



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización
de la Subrasante de Suelos finos, en la Carretera Emp.34b –
Santiago de Pupuja, Puno 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Calcina Apaza, David Celestino (ORCID: [0000-0001-8679-6529](https://orcid.org/0000-0001-8679-6529))

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres Vicente Calcina y Flora Apaza quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está con todos siempre.

A mis hermanos, Saddam, Vicente de Paul y a mi queridísima única hermanita Leydi Melissa por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas y amigos, por apoyarme y extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, mil gracias, siempre las llevo en mi corazón.

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Al Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida, gran Asesor de la Tesis, por haberme apoyado, orientado y dirigido durante todo el proceso de la elaboración.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	24
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.	24
3.1.1 Tipo de investigación.	24
3.1.2 Nivel de la investigación.	24
3.1.3 Diseño de la investigación.	24
3.2. Variables y Operacionalización.....	24
3.2.1 Variables.....	24
3.2.2 Matriz de Operacionalización	25
3.3. Población y Muestra	26
3.3.1 Población.....	26
3.3.2 Muestra.....	26
3.3.3 Muestreo.....	27
3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos	28
3.4.1 Instrumentos de recolección de datos:	28
3.5. Procedimiento	29
3.6. Análisis de datos.....	51
3.7. Aspectos éticos.....	52
IV. RESULTADOS	53
4.1. SUELO NATURAL SIN COMBINACIONES.....	53
4.1.1 Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216)	53
4.1.2 Análisis granulométrico (ASTM D-422).....	54
4.1.3 Límites de consistencia (ASTM D-424)	57
4.1.4 Clasificación SUCS y AASHTO	58
4.1.5 Proctor Standard (ASTM D-698).....	59
4.1.6 Valor Relativo de Soporte (CBR)	60

4.2. SUELO NATURAL (CALICATA N°02) CON COMBINACIONES	61
4.2.1 Límites de Consistencia.....	61
4.2.2 Contenido de humedad optima.....	63
4.2.3 Máxima Densidad Seca	67
4.2.4 Valor Relativo de Soporte C.B.R.	72
V. DISCUSIÓN.....	77
VI. CONCLUSIONES	81
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS.....	84

Índice de tablas

Tabla 1.	Diseño Factorial de especímenes.....	26
Tabla 2.	Cantidad de Especímenes.....	27
Tabla 3.	Validación de fichas técnicas.....	28
Tabla 4.	Coordenadas de inicio Emp.34b – Santiago de Pupuja.....	30
Tabla 5.	Coordenada final Emp.34b – Santiago de Pupuja.....	31
Tabla 6.	Ubicación de Calicata N°01	32
Tabla 7.	Ubicación de Calicata N°02	32
Tabla 8.	Ubicación de Calicata N°03	32
Tabla 9.	Combinaciones con el Diseño Factorial.....	45
Tabla 10.	Humedad Natural.....	53
Tabla 11.	Análisis Granulométrico por tamizado calicata N°01.	54
Tabla 12.	Análisis Granulométrico por tamizado calicata N°02.	55
Tabla 13.	Análisis Granulométrico por tamizado calicata N°03.	56
Tabla 14.	Límites de Consistencia Calicata N°01, 02 y 03.	57
Tabla 15.	Clasificación de Suelos Calicata N°01, 02 y 03.	58
Tabla 16.	Proctor Standard Calicata N°01, 02 y 03.	59
Tabla 17.	(C.B.R.) Calicata N°01, 02 y 03.	60
Tabla 18.	Porcentaje de combinaciones para límites de consistencia.....	61
Tabla 19.	Resultados de contenido de humedad optima.....	63
Tabla 20.	Prueba de normalidad CHO	64
Tabla 21.	Correlación para el CHO	65
Tabla 22.	ANOVA de un factor CHO	66
Tabla 23.	Tukey CHO.....	66
Tabla 24.	Resultado para máxima densidad seca.....	67
Tabla 25.	Prueba de normalidad MDS	69
Tabla 26.	Correlación para el MDS	70
Tabla 27.	ANOVA de un factor MDS	70
Tabla 28.	Tukey MDS.....	71
Tabla 29.	Combinaciones para valor relativo de soporte.....	72
Tabla 30.	Prueba de normalidad para el CBR	74
Tabla 31.	Correlación para el CBR.....	75
Tabla 32.	ANOVA de un factor CBR al 95%MDS.....	75
Tabla 33.	Tukey CBR al 95% MDS	76

Índice de figuras

Figura 1.	Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).....	19
Figura 2.	Fallas en Pavimentos Flexibles	20
Figura 3.	Diagrama de reciclado de PET	21
Figura 4.	Tratamiento de neumáticos	22
Figura 5.	Figura mapa de la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja.	30
Figura 6.	Mapa de ubicación de calicatas.....	31
Figura 7.	Reconocimiento y Excavación de Calicata N°01.	33
Figura 8.	Reconocimiento y Excavación de Calicata N°02.	33
Figura 9.	Reconocimiento y Excavación de Calicata N°03.	33
Figura 10.	Muestreo y Extracción de Material de la Calicata N°01.	34
Figura 11.	Muestreo y Extracción de Material de la Calicata N°02.	34
Figura 12.	Muestreo y Extracción de Material de la Calicata N°03.	34
Figura 13.	Almacenamiento y planta de reciclaje de Tereftalato de Polietileno en la ciudad de Juliaca.....	35
Figura 14.	Lavado de Tereftalato de Polietileno. Retiro de etiquetas.	35
Figura 15.	Proceso de secado de Tereftalato de Polietileno.....	36
Figura 16.	Tamizado de Tereftalato de Polietileno pasantes de la Malla N°4 y retenidas de la Malla N°10. Obteniendo un tamaño de 4.75mm.	36
Figura 17.	Obtención de caucho granulado de la empresa titan del altiplano. ..	37
Figura 18.	El tamaño promedio 4.75mm de caucho granular está dentro de la malla N°4 y N°10.....	37
Figura 19.	Muestra de suelo húmedo y pesado.....	39
Figura 20.	Secado de Muestras húmedas en horno eléctrico.....	39
Figura 21.	Juego de tamices para el ensayo de granulometría.	39
Figura 22.	Pesado y registro de las proporciones por tamiz.	40
Figura 23.	Límites de Consistencia de Cantera Calicata N°01,02 Y 03.	40
Figura 24.	Proporciones de muestra para el límite plástico.	41
Figura 25.	Pesado y Registro de rollos.	41
Figura 26.	Disgregación de Material de Cantera. Calicata N°01,02 Y 03.	42
Figura 27.	Homogenización de mezcla de Suelo.....	42
Figura 28.	Figura Separación de Muestra en 3 capas para compactación.....	42
Figura 29.	Preparación de muestra para su compactación.....	43
Figura 30.	Compactación de Muestra a 12, 25 y 56 golpes.....	43

Figura 31.	Penetración a molde de CBR de 12, 25 y 56 golpes. Calicata N°03	44
Figura 32.	Penetración a molde de CBR de 12, 25 y 56 golpes. Calicata N°01	44
Figura 33.	Materiales a Utilizar en el Ensayo de Proctor Standard.....	45
Figura 34.	Material (caucho granulado) a Utilizar en el Ensayo de Proctor Standard	46
Figura 35.	Dosificación de Caucho. 1.5% del peso seco de la muestra. De la misma forma para los demás especímenes.....	46
Figura 36.	Dosificación de PET y Caucho Granulado. De la misma forma para los demás especímenes.	46
Figura 37.	Homogenización de mezcla de Suelo, Caucho Granulado y Agua. De la misma forma para los demás especímenes.	47
Figura 38.	Separación de Muestra en 3 capas para compactación.....	47
Figura 39.	Extracción de muestra para su pesado y secado en horno eléctrico.	47
Figura 40.	Pesado y Registro de muestra.....	48
Figura 41.	Medición del diámetro, altura y peso de los moldes de CBR.....	48
Figura 42.	Muestra preparada para el ensayo de CBR.	48
Figura 43.	Muestra preparada para su compactación a 12, 25 y 56 golpes.	49
Figura 44.	Compactación de muestra con pistón de 44.5 N.	49
Figura 45.	Saturación de Muestras compactadas.....	49
Figura 46.	Lectura de deformación de muestras compactadas.	50
Figura 47.	Muestra y molde CBR en prensa manual del espécimen S.N. + 1% P.E.T. + 1.5% Caucho Granular.....	50
Figura 48.	Muestra y molde CBR en prensa manual del espécimen S.N. + 1% P.E.T.	50
Figura 49.	Muestra y molde CBR en prensa manual del espécimen S.N. + 1% P.E.T. + 1% Caucho Granular.....	51
Figura 50.	Grafica de contenido de humedad natural.....	53
Figura 51.	Tamaño de las mallas U.S. Standard. Calicata N°01	54
Figura 52.	Tamaño de las mallas U.S. Standard. Calicata N°02	55
Figura 53.	Tamaño de las mallas U.S. Standard. Calicata N°03	56
Figura 54.	Límite Líquido calicata N°01.....	57
Figura 55.	Límite Líquido calicata N°02.....	57
Figura 56.	Límite Líquido calicata N°03.....	58
Figura 57.	Máxima Densidad Seca. Calicata N°01, 02 y 03	59
Figura 58.	Contenido de Humedad Optima. Calicata N°01, 02 y 03.....	59
Figura 59.	CBR al 100% M.D.S. Calicata N°01, 02 y 03.....	60

Figura 60.	CBR al 95% M.D.S. Calicata N°01, 02 y 03.....	60
Figura 61.	Gráfica de Combinaciones diseño factorial para limite líquido.	62
Figura 62.	Porcentaje contenido de humedad óptima.	63
Figura 63.	Combinaciones para máxima densidad seca.	68
Figura 64.	Combinaciones de diseño factorial para CBR AL 100%.....	72
Figura 65.	Combinaciones de diseño factorial para CBR AL 95%.....	73

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar cómo influye Tereftalato de Polietileno y el Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos en la Carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja. La investigación fue de tipo aplicada por propósito y cuantitativa por enfoque, el nivel de investigación explicativo, el diseño de la investigación es de cuasi experimental, cuya población es la subrasante de suelos finos en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, la muestra es del km de 3+000 al km 6+000 de 03 calicatas y el muestreo es no probabilístico a 1.50m profundidad. Para la investigación lo primero que se ha realizado fue la obtención de muestras de las 03 calicatas, posteriormente se realizó los ensayos de laboratorio de acuerdo a las normas peruanas. En el estudio se obtuvo un suelo uniforme de arcilla de baja plasticidad, se eligió el suelo con peores condiciones calicata N°02 para luego combinar con el Tereftalato de Polietileno y el Caucho Granular por el Diseño Factorial. Finalmente se concluye que la mejor combinación para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos es SN + 1.0%PET + 1.0%CG con los resultados de 24.70% de CHO, 1.61gr/cm³ de MDS y 19.59% de CBR al 95%MDS.

Palabras Claves: Tereftalato de Polietileno, Caucho Granular, Estabilización Subrasante, Diseño factorial.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of Polyethylene Terephthalate and Granular Rubber on the Stabilization of the Subgrade of Fine Soils on the Emp.34b - Santiago de Pupuja Highway. The research was applied by purpose and quantitative by approach, the level of research is explanatory, the research design is quasi-experimental, whose population is the subgrade of fine soils in the road Emp.34b - Santiago de Pupuja, the sample is 03 pits and the sampling is non-probabilistic at 1.50m depth. For the investigation the first thing that has been done was to obtain samples of the 03 pits, then laboratory tests were performed according to Peruvian standards. In the study, a uniform clay soil of low plasticity was obtained, finally the soil with the worst conditions was chosen, pit No. 02, and then combined with Polyethylene Terephthalate and granular rubber by factorial design. Finally, it is concluded that the best combination for subgrade stabilization of fine soils is SN + 1.0%PET + 1.0%CG with the results of 24.70% CHO, 1.61 g/cm³ MDS and 19.59% CBR at 95%MDS.

Keywords: Polyethylene Terephthalate, Granular Rubber, Subgrade Stabilization, Factorial Design.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, uno de los problemas del mundo es la contaminación ambiental a través de los materiales plásticos, sin embargo, en la actualidad, al ser pulverizados pueden emplearse como aditivo para mejorar materiales de construcción debido a las propiedades físicas y químicas que posee.

En Chile por la contaminación de plásticos que producen las grandes empresas grandes, viviendas familiares, constructoras y centros comerciales, se ha tomado en cuenta reciclar estos elementos para proyectos civiles para la mejora de las características de los materiales convencionales de construcción, así mismo para con la finalidad de conservar el medio ambiente. Es por ello, que la investigación del autor tiene el propósito de reducir el impacto ambiental negativo producida por el plástico (PET), para crear una opción ecológica para mezclas en la subbase, esto genera un aporte relevante para la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales; así mismo, explica que la mayor dosificación para la sub-base es 3% del peso del PET. Por último, resalta que el beneficiado es la sociedad en general debido a la seguridad y estabilidad que genera la estabilidad estructural del pavimento (Ramírez e Hincapié, 2018, p.11).

En la ciudad de Ambato en Ecuador existe una gran cantidad de residuos plásticos, lo que conlleva un impacto ambiental negativo debido a que no existe un adecuado proceso de reciclado. Es por ello, que existen investigaciones que hacen uso a este residuo empleando en diseño de mezcla de concreto para mejorar las propiedades mecánicas y físicas, sin embargo, el uso es en pequeñas proporciones. De acuerdo a los estudios acerca de las características del Tereftalato de polietileno y otros tipos de plásticos, se demostraron que pueden ser alternativas de mejoramiento para diferentes tipologías de suelos. Celi menciona que agregar cualquier tipo de plástico en una subrasante natural, el valor CBR aumentó a 6.9% logrando la estabilidad de hasta el 57% (Celi, 2021, p.12).

En el ámbito nacional, la gran parte de las carreteras asfaltadas de nuestro país se encuentran en pésimas condiciones, esto debido a factores, una de ellas

es la baja capacidad portante de la estructura del pavimento. Pero, existen aditivos que mejoran las características mecánicas y físicas de las capas de la carretera, siendo los más utilizados, residuos inorgánicos. En Puno, el uso de Tereftalato de Polietileno accede a mejorar algunas características mecánicas y físicas del suelo que existe en la vía, y esta combinación asiente el uso de residuos plásticos, muchos de los cuales son arrojados al ambiente, aumentando el índice de impacto ambiental, así mismo, evitará grandes movimientos de tierra que involucren la minería, canteras, e incluso utilizar combustible para aumentar la utilidad de la maquinaria pesada para su transporte, ya que se dará el mismo servicio a los suelos existentes, pero con la adición de Tereftalato de polietileno, mejorando la calidad de las carreteras. Por lo tanto, la adición de 6% de Tereftalato de polietileno aumenta la capacidad de carga (CBR) sin mostrar ningún cambio en otras propiedades y propiedades, lo que resulta en ganancias en su tamaño de partícula, contenido de humedad, límite y resultados similares de compactación del suelo (Márquez, 2019, p.09).

En el ámbito local, en cuanto a los insumos convencionales muchas veces utilizados para la construcción de carreteras, no están optimizados para materiales reciclables que ayuden a la mejora del suelo, como así mismo, dinero, tiempo, etc. Es por esto que la construcción de un camino regular en la ciudad de Puno resulta en una explotación excesiva de canteras, mayor tiempo de ejecución y mayores costos de construcción. Para la ejecución de las obras viales se encontraron diferentes deficiencias y problemas a lo largo del tiempo, tales como mala calidad del suelo, saturación del suelo por afloramientos y niveles de aguas superficiales, etc. Finalmente, el plástico (PET), con la adición del 2% de su peso seco, tiene una alta resistencia a la intemperie, resistencia química y excelente rigidez (Zenteno, 2018, p.11). Así mismo, en la ciudad de Juliaca, Puno debido al contenido arcilloso hace que el suelo sea inestable porque lo que es un gran problema en el proceso constructivo de pavimentos, por lo que se busca reemplazar materiales que ayuden a minimizar el impacto ambiental, utilizando el caucho reciclado proveniente de neumáticos inservibles (Rodríguez, 2021, p.9).

Por los argumentos mencionados anteriormente, se plantea el siguiente **problema general** ¿Cómo influye Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en

la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?, con **problemas específicos**, ¿Cómo influye Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en los límites de consistencia para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?, ¿De qué manera influye Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en el contenido de humedad óptima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?, ¿Cómo influye Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en la Máxima Densidad Seca, para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?, ¿Cuál será la incidencia del CBR con la adición del Tereftalato de Polietileno y el caucho granular para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?.

La justificación de la investigación, se desarrolla en lo técnico, debido que el Tereftalato de polietileno (PET) y caucho granulado cuenta con características mecánicas y físicas excelentes, además, al momento del reciclado no se necesitará de mano de obra calificada, sino que puede ser obtenidos mediante la población civil. Así mismo, por antecedentes, el tereftalato mejoraría las propiedades y condiciones de la subrasante, por lo que convierte en una metodología para estabilizar.

En cuanto a la justificación económica, estabilizar con PET y caucho granulado resulta económica, ya que, este material no tiene un elevado costo, el motivo que son desechos de empresas industriales y también por los hogares, su adquisición es lo más rentable posible. Así mismo, es relevante considerar la justificación ambiental por tres aspectos importantes, el primero reducir el impacto ambiental al momento de reciclar el plástico en grandes cantidades, así mismo, al no emplear combustible para el uso excesivo de maquinarias para el movimiento de tierras y transporte; por último, reduce la explotación de canteras.

En cuanto a la justificación académica, emplear Tereftalato de polietileno y caucho granular en un tema de ingeniería es amplio, ya que se puede utilizar en diferentes materiales de construcción. Tener en cuenta, que existe muchos tipos de plásticos, que, al ser reutilizados, de manera triturada o pulverizada, pueden

emplearse para distintos proyectos de ingeniería. Por ende, el Tereftalato de Polietileno es propósito de estudio para las diversas materias existentes.

La justificación social de la investigación viene a ser la cultura de reciclaje del plástico y caucho, por parte de la población, esto dará beneficio a la resistencia de la estructura del pavimento, y directamente dará seguridad en la transitabilidad de vehículos y personas de las ciudades conectadas por la carretera. Con ello, mejorará la condición transitable de la población.

Con la finalidad de brindar solución al problema planteado, se muestra como **objetivo general**, Evaluar cómo influye Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022, con **objetivos específicos**, Obtener la influencia de Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en los límites de consistencia para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022, Determinar cómo influye Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en el contenido de humedad óptima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022, Evaluar cómo influye Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en la Máxima Densidad Seca, para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022, Determinar la incidencia del CBR con la adición Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

Finalmente, la **hipótesis** que se tendrán que comprobar es la siguiente, Tereftalato de Polietileno y el caucho granular influye de manera favorable en el la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022. con **hipótesis específicas**, El Tereftalato de Polietileno y el caucho granular influye de manera positiva en los límites de consistencia para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022, El Tereftalato de Polietileno y el caucho granular influye negativamente en el contenido de humedad óptima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022, El Tereftalato de Polietileno y el caucho granular de manera positiva en la

Máxima Densidad Seca para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022, La incidencia mejora sustancialmente el valor de CBR con la adición Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En la tesis para pregrado “Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de puno”. El objetivo fue evaluar el efecto de estabilización de suelo fino con P.E.T. con los porcentajes de 2, 4, 6, 8 y 10%. El tipo y nivel de investigación es básica experimental y correlacional, la población de la investigación es la cantera Salcedo, la muestra es de 4 calicatas de un suelo arena arcillosa (SC). Como resultado la Incorporando empleada es de 2% tiene un CBR de 50.65%, 4% tiene un CBR de 20.39%, 6% tiene un CBR de 19.29%, 8% tiene un CBR de 18.38 % y 10% tiene un CBR de 17.36%, se determinó los siguientes valores de CBR referido al 100% de MDS, se puede concluir que al adicionar 2% de P.E.T. en el suelo arena arcillosa, mejora en el CBR. (Zenteno, 2018)

En la tesis para pregrado “Incorporación de caucho granulado para mejorar el comportamiento físico y mecánico en la subrasante de suelos arcillosos, Puno 2021”. El objetivo fue analizar la influencia de caucho granulado (C.G.) para mejorar el comportamiento físico mecánico en la subrasante de suelos arcillosos con la incorporación de 3%,5%,7% y 9%. Como resultado del patrón CBR es de 3.6% y al incorporar 3% de C.G. resulto un CBR mínimo de 5.4% y máximo 6.6%, 5% de C.G. resulto un CBR mínimo de 4.7% y máximo 6.4%, 7% de C.G. resulto un CBR mínimo de 3.8% y máximo 4.9% y 9% de C.G. resulto un CBR mínimo de 3.3 y máximo 4.7%. se obtuvo los valores respecto al 95% de MDS. concluye que, al adicionar 3% de C.G. el suelo arcilla de alta plasticidad (CH), mejora en su CBR. (Rodríguez, 2021).

En la tesis de postgrado en maestría en gestión ambiental y desarrollo sostenible, tuvo como objetivo aprovechar los residuos plásticos PET de la ciudad de Tacna para fabricar concreto en la mezcla de dosificación adecuada para amortiguar la contaminación ambiental en Tacna. Hubo tres tipos de diseños de estudio: el estado situacional de los residuos de PET en Tacna fue descriptivo durante la fase de evaluación, fue cuasi-experimental. Como resultado, las dosificaciones empleadas para los tipos de muestra de concreto, utilizando residuos de PET al 8%, 10% y 12%, se correlacionaron con probetas y bloques de concreto y se encontró una relación inversa, es decir, mayor porcentaje de PET en la mezcla,

en concreto puesto que, en cuanto menor sea la resistencia a la compresión se mide. Concluyó que en cuanto al impacto de los residuos plásticos PET, el grado de mitigación depende del nivel de gestión y concienciación sobre la recogida y clasificación de los residuos plásticos en origen (Becerra, 2019, p.27).

En la Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia realizaron una investigación titulada el comportamiento mecánico del PET y sus aplicaciones en el suelo Su propósito fue calcular el uso en aplicaciones en el suelo, especialmente como un elemento liviano y duradero para la construcción de cimientos de faros en suelos blandos, así como una alternativa a los suelos alternativos y de relleno. El diseño de la investigación, aunque el autor no lo mencione, es cuantitativo, nivel explicativo y nivel aplicada; como resultado obtuvieron que los números en la deformación elástica son dependientes primordialmente de la densidad de materiales y recipientes (formas y piezas de superficie). El comportamiento de plástico se observa en la segunda área, y la mayor deformación del registro es del 3,5%, la resistencia a la compresión es de 16% a 140% y una buena estabilidad, baja absorción de agua, mascotas, reciclaje en formas de fibra y se utilizan como material y asfalto. Se ha llegado a concluir que la PET correspondiente es un reemplazo potencial para usar el reemplazo de materiales, abreviar y alinear en áreas grandes que se utilizarán para estructuras de luz. De manera similar, la resistencia química del PET bajo el efecto de las medidas externas promedio provoca una alta durabilidad que excede la vida útil construida (Botero, et al., 2014, p.31).

En la investigación titulada del comportamiento mecánico y físico en incorporar microfibras PET para mejorar el suelo arcilloso, con el propósito de investigar las propiedades mecánico-físico del suelo modificado con las fibras de PET originales relacionadas con el suelo de la misma muestra. La metodología de la investigación se realizó a través de un enfoque experimental cuantitativa, con ayuda de laboratorio y los ensayos respectivos. Como resultado, para la relación de consistencia, consiguieron que el punto de fusión y el porcentaje de rendimiento que determina la LL fue de 34,71 %, el porcentaje de LP fue de 21,75 % y la relación de rendimiento resultante fue de 12,96 % y la muestra de arcilla tiene una plasticidad baja. Concluyó que las propiedades mecánicas y físicas del suelo fueron

analizadas sobre la base de pruebas realizadas en el laboratorio. El punto de fluencia es menor al 50% y el reducido índice plástico muestra que el suelo de trabajo tiene baja plasticidad de arena arcillosa. (Luna y Bejarano, 2020, p.35).

En la tesis de pregrado realizó una investigación para mejorar la estabilización de la sub-rasante para suelos de arcilla empleando plásticos PET en el distrito La Encantada, en Morropón-Piura” cuyo propósito fue mejorar las propiedades de la arcilla plástica. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, diseño investigativo experimental; en cuanto a los resultados, en relación al indicador de contenido de humedad, obtuvo que en la muestra 01 se determinó el 4.0 % de contenido de humedad y para la muestra 02 se determinó el 5.0 % de contenido humedecido. Concluyó que el contenido de humedad presenta diferencias leves en comparación de uno tradicional (Márquez, 2019, p.41).

En la investigación donde se aplica la bolsa de polietileno derretido reciclado para estabilizar la subrasante en la provincia de Chupaca-Junín cuyo propósito fue la evaluación del resultado de aplicar la bolsa de PET derretido reciclado en la estabilización de la subrasante. El método empleado en la investigación fue del tipo aplicado y nivel de investigación correspondió al descriptivo – explicativo y tipo experimental, donde población tuvo una longitud de 10 kilómetro. En cuanto a los resultados, en relación al indicador de la máxima densidad seca, obtuvo que la MDS del suelo es proporcional a la dosificación de la bolsa de polietileno derretido, sin embargo, esto no es así cuando la concentración de aditivo es mayor al 15% y el porcentaje de la máxima densidad seca del suelo se diferencian por la adición de 4, 8, 12 y 15 % GMP por ello los valores aumentaron en 4,73 %, 7,43 %, 16,89 % y 21,62 %, respectivamente, con suelo estándar. Las conclusiones denotan que las bolsas de PET derretido reciclado mejoraron la estabilidad de las propiedades mecánicas de los pavimentos desde Yanacancha hasta Vista Alegre (Ruiz, 2021, p.29).

En la investigación para optar el título profesional de ingenieras civiles titulada “Influencia del PET triturado para mejorar el suelo a nivel de subrasante cuyo objetivo principal fue conocer el efecto de la adición del PET triturado para mejorar la calidad del sustrato. Los métodos inductivos e inductivos utilizados, tipo de aplicación, grado de estudio son proyectos de investigación descriptivos,

explicativos, correlacionales y experimentales donde la población es Av. Micaela Bastidas, Tamburco, km 0 0.00 - km Ampliación de Carretera Secundaria 0 400, longitud 400 ml, superficie 240.00 m². Como resultado, CBR aumentó de 3,4% a 4,20% (un 24% más) y de 1,1% a 10% (un 9,09% menos). Concluyeron que incrementando el valor de CBR y disminuyendo el hinchamiento del suelo natural, era posible cambiar de un sustrato inadecuado o pobre con valores de CBR de 3,4% y 1,1% de hinchamiento a un suelo de alta calidad sustratos normales con hinchazón de 7,8% y 0,60 adecuado para soportar estructuras de pavimento (Quispe y Sañac, 2019, p.35).

En la tesis para caracterizar el procedimiento mecánico del hormigón simple incorporando fibras recicladas de PET. El objetivo fue caracterizar el comportamiento mecánico del hormigón simple con la adición de diferentes porcentajes de fibras de polímero PET reciclado. Los resultados mencionan que existe un conjunto óptimo de fibra en esta mezcla para soportar el gran esfuerzo, que es de 96 kg a 110 kg de fibra en comparación con el diseño en este proyecto, el porcentaje también se puede determinar a partir de los resultados. es la relación entre la masa del hilo y la masa total muestral. En conclusión, se ha encontrado que las propiedades del concreto son proporcionales, lo que significa que cuanto mayor es el número de fibras, mayor es la resistencia a la tensión de flexión (Lugo y Torres, 2019, p.42).

