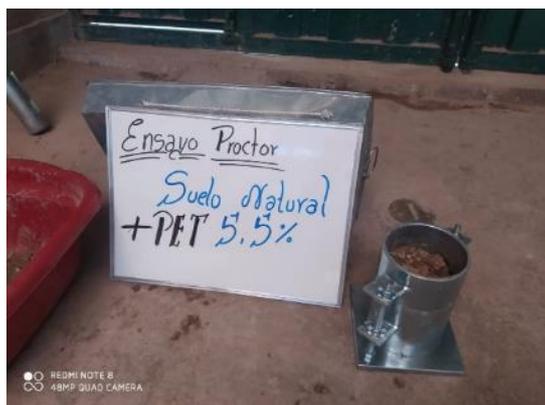


Foto N° 31

Descripción: Molde de proctor modificado, SN+5.5% PET



Foto N° 32

Descripción: Mezclado del material de suelo natural + 3.5% PET, CBR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

AUTORES

Flores Ortega, Deyvis Clemente
Zea Arias, Henry Paul

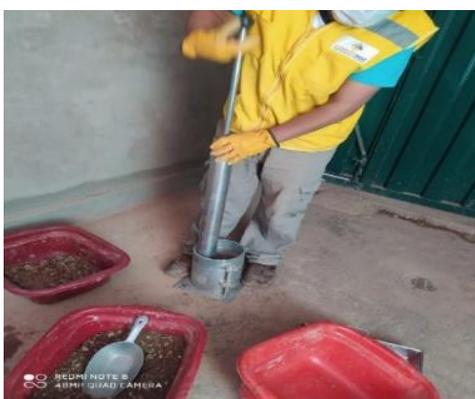


Foto N° 33

Descripción: Compactación de 12 golpes muestra de Suelo Natural



Foto N° 34

Descripción: Suelo natural + 1.5% de plástico reciclado en molde de CBR, M-2, M-3



Foto N° 35

Descripción: Muestra de SN + 1.5% M-3



Foto N° 36

Descripción: Muestra de SN + 3.5% M-2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

<p>TESIS</p>	<p>Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021</p>
<p>AUTORES</p>	<p>Flores Ortega, Deyvis Clemente Zea Arias, Henry Paul</p>
	
<p>Foto N° 37</p> <p>Descripción: Muestra de SN + 5.5% PET, CBR M-3</p>	<p>Foto N° 38</p> <p>Descripción: Muestra de suelos natural + 5.5% PET, 56 golpes CBR</p>
	
<p>Foto N° 39</p> <p>Descripción: M-1 moldes de CBR compactados 12,25,56 golpes listos a sumergir</p>	<p>Foto N° 40</p> <p>Descripción: M-2 moldes de CBR compactados 12,25,56 golpes listos a sumergir</p>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

AUTORES

Flores Ortega, Deyvis Clemente
Zea Arias, Henry Paul



Foto N° 41

Descripción: M-3, M-1 moldes de CBR compactados 12,25,56 golpes listos a sumergir



Foto N°42

Descripción: Lectura de la expansión ensayo CBR sumergido SN+5.5% PET, M-3



Foto N° 43

Descripción: Lectura de expansión ensayo CBR sumergido SN+5.5% PET, M-2



Foto N° 44

Descripción: Lectura de expansión ensayo CBR sumergido SN+3.5% PET, M-1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021

AUTORES

Flores Ortega, Deyvis Clemente
Zea Arias, Henry Paul



Foto N°:45

Descripción: Lectura de expansión ensayo CBR sumergido SN+3.5% PET, M-2



Foto N°46

Descripción: Lectura del dial equipo CBR SN + 3.5% PET, M-2 velocidad/tiempo



Foto N° 47

Descripción: Lectura del dial de equipo CBR SN + 1.5% PET, M-1 velocidad/tiempo



Foto N° 48

Descripción: Lectura del dial de equipo CBR, velocidad/tiempo

Anexo 5
Certificados de calibración de quipos de laboratorio

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0315-068-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/02/01