En el artículo del desempeño flexionado del hormigón reforzado en fibras Plásticas Recicladas”, se trazó como objetivo analizar el desempeño a flexión del hormigón con refuerzo de fibras plásticas recicladas. Como resultado mencionan que la trabajabilidad del hormigón reforzado con fibra reciclada, además del control de fibra comercial y concreto, evaluado de acuerdo con la norma ASTM C143, mostró que la inclusión de fibras recicladas redujo la capacidad de manipulable a medida que incrementa el contenido de fibra, las muestras bajas en fibra muestran resistencia Según el *Concrete Society*, el $R_{e,3}$ residual es inferior al 30%, no lo suficientemente alto como para ser considerado un agente de refuerzo adecuado, por lo que es posible establecer una dosis mínima para su uso como agente de refuerzo. Llegaron a la conclusión de que el uso de fibras de PET recicladas era una excelente oportunidad para fortalecer el concreto (Meza et al., 2021, p.28).

En la Revista Ecovalor, para la investigación titulada Granulado de caucho para optimizar el mantenimiento de las vías del tren, hace mención que el área ferroviaria muestra importancia por utilizar elementos reciclados, por lo que, algunas empresas potencian los valores de estos materiales procedentes de neumáticos al final de su vida útil. Utilizar el caucho granulado minimiza las labores de mantenimiento los cuales resultan costosos. De acuerdo a los estudios y colaboraciones que se dieron en la investigación, concluyen que emplear los cauchos reciclados triturados mejoran las características de las vías ferroviarias para la eficiencia y eficacia del transporte (Lafuente y Oviaño, 2020, p.6).

En la aplicación de caucho reciclado para uso en pavimento rígido, realizada en la revista de Investigación e innovación en ingenierías se determinó los usos, comportamiento e interacción del caucho como reemplazo de agregados para pavimento rígido. El impacto ambiental es el mayor problema de estos materiales contaminantes, por ello, se utiliza para diferentes proyectos de ingeniería; según los autores, la metodología toma en cuenta diversas fuentes de información como revistas de investigación, informes, trabajos relevantes. Como resultado obtuvieron que la relación agua - cemento promedio eficiente es 0.5, el cual genera altas resistencias, pero se recomienda que el reemplazo no debe ser mayor al 10%, para sustitución como agregado grueso o fino. Concluye que resulta eficiente el reemplazo de los agregados en una mezcla de hormigón, mediante el uso de cilindros y adoquines utilizados en vías con tránsito liviano o bajo. (Reyes López, y otros, 2018)

Las investigaciones a nivel nacionales, La relevancia que tiene incorporar de fibra de PET reciclado para la resistencia a flexión y compresión del hormigón, se trazó como objetivo, determinar la resistencia a flexión y compresión mediante la adición de fibras de PET recicladas a la resistencia estructural del hormigón. Como resultado muestra que la resistencia a la compresión ya la flexión de la estructura de hormigón se complementa con fibras de PET recicladas. Con ello, se pudo confirmar que la adición de fibra PET tiene un impacto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto Efectos positivos, aumentando la resistencia a la flexión en 3.98 %, respectivamente 5.75 % y 7.08 % en la tasa de 0.5-5, 1.0% y 1.5%. Se encontró que además del efecto negativo de reducir la resistencia a la compresión,

cuanto mayor es el contenido de fibra, menor es la procesabilidad. Concluyeron que las fibras de PET deben incluirse en distintas dosificaciones para optimizar su uso y demostrar beneficios en su estrés y deformación (Cubas y Valderrama, 2021, p.21).

En la tesis “Influencia de incorporar de fibras de P.E.T. reciclado en las características del concreto permeabilizante en la pavimentación del tráfico liviano” se trazó como objetivo determinar el efecto de la adición de fibra P.E.T. sobre las propiedades del hormigón permeable para pavimentos de bajo tráfico. En los resultados, tenemos que, el grupo control obtuvo sin agregar al grupo experimental, si el porcentaje de fibra PET agregada es 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50%, y el tamaño es de 2mm x 45mm en relación al volumen de cemento. Se concluye que el porcentaje óptimo de resistencia a la compresión más compresión es de 0,50%, y la resistencia a la compresión es de 192,26 kg/cm², de igual manera, en el caso de la resistencia a la flexión, la resistencia a la compresión óptima es de 1,00% a 19,59 kg/cm². Además, la resistencia a la degradación por impacto y al desgaste, preferentemente del 0,50%, alcanza el 28,77% (Oyola y Romaní, 2020, p.35).

En la investigación realizada “Mejorar la subrasante añadiendo caucho reciclado” cuyo propósito fue determinar la influencia de los gránulos del caucho reciclado en las características mecánicas y físicas para la Avenida Bonavista. Donde la metodología fue a través del método científico con enfoque cuantitativo, tipo aplicado, nivel descriptivo – explicativo y diseño experimental, siendo la muestra la cantidad de calicatas realizadas, que fueron 2 en total. Como resultado obtuvo que el óptimo contenido de humedad de 13.8%, máxima densidad seca igual a 1.863 gr/cm³ en estado natural, mientras incorporando 20% de caucho se obtuvo 1.556 gr/cm³ con óptimo contenido de humedad 3.60%, con 30% de caucho, 1.457 gr/cm³ como MDS con óptimo contenido de humedad de 12.90%, por último, incorporando 40% de caucho, la MDS fue de 1.378 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 12.50%. Concluye que el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca, los cuales se obtuvieron por la prueba del Proctor modificado, no hubo mejora, ya que el caucho reciclado no interviene de manera significativa en mejorar la estructura vial a nivel de subrasante (Rojas, 2019, p.27).

En la investigación referente a la aplicación de caucho granular para mejorar la estructura del nivel de subrasante, cuyo propósito es el análisis de la influencia en aplicar el caucho granular reciclado para mejorar la subrasante de la avenida El Sol, donde la metodología fue de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental, siendo la muestra una extensión de 505.50 metros. Como resultado obtuvo que suelo sin la incorporación de caucho granular (CH) tiene una máxima densidad seca de 2.01 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad con 10.60%, con la adición del 8% de CH la máxima densidad seca fue de 2.03 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 9.10%, %, con la adición del 12% de CH la máxima densidad seca fue de 1.89 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 9.30%, %, con la adición del 16% de CH la máxima densidad seca fue de 1.77 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 10.00%. Concluye que el óptimo contenido de humedad es cuando se incorpora el 8% de caucho granulado, siendo favorable para la estabilización del suelo (Junes, 2021, p.91).

El estudio acerca del reforzamiento de un suelo de arcilla con caucho granular reciclado con el fin de cimentar estructuras en el distrito de Yarabamba cuyo objetivo de realzar el mejoramiento de la capacidad portante del suelo de arcilla incorporando caucho granular reciclado, protegiendo el medio ambiente para cimientos de estructuras. Los autores no lo mencionan, pero la metodología empleada fue de tipo aplicada, nivel explicativo, enfoque cuantitativo y diseño experimental. Con los resultados obtenidos a través de los ensayos, concluye que la MDS fue 1.658 gr/cm³ para un contenido húmedo de 20.4%, la MDS disminuye mientras se incrementa la incorporación del caucho hasta 1.592 gr/cm³, además el óptimo contenido húmedo disminuye en 17.12% (Llerena y Paredes, 2019, p.25).

En la revista Infraestructura Vial, acerca del emplear caucho granulado en mezclas asfálticas, donde indica que la problemática es el gran porcentaje de neumáticos desechados en vertederos los cuales traen consecuencias ambientales desastrosas para la humanidad. Con el fin de minimizar estos impactos se toma conciencia en recuperar el caucho granulado para convertirlo en elemento eficiente. El resultado obtuvo que el caucho granular en las mezclas asfálticas tiene como dosificación ideal reemplazar 20% del peso asfáltico, 1% a 3% del peso del agregado ó 1% de la mezcla total, así se asegurará una excelente resistencia y

extendida vida útil. En conclusión, el desarrollo húmedo mejora la resistencia en formación de surcos, y en cuanto al proceso seco mejora la resistencia contra grietas, deformación permanente, mejora la pegadura con los agregados y asfalto (Hoyos, 2021, p.11).

Similar en la revista anterior, la investigación titulada Uso de grano de caucho reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos, explica que actualmente que menor al 10% de llantas desechables son reutilizados en proyectos geotécnicas y el 40% como combustible, pero, un gran porcentaje no son empleados en ninguna actividad por lo que genera gran impacto negativo en el ambiente, a todo ello, el incremento de los vehículos. Los autores mencionan que utilizaron 50 artículos relacionados al grano de caucho reciclado con el fin de mejorar las propiedades de los pavimentos, como durabilidad y resistencia. En los resultados, obtuvieron que se debe tener en cuenta la variación al añadir caucho granular reciclado y concluyen que la dosificación óptima del mismo se encuentran entre los intervalos de 20% y 24%, (Flores et al, 2022, p.34).

En cuanto al uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto, la problemática principal de los desechos de neumáticos es que generan impacto en las personas y en el medio ambiente, por ello, en algunos casos son reciclados en diversos proyectos de ingeniería, como en muros de contención, estructuras antisísmicas, pavimentos y otros. Como resultado, obtuvieron que emplear caucho en concreto se puede utilizar dosificaciones entre los intervalos de 0% a 12.5% reemplazando al agregado fino con la finalidad de aumentar la resistencia a 60Mpa. Concluyeron que se puede emplear el caucho granulado como máximo el 20% del total del agregado y el costo del triturado será inversamente proporcional, mientras más pequeño las partículas, el costo es mayor, Muñoz et al, 2021, 11).

En artículos en otros idiomas, se tiene en la revista Science Direct, Caída et al (2021) realizaron una investigación titulada “Caracterización geotécnica de residuos plásticos en aplicaciones de subrasantes de pavimentos” menciona que el uso de material de desecho plástico con suelo para reforzar el suelo ha revelado algunas mejoras en términos de resistencia de los materiales, sin embargo, esta potencialidad no se ha evaluado completamente para diferentes tipos y formas de

desechos plásticos con suelo de subrasante natural en la industria vial. En la investigación, se combinaron formas molidas, en escamas y en gránulos de cuatro tipos clasificados de desechos plásticos de un mercado de reciclaje con grava limosa o arcillosa y suelo arenoso del tipo A-2-7 AASHTO. Como resultado, los suelos de subrasante con plástico tenían un ángulo de fricción más alto y una resistencia a la compresión más baja que los suelos sin plástico, así mismo, sugieren que el reemplazo parcial del material del suelo de la subrasante con desechos plásticos puede resultar útil en las aplicaciones de la subrasante de las carreteras.

En la misma revista, Melkamu et al. (2021) desarrollaron una investigación titulada “Investigación y optimización de residuos plásticos LDPE como modificador de mezcla asfáltica para asfalto de carreteras: Caso de carreteras etíopes” cuyo objetivo fue investigar el efecto del uso de residuos de plástico [LDPE](#) como modificador del betún virgen. El método de la investigación busca amplificar la ventaja de usar el método de mezcla húmedo sobre el método seco. Como resultado obtuvieron que una temperatura de mezcla de 170 °C y un tiempo de mezcla de 1,5 horas dan como resultado una mezcla compatible y homogénea entre el betún y los materiales plásticos LDPE de desecho. El contenido óptimo de betún que se agregará a la mezcla de agregados fue del 5,16 % por peso de la mezcla total de agregados y la cantidad óptima de residuos de plástico LDPE que se debe mezclar con betún fue del 6,5 % por peso de OBC. Concluyen que la mezcla asfáltica modificada con LDPE residual mejora la propiedad mecánica de las carreteras de asfalto en gran medida. La modificación de las carreteras asfaltadas por residuos plásticos LDPE también contribuye a los consumos considerables de materiales de desecho y esto conduce a una reducción significativa de la descarga de material no descomponible al medio ambiente.

Ding et al. (2020) realizaron una investigación “Investigación experimental sobre las características estáticas y dinámicas de mezclas granuladas de caucho y arena como nuevo relleno de subrasante ferroviario” menciona que las pruebas triaxiales cíclicas revelan que la adición de caucho granulado puede limitar la generación y acumulación de presión de agua intersticial dinámica y para la mejora de la resistencia a la licuefacción de las combinaciones. El cambio en el módulo de

cortes inversamente proporcional al cambio en el contenido y frecuencia de caucho granulado, y directamente proporcional al cambio en la presión de confinamiento. También se establece una nueva ecuación para el cálculo del módulo de cortante máximo considerando el efecto de la relación de vacío intergranular equivalente y la presión de confinamiento. Concluye que, de las características dinámicas y estáticas de las mezclas de arena y caucho granulado con diferentes contenidos de caucho, el contenido óptimo de caucho granulado debe ser de aproximadamente el 10 %.

En la revista IOPScience, Ahmad et al. (2017) realizaron una investigación, donde explica que con base en informes científicos, trabajos experimentales e investigaciones demostraron que los desechos plásticos como PET reciclado es apto para ser utilizado en la mezcla bituminosa en la construcción de carreteras. El uso de PET mejoraría las propiedades del pavimento flexible, incrementando la rigidez, viscosidad y estabilidad. Por último, pero no menos importante, la utilización de polímeros como modificador de la mezcla bituminosa resolvería la problemática de eliminar los materiales plásticos de desecho de una manera forma ecológica.

En la misma revista, Adsan et al. (2020) realizaron una investigación “Efecto de los neumáticos de caucho en el comportamiento de los suelos iraquíes expansivos de la subrasante” cuyo objetivo fue mejorar las características geotécnicas de los suelos en expansión tratados material de neumáticos y reducir el impacto ambiental. Como resultados, demostraron que el uso de caucho granulado mejora las propiedades frente al potencial expansión de los suelos en aproximadamente 29,8, 43,4, 49,39, 14,77 veces que el suelo no tratado para (1, 3, 5, 10 %) caucho desmenuzado de neumáticos. Concluyen que la densidad seca máxima de las muestras tratadas disminuyó con el aumento del contenido de desmoronamiento de los neumáticos, mientras que simultáneamente se encontró una ligera reducción en el contenido óptimo de humedad.

Jaber et al. (2021) realizó una investigación titulada “Aplicaciones ecológicas del plástico de tereftalato de polietileno en la producción de sub bases modificadas” con el objetivo de investigar la influencia de agregar gránulos de PET reciclado a las características de resistencia del suelo de la subbase. Los resultados ilustraron que las propiedades de la subbase modificada mejoraron significativamente con la

adición de gránulos de plástico de desecho y que, para obtener los mejores resultados, la dosificación adecuada de gránulos de PET reciclado que se agregará fue del 10 % por volumen del material de la subbase. Concluyen que el incremento en el valor de la relación de carga de California para la subbase modificada en comparación con la subbase sin plástico de desecho alcanzó un 36 %, lo que sugiere que este método puede proporcionar un uso práctico potencial para el plástico de desecho, además de mejorar las capas de suelo de la subbase para obtener materiales flexibles.

Juliana et al. (2020) realizaron una investigación titulada “Eficacia del caucho triturado para la estabilización de suelos de subrasante” los resultados obtenidos mencionan que el caucho reciclado el aumento de la subrasante valor CBR del suelo. El CBR para las combinaciones de la muestra 2 (2% caucho reciclado), muestra 3 (4% caucho reciclado), muestra 4 (6% caucho reciclado) y muestra 5 (8% caucho reciclado) cumplieron el requerimiento mínimo de 5% CBR de JKR (JKR/SPJ/2014). El máximo había ocurrido una mejora en el 4% de CR, que contribuye con el valor más alto de CBR tanto para los no remojados y condiciones empapadas. Por lo tanto, se recomienda implementar 4% de caucho triturado para suelos de subrasante. De los resultados se concluye que los residuos industriales de caucho granulado tuvieron demostrado aumentar la resistencia del suelo de la subrasante. Además, la introducción de caucho triturado como suelo, también reducirá el costo de construcción de carreteras y también resolverá significativamente el problema de las llantas de desecho.

Meghana y Raja (2022) realizaron una investigación titulada “Evaluación del desempeño de una subrasante de arcilla expansiva estabilizada con caucho sintético” cuyo objetivo fue aplicar el caucho de estireno butadieno (SBR), un caucho sintético, que es un adhesivo de fácil acceso que puede usarse para mejorar las características del suelo. Los resultados fueron satisfactorios hasta la adición de un 12 % de producto químico, lo que significa que el SBR se puede utilizar como estabilizador para mejorar las propiedades de la subrasante de arcilla expansiva. En conclusión, como consecuencia de la estabilización, se redujo el OMC y aumentó el MDD del suelo.

Olatunbosun et al. (2016), en la revista Ingeniería convincente, realizaron una investigación, donde explican que el diseño de concreto asfáltico integra agregado grueso, fino y relleno. El óptimo contenido de asfalto se consiguió del 4% de la totalidad de relleno y agregados. Así mismo, el BAC cubierto con PCA es la mejor opción ya que potencia utilizar desechos de plásticos aumentando 16.7%. Con las pruebas realizadas se observó que los agregados aumentaron el porcentaje de vacío de aire, con ello, existe una estabilización de Marshall.

Venkatesh et al. (2020) realizaron una investigación titulada “Un documento de revisión sobre el estudio comparativo de la estabilización expansiva de la subrasante utilizando desechos industriales como arena de fundición, polvo de cantera, desechos de demolición y chatarra de caucho” cuyo objetivo fue revisar los materiales y métodos que se han adoptado para estabilizar el suelo expansivo basado en estudios experimentales. Hay una mejora significativa en el valor CBR de la subrasante debido a la adición de los siguientes materiales como arena de fundición, polvo de granito, polvo de cantera, desechos de demolición y chatarra de neumáticos de caucho triturado es anotado, si se mezcla y compacta correctamente. Estos materiales son útiles para mejorar los suelos expansivos con menos potencial de manera efectiva y no podemos lograr altos grado de mejora obtenido utilizando los materiales de cementación como cemento, cal y betún.

Haibin et al. (2015) realizaron una investigación acerca de los ciclos de descongelación y congelación en las propiedades mecánicas de la arcilla limosa modificada por cenizas volantes y caucho triturado” cuyo objetivo fue diseñar y fabricar un aparato de prueba de congelación y descongelación. Mencionan que el módulo experimental se mide para evaluar la propiedad mecánica del suelo modificado a través del aparato de prueba de congelación y descongelación. El análisis comparativo se lleva a cabo con arcilla limosa y revela que el suelo modificado posee un comportamiento mecánico más favorable.

Ziari et al. (2016) realizaron una investigación titulada “Evaluación en laboratorio del efecto del desecho de botellas plásticas (PET) en el rendimiento de formación de surcos en mezclas asfálticas en caliente” cuyo objetivo fue evaluar los efectos de usar residuos PET como modificador de las propiedades de las mezclas asfálticas. Se evaluó el comportamiento de formación de surcos de mezclas

asfálticas que incluyen varios porcentajes de PET (0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%) y varios tamaños de PET (10 × 2.5, 20 × 2.5 y 30 × 2.5 mm) a través de prueba de fluencia dinámica y dispositivo de seguimiento de ruedas de Hamburgo. Los resultados indicaron que la resistencia formativa de surcos de las combinaciones aumenta con la incorporación de contenidos PET y disminuye con el aumento de los tamaños de PET.

Mishra y Kumar (2018) desarrollaron un artículo titulado “Uso de fibra de PET aleatoriamente orientada en mezclas con cenizas volantes en subrasante de pavimento flexible” cuyo objetivo determinar el efecto de las características ingenieriles del suelo a través de incluir fibras de PET recicladas mezcladas con las cenizas volantes en el suelo de la subrasante. Los resultados obtenidos fueron que la fibra de PET reciclada y las cenizas volantes se mezclaron en el suelo arcilloso en varias combinaciones; las proporciones van del 0% al 1,6% en peso de suelo con un aumento del 0,4% en el caso de las fibras de PET, sin embargo, que del 0% al 20% en peso del suelo con un aumento del 5% para Fly Ash. En conclusión, la dosificación efectiva de PET reciclada fue 1,2 % con 15 % de cenizas volantes por peso del suelo, donde mejoró la resistencia de la subrasante.

En cuanto a la **teoría**, el pavimento es un componente estructural que comprende la capa de rodamiento, base, sub base y sub rasante, estos elementos de una carretera cuyo propósito es distribuir esfuerzos creados por la transitabilidad de usuarios y vehículos para la seguridad y comodidad de los mismos (Montejo, 2002, p.1).

La capa de rodamiento es expresada por la superficie pavimentada, en pavimentos flexibles es el manto de asfalto y pavimentos rígidos es el concreto o bloques adoquinados cuyo propósito es el sostenimiento continuo de la carretera (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, p.62)

La base, es la capa interior de la capa de rodamiento, esta capa es el encargado de sostener, distribuir y transferir esfuerzos ejecutadas sobre la superficie; también contará con un material de drenaje en caso de lluvia, lo que conlleva que la prueba de CBR será mayor a 80% y si no, debe tratarse con cal, cemento o asfalto (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2018, p.28).

La sub base, capa localizada bajo de la base, además, es el soporte de capa de asfalto y la base, apoya en el control de fluidos en el drenaje, así mismo, el material de ser especificado con el espesor adecuado bajo diseño. La sub base, según norma, se puede obviar todo dependerá del diseño, el CBR debe ser mayor al 40%, o en todo caso debe tratarse con cemento, cal o asfalto (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p.42).

Los pavimentos de tipo flexible comprenden de una emulsión de asfalto en caliente (HMA) también pueden ser tratados de manera superficial, pero en este caso acata del espesor de la capa de rodamiento. Al mismo tiempo, son considerados flexibles debido a la rigidez que son idénticas en toda la estructura, por consiguiente, el pavimento tiende a deformarse de manera unida (es decir, toda la estructura) al tener esfuerzos de transitabilidad; además, van a depender del área de rodadura, y se categoriza de diversas maneras (Menéndez, 2016, p.20).

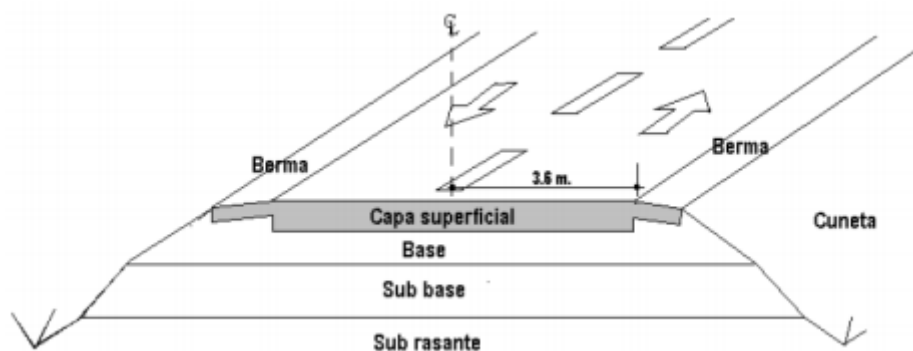


Figura 1. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible)

Factores que causan fallas en la pavimentación. Por ejemplo, en el Tránsito. Relación entre un vehículo y los ciclos que transita. Calidad de materiales. Deficiencias en los estudios de materiales. Deficiencias en el proceso constructivo. Inadecuada mano de obra y falta de supervisión. Medio Ambiente. Cambios extremos del ambiente. Factores aleatorios Colapso de fluidos e intervención de las personas Deficiente mantenimiento Deficiencias en el tratamiento de las vías. (Ministerio de transportes, Instituto Nacional de vías, 2006, p.52).

Las causas de los daños pavimentos son por diferentes parámetros y estos son evaluados in situ y con ayuda de laboratorio, se debe tener en cuenta la severidad que tiene cada una de ellas. Existen 20 tipos de fallas comunes en pavimentos de

asfalto, agrupados en 4 bloques que dependen de la falla o daño (Méndez, 2016, p. 72).

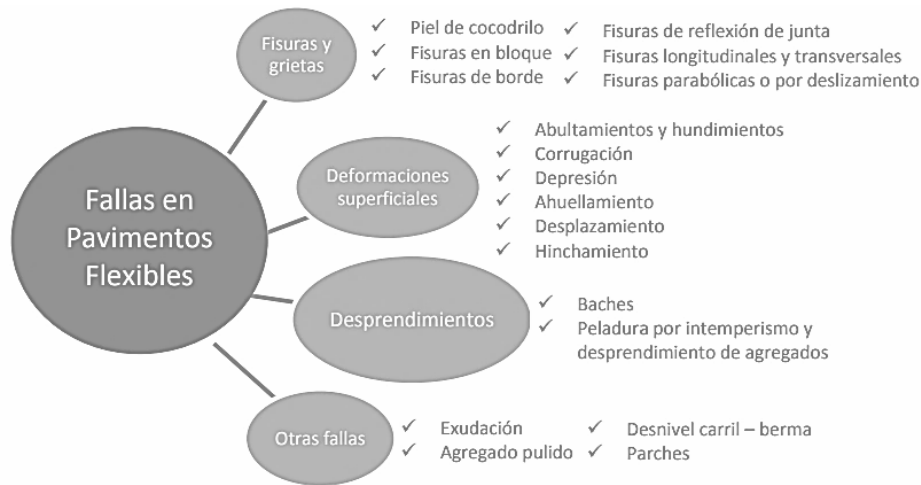


Figura 2. Fallas en Pavimentos Flexibles

A. Permanentes

- Corrugación
- Corrugación
- Hinchamiento
- Hundimiento
- Corrimiento

B. Fisuras o grietas

- F. de arco
- F. reflejadas
- F. tipo piel de cocodrilo
- F. longitudinal
- F. en bloques
- F. transversal

C. Desintegraciones

- Peladuras
- Estrías longitudinales
- Rotura de bordes
- Peladuras
- Pulimento superficial

- Baches

D. Otros

- Exudación de asfalto
- Bombeo/exudación de agua
- Bacheos/repificaciones

El PET (tereftalato de polietileno), es la fusión de tereftalato dimetilico con etilengicol, la primera fusión a temperatura promedio 175°C, para la segunda se realiza en un vacío promedio de 275°C. Las propiedades físicas en la resina son regidas en el grado de la dirección de los cristales, la densidad es aproximadamente 1.33 g/cm³, cuando la temperatura alcanza los 70°C puede estirarse cuadruplicando su dimensión inicial La temperatura de fusión es de 255°C (Rodriguez, et al., 2017, P.44).

En relación al tereftalato de polietileno, se obtendrá por la trituración de las botellas plásticas que serán recicladas para el propósito de la investigación mediante un molino, el residuo será utilizado para la incorporación en la sub base para un pavimento flexible (Turpo y Vigo, 2021, p.72)

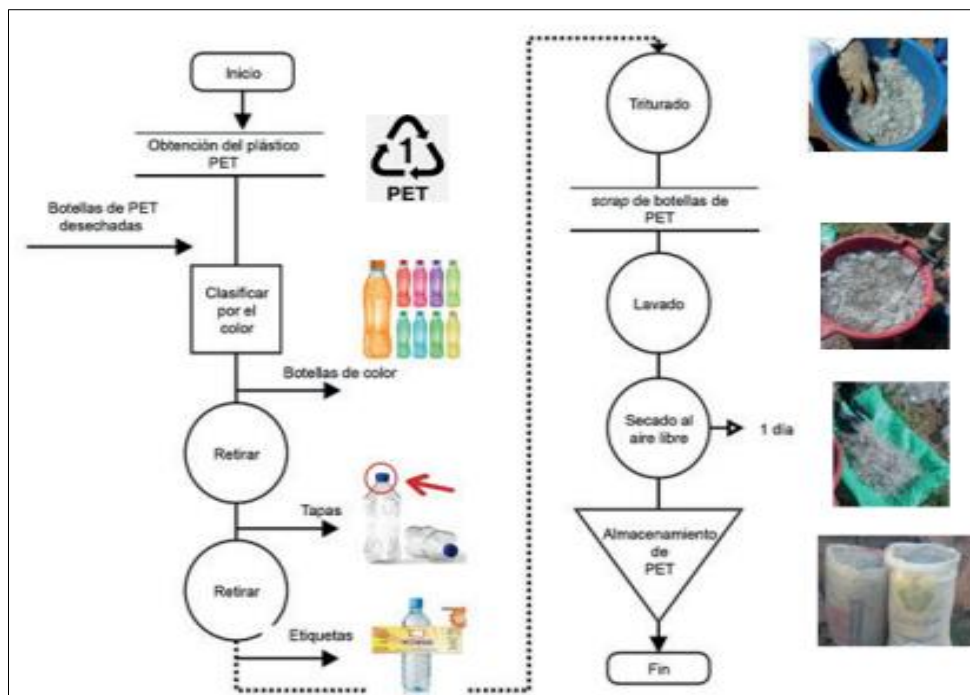


Figura 3. Diagrama de reciclado de PET

El PET es empleado en la producción de ingredientes geosintéticos que pasan por el proceso de fundición, filtración, extraído hasta conseguir fibras de poliéster de condición suave, con firmeza a la tensión, además de poca absorción de agua con que se confeccionan geotextiles de tipo no tejido o también geomalla para refuerzo. Asimismo, se usa como material de mejora para concreto, el PET reciclado mediante la forma de fibras (Botero, 2014, p.7).