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 0315-068-2021

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g

Resolución

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R21PE30

N° de serie 8340110203

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGEOMAT



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0315-068-2021

Página 2 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
15000	0			1		
30000	0			5		

CONGREGADOS S.R.L.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1.0	1.0	0.07	-0.02						1
5.0	5.0	0.04	0.01	0.01	5.0	0.04	-0.01	0.03	1
10.0	10.0	0.03	-0.01	0.01	10.0	0.04	-0.03	-0.05	1
500.0	500.0	0.05	0	0	500.0	0.02	-0.07	-0.05	1
1000.0	1000.0	0.06	0	0	1000.0	0.06	-0.04	0.01	1
2500.0	2500.0	0.04	0.01	0.01	2500.0	0.06	-0.01	0.01	1
5000.0	5000.5	0.06	-0.02	0.02	5000.5	0.05	0	0.02	1
10000.0	10000.0	0.07	-0.05	0.03	10000.0	0.06	-0.3	-0.05	1
15000.0	14999.5	0.15	0.01	0.01	14999.5	0.15	0.43	0.18	5
20000.0	20000.0	0.05	0.09	0.03	20000.0	0.07	-0.12	-0.02	5
30000.0	29999.5	0.09	0.15	0.18	29999.5	0.09	-0.28	-0.24	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_p = 2 \cdot \sqrt{0.16706 \text{ g}^2 + 0.000000008320 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0.844152519 \cdot R$$

R: Indicación de lectura de balanza



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo-Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1172-145-2020

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2020/11/09
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30(JULIACA) PUNO- SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	BALANZA
Identificación	1172-145-2020
Intervalo de indicación	3100 g
División de escala Resolución	0.01 g
División de verificación (e)	0.01 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	PAJ3102
N° de serie	NO INDICA
Procedencia	USA
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/11/09

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-IND. "OPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGEMAT

ARSOU GROUP S.A.C.
[Firma]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1172-145-2020

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-LM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1550 g			Carga L1= 3100 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	1550.0	0.001	-0.001	3100	0.005	-0.002
2	1550.0	0.002	-0.004	3100	0.004	-0.004
3	1550.0	0.004	-0.005	3100	0.006	-0.004
4	1550.0	0.003	-0.003	3100	0.003	-0.009
5	1550.0	0.003	-0.009	3100	0.005	-0.012
6	1550.0	0.004	-0.001	3100	0.007	-0.014
7	1550.0	0.004	-0.004	3100	0.003	-0.01
8	1550.0	0.007	-0.006	3100	0.005	-0.009
9	1550.0	0.006	-0.006	3100	0.004	-0.007
10	1550.0	0.005	-0.003	3100	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Registrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
1550	0			0.05		
3100	0			0.3		

CONGREGADA S.A.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes					Decrecientes					EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)			
1.00	1.00	0.004	-0.001							0.1	
5.00	2.00	0.006	0.004	0.004	2.00	0.006	0.001	0.004		0.1	
10.00	10.00	0.002	-0.005	0.003	10.00	0.005	0.004	-0.003		0.1	
50.00	50.00	0.002	0.004	0.005	50.00	0.009	-0.003	-0.003		0.1	
100.00	100.00	0.009	0.004	0.008	100.00	0.005	0.005	0.001		0.1	
200.00	200.00	0.004	0.008	0.002	200.00	0.006	-0.004	0.003		0.1	
500.00	500.00	0.005	0.008	0.003	500.00	0.007	0.004	0.004		0.1	
1000.00	1000.00	0.004	0.004	0.005	1000.00	0.005	-0.03	-0.002		0.1	
2000.00	2000.00	0.009	0.004	0.004	2000.00	0.003	-0.008	-0.01		0.5	
3000.00	3000.00	0.015	0.008	0.001	3000.00	0.014	-0.014	-0.01		0.5	
3100.00	3100.00	0.19	0.006	0.005	3100.00	0.02	-0.015	-0.018		0.5	

Legenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXTENDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.00002^2 + 0.0000054019412 \cdot R^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{Corregida}} = R + 211420922081 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1110-108-2020

Página 1 de 5

Fecha de emisión	2020/10/29
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30(JULIACA) PUNO- SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO
Identificación	1110-108-2020
Marca	ARSOU GROUP
Modelo	HR702
Serie	2102954
Cámara	85 LITROS
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/10/29
Método/Procedimiento de calibración	- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGEO MARI



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1110-108-2020

Página 2 de 5

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termometro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T _{prom} °C	T _{max} - T _{min} °C	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.3	110.1	110.0	110.5	110.5	110.6	110.6	110.6	1.0
0:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.5	110.9	110.1	110.4	110.6	110.6	0.9
0:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.5	110.1	110.5	111.0	110.5	110.5	0.9
0:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.3	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	110.5	0.9
0:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.5	110.5	110.7	110.4	110.4	0.7
0:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.8	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.4	110.4	0.8
0:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	110.4	1.0
0:14	110	110.6	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.9	110.4	110.4	0.8
0:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	110.5	1.0
0:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	110.4	0.8
0:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	110.0	110.7	110.6	110.6	0.9
0:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.3	110.5	111.0	110.5	110.5	0.9
0:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	110.4	0.8
0:26	110	110.3	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.7	110.5	110.7	110.4	110.4	0.7
0:28	110	110.9	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	110.7	0.9
0:30	110	110.4	110.2	110.0	110.7	110.9	110.2	110.4	110.0	110.2	110.9	110.4	110.4	0.9
0:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	110.6	0.4
0:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.6	110.6	110.4	110.4	0.7
0:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	110.5	0.7
0:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.2	110.4	110.4	110.5	110.5	0.8
0:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.9	110.5	110.5	110.5	110.3	110.5	110.5	0.8
0:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.9	110.4	110.4	0.9
0:44	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	110.6	0.9
0:46	110	110.2	110.5	110.2	110.4	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	111.0	110.5	110.5	0.8
0:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	110.4	0.8
0:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	110.6	0.9
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo
- T_{me} Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo
- T P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