El caucho en forma natural es un elemento procedente del látex, los cuales son productos de algunos materiales vegetales, también es la combinación de proteínas, grasas, azúcares e hidrocarburos en estado vegetal. El caucho es un polímero isopreno con 80% a 95% de especie vegetal, (Martín, 2015, p.24).

El procedimiento de reciclado de neumáticos es netamente mecánico, por lo que, los resultados son elementos de gran calidad y limpios de cualquier impureza, lo que hace sencillo reutilizar los materiales para nuevas aplicaciones y procesos. El triturado es un sistema mecánico previo para la reutilización para las diferentes metodologías de rentabilización y recuperación de restos de neumáticos (Martín, 2015, p.24).



Figura 4. Tratamiento de neumáticos

En cuanto a las propiedades físicas y químicas del caucho según la ficha técnica de OMV Soluciones Arquitectónicas (2016) en tamaño de las partículas oscila entre

2.5 mm a 20 mm, los colores varían indistintamente de acuerdo al PH (20 °C), el punto de autoinflamable asciende a 285 °C. El análisis químico del caucho contiene aluminio 0.04, silicio 0.16, potasio 0.05, titanio 1.18, cobalto 0.01, zinc 1.62, fosforo 0.10, hiero 1.48 y algunos elementos más.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

3.1.1 Tipo de investigación.

Viene a ser de tipo aplicado, ya que se emplean teorías que sustentan las variables investigativas, en lo cual se encuentran basadas en resultados de estudios básicas conocidas y que se orientan en la resolución problemática de la población (Ñaupas et al., 2018, p.120).

Es de enfoque cuantitativo, debido que se encuentra vinculada con número y proceso numéricas, incorporándose alternativas grupales con el propósito de comprobar hipótesis verdaderas, asimismo que permiten comprobar las razones planteadas al principio del estudio (Hernández y Mendoza, 2018, p.112).

3.1.2 Nivel de la investigación.

La investigación presente es de nivel explicativo, dado que los resultados explicarán los fenómenos sucedidos, que describen las características de cada variable del estudio (Hernández y Mendoza, 2018, p.115).

3.1.3 Diseño de la investigación.

“Referente al diseño, es de experimental, es decir las variables de la investigación se manipulan, a la vez se realizan una intervención intencionada de las variables, que se aprecia en la evaluación correspondiente” (Hernández y Mendoza, 2018, p.114).

El presente trabajo de investigación de cuasi experimental, porque se manipulan las variables y la muestra es no aleatoria.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1 Variables

Variable Independiente. El Tereftalato de Polietileno es un elemento que se caracteriza por ser ligero y tener buena una resistencia, transparente y buen brillo, son 100% reciclables, en su interior puede contener líquidos. Es producido por

elementos como el 64% de crudo petróleo, 13% de aire y 23% de derivados de gas. Un kilogramo de PET se compone de (Alesmar et al, 2008, p.48).

Variable Independiente: El caucho granulado, se denomina también, caucho molido, es derivado normalmente por el reciclado de neumáticos de vehículos. El proceso de reciclado empieza por el retiro de toda suciedad y después se reduce a tamaño manipulable empleando molino mecanizado; el proceso resulta hasta obtener partículas, los cuales son empleados dependiendo del color y tamaño, (Flexicon, 2016).

Variable Dependiente. Las características físicas describen la condición física del suelo, color, olor, densidad, maleabilidad, viscosidad y más, son aquellas medibles y observables (COELHO, 2019).

Variable Dependiente: El caucho tiene algunas propiedades físicas como impermeabilizante y aislante, además tiene excelente elasticidad y una buena resistencia ante los ácidos y sustancias alcalinas, además, excelente repelente a líquidos, aislante eléctrico y a temperaturas (FIXER, 2016).

Variable Dependiente. Las características mecánicas del suelo son aquellas que cuando las fuerzas son aplicables se observan el comportamiento que describe, entre las cuales se encuentran la elasticidad, deformación, tensión, dureza, fatiga y más (Instituto de Física, 2020).

3.2.2 Matriz de Operacionalización

Ver Anexo N°01

3.3. Población y Muestra

3.3.1 Población.

La población es el total de muestras de estudio que tiene las propiedades que son solicitadas para que se consideren como tal. Estas muestras pueden ser personas, objetos u otras (Ñaupas et al., 2018, p.132).

La población se nombra al total de las características que se investigaran. (Hernández et al., 2014, p.52). De acuerdo a conceptos citados guiones arriba la población será la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022 de 17 kilómetros de longitud.

3.3.2 Muestra.

La muestra se obtiene de una sección de la población que se está investigando (Hernández et al., 2014, p.52).

La muestra es la delimitación apropiadamente de la población, por lo tanto, se considerará el 10 % de la longitud la vía, del km de 3+000 al km 6+000 zonas críticas, corresponde las 3 calicatas (cada kilómetro una calicata) (Arias, 2021, p.83).

Tabla 1. *Diseño Factorial de especímenes.*

PET	CAUCHO GRANULAR		
	0.00%	1.00%	1.50%
0.00%	suelo natural	suelo natural + 1.00% de caucho granular	suelo natural + 1.50% de caucho granular
0.80%	suelo natural + 0.80% de PET	suelo natural + 0.80% de PET + 1.00% caucho granular	suelo natural + 0.80% de PET + 1.5% caucho granular
1.00%	suelo natural + 1.00% de PET	suelo natural + 1.00% de PET + 1.00% caucho granular	suelo natural + 1.00% de PET + 1.5% caucho granular
1.50%	suelo natural + 1.5% de PET	suelo natural + 1.5% de PET + 1.00% caucho granular	suelo natural + 1.5% de PET + 1.5% caucho granular

Fuente: Calcina Apaza (2022).

Especímenes:

Tabla 2. Cantidad de Especímenes.

Diseño Factorial de Combinaciones	INDICADORES				Cantidad de Combinaciones
	Límites de consistencia (%)	Contenido de Humedad Optima (%)	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	Capacidad Portante de la Subrasante (%)	
S.N.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.0% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.5% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 0.8% P.E.T.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.0% P.E.T.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.5% P.E.T.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	1 Espec.	4 Espec.
TOTAL					48 especímenes

Fuente: Calcina Apaza (2022).

3.3.3 Muestreo.

El muestreo de la investigación es no probabilístico, el cual explica que no todas las muestras serán seleccionadas de la proporción, es decir, el muestreo se basa a reglamentos y normas que el investigador lo requiera (López, 2004, p.67).

De tal forma se procederá el muestreo según la Manual de Carreteras 2013 carreteras de bajo volumen a una altura de 1.50m respecto al nivel de subrasante, realizando (01) una calicata por kilómetro.

3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la investigación se utilizará la técnica observación directa, el cual se entiende que existe una relación del objeto investigador con el investigador, a través de instrumentos observación directa (Ñaupas et al., 2018, p.136).

3.4.1 Instrumentos de recolección de datos:

Referente a los instrumentos se emplearán las fichas técnicas para evaluar el método empleado en la investigación, así mismo, se emplean hojas de cálculo de Microsoft Excel, estos instrumentos permiten la anotación resultados que el investigador visualiza en el proceso de la investigación (Arias, 2021, p.141). Así mismo, en la investigación se realizará las fichas técnicas para cada indicador, los cuales se muestran de la siguiente manera.

Ficha Técnica N°01 Límites de consistencia (%) (Anexo N°03)

Ficha Técnica N°02 Contenido de Humedad Optima (%) (Anexo N°04)

Ficha Técnica N°03 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) (Anexo N°05)

Ficha Técnica N°04 Capacidad Portante de la Subrasante (%) (Anexo N°06)

3.4.1.1 Validez

La validez será auténtica, para describir cada variable de la investigación. Con ello, se organizará instrumentos que ayude a recolectar información como es la ficha técnica elaborada por el investigador, con ello se recabar información para los resultados puntuales. Se evaluará todo el tramo a investigar (Hernández y Mendoza, 2018, p.323), así mismo, las fichas técnicas serán validadas por 3 expertos en la materia de investigación de acuerdo a la tabla.

Tabla 3. Validación de fichas técnicas

RANGOS	CONFIABILIDAD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: Ruiz Bolívar (2002).

Experto N°01 Ing. Yulmerth Rene Ortiz Vilca, identificado CIP: 135513

Experto N°02 Ing. Julio Cesar Flores Chura, identificado CIP: 106449

Experto N°03 Ing. Cristhian Joel Mamani Gómez, identificado CIP: 133627

3.4.1.2. Confiabilidad

La confiabilidad es la medición es confiable en la medida que conduzca a los mismos resultados se utilizara certificado de calibración de materiales de laboratorio de suelos. Así mismo, las fichas y el certificado de calibración de ensayos de laboratorio de suelos empleadas serán confiables para el resumen concreto de los resultados, por medio, de la supervisión de profesionales especialistas. Los certificados de calibración se adjuntan en el anexo N°09.

1. Certificado de Calibración de Copa Casagrande.
2. Certificado de Calibración de Molde Proctor de 4”.
3. Certificado de Calibración de Prensa CBR con celda de carga.
4. Certificado de Calibración de Martillo Proctor 5.5lb.
5. Certificado de Calibración de Horno de laboratorio.
6. Certificado de Calibración de Balanza de 30000g.
7. Certificado de Calibración de Balanza de 600g.
8. Certificados de Calibración de Tamices de N°200,100, 40, 20, 10, 04, 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1”, 1 ½”, 2”.

3.5. Procedimiento

En la estabilización de la subrasante de suelos finos adicionando tereftalato de polietileno, se pretende mejorar sus características mecánicas y físicas, no solo arcillosos, sino que otros tipos de suelos incorporando diferentes porcentajes de tereftalato de polietileno para evaluar cuál es la proporción optima, una vez ello se procederá a realizar los ensayos en campo para obtener resultados relevantes, por último, se hará el análisis correspondiente.

El procedimiento se dividirá en etapas, los cuales se presenta a continuación:

Etapa 01: Recopilación de datos

Se realizará el proceso de recopilar y medir la información necesaria acerca de las variables establecidas en la investigación, con ello, permitirá la obtención de respuestas verídicas y la aprobación de hipótesis. Abarcará todos los campos necesarios para obtener las respuestas.

Ubicación de la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja.

Región	: Puno
Provincia	: Azángaro
Distrito	: Santiago de Pupuja
Zona del proyecto	: 19 L Región natural: Puno (Sierra)
Longitud	: 17.00 Km
Inicio	: Emp. PE-34 B (Saytocha)
Fin	: Distrito de Santigo de Pupuja.

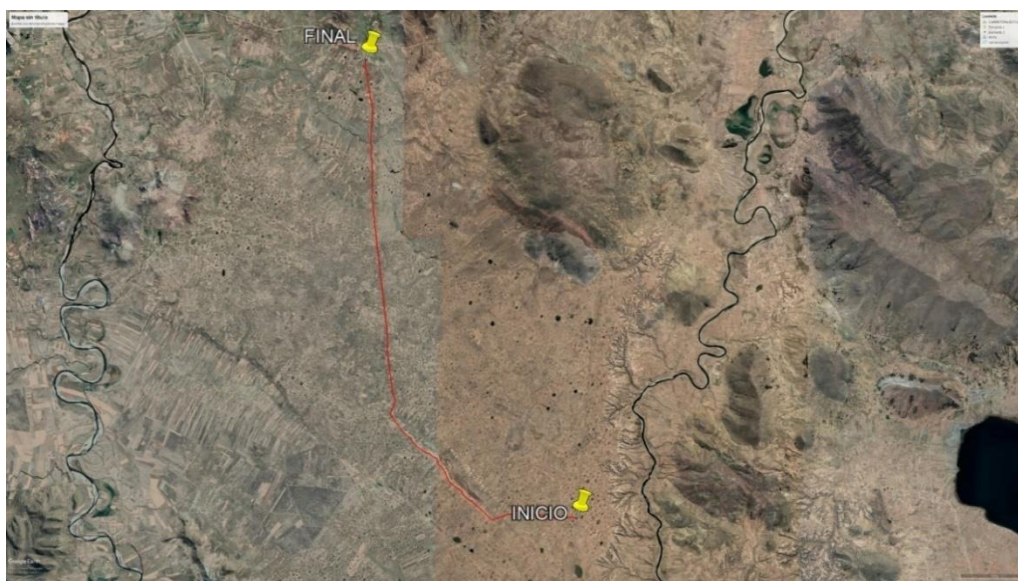


Figura 5. Figura mapa de la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja.

Tabla 4. Coordenadas de inicio Emp.34b – Santiago de Pupuja.

INICIO	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD EN m.s.n.m
		Norte	Este	
Emp. PE-34 B (Saytocha)	0+000	8322049.261	369049.460	3915.00m.s.n.m

Fuente: Calcina Apaza (2022).

Tabla 5. Coordenada final Emp.34b – Santiago de Pupuja.

FIN	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD EN m.s.n.m
		Norte	Este	
Distrito de Santiago de Pupuja	17+000	8334751.936	362615.846	3917.00m.s.n.m

Fuente: Calcina Apaza (2022).

A lo largo de todo el tramo en estudio, posee características similares, donde actualmente tiene un tráfico compuesto por vehículos de carga relativamente pesada, así mismo, se encuentra vegetaciones a los alrededores de la vía.

Ubicación de Calicatas (muestras)

En la figura N°6, se observa la ubicación de las 3 calicatas a emplear en la investigación, además se proporciona la progresiva y coordenadas UTM de cada una de ellas.

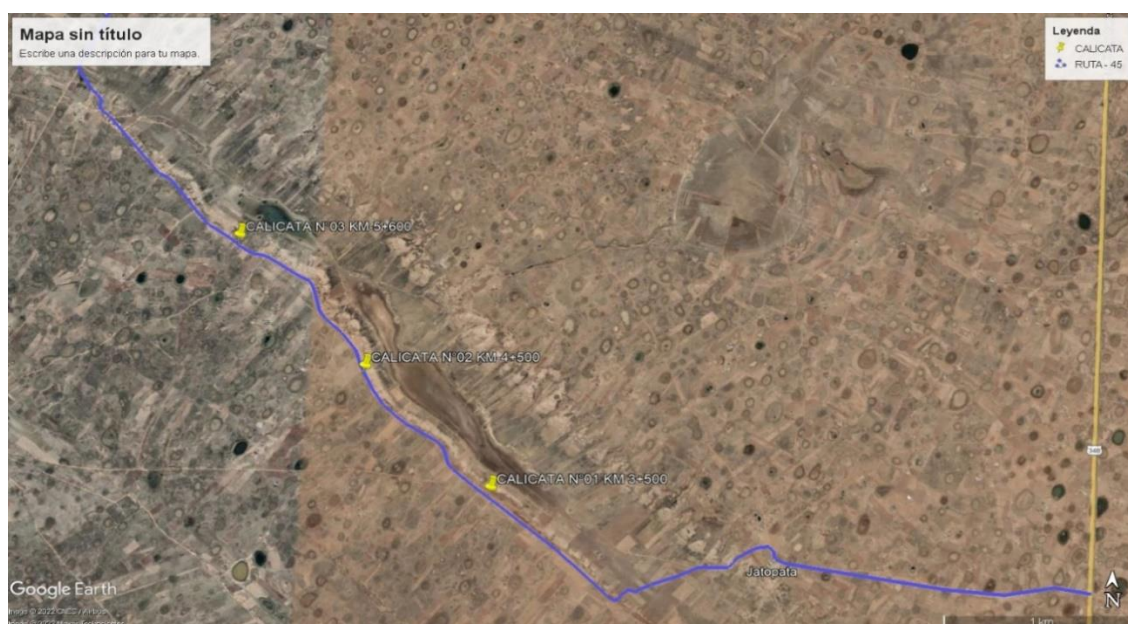


Figura 6. Mapa de ubicación de calicatas.

Calicata N°01

Tabla 6. Ubicación de Calicata N°01

DESCRIPCION	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD EN m.s.n.m
		Norte	Este	
CALICATA N°01	3+500	8322480.00	365936.00	3902.00m.s.n.m

Fuente: Calcina Apaza (2022).

Calicata N°02

Tabla 7. Ubicación de Calicata N°02

DESCRIPCION	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD EN m.s.n.m
		Norte	Este	
CALICATA N°02	4+500	8323150.00 m S	365238.00 m E	3903.00m.s.n.m

Fuente: Calcina Apaza (2022).

Calicata N°03

Tabla 8. Ubicación de Calicata N°03

DESCRIPCION	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD EN m.s.n.m
		Norte	Este	
CALICATA N°03	5+600	8323897.00	364513.00	3903.00m.s.n.m

Fuente: Calcina Apaza (2022).

Etapa 02: Calicatas y Toma de Muestras

La obtención de muestras se realizó a una altura de 1.50 m, encontrándose material no alterado en las calicatas N°01, 02 y 03. Después de identificar las muestras se realizar las calicatas, se sacará las muestras en sacos etiquetados para su identificación.



Figura 7. Reconocimiento y Excavación de Calicata N°01.



Figura 8. Reconocimiento y Excavación de Calicata N°02.



Figura 9. Reconocimiento y Excavación de Calicata N°03.



Figura 10. Muestreo y Extracción de Material de la Calicata N°01.



Figura 11. Muestreo y Extracción de Material de la Calicata N°02.



Figura 12. Muestreo y Extracción de Material de la Calicata N°03.

Etapa 03: Preparación de tereftalato de polietileno.

En el departamento de Puno, existen varias empresas dedicadas al reciclaje de productos plásticos. Dentro de estas, se encuentra la empresa RECICLADORA DE PLÁSTICOS RECIPLAST dedicada al reciclado de diferentes tipos de plástico. El cual nos proporciona el agente estabilizador a utilizar (Tereftalato de Polietileno). Se obtendrá el elemento reciclado, posteriormente se realizará el triturado, lavado y se quitará las impurezas del mismo. Una vez limpio el tereftalato de polietileno se hará el respectivo secado, para el tamizado correspondiente.



Figura 13. Almacenamiento y planta de reciclaje de Tereftalato de Polietileno en la ciudad de Juliaca.

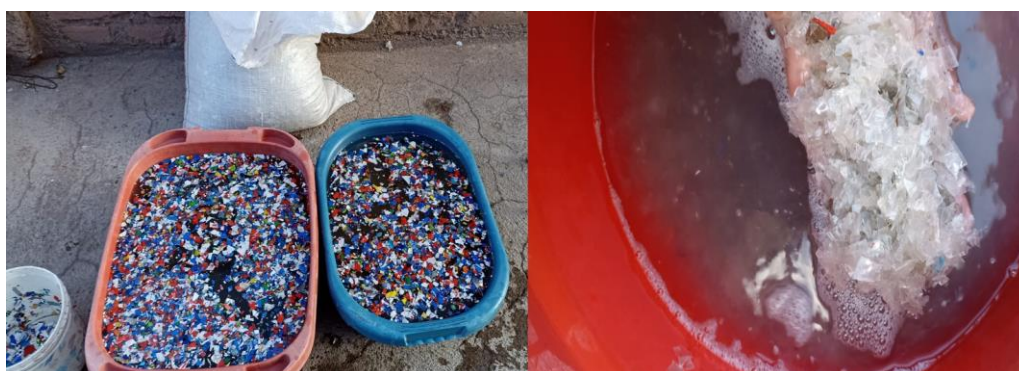


Figura 14. Lavado de Tereftalato de Polietileno. Retiro de etiquetas.



Figura 15. Proceso de secado de Tereftalato de Polietileno.



Figura 16. Tamizado de Tereftalato de Polietileno pasantes de la Malla N°4 y retenidas de la Malla N°10. Obteniendo un tamaño de 4.75mm.

Etapa 04: Preparación de caucho granulado.

- En el departamento de Puno, existen empresas al rubro de venta de caucho granulado. Dentro de estas, se encuentra la empresa TITAN DEL ALTIPLANO SAC dedicada a la venta de caucho granulado.



Figura 17. Obtención de caucho granulado de la empresa titan del altiplano.

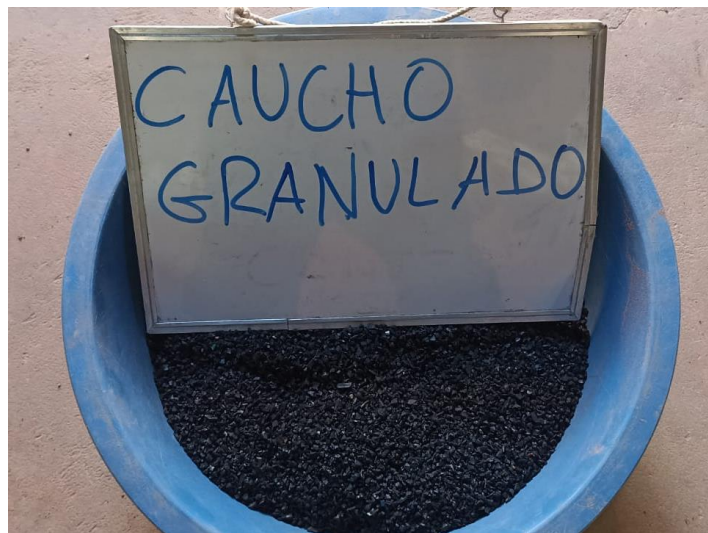


Figura 18. El tamaño promedio 4.75mm de caucho granular está dentro de la malla N°4 y N°10.

Etapa 05: Ensayos de Laboratorio de Suelo Patrón. Calicata N°01,02 Y 03

Después de extraer las muestras para el suelo patrón, se lleva al Laboratorio denominado GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. para realizar los ensayos de laboratorio.

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las especificaciones que regulan las normas.

- Contenido de Humedad ASTM D2216-19, este ensayo es una expresión que cuantifica la cantidad de agua de la muestra, en este caso el suelo fino y se representa a través de una base de masa seca o húmeda.
- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107.
- Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E110, con ello permitirá saber los tamaños de los sedimentos, así mismo, se obtiene información relevante como el origen, características mecánicas y la cantidad de gránulos a través de una escala granulométrico.
- Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E111, es la cantidad de agua entre el estado semisólido y la consistencia plástica.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487, el sistema unificado de suelos, SUCS, es usado en geología e ingeniería para la descripción del tamaño y textura de las partículas del suelo.
- Clasificación de Suelos AASHTO M-145, ASTM D-3282, el sistema se basa en parámetros de SUCS, pero su utilización restringe obras de carreteras.
- Proctor Standard ASTM D-698, MTC-E116-2000, consiste en la compactación de cierta Cantidad de suelo en un molde de 11.16 cm de alto y 10.1 cm de diámetro. El material es compactado en 3 capas, cada una de ellas con 25 golpes con un pisón de 2.5 kg.
- Valor Relativo de Soporte (CBR) ASTM D-1883, MTC E132, es un parámetro de suelo que cuantifica la resistencia de la estructura de la vía, esta prueba se realizada con condiciones contraladas de densidad y humedad.

Contenido de Humedad se tomó una porción de muestra in situ en una bolsa para conservar la humedad, de las calicatas N°01,02 y03.



Figura 19. Muestra de suelo húmedo y pesado.



Figura 20. Secado de Muestras húmedas en horno eléctrico.

Análisis granulométrico Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas del suelo en estudio. El ensayo se realizó solo para suelo patrón de las calicatas N°01,02 y03.



Figura 21. Juego de tamices para el ensayo de granulometría.



Figura 22. Pesado y registro de las proporciones por tamiz.

Límites de Consistencia.

Límite líquido. determinar el contenido de humedad (%) el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. se designa como el contenido de humedad.

Límite plástico. determinar la humedad más baja que pueden formarse barras de suelo de unos 3,2 mm de diámetro.



Figura 23. Límites de Consistencia de Cantera Calicata N°01,02 Y 03.



Figura 24. Proporciones de muestra para el límite plástico.



Figura 25. Pesado y Registro de rollos.

Proctor Standard. En el ensayo de Proctor standard se utiliza cuando el suelo tiene menor o igual a 30% de peso retenidas en la malla N°3/4", método A debido que el material retenido en el tamiz N°4 es mayor a 20%, con dicho ensayo se determinó la relación ente contenido de agua y peso seco de la muestra patrón para una curva compactada, para determinar la máxima densidad seca para el contenido de humedad optima.



Figura 26. Disgregación de Material de Cantera. Calicata N°01,02 Y 03.



Figura 27. Homogenización de mezcla de Suelo.



Figura 28. Figura Separación de Muestra en 3 capas para compactación.

Valor Relativo de Soporte (C.B.R.). Determinar el índice de resistencia de los suelos finos mencionado como valor relativo de soporte C.B.R. El ensayo se realiza en laboratorio en condiciones determinadas de la humedad óptima y máxima densidad seca. El ensayo se realiza para las tres calicatas.



Figura 29. Preparación de muestra para su compactación.



Figura 30. Compactación de Muestra a 12, 25 y 56 golpes.