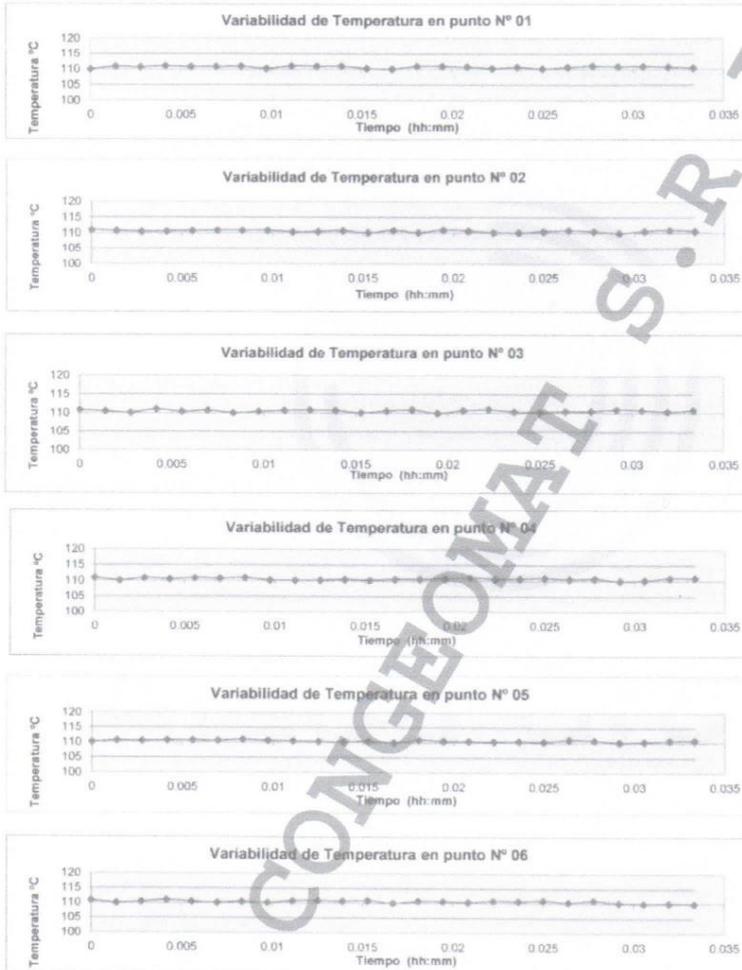


Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1110-108-2020

Página 3 de 5

GRÁFICO

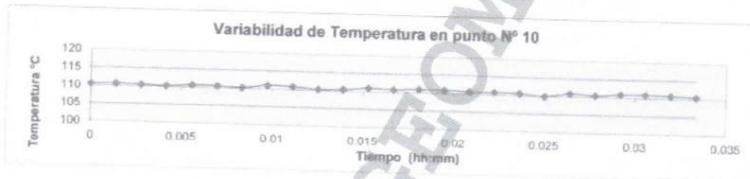
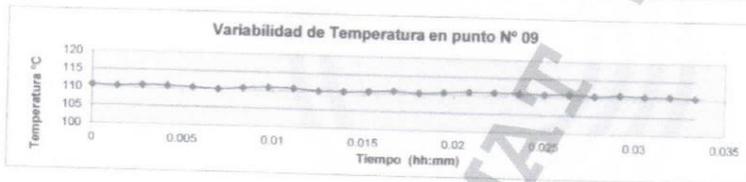
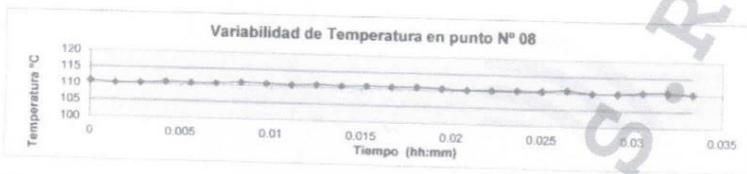
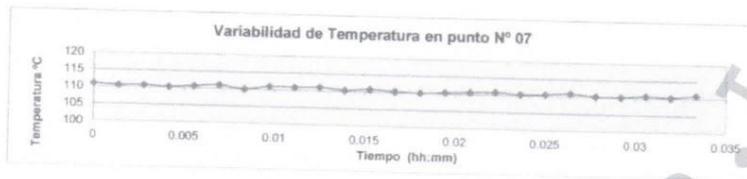


CONGEOMAT S.R.L.

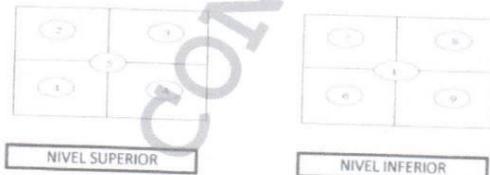


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

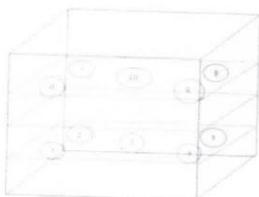


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Garnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1106-108-2020

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/10/29
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30(JULIACA) PUNO- SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	COPA CASAGRANDE
Identificación	1106-108-2020
Marca	ARSOU
Modelo	CSA902
Serie	201101
Mecanismo	Manual
Ranurador	BRONCE
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/10/29
Método/Procedimiento de calibración	La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

COLEGIO METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1106-108-2020

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Limite Liquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			Base				Extremo Curvado		
	A	B	C	N	P	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Radio Curvatura	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	4	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	± 2	± 0.1	± 1	± 1	± 5	± 5	± 5	± 0.1	± 0.1	± 0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.50	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	± 0.08	± 0.004	± 0.4	± 0.6	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.004	± 0.004	± 0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2.01	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	26.76	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUIA DEL ELEVADOR	47.08	+/- 1.5	OK
ESPESOR	50.43	+/- 5	OK
LARGO	150.05	+/- 5	OK
ANCHO	125.33	+/- 5	OK
HUELLA	9.51	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10.10	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10.10	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.02	+/- 0.1	OK
ANCHO	13.40	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1105-108-2020

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/10/29
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30(JULIACA) PUNO- SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE PROCTOR DE 4"
Identificación	1105-108-2020
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	144
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/10/29

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN-m/m³]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1105-108-2020

Página 2 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 22,2 °C	Final: 22,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 63 %hr	Final: 63 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	101.40	101.6	+/- 0,66mm
N° 2	101.44	101.6	+/- 0,66mm
N° 3	101.49	101.6	+/- 0,66mm
N° 4	101.43	101.6	+/- 0,66mm
PROMEDIO	101.44	OK	

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	116.19	116.43	+/- 0,5mm
N° 2	116.65	116.43	+/- 0,5mm
N° 3	116.70	116.43	+/- 0,5mm
N° 4	116.60	116.43	+/- 0,5mm
PROMEDIO	116.54	OK	



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1105-108-2020

Página 3 de 3

Arso Group
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	942	944.14	+/- 14 cc

PROMEDIO : OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

CONGEMAT S.R.L.



ARSO GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSO GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsogroup.com
www.arsogroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1104-108-2020

Página 1 de 2

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/10/29

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30(JULIACA)
PUNO- SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición MARTILLO PROCTOR DE 10 LB

Identificación 1104-108-2020

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 1952

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2020/10/29

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN-m/m³]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

	Promedio	Tolerancia	Resultado
Peso Martillo (g.)	4545	4536 ± 9	OK
∅ Cara Impacto (mm)	50,67	50,8 ± 0,13	OK
Altura de Caída (mm)	457	457,2 ± 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0316-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **DÍAL INDICADOR**

Identificación 0316-068-2021

Marca INSIZE

Modelo 2307.01

Serie 3131

Rango 0-1 in

Sensibilidad 0.001 in

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0316-068-2021

Página 2 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °c
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.026	0.028	0.024	0.0260
0.050	0.045	0.047	0.049	0.0470
0.075	0.070	0.071	0.072	0.0710
0.100	0.100	0.102	0.103	0.1017
0.150	0.152	0.153	0.154	0.1530
0.200	0.205	0.206	0.207	0.2060
0.300	0.308	0.309	0.310	0.3090
0.400	0.401	0.402	0.403	0.4020
0.500	0.505	0.507	0.508	0.5067
0.600	0.612	0.613	0.614	0.6130
0.700	0.715	0.716	0.718	0.7163
0.800	0.804	0.805	0.806	0.8050



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

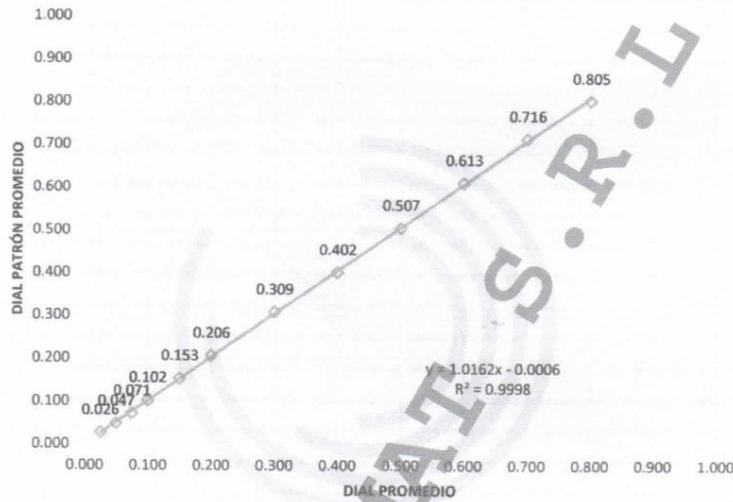
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,976x + 0,015$

Coeficiente Correlación: $r^2 = 0,9938$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0317-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Instrumento de medición **PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA**

Identificación 0317-068-2021

Marca Prensa ARSOU

Modelo PR401

Serie 41025

Celda de Carga TIPO S

Modelo H5-C3 -5.OT-68

Indicador DIGITAL

Modelo T31P

Serie NO INDICA

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración
El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0317-068-2021