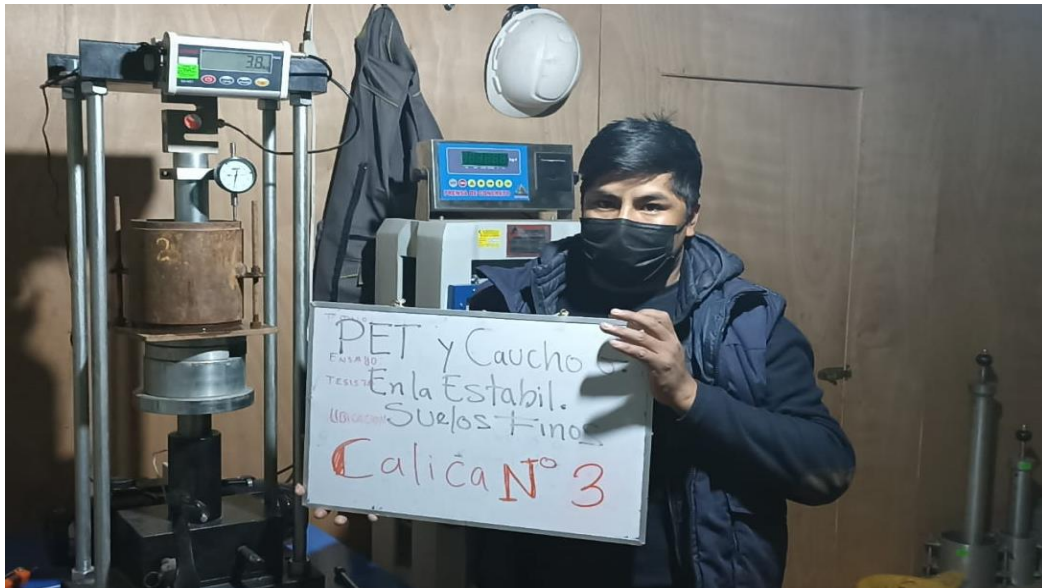


Figura 31. Penetración a molde de CBR de 12, 25 y 56 golpes. Calicata N°03

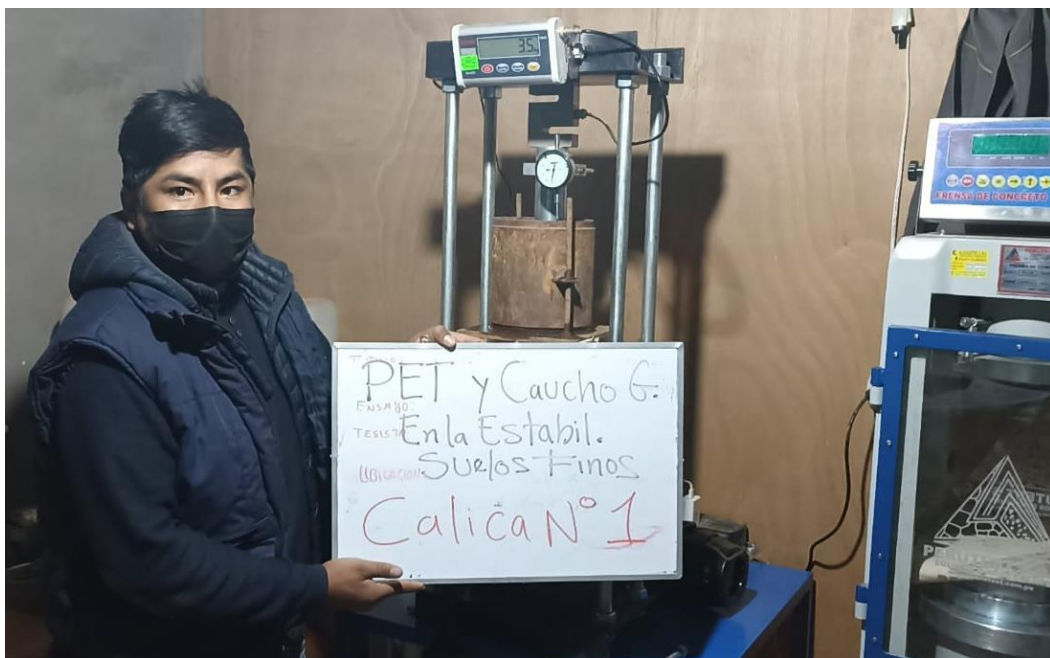


Figura 32. Penetración a molde de CBR de 12, 25 y 56 golpes. Calicata N°01

Se tuvo en cuenta que, para el análisis de las combinaciones del suelo natural más caucho granulado y tereftalato de polietileno, se empleará con el peor suelo que es la calicata N°02 ya con ello, se realiza las combinaciones.

Etapa 06: Ensayos de Laboratorio de Suelo Natural (Calicata N°02) + Combinaciones (Diseño factorial).

Tabla 9. Combinaciones con el Diseño Factorial.

PET	CAUCHO GRANULAR		
	0.00%	1.00%	1.50%
0.00%	suelo natural	suelo natural + 1.00% de caucho granular	suelo natural + 1.50% de caucho granular
0.80%	suelo natural + 0.80% de PET	suelo natural + 0.80% de PET + 1.00% caucho granular	suelo natural + 0.80% de PET + 1.5% caucho granular
1.00%	suelo natural + 1.00% de PET	suelo natural + 1.00% de PET + 1.00% caucho granular	suelo natural + 1.00% de PET + 1.5% caucho granular
1.50%	suelo natural + 1.5% de PET	suelo natural + 1.5% de PET + 1.00% caucho granular	suelo natural + 1.5% de PET + 1.5% caucho granular

Fuente: Calcina Apaza (2022).

Proctor Standard



Figura 33. Materiales a Utilizar en el Ensayo de Proctor Standard



Figura 34. Material (caucho granulado) a Utilizar en el Ensayo de Proctor Standard



Figura 35. Dosificación de Caucho. 1.5% del peso seco de la muestra. De la misma forma para los demás especímenes.



Figura 36. Dosificación de PET y Caucho Granulado. De la misma forma para los demás especímenes.



Figura 37. Homogenización de mezcla de Suelo, Caucho Granulado y Agua.
De la misma forma para los demás especímenes.



Figura 38. Separación de Muestra en 3 capas para compactación.



Figura 39. Extracción de muestra para su pesado y secado en horno eléctrico.

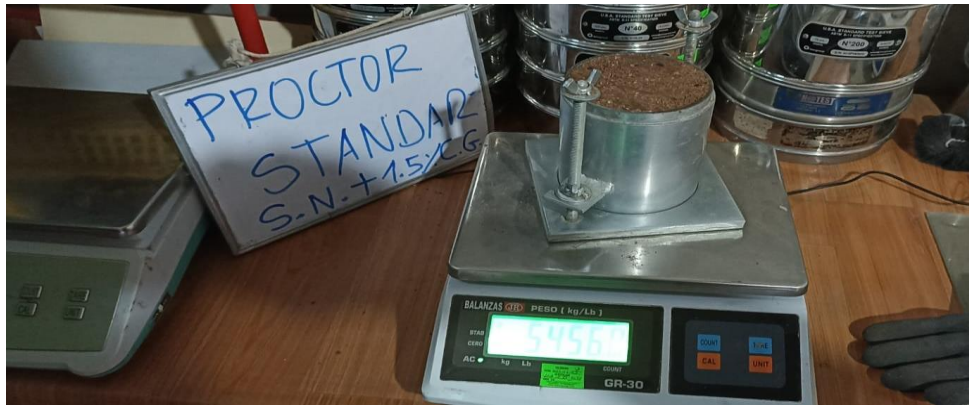


Figura 40. Pesado y Registro de muestra.

California Bearing Ratio (C.B.R.)



Figura 41. Medición del diámetro, altura y peso de los moldes de CBR.



Figura 42. Muestra preparada para el ensayo de CBR.



Figura 43. Muestra preparada para su compactación a 12, 25 y 56 golpes.



Figura 44. Compactación de muestra con pistón de 44.5 N.



Figura 45. Saturación de Muestras compactadas.



Figura 46. Lectura de deformación de muestras compactadas.

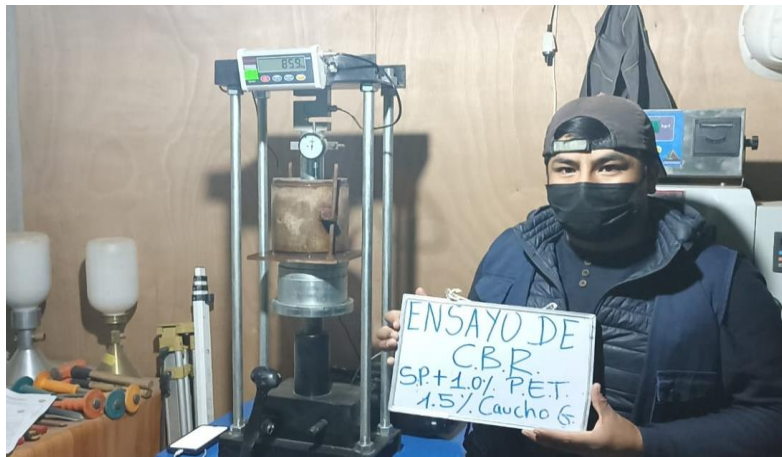


Figura 47. Muestra y molde CBR en prensa manual del espécimen S.N. + 1% P.E.T. + 1.5% Caucho Granular.



Figura 48. Muestra y molde CBR en prensa manual del espécimen S.N. + 1% P.E.T.

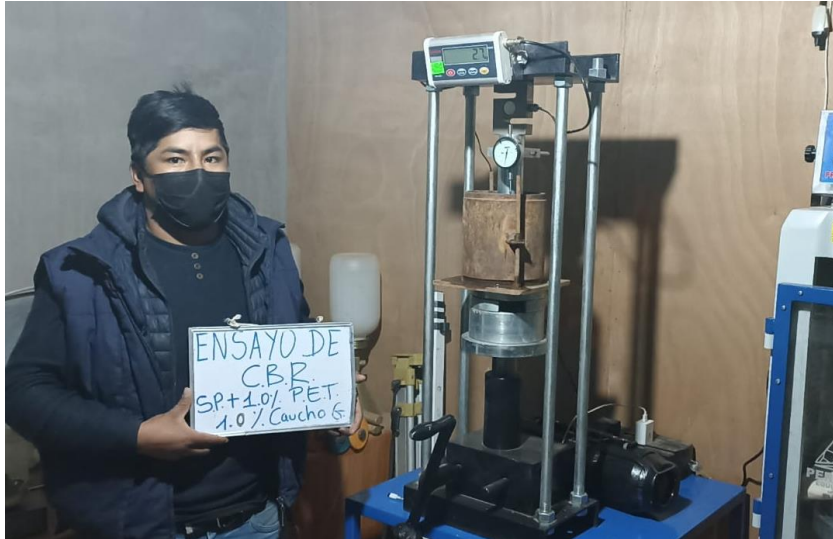


Figura 49. Muestra y molde CBR en prensa manual del espécimen S.N. + 1% P.E.T. + 1% Caucho Granular.

3.6. Análisis de datos

Se realizó una evaluación numérica que apoye a evidenciar mejorías en las propiedades con la estadística inferencial

En la presente investigación se efectuará la estadística inferencial de la siguiente manera, para la prueba de normalidad se utilizó estadístico Shapiro-Wilk porque las muestras son menores a 30.

Para la contrastación de hipótesis se utilizó estadística paramétrica de correlación Pearson porque los datos son normales y estadística no paramétrica de correlación Spearman porque los datos no son normales, se utilizó la correlación porque las variables tienen influencia.

finalmente se utilizó la prueba post hoc de ANOVA y Tukey para determinar cuál de las combinaciones es la mejor.

3.7. Aspectos éticos

El propósito de la investigación de la ética es la moral, dado que el investigador esté apto para tomar los resultados sin cambiar información alguna para evaluar y ser calculada próximamente, se debe considerar un profesional calificado en supervisar la investigación (Hernández et al., 2018, p.117). la presente investigación fue revisada por el programa Turnitin señalando el % de similitud menor a 25%, se adjunta captura de Turnitin en el Anexo 10.

IV. RESULTADOS

4.1. SUELO NATURAL SIN COMBINACIONES

4.1.1 Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216)

Tabla 10. Humedad Natural.

Muestras	PROFUNDIDAD (m)	Contenido de humedad (%)
CALICATA N°01	1.50	19.16
CALICATA N°02	1.50	20.72
CALICATA N°03	1.50	21.29

Fuente: Calcina Apaza (2022).

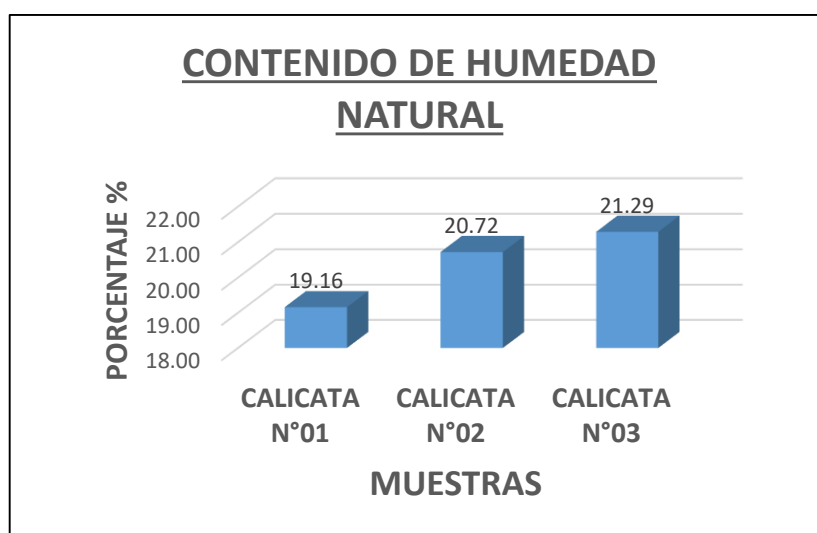


Figura 50. Grafica de contenido de humedad natural.

En la siguiente tabla N°10 y grafico 50 se visualiza los resultados del ensayo de contenido de humedad natural de la calicata N°01 con 19.16%, calicata N°02 con 20.72% y la calicata N°03 con 21.29%.

4.1.2 Análisis granulométrico (ASTM D-422)

Tabla 11. Análisis Granulométrico por tamizado calicata N°01.

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				100.00
No.04	4.75	2.00	0.20	0.20	99.80
No.10	2.00	7.00	0.90	1.10	98.90
No.20	0.84	14.00	1.70	2.80	97.20
No.40	0.43	12.00	1.50	4.30	95.70
No.100	0.15	16.00	1.90	6.20	93.80
No.200	0.08	24.00	2.90	9.10	90.90
<No.200		746.00	90.90	100.00	

Fuente: Calcina Apaza (2022).

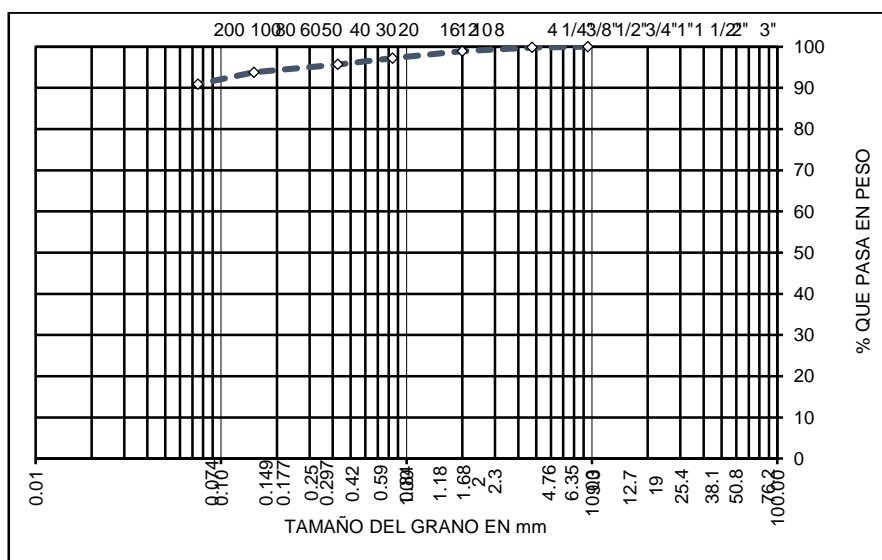


Figura 51. Tamaño de las mallas U.S. Standard. Calicata N°01

En la tabla N°11 y Grafico 51 se presenta el resultado de análisis granulométrico por tamizado para la calicata N°01, se muestra el porcentaje de suelo que pasa por la malla N°200 con un porcentaje de 90.90% el cual indica un suelo fino.

Tabla 12. Análisis Granulométrico por tamizado calicata N°02.

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				100.00
No.04	4.75	3.00	0.30	0.30	99.70
No.10	2.00	8.00	0.90	1.20	98.80
No.20	0.84	12.00	1.40	2.60	97.40
No.40	0.43	11.00	1.20	3.80	96.20
No.100	0.15	15.00	1.70	5.50	94.50
No.200	0.08	22.00	2.50	8.00	92.00
<No.200		813.00	92.00	100.00	

Fuente: Calcina Apaza (2022).

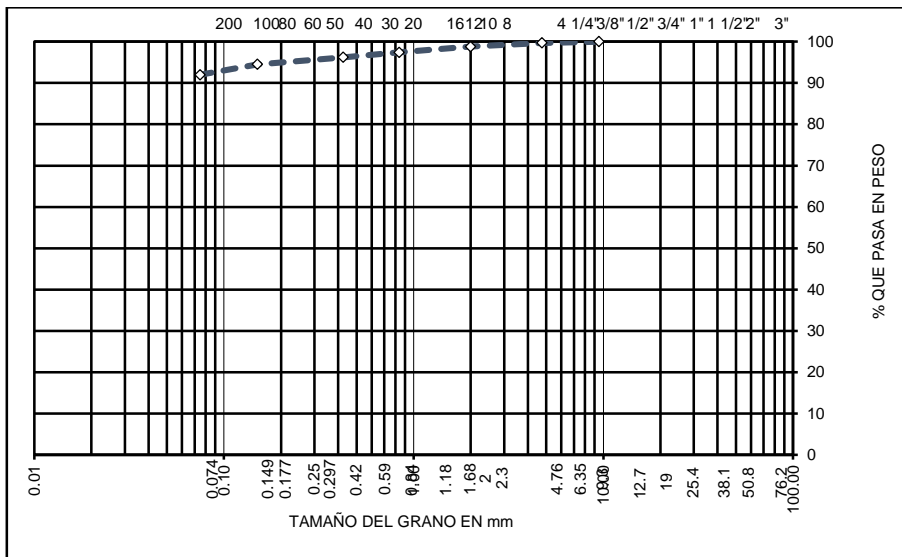


Figura 52. Tamaño de las mallas U.S. Standard. Calicata N°02

En la tabla N°12 y grafico 52 se representa el resultado de análisis granulométrico por tamizado para la calicata N°02, se muestra el porcentaje de suelo que pasa por la malla N°200 con un porcentaje de 92.0% el cual indica un suelo fino.

Tabla 13. Análisis Granulométrico por tamizado calicata N°03.

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				100.00
No.04	4.75	4.00	0.40	0.40	99.60
No.10	2.00	9.00	1.00	1.40	98.60
No.20	0.84	14.00	1.50	2.90	97.10
No.40	0.43	12.00	1.30	4.20	95.80
No.100	0.15	21.00	2.30	6.50	93.50
No.200	0.08	26.00	2.80	9.30	90.70
<No.200		835.00	90.70	100.00	

Fuente: Calcina Apaza (2022).

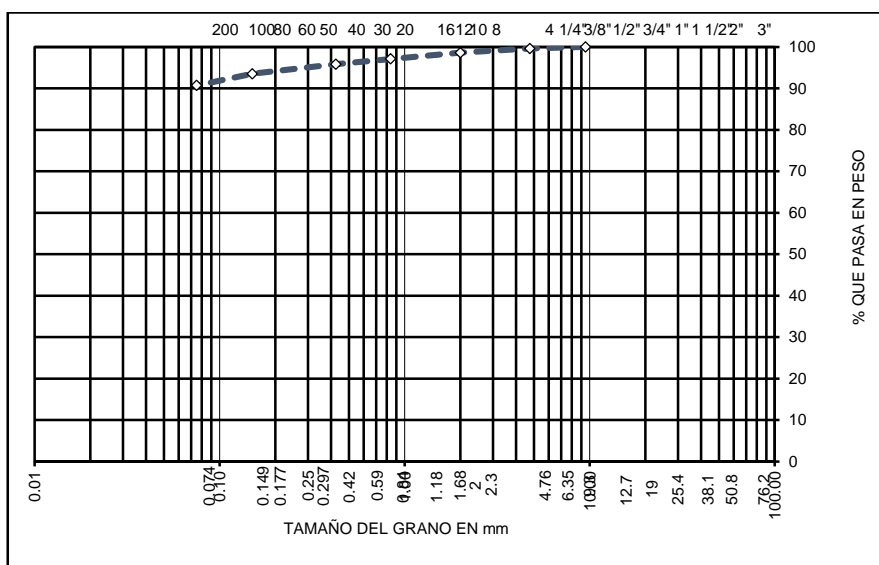


Figura 53. Tamaño de las mallas U.S. Standard. Calicata N°03

En la tabla N°13 y gráfico 53 se representa el resultado de análisis granulométrico por tamizado para la calicata N°03, se muestra el porcentaje de suelo que pasa por la malla N°200 con un porcentaje de 90.70% el cual indica un suelo fino.

4.1.3 Límites de consistencia (ASTM D-424)

Tabla 14. Límites de Consistencia Calicata N°01, 02 y 03.

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
Muestras	Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
CALICATA N°01	41.40	24.60	16.80
CALICATA N°02	42.05	24.02	18.03
CALICATA N°03	40.90	23.75	17.50

Fuente: Calcina Apaza (2022).

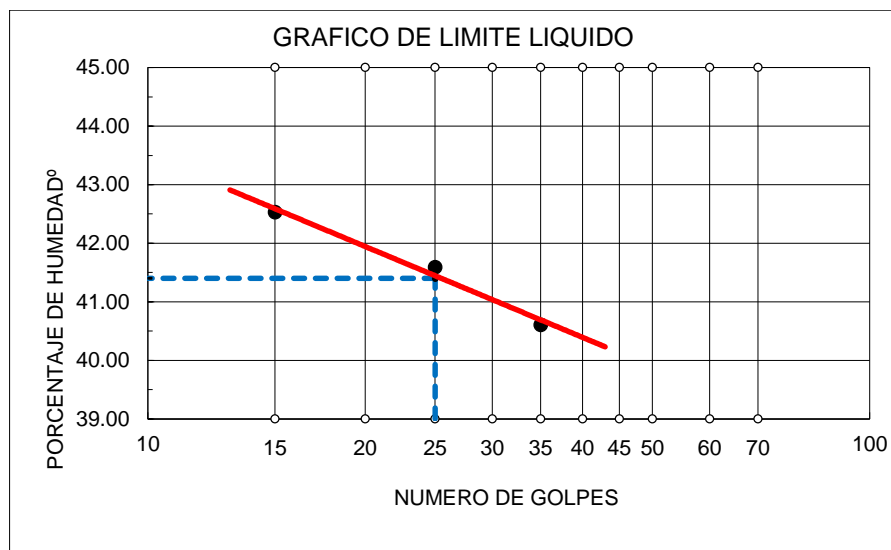


Figura 54. Límite líquido calicata N°01

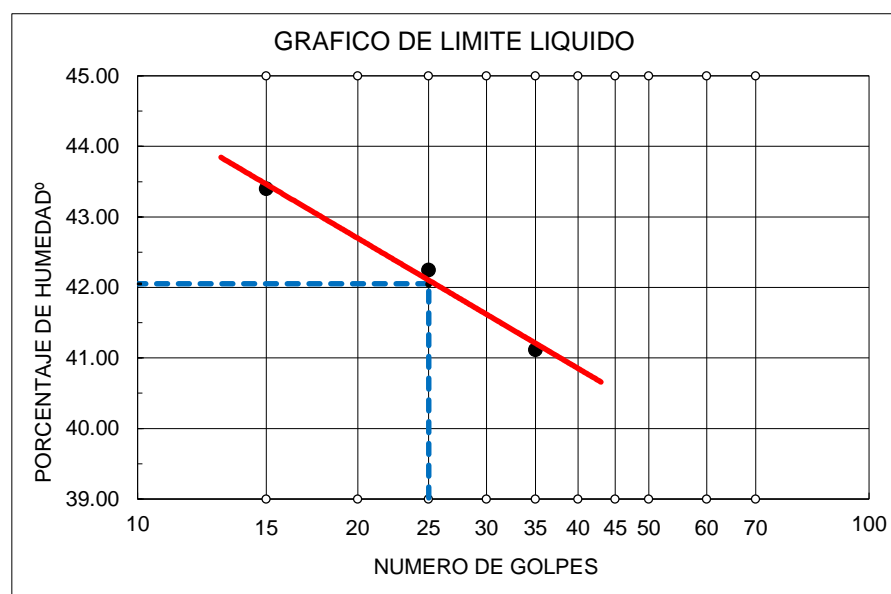


Figura 55. Límite líquido calicata N°02

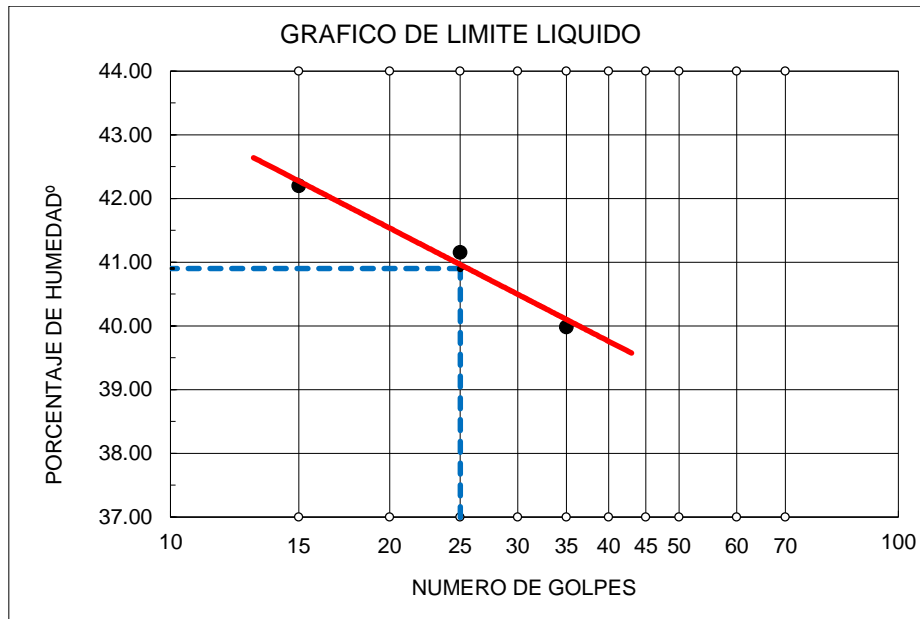


Figura 56. Límite líquido calicata N°03

En la tabla N°14 y la figura 54, 55 y 56 se tiene los resultados de la calicata N°01 L.L. 41.40%, L.P. 24.60% e I.P. 16.80%, calicata N°02 L.L. 42.05%, L.P. 24.02% e I.P. 18.03% y calicata N°03 L.L. 40.90%, L.P. 23.75% e I.P. 17.50%. Se presenta el límite líquido menor a 50% esto indica clasificación arcilla de baja plasticidad, porque se presenta un IP menor 20%.

4.1.4 Clasificación SUCS y AASHTO

Tabla 15. Clasificación de Suelos Calicata N°01, 02 y 03.

Clasificación de Suelo SUCS Y AASHTO		
Muestras	SUCS	AASHTO
CALICATA N°01	CL = Arcilla de baja plasticidad	A-7-6(11)
CALICATA N°02	CL = Arcilla de baja plasticidad	A-7-6(11)
CALICATA N°03	CL = Arcilla de baja plasticidad	A-7-6(11)

Fuente: Calcina Apaza (2022).

Según la tabla 15 la Clasificación SUCS se toma en cuenta los porcentajes que pasa la malla N°04 y N°200 y la clasificación AASHTO se considera porcentajes que pasan la malla N°10, 40 y 200.

4.1.5 Proctor Standard (ASTM D-698)

Tabla 16. Proctor Standard Calicata N°01, 02 y 03.

PROCTOR STANDARD		
Muestras	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Contenido de Humedad Optima (%)
CALICATA N°01	1.41	27.50
CALICATA N°02	1.40	27.10
CALICATA N°03	1.43	26.80

Fuente: Calcina Apaza (2022).

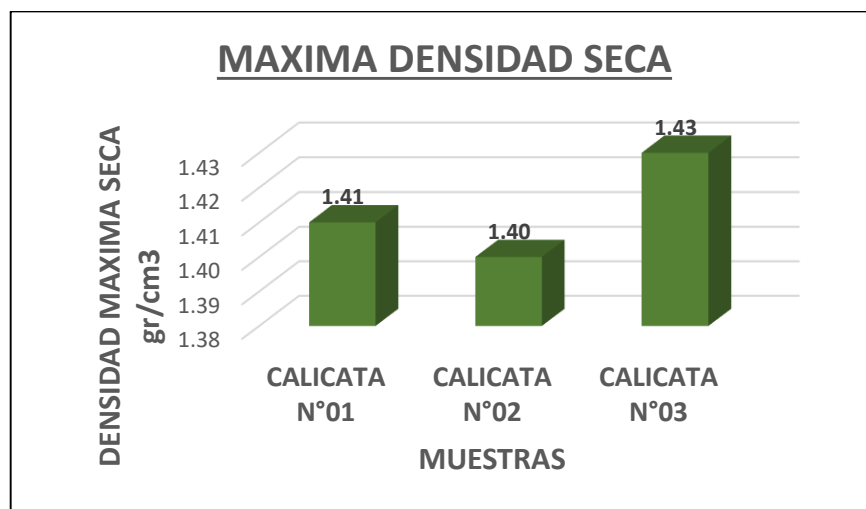


Figura 57. Máxima Densidad Seca. Calicata N°01, 02 y 03

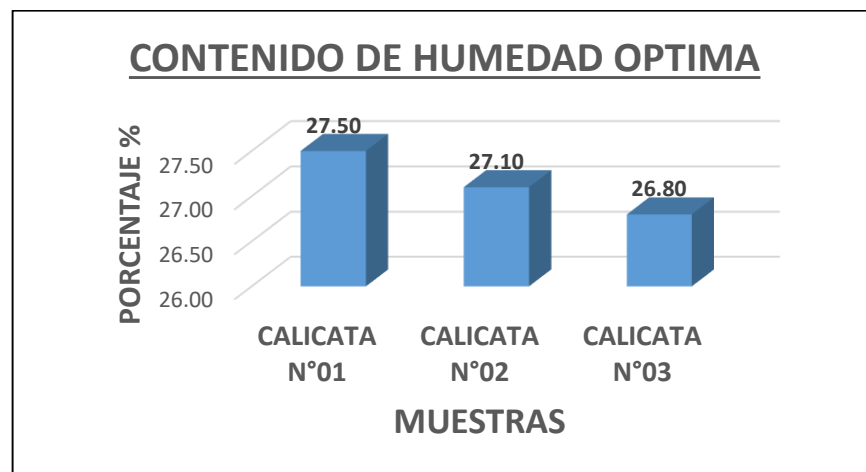


Figura 58. Contenido de Humedad Optima. Calicata N°01, 02 y 03

De la tabla N°16, figura 57 y figura 58 se observa el resultado para la calicata N°01 1.41gr/cm³ de M.D.S. y 27.50% de C.O.H. calicata N°02 1.40gr/cm³ de M.D.S. y 27.10% de C.H.O. y calicata N°03 1.43 gr/cm³ de M.D.S. y 26.80% de C.H.O.

4.1.6 Valor Relativo de Soporte (CBR)

Tabla 17. (C.B.R.) Calicata N°01, 02 y 03.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)		
Muestras	C.B.R. 01" al 100%	C.B.R. 01" al 95%
CALICATA N°01	5.77	4.55
CALICATA N°02	5.47	4.25
CALICATA N°03	5.93	4.55

Fuente: Calcina Apaza (2022).

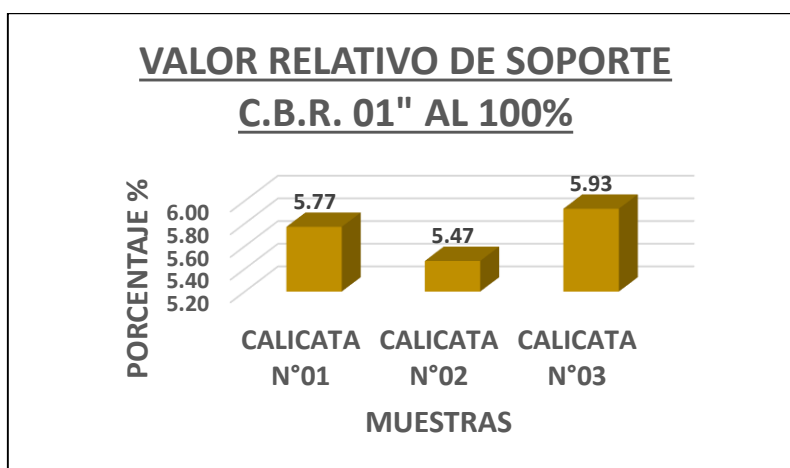


Figura 59. CBR al 100% M.D.S. Calicata N°01, 02 y 03.

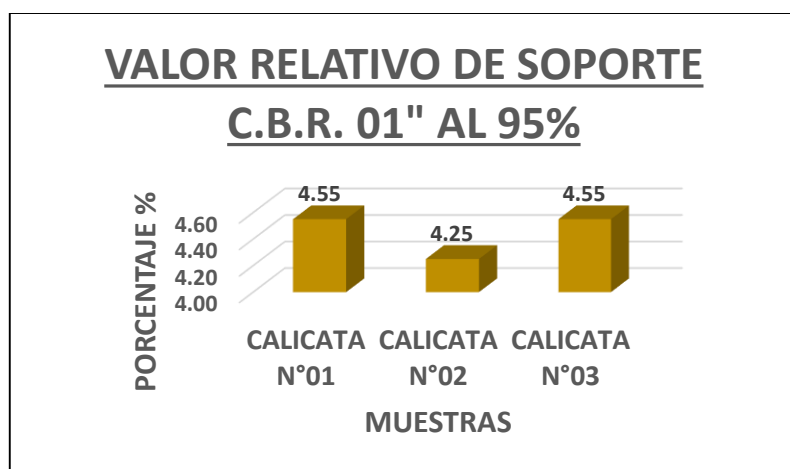


Figura 60. CBR al 95% M.D.S. Calicata N°01, 02 y 03.

En la siguiente tabla N°17 y la figura 60 se presentan los resultados del ensayo de CBR al 95% M.D.S. Calicata N°01 igual a 4.55%, calicata N°02 igual a 4.25% y calicata N°03 igual a 4.55%, de acuerdo al manual de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, indica que es una subrasante inadecuada. Se toma como muestra patrón la calicata N°02 para las combinaciones de tereftalato de polietileno y caucho granular.

4.2. SUELO NATURAL (CALICATA N°02) CON COMBINACIONES

4.2.1 Límites de Consistencia

Tabla 18. Porcentaje de combinaciones para límites de consistencia.

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Especímenes	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Porcentaje (%)
Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular	S.N. (CALICATA N°02)	42.05	24.02	18.03	100.00%
	S.N. + 1.0% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 1.5% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 0.8% P.E.T.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 1.0% P.E.T.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 1.5% P.E.T.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.	0.00	0.00	0.00	0.00%

Fuente: Calcina Apaza (2022).

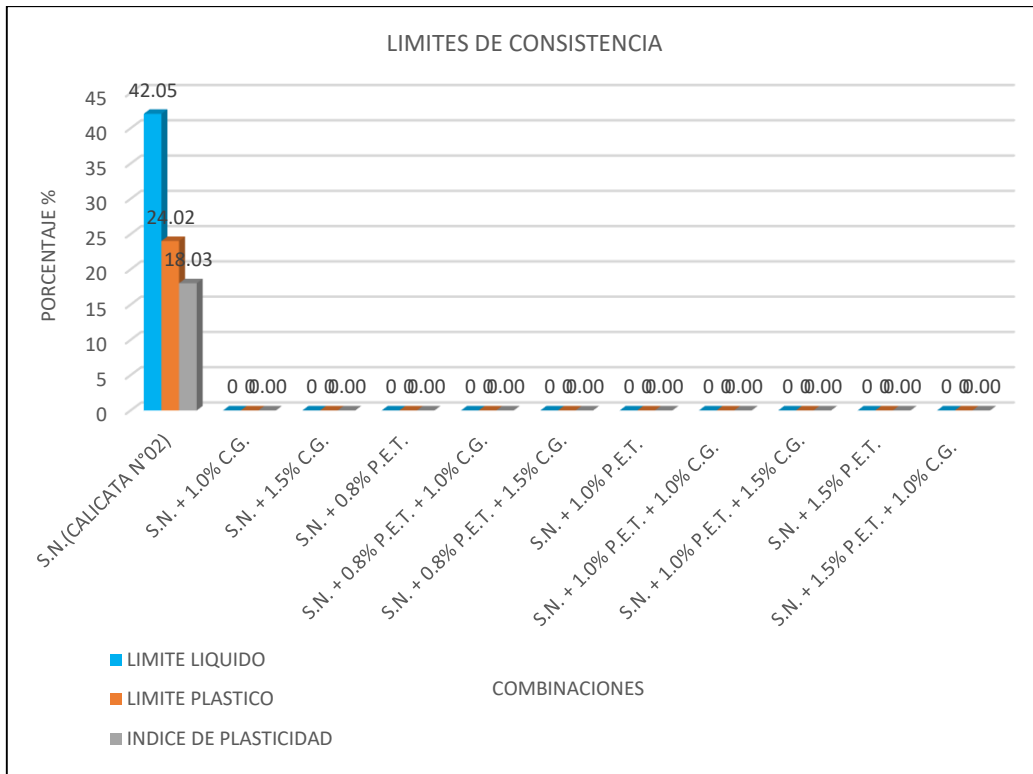


Figura 61. Grafica de Combinaciones diseño factorial para limite líquido.

Según la tabla 18 y gráfico 61 los límites de consistencia de suelo natural calicata N°02 tiene 42.05% de limite líquido, 24.02% de limite de plástico e índice de plasticidad de 18.03%. no se realizaron ensayo de límites de consistencia debido a que las dosificaciones de PET y CG no alteran los límites de consistencia, porque el tamaño de estos materiales no influye en el procedimiento del ensayo de límites de consistencia debido que en el ensayo se trabajan con mallas N°10 y 40 que no perciben variación por el tamaño de las partículas de PET y CG.

Pruebas estadísticas.

Por la presencia solo un solo dato muestral no se realiza las pruebas estadísticas para esta hipótesis específico N°01.

4.2.2 Contenido de humedad óptima

Tabla 19. Resultados de contenido de humedad óptima.

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA			
Descripción	Combinaciones	Contenido de humedad óptima (%)	Porcentaje (%)
Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular	S.N. (CALICATA N°02)	27.10	100.00%
	S.N. + 1.0% C.G.	26.80	98.89%
	S.N. + 1.5% C.G.	26.70	98.52%
	S.N. + 0.8% P.E.T.	26.20	96.68%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.	24.10	88.93%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.	24.50	90.41%
	S.N. + 1.0% P.E.T.	22.80	84.13%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.	24.70	91.14%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.	22.50	83.03%
	S.N. + 1.5% P.E.T.	22.50	83.03%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.	22.20	81.92%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.	21.70	80.07%

Fuente: Calcina Apaza (2022).

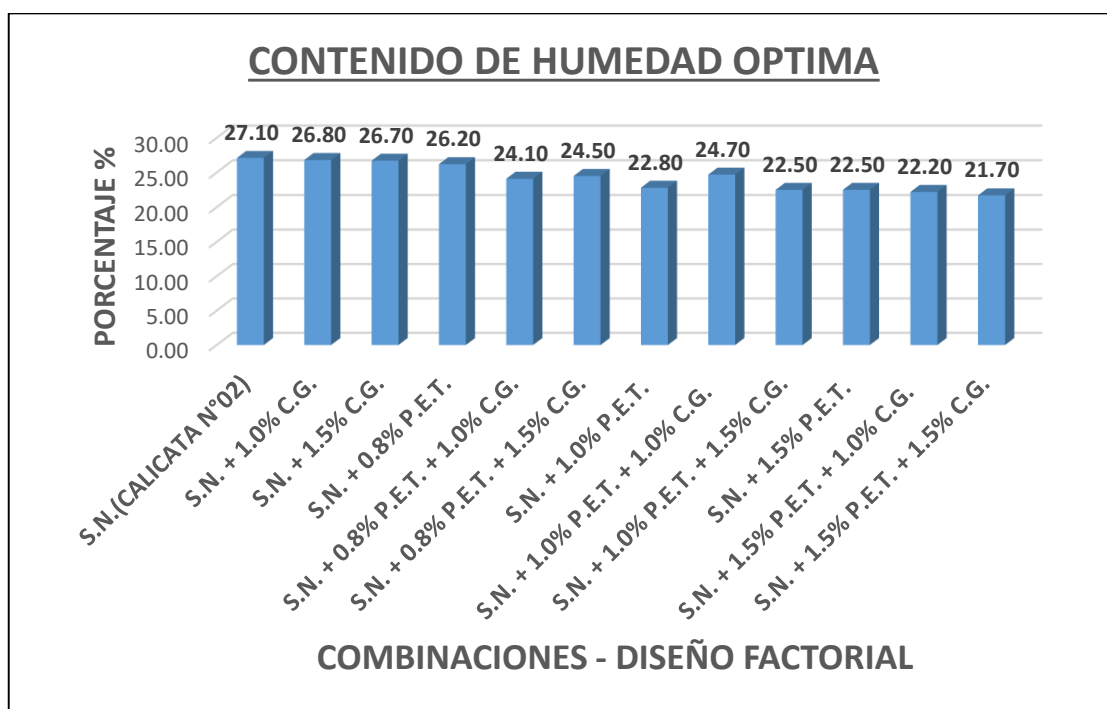


Figura 62. Porcentaje contenido de humedad óptima.

Interpretación. Se puede observar según la figura 62 y tabla 19. Las dosificaciones, S.N. (calicata N°02) es de 27.10%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de C.G. es de 26.80%, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de C.G. es de 26.70%, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. es de 26.20%, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 24.10%, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. + 1.5% de C.G. es de 24.50%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. es de 22.80%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 24.70%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. + 1.5% de C.G. 22.50%, S.N. (calicata N°02) + 1.50% de P.E.T. 22.50%, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 22.20%, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de P.E.T. + 1.5% de C.G. es de 21.70%. Del suelo natural (calicata N°02) se obtiene un Contenido de Humedad Optima de 27.10%, y tiende a disminuir el contenido de Humedad Optimo hasta un 21.70% al adicionar 1.5% de Tereftalato de polietileno y 1.5% de caucho granular de partes iguales, donde se evidencia que influye negativamente en el contenido de humedad optima con una diferencia de 19.97 % que es menor al suelo natural más crítica.

Contrastación de hipótesis:

H0=Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular no influye negativamente en el contenido de humedad Optima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

H1=Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular influye negativamente en el contenido de humedad Óptima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

Planteamiento de normalidad: Hipótesis para normalidad

H0: Los datos de la variable de Contenido de Humedad Optima tiene normalidad.

H1: Los datos de la variable Contenido de Humedad Optima no tiene normalidad.

Tabla 20. Prueba de normalidad CHO

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
TEREFTALATO_DE_POLIETILENO_Y_CAU CHO_GRANULAR	,974	12	,951
CONTENIDO_DE_HUMEDAD_OPTIMA	,895	12	,137

Fuente: SPSS-19.

Sig. = 5% (por lo que el nivel de confianza es al 95% o 5% de error). Sig. \leq 5% por lo tanto se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna. Sig. = 0.137, reemplazando que $0.137 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula. En conclusión, la variable de Contenido de Humedad Óptima tiene normalidad. por lo tanto, se usó estadística paramétrica de correlación de Pearson.

Prueba de Hipótesis: Planteamiento de correlación

Hipótesis para la correlación de Pearson

H0: $p=0$ La aplicación de Tereftalato de polietileno y caucho granular no influye en el Contenido de Humedad Óptimo.

H1: $p\neq 0$ La aplicación de Tereftalato de polietileno y caucho granular influye en el Contenido de Humedad Óptimo.

Tabla 21. Correlación para el CHO

		TEREFTALATO _DE_POLIETIL ENO_Y_CAUC HO_GRANULA R	CONTENIDO_D E_HUMEDAD_ OPTIMA
TEREFTALATO_DE_POLIE TILENO_Y_CAUCHO_GRA NULAR	Correlación de Pearson	1	-,719**
	Sig. (bilateral)		,008
	N	12	12
CONTENIDO_DE_HUMED AD_OPTIMA	Correlación de Pearson	-,719**	1
	Sig. (bilateral)	,008	
	N	12	12
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Fuente: SPSS-19.

Sig. $<$ 5% entonces se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna. Sig. = 0.008; reemplazando que $0.008 < 0.05$ por lo tanto se acepta la hipótesis alterna. En conclusión, existe una prueba estadística para indicar que el Tereftalato de polietileno y caucho granular influye en el Contenido Humedad Óptimo, pero tiene una correlación de Pearson de manera inversa y negativa ($r=0.719$). Se acepta la hipótesis para este estudio ya que el Tereftalato de polietileno y caucho granular si influye negativamente en el Contenido Humedad Óptimo en la

estabilización de la subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

Comparación de medias de las combinaciones.

H0: $\mu_1 = \mu$ las medias de las combinaciones en base al COH son iguales.

H1: $\mu_1 \neq \mu$ al menos una de las medias las combinaciones en base al COH son diferente.

Tabla 22. ANOVA de un factor CHO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	26,615	2	13,308	7,053	,014
Intra-grupos	16,982	9	1,887		
Total	43,597	11			

Fuente: SPSS-19.

Sig. es menor a 5% entonces se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna. Sig. = 0.014; reemplazando que $0.014 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

En base a la tabla 22, se puede observar el análisis de diferencia de medias según la ANOVA, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, entonces al menos una de las combinaciones es diferente.

Prueba Estadística POST HOC

En base a diferencia de las combinaciones encontradas a partir de la prueba de ANOVA se procede a realizar la prueba de Tukey.

Tabla 23. Tukey CHO

RANGO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
SN MAS CG MAS PET	6	23,2833	
SN MAS PET	3	23,8333	
SN MAS CG	3		26,8667
Sig.		,855	1,000

Fuente: SPSS-19.

Según la tabla 23 la prueba de **Tukey**, podemos afirmar que el valor promedio de Contenido de Humedad Optima es menor a la combinación de las uniones de ambos materiales (PET + CG). Se concluye que cuanto más porcentaje de material de PET y CG disminuye el Contenido de Humedad Optima por que el material tiende absorbe el agua. Se determinó que la dosificación S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G. presenta menor Contenido de Humedad Optima equivalente a un 21.70%.

4.2.3 Máxima Densidad Seca

Tabla 24. Resultado para máxima densidad seca.

MAXIMA DENSIDAD SECA			
Descripción	Combinaciones	Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Porcentaje (%)
Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular	S.N. (CALICATA N°02)	1.40	100.00%
	S.N. + 1.0% C.G.	1.60	114.29%
	S.N. + 1.5% C.G.	1.59	113.57%
	S.N. + 0.8% P.E.T.	1.61	115.00%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.	1.62	115.71%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.	1.63	116.43%
	S.N. + 1.0% P.E.T.	1.65	117.86%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.	1.61	115.00%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.	1.63	116.43%
	S.N. + 1.5% P.E.T.	1.65	117.86%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.	1.64	117.14%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.	1.65	117.86%

Fuente: Calcina Apaza (2022).

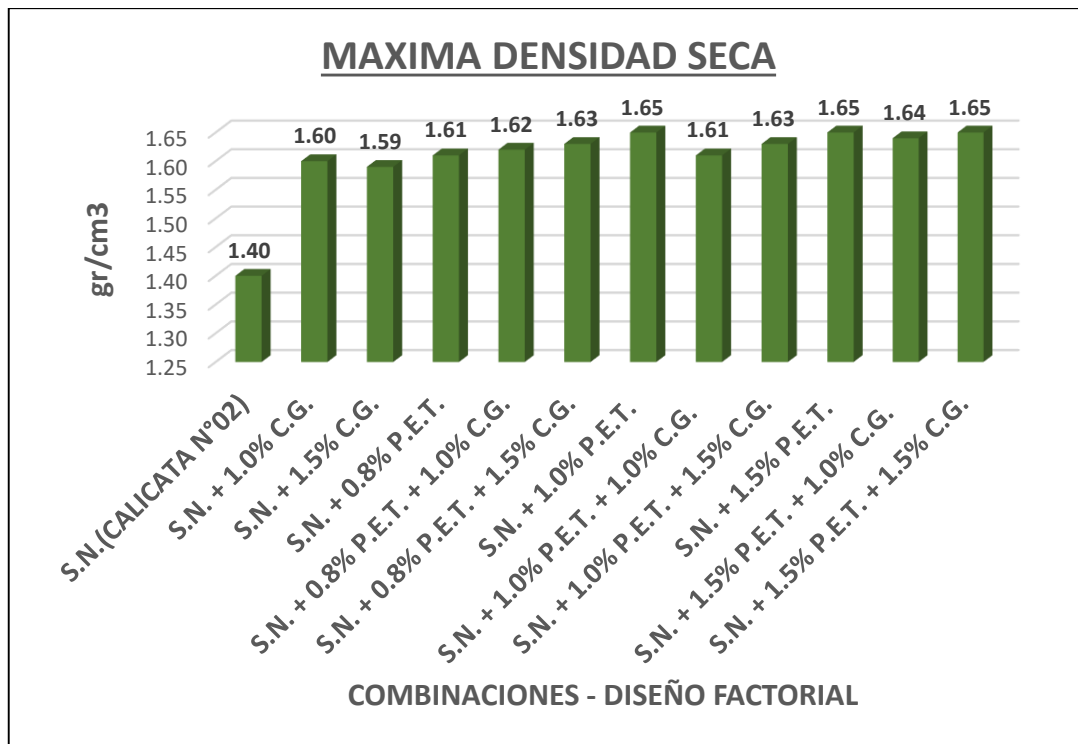


Figura 63. Combinaciones para máxima densidad seca.

Interpretación. Se puede observar según la figura 63 y tabla 24. Las dosificaciones, S.N. (calicata N°02) es de 1.40 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de C.G. es de 1.60 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de C.G. es de 1.59 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. es de 1.61 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 1.62 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. + 1.5% de C.G. es de 1.63 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. es de 1.65 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 1.61 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. + 1.5% de C.G. 1.63 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.50% de P.E.T. 1.65 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 1.64 gr/cm³, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de P.E.T. + 1.5% de C.G. es de 1.65 gr/cm³. Del suelo natural (calicata N°02) se obtiene la Máxima Densidad Seca de 1.40 gr/cm³ y tiende a aumentar la Máxima Densidad Seca hasta 1.65 gr/cm³ al adicionar (S.N. + 1.0% P.E.T.), (S.N. + 1.5% P.E.T.) y (S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.), donde se evidencia que influye positivamente en la Máxima Densidad Seca con una diferencia de 17.86 % que es mayor al suelo natural más crítica.

Contrastación de hipótesis:

H0 = EL Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular no influye de manera positiva en la Máxima Densidad Seca en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

H1 = EL Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular influye de manera positiva en la Máxima Densidad Seca en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

Planteamiento de normalidad:

Hipótesis para normalidad

H0: Los datos de la variable de Máxima Densidad Seca tiene normalidad.

H1: Los datos de la variable de Máxima Densidad Seca no tiene normalidad.

Tabla 25. Prueba de normalidad MDS

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
TEREFTALATO_DE_POLIETILENO_Y_CAUCHO_GRANULAR	,974	12	,951
MAXIMA_DENSIDAD_SECA	,603	12	,000

Fuente: SPSS-19.

Sig. < 5% (nivel de confianza es al 95% o 5% de error) Sig. ≤ 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna. Sig. = 0.00, reemplazando que $0.00 < 0.05$ entonces no se acepta la hipótesis nula.

En conclusión, la variable de Máxima Densidad Seca no tiene normalidad. por lo tanto, se usó estadística no paramétrica de correlación de Spearman.

Planteamiento de correlación:

Hipótesis para la correlación de Spearman

H0: La aplicación de Tereftalato de polietileno y caucho granular no influye en el Máxima Densidad Seca.

H1: La aplicación de Tereftalato de polietileno y caucho granular influye en el Máxima Densidad Seca.

Tabla 26. Correlación para el MDS

		TEREFTALATO _DE_POLIETIL ENO_Y_CAUCH O_GRANULAR	MAXIMA_DENS IDAD_SECA
Rho de Spearman	TEREFTALATO_DE_POLIE TILENO_Y_CAUCHO_GRA NULAR	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,528
		N	,078
		N	12
	MAXIMA_DENSIDAD_SECA	Coefficiente de correlación	,528
		Sig. (bilateral)	1,000
		N	,078
		N	12

Fuente: SPSS-19.

A partir del análisis correlacional entre ambas variables, se obtuvo un valor sig. de $0.078 > 0.05$ de margen de error, donde se acepta hipótesis nula, quiere decir que entre el tereftalato de polietileno y caucho granular con la máxima densidad seca no tienen una correlación significativa, sin embargo, se determinó un coeficiente de correlación $r_s = 0.528$, por ende, la influencia de la aplicación de Tereftalato de polietileno y caucho granular es mínima o moderada.

Se acepta la hipótesis para este estudio ya que el Tereftalato de polietileno y caucho granular influye de manera positiva en la Máxima Densidad Seca en la estabilización de la subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

Comparación de medias de las combinaciones.

H0: $\mu_1 = \mu$ las medias de las combinaciones en base a la máxima seca son iguales.

H1: $\mu_1 \neq \mu$ al menos una de las medias las combinaciones en base a la máxima seca son diferente.

Tabla 27. ANOVA de un factor MDS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,024	2	,012	3,867	,061
Intra-grupos	,027	9	,003		
Total	,051	11			

Fuente: SPSS-19.

Sig. < 5% entonces se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna. Sig. = 0.061; reemplazando que $0.061 > 0.05$ por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula.

En base a la tabla 27, se puede observar el análisis de diferencia de medias según la prueba estadística de ANOVA, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, entonces estadísticamente no hay diferencias entre las combinaciones, sin embargo, a nivel descriptivo las diferencias son mínimas.

Prueba Estadística POST HOC

A pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas de las combinaciones a partir de la prueba de ANOVA se procedió a realizar la prueba de Tukey ya que se identificó diferencias mínimas a nivel descriptivo.

Tabla 28. Tukey MDS

RANGO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
SN MAS CG	3	1,5300
SN MAS CG MAS PET	6	1,6300
SN MAS PET	3	1,6367
Sig.		,068

Fuente: SPSS-19.

En base a la tabla 28 la prueba de **Tukey**, podemos afirmar que el valor promedio de Máxima Densidad Seca, la combinación de (S.N. + C.G.) es menor que con el (SN+ P.E.T.) y con las combinaciones de ambos materiales (SN+ P.E.T. + C.G.). Se concluye que cuanto más porcentaje de material de P.E.T. y C.G. se incrementa mínimamente la Máxima Densidad Seca. Las combinaciones (S.N. + 1.0% P.E.T.), (S.N. + 1.5% P.E.T.), (S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.) tienen el mejor resultado de 1.65gr/cm³ de Máxima Densidad Seca.

4.2.4 Valor Relativo de Soporte C.B.R.

Tabla 29. Combinaciones para valor relativo de soporte.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)				
Descripción	Combinaciones	C.B.R. 01" al 100%	C.B.R. 01" al 95%	Porcentaje (%)
Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular	S.N. (CALICATA N°02)	5.47	4.25	100.00%
	S.N. + 1.0% C.G.	21.34	15.54	365.65%
	S.N. + 1.5% C.G.	10.35	8.21	193.18%
	S.N. + 0.8% P.E.T.	22.25	14.32	336.94%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.	23.17	17.67	415.76%
	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.	20.73	16.45	387.06%
	S.N. + 1.0% P.E.T.	19.51	13.40	315.29%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.	23.78	19.59	460.94%
	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.	22.86	17.37	408.71%
	S.N. + 1.5% P.E.T.	19.20	12.49	293.88%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.	24.39	18.90	444.71%
	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.	23.17	17.67	415.76%

Fuente: Calcina Apaza (2022).

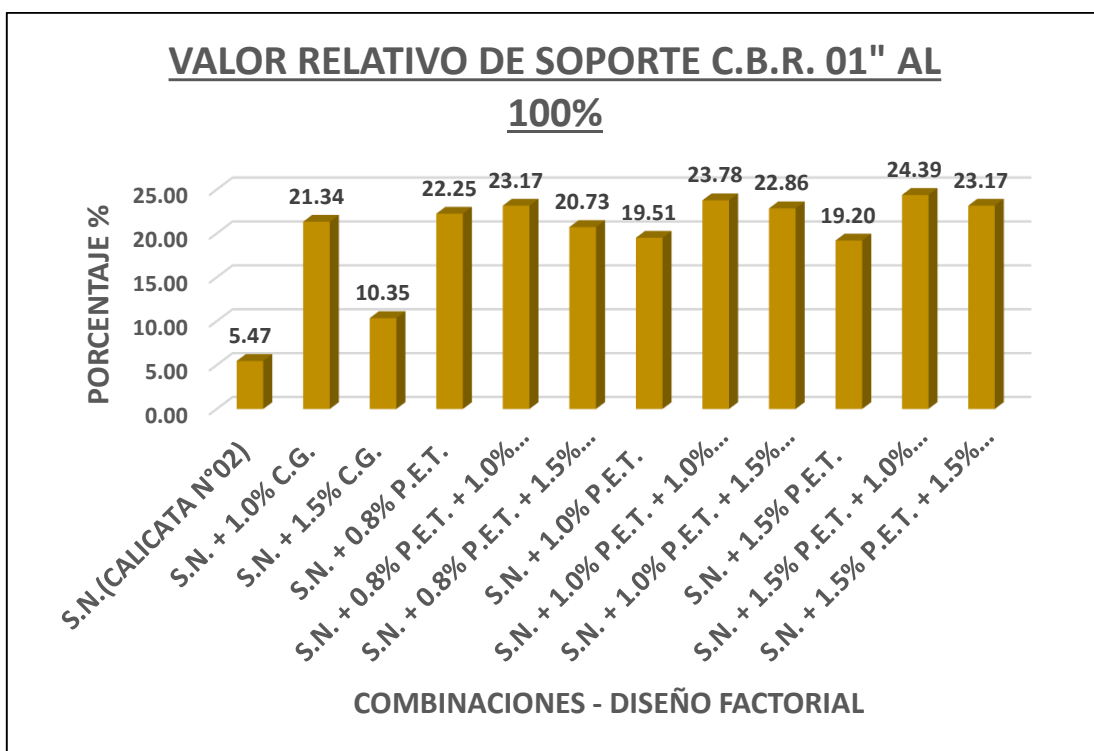


Figura 64. Combinaciones de diseño factorial para CBR AL 100%.

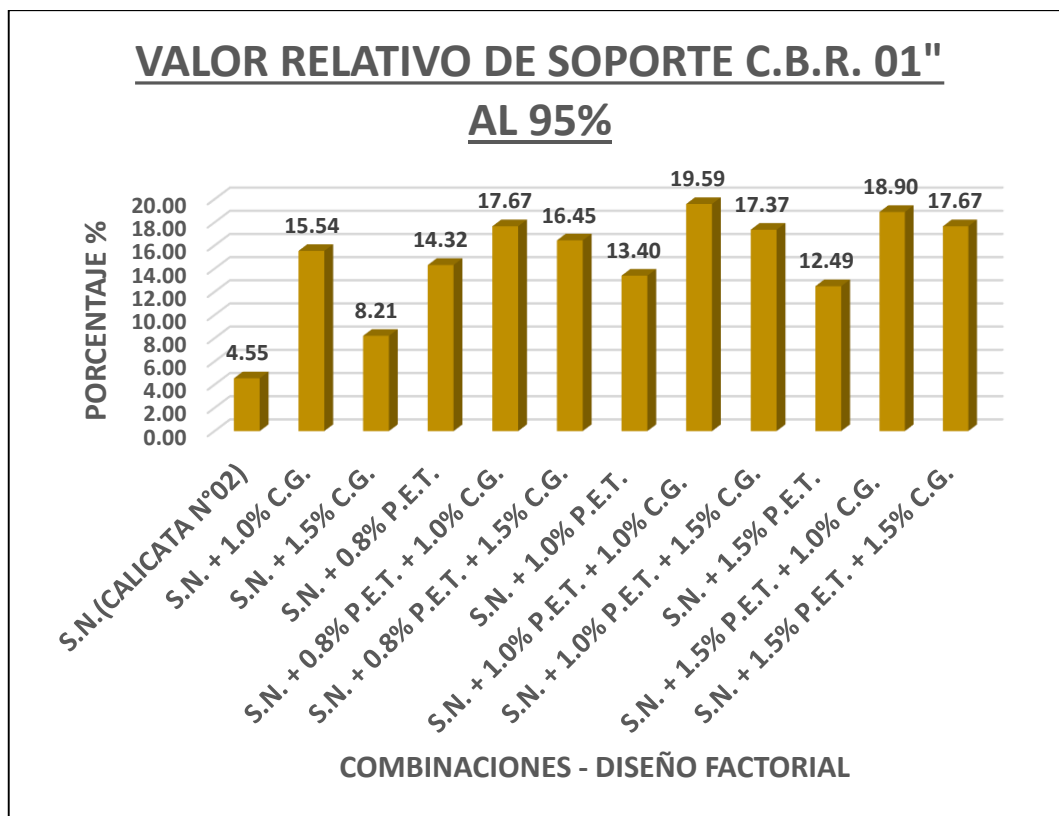


Figura 65. Combinaciones de diseño factorial para CBR AL 95%.

Interpretación.

Se puede observar según la figura 65 y tabla 29 los resultados de valor relativo de soporte CBR de las siguientes dosificaciones, S.N. (calicata N°02) es de 4.25%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de C.G. es de 15.54%, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de C.G. es de 8.21%, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. es de 14.32%, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 17.67%, S.N. (calicata N°02) + 0.80% de P.E.T. + 1.5% de C.G. es de 16.45%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. es de 13.40%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 19.59%, S.N. (calicata N°02) + 1.0% de P.E.T. + 1.5% de C.G. 17.37%, S.N. (calicata N°02) + 1.50% de P.E.T. 12.49%, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de P.E.T. + 1.0% de C.G. es de 18.90%, S.N. (calicata N°02) + 1.5% de P.E.T. + 1.5% de C.G. es de 17.67%, de la muestra de suelo natural (calicataN°02) se obtiene un CBR AL 95% MDS. de 4.55%, y tiende a incrementar el valor relativo de soporte CBR hasta 19.59% con la combinación de 1.5% de Tereftalato de polietileno y 1.5% de caucho granular de partes iguales, donde se evidencia que influye en el valor relativo de soporte CBR con una diferencia de 360.94% mayor al suelo natural (calicataN°02).

Contrastación de hipótesis:

H0: La incidencia mejora sustancialmente el valor de CBR con la adición Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Papuja, Puno 2022.

H1: La incidencia no mejora sustancialmente el valor de CBR con la adición Tereftalato de Polietileno y el caucho granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Papuja, Puno 2022.

Planteamiento de normalidad:

Hipótesis para normalidad

H0: Los datos de la variable de CBR tiene normalidad.

H1: Los datos de la variable de CBR no tiene normalidad.

Tabla 30. Prueba de normalidad para el CBR

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
TEREFTALATO_DE_POLIETILENO_Y_CAUCHO_GRANULAR	,974	12	,951
CBR_AL_95	,878	12	,084

Fuente: SPSS-19.

Sig. = 5% (nivel de confianza al 95% o 5% de error). Si Sig. \leq 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna. Sig. = 0.084, reemplazando que $0.084 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula.

En conclusión, la variable de valor relativo de soporte de CBR tiene normalidad. Por lo tanto, se usó estadística paramétrica de correlación de Pearson.

Planteamiento de correlación:

Hipótesis para la correlación de Pearson

H0: $p=0$ (La aplicación de Tereftalato de polietileno y caucho granular no influye en el valor relativo de soporte de CBR.)

H1: $p\neq 0$ (La aplicación de Tereftalato de polietileno y caucho granular influye en el valor relativo de soporte de CBR.)

Tabla 31. Correlación para el CBR

		TEREFTALATO_DE_POLIETILENO_Y_CAUCHO_GRANULAR	CBR_AL_95
TEREFTALATO_DE_POLIETILENO_Y_CAUCHO_GRANULAR	Correlación de Pearson	1	,747**
	Sig. (bilateral)		,005
	N	12	12
CBR_AL_95	Correlación de Pearson	,747**	1
	Sig. (bilateral)	,005	
	N	12	12
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Fuente: SPSS-19.

Sig. < 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna.
 Sig. = 0.005; reemplazando que 0.005 < 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

En conclusión, existe una prueba estadística para indicar que el Tereftalato de polietileno y caucho granular influye en el valor relativo de soporte de CBR, pero tiene una correlación de Pearson de manera positiva ($r=0.747$).

Se acepta la hipótesis para este estudio porque La incidencia mejora sustancialmente el valor de CBR con la adición Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.

Comparación de medias de las combinaciones.

H0: $\mu_1 = \mu$ las medias de las combinaciones para el CBR son iguales.

H1: $\mu_1 \neq \mu$ al menos una de las medias las combinaciones para el CBR son diferente.

Tabla 32. ANOVA de un factor CBR al 95%MDS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	154,473	2	77,237	9,440	,006
Intra-grupos	73,634	9	8,182		
Total	228,108	11			

Fuente: SPSS-19.

Sig. < 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna. Sig. = 0.006; reemplazando que $0.006 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

En base a la tabla 32, se puede observar el análisis de diferencia de medias según la ANOVA, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, entonces al menos una de las combinaciones en base al CBR es diferente.

Prueba Estadística POST HOC

En base a diferencia de las combinaciones encontradas a partir de la prueba de ANOVA se procede a realizar la prueba de Tukey.

Tabla 33. Tukey CBR al 95% MDS

RANGO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
SN MAS CG	3	9,3333	
SN MAS PET	3	13,4033	13,4033
SN MAS CG MAS PET	6		17,9417
Sig.		,192	,139
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			

Fuente: SPSS-19.

De la tabla 33 según la prueba de **Tukey**, podemos afirmar que el valor promedio de relativo de soporte CBR al 95%MDS, con el P.E.T. y con C.G. es menor que con las uniones de ambos materiales (P.E.T. + C.G.). La combinación de S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G. tiene el mejor resultado de 19.59% de valor relativo de soporte CBR al 95% MDS.

V. DISCUSION

- **Indicador 01: Límites de Consistencia.**

En el trabajo de investigación, los límites de consistencia de las muestras de la calicata 1 se obtuvo un límite líquido 41.4% y límite plástico de 24.6%, de la calicata 2 se obtuvo un límite líquido 42.05% y límite plástico de 24.02%, y de la calicata 3 se obtuvo un límite líquido 40.9% y límite plástico de 23.75%. con la adición de PET y CG EN las dosificaciones D1, D2, D3 no se presentó modificaciones para este indicador. Según Luna y Bejarano (2015), obtuvo que el punto de fusión y el porcentaje de rendimiento que determina el límite líquido para su suelo patrón fue de 34,71 %, el porcentaje de límite plástico fue de 21,75 % y la relación de rendimiento resultante fue de 12,96 % y la muestra de arcilla tiene una plasticidad baja, también en este trabajo de investigación las distintas dosificaciones no alteraron el indicador el límite de consistencia. Estos resultados son similares a los obtenidos en la investigación, debido a que las dosificaciones de la adición de PET y CG no alteran los límites de consistencia, porque el tamaño de estos materiales no influye en el proceso de cálculo de límites de consistencia debido que en el ensayo se trabajan con mallas N°10 y 40 que no perciben variación por el tamaño de las partículas de PET y CG.

- **Indicador 02: Contenido de Humedad Óptima**

En el trabajo de investigación, el contenido de humedad óptimo disminuye en 1.11% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de CG, 1.48% para S.N. (calicata N°02) + 1.5% de CG, 3.32% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET, 11.07% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET + 1.0% de CG, 9.59% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET + 1.5% de CG, 15.87% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET, 8.86% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET + 1.0% de CG, 16.97% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET + 1.5% de CG, 16.97% para S.N. (calicata N°02) + 1.50% de PET, 18.08% para S.N. (calicata N°02) + 1.5% de PET + 1.0% de CG y 19.93% para S.N. (calicata N°02) + 1.5% de PET + 1.5% de CG en relación al suelo patrón suelo natural (calicata N°2) con un valor de 27.10% de contenido de humedad óptima. Según Márquez (2019), obtuvo de la muestra 01 un 12.1 % de óptimo contenido de humedad sin la adición de PET y para la muestra 02 se

determinó el 12.3 % con 6% de PET. Estos resultados son diferentes a los obtenidos a la investigación, primero, porque las muestras patrones fueron compactados con el máximo peso unitario seco empleando esfuerzos de compactación, segundo, porque la combinación del suelo normal, con caucho granular y tereftalato de polietileno alcanza una máxima compactación con la combinación del 1.5% de los materiales. Según Rojas (2019), obtuvo como resultado el óptimo contenido de humedad de 13.8%, máxima densidad seca igual a 1.863 gr/cm³ en estado natural, mientras incorporando 20% de caucho se obtuvo 1.556 gr/cm³ con óptimo contenido de humedad 3.60%, con 30% de caucho, 1.457 gr/cm³ como MDS con óptimo contenido de humedad de 12.90%, por último, incorporando 40% de caucho, la MDS fue de 1.378 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 12.50%. Estos resultados son diferentes a los obtenidos a la investigación, debido a que las dosificaciones son diferentes.

- **Máxima Densidad Seca**

En el trabajo de investigación, los valores de la máxima densidad aumentan en 14.29% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de CG, 13.57% para S.N. (calicata N°02) + 1.5% de CG, 15.0% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET, 15.71% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET + 1.0% de CG, 16.43% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET + 1.5% de CG, 17.86% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET, 15.0% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET + 1.0% de CG, 16.43% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET + 1.5% de CG, 17.86% para S.N. (calicata N°02) + 1.50% de PET, 17.14% para S.N. (calicata N°02) + 1.5% de PET + 1.0% de CG y 17.86% S.N. (calicata N°02) + 1.5% de PET + 1.5% de CG en relación al suelo patrón suelo natural (calicata N°2) con un valor de 1.40 gr/cm³ de la Máxima Densidad Seca. Según Ruiz (2021), menciona que el porcentaje de la máxima densidad seca del suelo se diferencian por la adición de 4, 8, 12 y 15 % de bolsa fundida de polietileno, por ello, los valores aumentaron en 4,73 %, 7,43 %, 16,89 % y 21,62 %, respectivamente. Estos resultados son diferentes a los obtenidos a la investigación, porque las características físicas y químicas del polietileno fundido tiene diferente comportamiento que la combinación del PET y caucho granular, así mismo, el suelo con incorporación de estos elementos y la adición de agua, hace que la densidad sea mayor, por esta razón, el valor

aumentado en la investigación es del 14.18% aproximadamente. Según Junes (2021), menciona que el suelo sin la incorporación de caucho granular tiene una máxima densidad seca de 2.01 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad con 10.60%, con la adición del 8% de CG la máxima densidad seca fue de 2.03 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 9.10%, con la adición del 12% de CG la máxima densidad seca fue de 1.89 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 9.30%, con la adición del 16% de CG la máxima densidad seca fue de 1.77 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 10.00%. Estos resultados son diferentes a los obtenidos a la investigación, porque las dosificaciones son diferentes y se incluye el tereftalato de polietileno, sin embargo, la máxima densidad seca varía en 0.63 gr/cc, aproximadamente. Los resultados son diferentes por que el trabajo de investigación de los antecedentes se trabajó sin combinación factorial a los obtenidos a la investigación, el caucho granular y más el tereftalato de polietileno incrementa de manera moderada a la Máxima Densidad Seca.

- **Capacidad Portante de la Subrasante (CBR)**

En la presente investigación, los valores del ensayo de Relación de Soporte de California se incrementa de la siguiente manera, 265.65% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de CG, 93.18% para S.N. (calicata N°02) + 1.5% de CG, 236.94% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET, 315.76% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET + 1.0% de CG, 287.06% para S.N. (calicata N°02) + 0.80% de PET + 1.5% de CG, 215.29% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET, 360.94% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET + 1.0% de CG, 308.71% para S.N. (calicata N°02) + 1.0% de PET + 1.5% de CG, 193.88% para S.N. (calicata N°02) + 1.50% de PET, 344.71% para S.N. (calicata N°02) + 1.5% de PET + 1.0% de CG y 315.76% S.N. (calicata N°02) + 1.5% de PET + 1.5% de CG. aumenta en 13.42%. Según (Zenteno, 2018), el valor del CBR. Con la adición de 0% de PET tiene un resultado de 8.72%, 2% de PET tiene un resultado de 22.01%, 4% de PET tiene un resultado de 11.69%, 6% de PET tiene un resultado de 11.28%, 8% de PET tiene un resultado de 8.63% y 10% de PET tiene un resultado de 5.75%. se tiene un incremento progresivo del CBR con los porcentajes de 2% y 4% y mientras que los porcentajes de 6%, 8% y 10% disminuye el valor de CBR. Según (Rodríguez, 2020), Como resultado del patrón CBR es de 3.6% y al incorporar 3% de CG resultó un

CBR mínimo de 5.4% y máximo 6.6%, 5% de CG resulto un CBR mínimo de 4.7% y máximo 6.4%, 7% de CG resulto un CBR mínimo de 3.8% y máximo 4.9% y 9% de CG resulto un CBR mínimo de 3.3 y máximo 4.7%.

En relación a las discusiones con las diferentes investigaciones, fueron diferentes por se realizó las combinaciones por el diseño factorial obteniéndose un mejor resultado de los autores mencionados anteriormente y se puede afirmar que la incorporación de tereftalato de polietileno y caucho granular, mejora las características de la subrasante, en diferentes dosificaciones el suelo arcilloso de baja plasticidad (CL).

VI. CONCLUSIONES

- En el trabajo de investigación se evaluó la adición del tereftalato de polietileno y caucho que influye positivamente en la estabilización de la subrasante de suelos finos, porque mejora las propiedades mecánicas del terreno donde la combinación óptima es el suelo natural con la adición del 1.0% de tereftalato de polietileno más 1.0% de caucho granulado teniendo un CBR al 95%MDS de 19.59%, Máxima Densidad Seca 1.61 gr/cm³ y contenido de humedad óptima de 24.70%, según se indicaron en la tabla N°19, 24 y 29.
- En el trabajo de investigación se determinó los límites de consistencia, donde los índices plásticos de las muestras obtenidas son las siguientes: de la calicata N°01 el límite líquido 41.4%, límite plástico 24.6% y un índice de plasticidad 16.8%, de la calicata N°02 el límite líquido 42.05%, límite plástico 24.02% y un índice de plasticidad 18.03% y de la calicata N°03 el límite líquido 40.9%, límite plástico 23.75% y un índice de plasticidad 17.15%, según se indicaron en la tabla 18. En el trabajo de investigación se realizó combinaciones de un tamaño indicado de 4.75mm el cual no altera el ensayo de límites de consistencia ya que el ensayo de límites de consistencia se trabaja con muestras menores a la malla N°10 y 40.
- En el trabajo de investigación se determinó que la adición de tereftalato de polietileno y caucho granular influye de manera negativa en la estabilización de suelos finos, porque disminuye en el contenido de humedad óptimo, como indica la tabla 19. en relación a la calicata N°02 de suelo natural con las peores condiciones, para el efecto se efectuaron 12 combinaciones resultando que la combinación 1.5% de PET + 1.5% de CG, es la que presenta menor disminución de 19.93%. Esto se confirma según la prueba de hipótesis, el cual indica que se acepta la hipótesis del investigador (H₀), porque $p < 0.05$. Así mismo, se especifica que la unión del suelo natural (calicata N°02) + 1.5% de P.E.T. + 1.5% de caucho granular con 21.70% contiene menor contenido de humedad óptima según la tabla 19.
- En el trabajo de investigación se evaluó que la incorporación de tereftalato de polietileno y caucho granular influye de manera positiva en la estabilización de

suelos finos, porque mejora en la máxima densidad seca del suelo patrón Calicata N°02 - 1.40 gr/cm³, las combinaciones de 1.0% de P.E.T., 1.5% de P.E.T. y la combinación de 1.5% de P.E.T. + 1.5% de C.G. aumento en 17.86%, según la tabla 24. Esto se confirma según la prueba de hipótesis, el cual indica que se acepta la hipótesis del investigador (H₀), porque $p < 0.05$. Así mismo, se especifica que la máxima densidad seca aumenta combinación de 1.0% de PET, 1.5% de PET y la combinación de 1.5%PET + 1.5%CG obteniéndose un resultado de 1.65 gr/cm³ a diferencia de las demás combinaciones, tal como se muestra en la tabla 24.

- En el trabajo de investigación se determinó que la adición de tereftalato de polietileno y caucho granular incide positivamente en el CBR de suelos finos, porque se incrementa el valor de soporte relativo C.B.R. al 95% M.D.S. como se indica en la tabla 29 en relación a la calicata N°02 de suelo natural con las peores condiciones, para el efecto se efectuaron 12 combinaciones resultando que la combinación de 1.0% de PET + 1.0% de CG es la que presenta el mayor incremento (360.94%). Esto se confirma según la prueba de hipótesis, el cual indica que se acepta la hipótesis del investigador (H₀), porque $p < 0.05$. Así mismo, se especifica que el mejor resultado es la adición de ambos elementos con la siguiente dosificación 1.0% de PET + 1.0% de CG obteniéndose un resultado de 19.59% a diferencia de las demás combinaciones, tal como se muestra en la tabla 29.

VII.RECOMENDACIONES

- Debido a diferentes propiedades en una subrasante de un suelo, debe realizarse estudios de suelos para identificar el porcentaje de adición para una buena estabilización.
- De la presente investigación se recomienda la adición de porcentajes de 1.0% de PET + 1.0% de Caucho Granular para diferentes tipos de suelos para la estabilización de la sub rasante.
- se deberá realizar investigaciones con PET y CG con la diferencia de distintos formas geométricas y tamaño menores al 4.77mm. pasantes del tamiz N°40. finalmente se recomienda para investigaciones posteriores utilizar el diseño factorial de los porcentajes de combinaciones con diferentes agentes de estabilización se suelos.
- Es recomendable trabajar con PET y CG ya que estos materiales son reciclados y económicas para la estabilización de suelos, minimizando los movimientos de tierra.
- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Santiago de Pupuja, Municipalidad Provincial de Azángaro y otras entidades que ejecuten proyectos de carreteras considerando el PET y CG como estabilizador, en caso de encontrar suelos insuficientes menos de 6% de CBR, reduciendo el costo de movimiento de tierras horas maquina y favoreciendo al medio ambiente.
- Se recomienda la presente investigación Tereftalato de polietileno y caucho granular en la estabilización de la subrasante de suelos finos, para realizar más investigaciones para diferentes tipos de suelos en todo el territorio nacional. se recomienda que el PET y CG debe estar libre sustancias extrañas, debe ser triturado de manera uniforme en su geometría como su tamaño y evitar la contaminación con otros tipos de plásticos.

REFERENCIAS

A Review Paper on Comparative study of Expansive Sub-Grade Stabilization using Industrial Wastes like Foundry Sand, Quarry Dust, Demolition Wastes and Rubber Scrap. **VENKATESH, Jeevanantham, CHINNUSAMY, Kavitha y MURUGESH, Sunil. 2020.** 2020, IOPScience.

ALESMAR, L., RENDÓN, N., & Korody, M. 2008. DISEÑOS DE MEZCLA DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) – CEMENTO. Caracas Venezuela : Universidad Central de Venezuela, Departamento de Ingeniería Estructural, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería., 2008.

ARIAS, J. 2021. Diseño y Metodología de la Investigación. Lima : Enfoques Consulting EIRL, 2021.

BECERRA MOSCOSO, Gustavo José. 2019. Reciclado de residuos plásticos PET en dosificación de mezclas de concreto para mitigar su impacto ambiental en la ciudad de Tacna. Tacna : s.n., 2019. Postgrado.

CELI YANCHAPANTA, Kevin Adrian. 2021. Estabilización de suelos granulares de subrasante con fino de tereftalato de polietileno (PET) , polipropileno (PP) y polietileno (PE). Ambato : s.n., 2021. Pregrado.

COELHO, Fabián. 2019. Significados.com. Significados.com. [En línea] 01 de Enero de 2019. [https://www.significados.com/propiedad-fisica/..](https://www.significados.com/propiedad-fisica/)

Comportamiento mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas. **BOTERO JARAMILLO, "et all" 2014.** 70, Medellín : Botero Jaramillo, Eduardo; Muñoz, Liliana; Ossa, Alexandra; Romo, Miguel P.;, Marzo de 2014, Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia.

CUBAS, L. y VALDERRAMA, L. 2021. Influencia de la incorporación de fibra de pet reciclado en las resistencias a la compresión y flexión del concreto, provincia de san martín – Perú, 2021. Universidad Científica del Perú . [En línea] 2021. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1481/LLENIN%20CUBAS%20BECERRA%20Y%20LUIS%20ANTONIO%20VALDERRAMA%20MARIN%20-%20TSP.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

Ecological Applications of Polyethylene Terephthalate Plastic in Producing Modified Subbase Soil. **JABER, Noor H., RADHI, Mushtaq Sadiq y ALSAAD, Aymen J. 2021.** 2021, IOPScience.

Effect of freeze–thaw cycles on mechanical property of silty clay modified by fly ash and crumb rubber. **WEI, Haibin, JIAO, Yubo y LIU, Hanbing. 2015.** 2015, ScienceDirect, Vol. 116.

Effect of rubber tire on behaviour of subgrade expansive Iraqi soils. **HASAN, Hanan Adnan, MOHAMMED, Hadeel Ammar y MASOOD, Ghadah Ghassan. 2020.** 2020, IOPScience.

Effectiveness of crumb rubber for subgrade soil stabilization. **JULIANA, I, y otros. 2020.** 2020, IOPScience.

Experimental investigation on static and dynamic characteristics of granulated rubber-sand mixtures as a new railway subgrade filler. **DING, Yu, y otros. 2021.** 2021, ScienceDirect, Vol. 273.

Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envolventes. **RODRIGUEZ RODRIGUEZ, Lizeth; "et al/" 2017.** San José : s.n., 2017, Ingeniería.

FIXER. 2016. Usos y ventajas del caucho. [En línea] 2016. <https://fixer.es/blog/usos-del-caucho/>.

FLEXICON. 2016. Caucho granulado. [En línea] 2016. <https://www.flexicon.es/Materiales-Manejados/Caucho-Granulado.html>.

Geotechnical characterization of plastic waste materials in pavement subgrade applications. **ABUKHETTALA, Mukhtar y FALL, Mamadou. 2021.** 2021, ScienceDirect, Vol. 27.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. 2018. Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. Mexico : Mc Graw Hill, 2014.

HERNANDEZ, Sampieri Roberto, Carlos, Fernandez Collado y Baptista, Lucio Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. Mexico : Mc Graw Hill, 2014, 2014.

HOYOS DÍAZ, Luz Magali. 2021. Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria. Trujillo : s.n., 2021.

INSTITUTO DE FISICA. 2020. Propiedades Mecánicas y Magnéticas de Materiales. [En línea] 12 de Febrero de 2020. https://www.fisica.unam.mx/es/areas_investigacion/propiedades_mecanicas_mag_neticas_materiales.php.

Investigation and optimization of waste LDPE plastic as a modifier of asphalt mix for highway asphalt: Case of Ethiopian roads. **BIRLIE GENET, Melkamu , BANTIE SENDEKIE, Zenamarkos y LEMESSA JEMBERE, Addis. 2021.** 2021.

JUNES DEL POZO, Luz Lorena. 2021. Aplicación del caucho granulado reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la Avenida el Sol, San Joaquín, Ica 2021. Lima : s.n., 2021. Pregrado.

Laboratory evaluation of the effect of waste plastic bottle (PET) on rutting performance of hot mix asphalt mixtures. **ZIARI, Hassan, KALIJI, Arman Ghasemi y BABAGOLI, Rezván. 2016.** 2016, Petroleum Science and Technology.

LLERENA CASTILLO, Gabriela Amabilis y PAREDES CHURA, Mishel Vanesa. 2019. REFORZAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CAUCHO RECICLADO PARA FINES DE CIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE YARABAMBA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA. Arequipa : s.n., 2019. Pregrado.

LÓPEZ, Luis Pedro. 2004. Población Muestra y Muestreo. Cochabamba : Scielo, 2004.

LUGO, J. y PÉREZ, Y. 2019. Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET". Universidad Católica de Colombia. [En línea] 2019. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23953/1/TESIS%20FIBRAS%20PET%20EN%20EL%20CONCRETO.pdf>.

LUNA PIZZA, Julian David y BEJARAMO HERNANDEZ, Brayán Sebastian . 2020. Análisis del comportamiento físico y mecánico de la adición de microfibras PE en el mejoramiento de un suelo arcilloso. Girardot : s.n., 2020. Pregrado.

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2013. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [aut. libro] S.A. Ingenieros Consultores. Suelos y Pavimentos. Lima : s.n., 2013, págs. 51 - 55.

MARÍA LAFUENTE, Silvia Oviaño. 2020. Granulado de caucho para optimizar el mantenimiento de las vías del tren. Madrid : s.n., 2020.

MARQUEZ MARTINEZ , Diana Karolina. 2019. Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos PET en el distrito La Encantada, Provincia de Morropon-Piura 2019. Piura : s.n., 2019. Pregrado.

MARTÍN GONZÁLEZ, Álvaro. 2015. Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica. Valencia : s.n., 2015.

MÉNDEZ, José Rafael. 2016. Ingeniería de Pavimentos. Quinta Edición. Lima : Publicaciones ICG, 2016. págs. 161,164.

MENÉNDEZ ACURIO, José Rafael. 2016. Ingeniería de Pavimentos: Diseño de Pavimentos. Lima : Fondo Editorial ICG, 2016.

MEZA, A., y otros. 2021. Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Plásticas Recicladas. [En línea] 2021. <https://www.redalyc.org/journal/944/94467989001/html/>.

Ministerio de transporte, Instituto Nacional de vías. 2006. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Bogotá : s.n., 2006.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018. Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial. Lima : s.n., 2018.

MONTEJO FONSECA, Alfonso. 2002. Ingeniería de pavimentos para carreteras. s.l. : Stella Valbuena de Fierro, 2002.

MTC. 2016. Manual de Ensayos de Materiales. Lima : s.n., 2016.

MUÑOZ PEREZ , Sócrates Pedro, y otros. 2021. Uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto. Chiclayo : s.n., 2021.

ÑAUPAS PAITÁN, Humberto, y otros. 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogota : s.n., 2018.

OMV Soluciones Arquitectonicas. 2016. Ficha técnica gránulos de caucho. [En línea] 2016. https://omvdeco.cl/wp-content/uploads/2017/11/FICHA_CAUCHO2.pdf.

OYOLA, B. y ROMANÍ, Y. 2020. Influencia de adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimento de tráfico liviano. Universidad Peruana Unión . [En línea] 2020. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4071/Brayan_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

Performance evaluation of expansive clay subgrade stabilized with synthetic rubber.

MEGHANA, V. y VEERENDRA, Y. Raja. 2022. 2022, IOPScience.

FLORES Pilar "et all" 2022. Uso de Grano de Caucho Reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos: una revisión literaria. Lima : s.n., 2022.

QUISPE SERRANO, Esperanza y SAÑAC VILCA , Magaly. 2019. 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. Abancay : s.n., 2019. Pregrado.

RAMÍREZ TRIVIÑO, Valentina y HINCAPIÉ OLANO, Julio Cesar. 2018. Evaluación CBR de sub-base granular mezclada con tereftalato de polietileno (PET); para uso en vías terciarias. Pereira : s.n., 2018. Pregrado.

Recycling of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottle wastes in bituminous asphaltic concrete. **OLATUNBOSUN SOJOBİ , Adebayo, EMEKA NWOBODO, Stephen y JAMES ALADEGBOYE, Oluwasegun. 2016.** 3, 2016, Cogent Engineering.

REYES LÓPEZ, Lina Johanna, SIERRA RODRÍGUEZ, Jasmith Daniela y BECERRA BECERRA, Javier Eduardo. 2018. Aplicación de caucho reciclado

para uso en pavimento Rígido: Revisión, análisis y perspectivas de investigación. Tunja : s.n., 2018.

RODRIGUEZ TICONA, Diana Karen. 2021. Incorporación de caucho granulado para mejorar el comportamiento físico y mecánico en la subrasante de suelos arcillosos, Puno 2021. Lima : s.n., 2021.

ROJAS RODRÍGUEZ, Robin. 2019. Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima - 2019. Lima : s.n., 2019. Pregrado.

RUIZ MARTÍNEZ, Dany Daniel. 2021. Aplicación de la bolsa de polietileno fundido reciclado en la estabilización de la subrasante de la provincia de Chupaca-Junín. Huancayo : s.n., 2021. Pregrado.

TURPO MAMANI, Sirly Marilyn; VIGO RIVERA, Juan Eduardo. 2021. Uso de reciclado de plástico tereftalato de polietileno (pet) para la elaboración de adoquín de construcción. Puno : s.n., 2021.

Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement . **MISHR, Brajesh y GUPTA, MohitKumar.** ScieceDirect.

Utilization of polyethylene terephthalate (PET) in asphalt pavement: A review. **AHMAD, A. F., RAZALI, A. R. y RAZELAN, I. S. M. 2017.** 2017, IOPScience.

ZENTENO ENRIQUEZ, Sidney Joaquin. 2018. Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno. Puno : s.n., 2018. Pregrado.

ANEXOS

Anexo N°01 Matriz de Operacionalización.

Anexo N°02 Matriz de Consistencia.

Anexo N°03 Ficha Técnica N°01 Límites de consistencia (%)

Anexo N°04 Ficha Técnica N°02 Contenido de Humedad Optima (%)

Anexo N°05 Ficha Técnica N°03 Máxima Densidad Seca (gr/cm³)

Anexo N°06 Ficha Técnica N°04 Capacidad Portante de la Subrasante (%)

Anexo N°07 Certificados de Ensayos de Laboratorio. Suelo Natural, Calicata N°01, Calicata N°02 y Calicata N°03.

Anexo N°08 Certificados de Ensayos de Laboratorio. Suelo Natural (Calicata N°02) más Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular.

Anexo N°09 Certificados de Calibración.

Anexo N°01 Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/ NIVELES DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE = Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular	El Tereftalato de Polietileno es un material caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, reciclable 100% y con posibilidad de producir envases reutilizables, lo cual ha llevado a desplazar a otros materiales, como, por ejemplo, 74 el PVC, el cual presenta una demanda creciente en todo el mundo. El Tereftalato de Polietileno es el material plástico con el cual se elaboran los envases de bebidas gaseosas y aguas minerales, entre otras. Las botellas son desechables, por lo que su destino suele ser la bolsa de basura y, por extensión, los rellenos sanitarios donde se depositan los residuos domiciliarios. El Tereftalato de Polietileno es producido a partir del petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de Tereftalato de Polietileno está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo, se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftalato.	El Tereftalato de Polietileno y caucho granular serán utilizados para estabilizar el suelo fino en la capa de la Subrasante, incrementando la capacidad de soporte de un suelo.	Dosificación	Suelo Natural Suelo Natural + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 1.5% Caucho Granular Suelo Natural + 0.8% De PET Suelo Natural + 0.8% PET + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 0.8% PET + 1.5% Caucho Granular Suelo Natural + 1.0% De PET Suelo Natural + 1.0% PET + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 1.0% PET + 1.5% Caucho Granular Suelo Natural + 1.5% De PET Suelo Natural + 1.5% PET + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 1.5% PET + 1.5% Caucho Granular Del peso de la muestra.	RAZÓN
	El caucho granulado, se denomina también, caucho molido, es derivado normalmente por el reciclado de neumáticos de vehículos.			Especificaciones Técnicas de Tereftalato de Polietileno Especificaciones Técnicas de Caucho Granular	Densidad (1.34 @ 1.39 g/cm ²) Resistencia a la Tensión (59.0 @ 72.0 Mpa) Resistencia a la Compresión (76.0 @ 128.0 Mpa) Absorción de Agua (0.02% en 24h) Tamaño (picado de 4.75 mm Promedio) Peso Específico (1.49g/cm ³) Carga Rotura (4.0 Mpa) Alargamiento a la Rotura (200%) Resistencia a la Abrasión (480mm ³)
DEPENDIENTE = Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos	Propiedades Físicas son las características que le describe a un suelo por su Estado Físico, su olor, color, sabor, densidad, Viscosidad, Maleabilidad, Temperatura de ebullición, Punto de Fusión, Conductividad, Solubilidad quiere decir aquel que se observable y medibles. Propiedades mecánicas son las que describen el comportamiento de un suelo mediante las fuerzas verticales que se le aplica, por ende, es muy importante saber escoger el tipo de suelo que va soportar toda una estructura. Las propiedades mecánicas de los materiales son la Tensión y Deformación, la Elasticidad, Plasticidad, Maleabilidad, Ductilidad, Tenacidad y Resiliencia, Dureza, Fluencia y la Fatiga.	El comportamiento físico determinara en qué estado se encuentra los suelos finos de acuerdo a los ensayos de laboratorio con y sin la adición de Tereftalato de Polietileno. Los comportamientos mecánicos logran determinar la capacidad de soporte de un suelo mediante los ensayos de laboratorio con y sin la adición de Tereftalato de Polietileno.	Propiedades Físicas	Límites de consistencia (%)	RAZÓN
				Contenido de Humedad Óptima (%)	RAZÓN
			Propiedades Mecánicas	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	RAZÓN
	Capacidad Portante de la Subrasante (%)	RAZÓN			

Anexo N°02 Matriz de Consistencia

Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos, en la Carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERALES	HIPOTESIS GENERALES	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION	
¿Como influye Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?	Evaluar cómo influye Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.	Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular influye de manera favorable en el la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.	INDEPENDIENTE = Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular	Dosificación	Suelo Natural Suelo Natural + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 1.5% Caucho Granular Suelo Natural + 0.8% De PET Suelo Natural + 0.8% PET + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 0.8% PET + 1.5% Caucho Granular Suelo Natural + 1.0% De PET Suelo Natural + 1.0% PET + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 1.0% PET + 1.5% Caucho Granular Suelo Natural + 1.5% De PET Suelo Natural + 1.5% PET + 1.0% Caucho Granular Suelo Natural + 1.5% PET + 1.5% Caucho Granular Del peso de la muestra.	Balanza de Peso	
				Especificaciones Tecnicas de Tereftalato de Polietileno	Densidad (1.34 @ 1.39 g/cm2)	Datos	
					Resistencia a la Tensión (59.0 @ 72.0 Mpa)		
					Resistencia a la Compresión (76.0 @ 128.0 Mpa)		
					Absorción de Agua (0.02% en 24h)		
				Especificaciones Tecnicas de Caucho Granular	Tamaño (picado de 4.75 mm Promedio)	Datos	
					Peso Especifico (1.49g/cm3)		
					Carga Rotura (4.0 Mpa)		
					Alargamiento a la Rotura (200%)		
Resistencia a la Abrasión (480mm3)							
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION	
¿Cómo influye Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en los límites de consistencia para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?	Obtener la influencia de Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en los límites de consistencia para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.	El Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular influye de manera positiva en los límites de consistencia para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.	DEPENDIENTE = Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos	Propiedades Físicas	Límites de consistencia (%)	Astm	
	¿De qué manera influye Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en el contenido de humedad Optima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?	Determinar cómo influye Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en el contenido de humedad Optima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.			El Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular influye negativamente en el contenido de humedad Optima para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.	Contenido de Humedad Optima (%)	Ensayo de Proctor Estándar
	¿Cómo influye Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Máxima Densidad Seca, para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?	Evaluar cómo influye Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Máxima Densidad Seca, para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.			EL Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular de manera positiva en la Máxima Densidad Seca para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.	Máxima Densidad Seca (g/cm3)	Ensayo de Proctor Estándar
	¿Cuál será la incidencia del CBR con la adición del Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular para la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022?	Determinar la incidencia del CBR con la adición Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.			La incidencia mejora sustancialmente el valor de CBR con la adición Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de suelos finos, en la carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.	Capacidad Portante de la Subrasante (%)	Ensayo C.B.R.

Anexo N°03 Ficha Técnica N°01 Límites de consistencia (%)



FICHA TÉCNICA

TESIS	Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos, en la Carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.
TESISTA	Bach. CALCINA APAZA DAVID CELESTINO
UBICACIÓN	Juliaca, Puno 2022.
FECHA	ABRIL, 2022

LIMITES DE CONSISTENCIA

N°	ESPECÍMENES	ASTM D-424		I.P.
		L.L.	L.P.	
1	S.N.			
2	S.N. + 1.0% C.G.			
3	S.N. + 1.5% C.G.			
4	S.N. + 0.8% De P.E.T.			
5	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.			
6	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.			
7	S.N. + 1.0% De P.E.T.			
8	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.			
9	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.			
10	S.N. + 1.5% De P.E.T.			
11	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.			
12	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.			

EXPERTO N°01	N° C.I.P.	FIRMA	NOTA
Ing. Yolmerth Rene Ortiz Vilca	135513		0.70
ING. Julio César Flores Chura	106449	 ING. JULIO CÉSAR FLORES CHURA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 106497	0.80
Ing. Cristhian Yamari Gómez	133623	 INGENIERO CIVIL C.I.P. 133623	0.80
PROMEDIO			0.77

Anexo N°04 Ficha Técnica N°02 Contenido de Humedad Óptima (%)



FICHA TECNICA

TESIS	Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos, en la Carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.
TESISTA	Bach. CALCINA APAZA DAVID CELESTINO
UBICACIÓN	Jullica, Puno 2022.
FECHA	ABRIL, 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD

N°	ESPECÍMENES	Contenido de Humedad Óptima (%)
1	S.N.	
2	S.N. + 1.0% C.G.	
3	S.N. + 1.5% C.G.	
4	S.N. + 0.8% De P.E.T.	
5	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.	
6	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.	
7	S.N. + 1.0% De P.E.T.	
8	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.	
9	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.	
10	S.N. + 1.5% De P.E.T.	
11	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.	
12	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.	

EXPERTO N°01	N° C.I.P.	FIRMA	NOTA
Ing. Yolanda A. Cata Vilca	13513		0.70
Ing. Julio César Flores Chura	106449	 ING. JULIO CÉSAR FLORES CHURA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 106449	0.80
Ing. Christian Hamani Gómez	133623	 INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 133623	0.80
PROMEDIO			0.77

Anexo N°05 Ficha Técnica N°03 Máxima Densidad Seca (gr/cm3)



FICHA TECNICA

TESIS	Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos, en la Carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.
TESISTA	Bach. CALCINA APAZA DAVID CELESTINO
UBICACIÓN	Julijaca, Puno 2022.
FECHA	ABRIL, 2022

DENSIDAD MAXIMA SECA

N°	ESPECIMENES	Densidad Maxima Seca (gr/cm2)
1	S.N.	
2	S.N. + 1.0% C.G.	
3	S.N. + 1.5% C.G.	
4	S.N. + 0.8% De P.E.T.	
5	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.	
6	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.	
7	S.N. + 1.0% De P.E.T.	
8	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.	
9	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.	
10	S.N. + 1.5% De P.E.T.	
11	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.	
12	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.	

EXPERTO N°01	N° C.I.P.	FIRMA	NOTA
Ing. Volmerth Rene Ortiz Valca	135573		0.70
ING. JULIO CÉSAR FLORES CHURA	106449		0.80
Ing. Cristian Mamani Gómez	133623		0.80
PROMEDIO			0.77

Anexo N°06 Ficha Técnica N°04 Capacidad Portante de la Subrasante (%)






FICHA TECNICA

NOMBRE DEL PROYECTO	Terrefalato de Polietileno y Caucho Granular en la Estabilización de la Subrasante de Suelos Finos, en la Carretera Emp.34b – Santiago de Pupuja, Puno 2022.
TESISTA	Bach. CALCINA APAZA DAVID CELESTINO
UBICACIÓN	Jullica, Puno 2022.
FECHA	ABRIL, 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

N°	ESPECIMENES	N° DE GOLPES POR CAPA		
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
1	S.N.			
2	S.N. + 1.0% C.G.			
3	S.N. + 1.5% C.G.			
4	S.N. + 0.8% De P.E.T.			
5	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.0% C.G.			
6	S.N. + 0.8% P.E.T. + 1.5% C.G.			
7	S.N. + 1.0% De P.E.T.			
8	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.0% C.G.			
9	S.N. + 1.0% P.E.T. + 1.5% C.G.			
10	S.N. + 1.5% De P.E.T.			
11	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.0% C.G.			
12	S.N. + 1.5% P.E.T. + 1.5% C.G.			

EXPERTO N°01	N° C.I.P.	FIRMA	NOTA
Jorge Ulmerth R. Dña. Julia	135513	 Ing. Volvulmerth R. Dña. Julia INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros de Puno No. 135513	0.70
ING. JULIO CÉSAR FLORES CHURA	106449	 ING. JULIO CÉSAR FLORES CHURA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros de Puno No. 106449	0.80
Ing. Cristhian Mamani Gómez	133623	 ING. CRISTHIAN MAMANI GÓMEZ INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros de Puno No. 133623	0.80
PROMEDIO			0.77

Anexo N°07 Certificados de Ensayos de Laboratorio. Suelo Natural, Calicata N°01, Calicata N°02 y Calicata N°03.



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

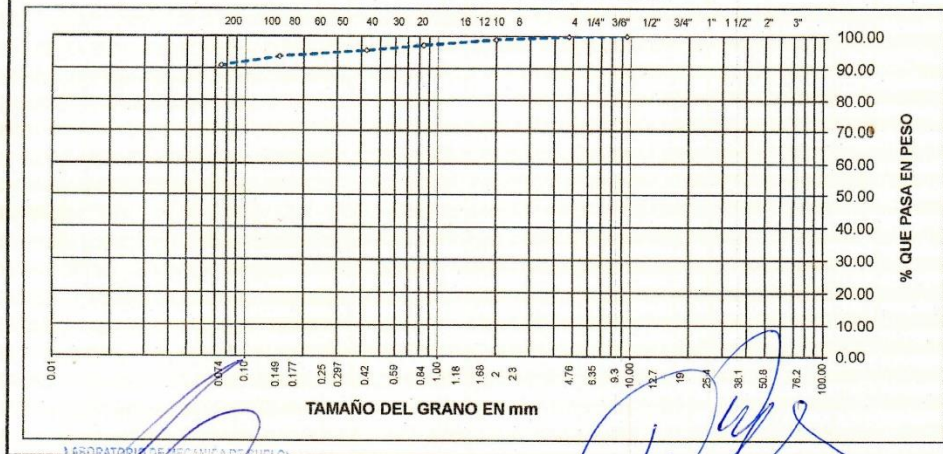


TESIS : "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA : BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA : CALICATA N° 01
UBICACION : PROGRESIVA KM 03+500 - N 8322480.00; E 365936.00
FECHA : martes, 26 de Abril de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso I. : 821.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 0.20 %
1"	25.000						Arena : 8.90 %
3/4"	19.000						Fino : 90.90 %
1/2"	12.500						W natural : 19.16 %
3/8"	9.500				100.00		
No.04	4.750	2.00	0.20	0.20	99.80		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.10	2.000	7.00	0.90	1.10	98.90		L.L. : 41.40 %
No.20	0.840	14.00	1.70	2.80	97.20		L.P. : 24.60 %
No.40	0.425	12.00	1.50	4.30	95.70		I.P. : 16.60 %
No.100	0.150	16.00	1.90	6.20	93.80		CLASIFICACION
No.200	0.075	24.00	2.90	9.10	90.90		SUCS : CL
<No.200		746.00	90.90	100.00			AASHTO : A-7-6 (11)

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cabreza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 93373

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

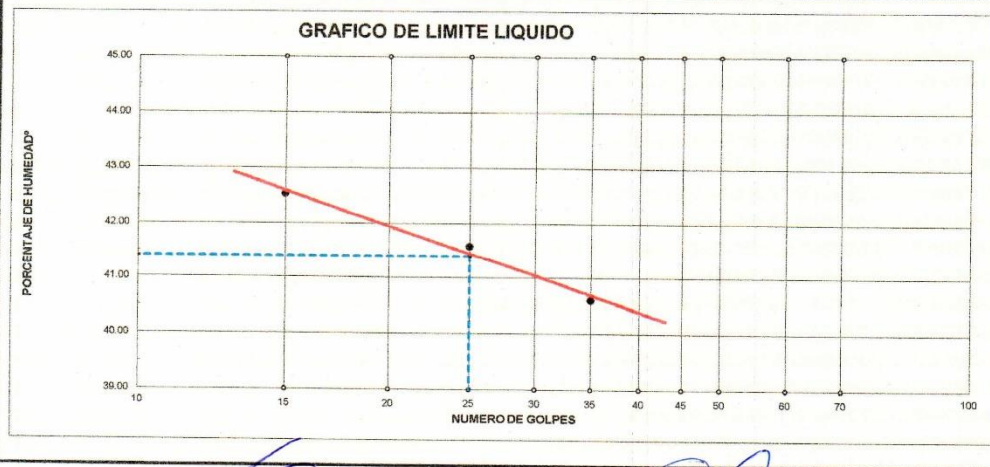


TESIS : "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA : BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA : CALICATA N° 01
UBICACION : PROGRESIVA KM 03+500 - N 8322480.00; E 365936.00
FECHA : martes, 26 de Abril de 2022

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No. DE GOLPES	4T	5T	3T	4T
01. No. DE GOLPES	35	25	15		
02. TARRO No.	4T	5T	6T		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	31.00	32.40	32.30	12.00	11.40
04. SUELO SECO * TARRO g	25.23	26.12	25.95	10.45	9.95
05. PESO DEL AGUA g	5.77	6.28	6.35	1.55	1.45
06. PESO DEL TARRO g	11.02	11.02	11.02	4.10	4.10
07. PESO DEL SUELO SECO g	14.21	15.10	14.93	6.35	5.85
08. HUMEDAD %	40.61	41.59	42.53	24.41	24.79

L.L.=	41.40 %	L.P.=	24.60 %	I.P.=	16.80
--------------	----------------	--------------	----------------	--------------	--------------



[Signature]
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C.
 RUC N° 20448509401
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

[Signature]
 Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Y H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"			
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA			
MUESTRA	: CALICATA N° 01			
UBICACION	: PROGRESIVA KM 03+500 - N 8322480.00; E 365936.00			
FECHA	: martes, 26 de Abril de 2022			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)				
METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	541.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	454.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	87.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	454.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.16		
HUMEDAD PROMEDIO (%)		19.16		
OBSERVACIONES:				

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C.
Edgardo Cruz Tio
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 0573

Edgardo Cruz Tio
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 0573
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

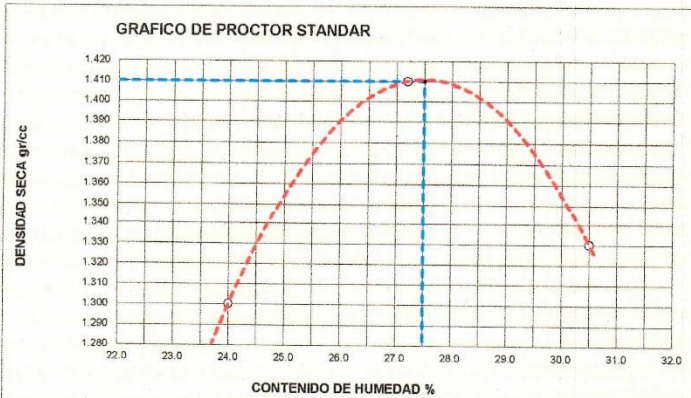


TESIS :	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA :	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA :	CALICATA N° 01
UBICACION :	PROGRESIVA KM 03+500 - N 8322480.00; E 365936.00
FECHA :	martes, 26 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,645	5,812	5,758	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,493	1,660	1,606	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.61	1.79	1.73	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	315.00	388.00	501.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	254.00	305.00	384.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	61.00	83.00	117.00	
PESO DE SUELO SECO	254.00	305.00	384.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	24.00	27.20	30.50	
DENSIDAD SECA	1.30	1.41	1.33	



Max. densidad seca	1.41
Conten. humedad óptima	27.50

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Calancha Velasco
ING. CIVIL ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA
REG. 0379

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	CALICATA N° 01
UBICACION	PROGRESIVA KM 03+500 - N 8322480.00; E 365936.00
FECHA	martes, 26 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11065	11345	11581
Peso del Molde	gr.	7931	7931	7931
Peso del Suelo Humedo	gr.	3134	3414	3650
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.542	1.680	1.796

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	376.00			296.00			270.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	295.00			232.00			212.00		
Peso del Agua	gr.	81.00			64.00			58.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	295.00			232.00			212.00		
% de Humedad	%	27.46%			27.59%			27.36%		
Promedio de Humedad	%	27.46%			27.59%			27.36%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.210			1.317			1.410		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/04/2022	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
27/04/2022	08:25 a.m.	24:00:00	56.00	1.42	12.23	44	1.12	9.58	38	0.97	17.94
28/04/2022	08:25 a.m.	48:00:00	154.00	3.91	33.63	162	4.11	35.29	116	2.95	54.77
29/04/2022	08:25 a.m.	72:00:00	165.00	4.19	36.04	184	4.67	40.08	151	3.84	71.29
30/04/2022	08:25 a.m.	96:00:00	278.00	7.06	60.72	261	6.63	56.86	221	5.61	104.34

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
0.63	00:30		2	33.6	1.7		3	38	1.9		4	42	2.1	
1.27	01:00		3	37.9	1.9		4	42	2.1		7	55	2.8	
1.91	01:30		5	46.4	2.3		7	55	2.8		11	72	3.6	
2.54	02:00	70.31	6	50.6	2.6		9	63	3.2		13	80	4.1	
3.81	03:00		9	63.3	3.2		12	76	3.8		16	93	4.7	
5.09	04:00	105.00	10	67.6	3.4		14	85	4.3		18	102	5.1	
6.35	05:00		12	76.1	3.8		16	93	4.7		22	119	6.0	
7.62	06:00		14	84.6	4.3		18	102	5.1		28	144	7.3	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Edilberto C. Concha Valdivia
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
150 0150

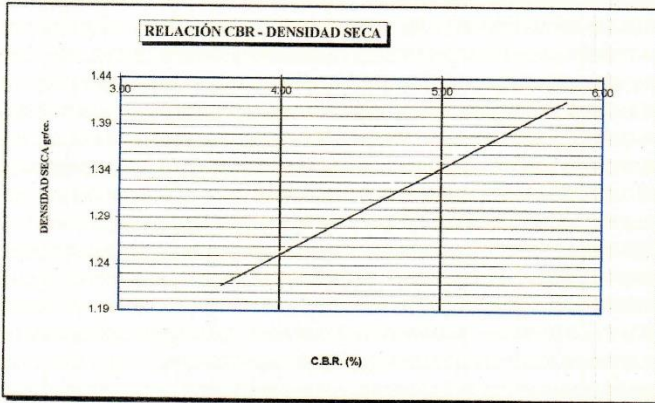
TECNICO LABORATORISTA



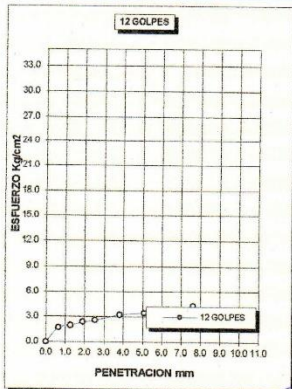
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



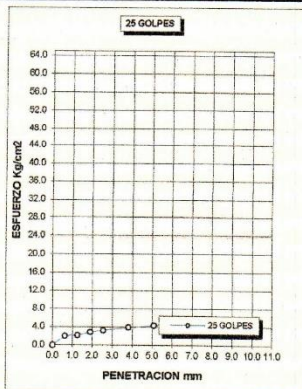
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	CALICATA N° 01
UBICACION	PROGRESIVA KM 03+500 - N 8322480.00; E 365936.00
FECHA	martes, 26 de Abril de 2022



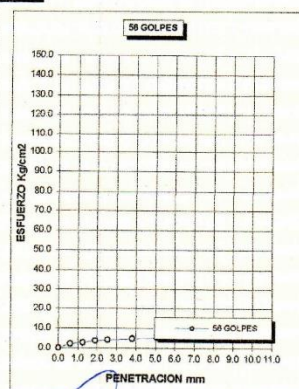
C.B.R.01" AL 100% 5.77%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 4.55%



CBR 3.64



CBR 4.55



CBR 5.77

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Calusuy Valarise
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573

Edgar Coronado Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS : "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"

TESISTA : BACH. DAVID C. CALCINA APAZA

MUESTRA : CALICATA N° 02

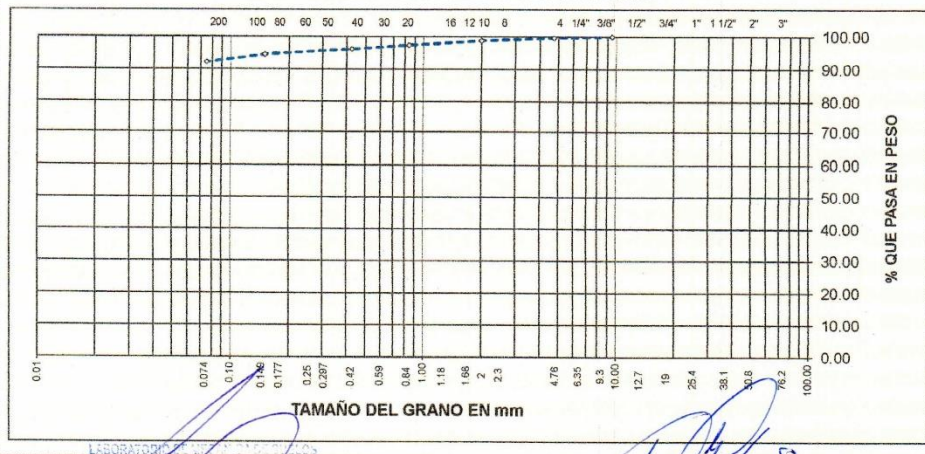
UBICACION : PROGRESIVA KM 04+500 - N 8323150.00; E 365238.00

FECHA : martes, 26 de Abril de 2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso I. : 884.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 0.30 %
1"	25.000						Arena : 7.70 %
3/4"	19.000						Fino : 92.00 %
1/2"	12.500						W natural : 20.72 %
3/8"	9.500				100.00		
No.04	4.750	3.00	0.30	0.30	99.70		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.10	2.000	8.00	0.90	1.20	98.80		L.L. : 42.05 %
No.20	0.840	12.00	1.40	2.60	97.40		L.P. : 24.02 %
No.40	0.425	11.00	1.20	3.80	96.20		I.P. : 18.03 %
No.100	0.150	15.00	1.70	5.50	94.50		CLASIFICACION
No.200	0.075	22.00	2.50	8.00	92.00		SUCS : CL
<No.200		813.00	92.00	100.00			AASHTO : A-7-6 (12)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



Edilberto Cruz Tito
 Edilberto Cruz Tito
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84273

Edilberto Cruz Tito
 Edilberto Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

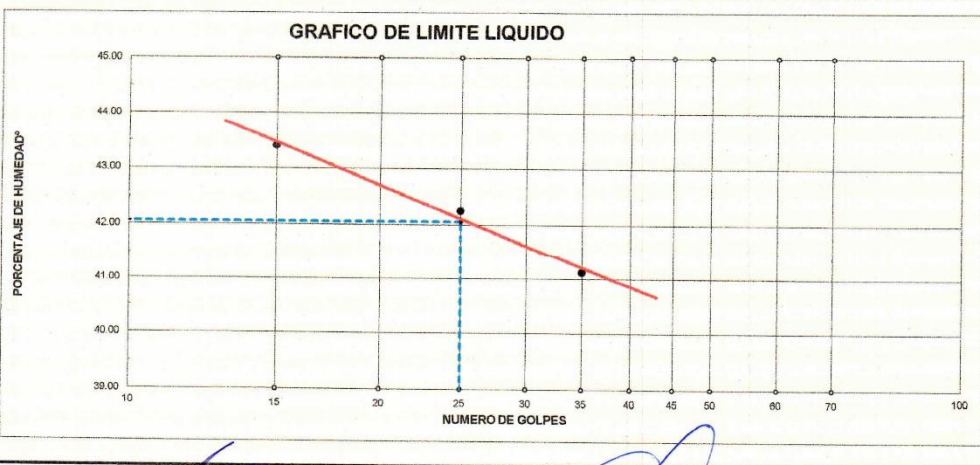


TESIS : "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA : BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA : CALIGATA N° 02
UBICACION : PROGRESIVA KM 04+500 - N 8323150.00; E 365238.00
FECHA : martes, 26 de Abril de 2022

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	25	15	3T	4T
01. No. DE GOLPES	35	25	15		
02. TARRO No.	4T	5T	8T		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	31.20	32.50	32.00	11.85	11.22
04. SUELO SECO * TARRO g	25.32	26.12	25.65	10.35	9.84
05. PESO DEL AGUA g	5.88	6.38	6.35	1.50	1.38
06. PESO DEL TARRO g	11.02	11.02	11.02	4.10	4.10
07. PESO DEL SUELO SECO g	14.30	15.10	14.63	6.25	5.74
08. HUMEDAD %	41.12	42.25	43.40	24.00	24.04

L.L.=	42.05 %	L.P.=	24.02 %	I.P.=	18.03
--------------	----------------	--------------	----------------	--------------	--------------



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C.
Edilberto Calvez Vela
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 0173

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"			
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA			
MUESTRA	: CALICATA N° 02			
UBICACION	: PROGRESIVA KM 04+500 - N 8323150.00; E 365238.00			
FECHA	: martes, 26 de Abril de 2022			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)				
METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	705.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	584.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	121.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	584.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		20.72		
HUMEDAD PROMEDIO (%)		20.72		
OBSERVACIONES:				

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C.
Edificio Laboratorios
ING. DAVID C. CALCINA APAZA
REG. 5393

Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



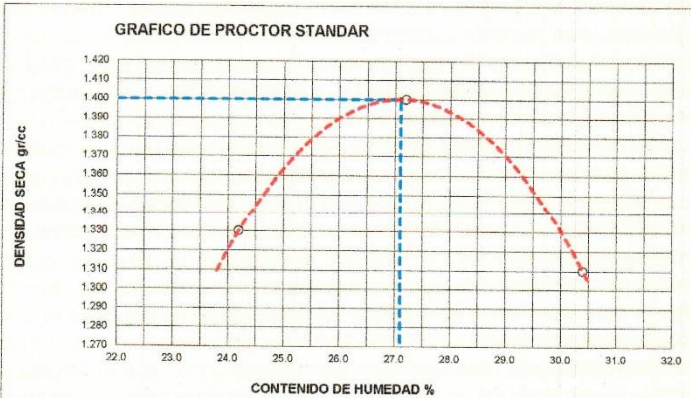
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: CALICATA N° 02
UBICACION	: PROGRESIVA KM 04+500 - N 8323150.00; E 365238.00
FECHA	: martes, 26 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,684	5,809	5,745	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,532	1,657	1,593	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.65	1.78	1.71	
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	329.00	397.00	515.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	265.00	312.00	395.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	64.00	85.00	120.00	
PESO DE SUELO SECO	265.00	312.00	395.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	24.20	27.20	30.40	
DENSIDAD SECA	1.33	1.40	1.31	



Max. densidad seca	1.40
Conten. humedad óptima	27.10

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahyanaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573

David C. Calcina Apaza
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	CALICATA N° 02
UBICACION	PROGRESIVA KM 04+500 - N 8323150.00; E 365238.00
FECHA	martes, 26 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11025	11312	11549
Peso del Molde	gr.	7931	7931	7931
Peso del Suelo Humedo	gr.	3094	3381	3618
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.522	1.664	1.780

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	337.00			312.00			295.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	285.00			245.00			232.00		
Peso del Agua	gr.	72.00			67.00			63.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	285.00			245.00			232.00		
% de Humedad	%	27.17%			27.35%			27.16%		
Promedio de Humedad		27.17%			27.35%			27.16%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.197			1.306			1.400		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansion		Dial		Expansion		Dial		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
26/04/2022	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27/04/2022	08:25 a.m.	24:00:00	60.00	1.52	13.10	47	1.19	10.24	40	1.02	18.88			
28/04/2022	08:25 a.m.	48:00:00	156.00	3.96	34.07	186	4.22	36.16	119	3.02	56.18			
29/04/2022	08:25 a.m.	72:00:00	186.00	4.22	36.25	185	4.70	40.30	156	3.96	73.65			
30/04/2022	08:25 a.m.	96:00:00	289.00	7.34	63.12	269	6.83	56.60	233	5.92	110.00			

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00
0.63	00:30		1	29.4	1.5		2	34	1.7		3	38	1.9	
1.27	01:00		2	33.6	1.7		3	38	1.9		6	51	2.6	
1.91	01:30		4	42.1	2.1		6	51	2.6		10	68	3.4	
2.54	02:00	70-31	5	46.4	2.3		8	59	3.0		12	78	3.8	
3.81	03:00		8	59.1	3.0		11	72	3.6		15	89	4.5	
5.09	04:00	105.00	9	63.3	3.2		13	80	4.1		17	97	4.9	
6.35	05:00		11	71.8	3.6		15	89	4.5		21	119	5.8	
7.62	06:00		13	80.3	4.1		17	97	4.9		27	140	7.1	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

HVO. CIVIL ESPECIALISTA
REG 91373

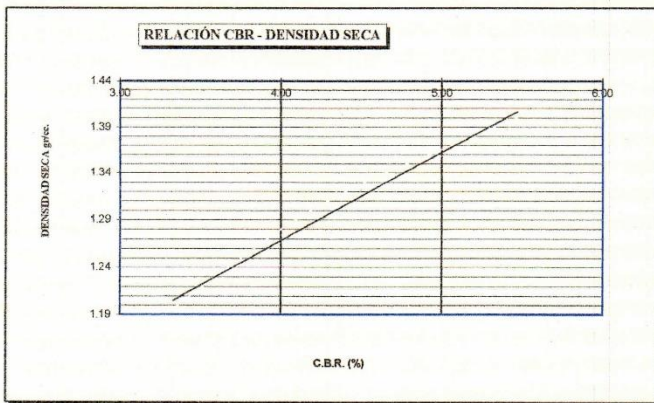
TECNICO LABORATORIO



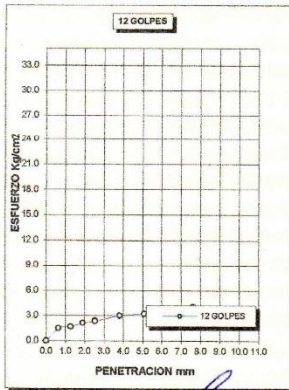
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



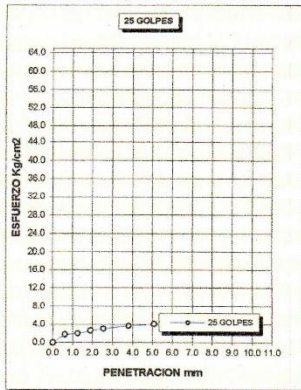
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	CALICATA N° 02
UBICACION	PROGRESIVA KM 04+500 - N 8323150.00; E 365238.00
FECHA	martes, 26 de Abril de 2022



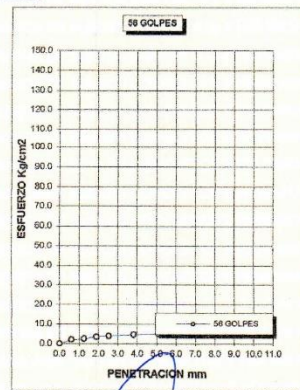
C.B.R.01" AL 100% 5.47%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 4.25%



CBR 3.33



CBR 4.25



CBR 5.47

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C.
Edificio Compañía Velaria
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 24679

Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS : "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"

TESISTA : BACH. DAVID C. CALCINA APAZA

MUESTRA : CALICATA N° 03

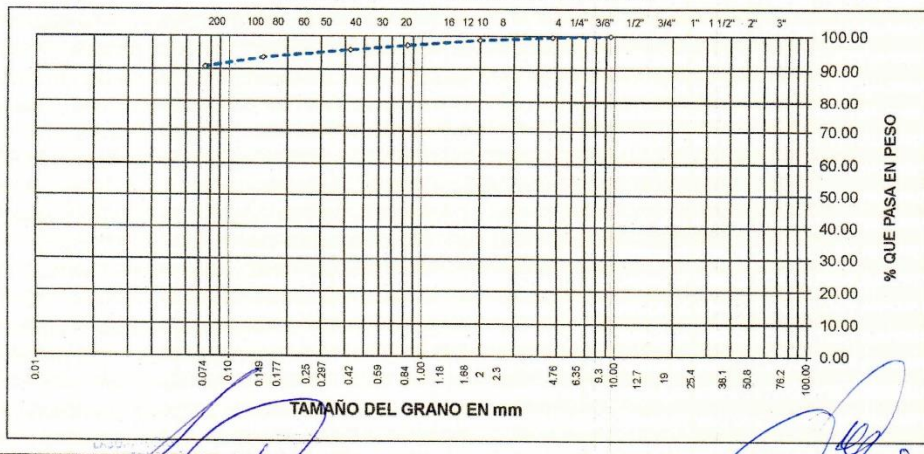
UBICACION : PROGRESIVA KM 05+600 - N 8323897.00; E 364513.00

FECHA : martes, 26 de Abril de 2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso l. : 921.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 0.40 %
1"	25.000						Arena : 8.90 %
3/4"	19.000						Fino : 90.70 %
1/2"	12.500						W natural : 21.29 %
3/8"	9.500				100.00		
No.04	4.750	4.00	0.40	0.40	99.60		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.10	2.000	9.00	1.00	1.40	98.60		L.L. : 40.90 %
No.20	0.840	14.00	1.50	2.90	97.10		L.P. : 23.75 %
No.40	0.425	12.00	1.30	4.20	95.80		I.P. : 17.15 %
No.100	0.150	21.00	2.30	6.50	93.50		CLASIFICACION
No.200	0.075	26.00	2.80	9.30	90.70		SUCS : CL
<No.200		835.00	90.70	100.00			AASHTO : A-7-6 (11)

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



Edilberto Cabanaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 84573

Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

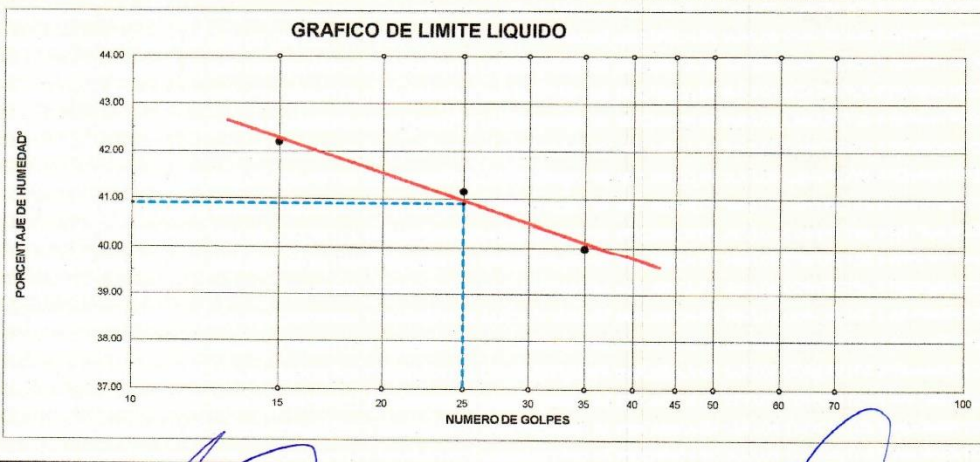


TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: CALICATA N° 03
UBICACION	: PROGRESIVA KM 05+600 - N 8323897.00; E 364513.00
FECHA	: martes, 26 de Abril de 2022

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	25	15	3T	4T
01. No. DE GOLPES					
02. TARRO No.	4T	5T	6T		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	31.50	31.05	31.07	11.65	11.35
04. SUELO SECO * TARRO g	25.65	25.21	25.12	10.21	9.95
05. PESO DEL AGUA g	5.85	5.84	5.95	1.44	1.40
06. PESO DEL TARRO g	11.02	11.02	11.02	4.10	4.10
07. PESO DEL SUELO SECO g	14.63	14.19	14.10	6.11	5.85
08. HUMEDAD %	39.99	41.16	42.20	23.57	23.93

LL.=	40.90 %	L.P.=	23.75 %	I.P.=	17.15
-------------	----------------	--------------	----------------	--------------	--------------



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

 Gerardo Cruz Tito
 INGENIERO CIVIL EN GEOTECNIA
 REG. 24673

Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"			
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA			
MUESTRA	: CALICATA N° 03			
UBICACION	: PROGRESIVA KM 05+600 - N 8323897.00; E 364513.00			
FECHA	: martes, 26 de Abril de 2022			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NORMA (ASTM D-2216)				
METODO SECADO AL HORNO				
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	564.00		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	465.00		
PESO RECIPIENTE	gr.	0.00		
PESO DE AGUA	gr.	99.00		
PESO DE SUELO SECO	gr.	465.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		21.29		
HUMEDAD PROMEDIO (%)		21.29		
OBSERVACIONES:				

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahupaza Velarde
Edilberto Cahupaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573

Gerardo Cruz Tito
Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



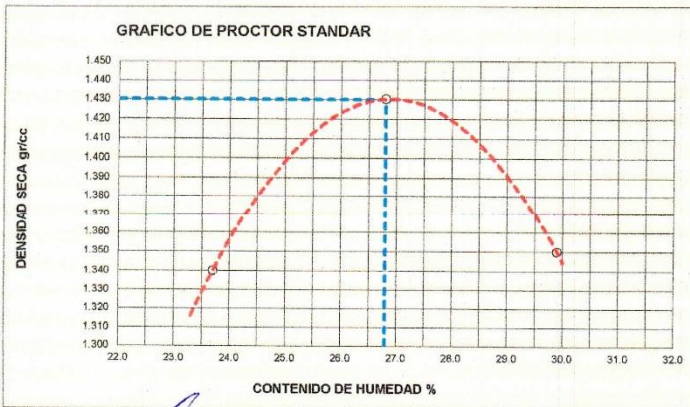
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: CALICATA N° 03
UBICACION	: PROGRESIVA KM 05+600 - N 8323897.00; E 364513.00
FECHA	: martes, 26 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,695	5,835	5,784	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,543	1,683	1,632	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.66	1.81	1.76	
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	287.00	374.00	369.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	232.00	295.00	284.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	55.00	79.00	85.00	
PESO DE SUELO SECO	232.00	295.00	284.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	23.70	26.80	29.90	
DENSIDAD SECA	1.34	1.43	1.35	



Max. densidad seca	1.43
Conten. humedad óptima	26.80

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edgar Gerardo Cruz Tito
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 54573

Edgar Gerardo Cruz Tito
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	CALICATA N° 03
UBICACION	PROGRESIVA KM 05+600 - N 8323897.00; E 364513.00
FECHA	martes, 26 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11025	11312	11549
Peso del Molde	gr.	7931	7931	7931
Peso del Suelo Humedo	gr.	3094	3381	3618
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.522	1.664	1.780

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	310.00			294.00			289.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	245.00			232.00			212.00		
Peso del Agua	gr.	65.00			62.00			57.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	245.00			232.00			212.00		
% de Humedad	%	26.53%			26.72%			26.89%		
Promedio de Humedad	%	26.53%			26.72%			26.89%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.203			1.313			1.403		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/04/2022	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
27/04/2022	08:25 a.m.	24:00:00	45.00	1.14	9.83	42	1.07	9.15	39	0.99	18.41
28/04/2022	08:25 a.m.	48:00:00	151.00	3.84	32.98	145	3.68	31.59	117	2.97	55.24
29/04/2022	08:25 a.m.	72:00:00	163.00	4.14	35.60	154	3.91	33.55	145	3.68	68.46
30/04/2022	08:25 a.m.	96:00:00	278.00	7.06	60.72	254	6.45	55.33	221	5.61	104.34

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	00:30		2	33.6	1.7		3	38	1.9		4	42	2.1	
1.27	01:00		3	37.9	1.9		4	42	2.1		7	55	2.8	
1.91	01:30		5	46.4	2.3		7	55	2.8		11	72	3.6	
2.54	02:00	70.31	6	50.6	2.6		9	63	3.2		14	82	4.2	
3.81	03:00		9	63.3	3.2		12	76	3.8		16	85	4.7	
5.09	04:00	108.00	10	67.6	3.4		14	85	4.3		18	102	5.1	
6.35	05:00		12	76.1	3.8		16	93	4.7		22	119	6.0	
7.62	06:00		14	84.6	4.3		18	102	5.1		28	144	7.3	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

ING. CIVIL ESPECIALIZADO
REG 54579

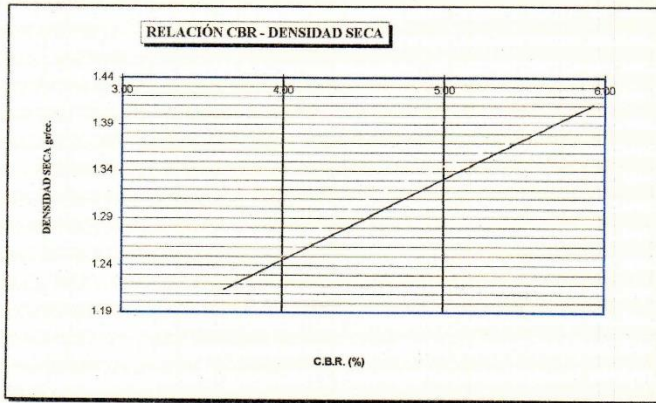
Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



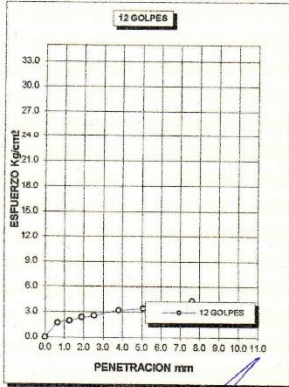
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



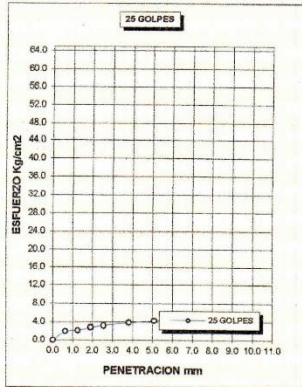
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	CALICATA N° 03
UBICACION	PROGRESIVA KM 05+600 - N 8323897.00; E 364513.00
FECHA	martes, 26 de Abril de 2022



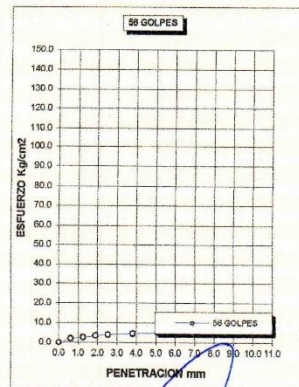
C.B.R.01" AL 100% 5.93%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 4.55%



CBR **3.64**



CBR **4.55**



CBR **5.93**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cohuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84673

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA

Anexo N°08 Certificados de Ensayos de Laboratorio. Suelo Natural (Calicata N°02) más Tereftalato de Polietileno y Caucho Granular.



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

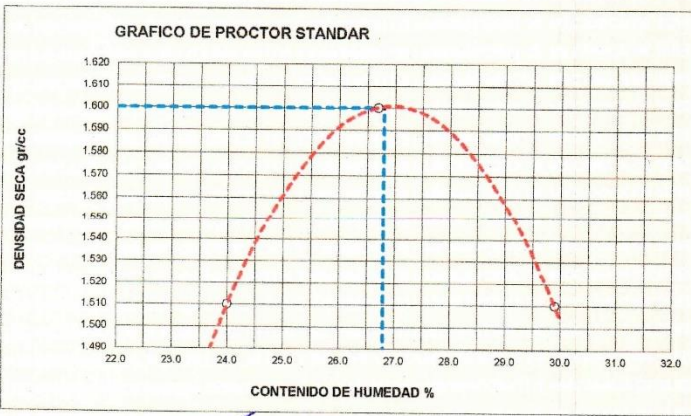


TESIS :	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA :	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA :	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION :	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA :	viernes, 1 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,894	6,036	5,974	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,742	1,884	1,822	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.87	2.03	1.96	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	191.00	247.00	287.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	154.00	195.00	221.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	37.00	52.00	66.00	
PESO DE SUELO SECO	154.00	195.00	221.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	24.00	26.70	29.90	
DENSIDAD SECA	1.51	1.60	1.51	



Max. densidad seca	1.60
Conten. humedad óptima	26.80

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Chahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 84573

Gerardo Cruz Tito
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	viernes, 1 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11575	11812	12034
Peso del Molde	gr.	7910	7910	7910
Peso del Suelo Humedo	gr.	3665	3902	4124
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.803	1.920	2.029

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	299.00			293.00			364.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	236.00			232.00			288.00		
Peso del Agua	gr.	63.00			61.00			76.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	236.00			232.00			288.00		
% de Humedad	%	26.69%			26.29%			26.39%		
Promedio de Humedad	%	26.69%			26.29%			26.39%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.423			1.520			1.606		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/04/2022	08:35 a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
02/04/2022	08:35 a.m.	24:00:00	45.00	1.14	9.63	39	0.99	8.50	32	0.81	15.11
03/04/2022	08:35 a.m.	48:00:00	132.00	3.35	28.83	115	2.92	25.05	101	2.57	47.66
04/04/2022	08:35 a.m.	72:00:00	151.00	3.84	32.98	142	3.61	30.93	112	2.84	52.88
05/04/2022	08:35 a.m.	96:00:00	278.00	7.06	60.72	232	5.89	50.54	202	5.13	95.37

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		9	63.3	3.2	11	72	3.6	15	69	4.5			
1.27	01:00		14	84.6	4.3	21	114	5.6	39	191	9.6			
1.91	01:30		21	114.3	5.8	32	161	8.1	55	259	13.1			
2.54	02:00	70.31	29	148.2	7.5	45	216	10.9	64	297	15.0