Página 2 de 3

Arso Group

Laboratorio de Métodos y Equipos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2019 con trazabilidad INF-LE 030-19B.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °c
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B"	ERROR		RPTBLD
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR	ERROR (2)		Ep	Rp	
Kg	Kg	Kg	%	%	Kg	%	%	
500	500.5	499.3	0.10	-0.14	499.9	-0.02	0.17	
1000	1000.1	999.5	0.01	-0.05	999.8	-0.02	0.04	
1500	1500.5	1499.8	0.03	-0.01	1500.2	0.01	0.03	
2000	2000.8	2000.8	0.04	0.04	2000.8	0.04	0.00	
2500	2501.5	2500.5	0.06	0.02	2501.0	0.04	0.03	
3000	3001.1	3000.8	0.04	0.03	3001.0	0.03	0.01	
3500	3500	3500.5	0	0.01	3500.3	0.01	0.01	
4000	4001.5	4000.2	0.04	0.00	4000.9	0.02	0.02	

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGÍA

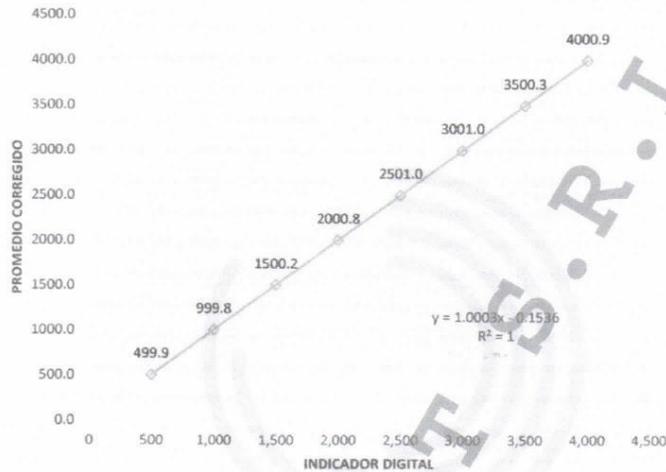


Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0003x - 0,1536$

Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A. &

Ing. Hugo Luis Arévalo CARRERA
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0308-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **MOLDE CBR**

Identificación 0308-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5916

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. V/iv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0308-068-2021

Página 2 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.99	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.80	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.12	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.78	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	152.17	:	OK
-----------------	---------------	---	-----------

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.59	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.38	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.05	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.20	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.81	:	OK
-----------------	---------------	---	-----------



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

150.48	150.3
--------	-------

Peso (g)

2275	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.39	150,0 +/- 0,8	OK

2272	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

149.68	149.73
--------	--------

Peso (g)

2286	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.71	150,0 +/- 0,8	OK

2285.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 +/- 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0309-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **MOLDE CBR**

Identificación 0309-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5917

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Edis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.77	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.84	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.93	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	151.83	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.40	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.69	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.20	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.06	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.84	:	OK
----------	--------	---	----



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

151	150.3
-----	-------

Peso (g)

2280	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.65	150,0 +/- 0,8	OK

2274.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

148.96	149.73
--------	--------

Peso (g)

2290	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.35	150,0 +/- 0,8	OK

2287,5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 +/- 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación 0310-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 5918

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0310-068-2021

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.83	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.96	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.46	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	152.01	:	OK
-----------------	---------------	---	-----------

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.36	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.49	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.82	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.15	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.71	:	OK
-----------------	---------------	---	-----------



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

149.36	150.3
--------	-------

Peso (g)

2283	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.83	150,0 +/- 0,8	OK

2276	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

151.36	149.73
--------	--------

Peso (g)

2285	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.55	150,0 +/- 0,8	OK

2285	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 + 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0314-068-2021

Página 1 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **DISCO ESPACIADOR**

Identificación 0314-068-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 2426

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Sta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arángel CARRERA
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0314-068-2021

Página 2 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	150.50	150.8	+/- 0,8mm
N° 2	150.68	150.8	+/- 0,8mm

PROMEDIO : 150.59 : OK

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	61.40	61.4	+/- 0,2mm
N° 2	61.38	61.4	+/- 0,2mm

PROMEDIO : 61.39 : OK



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA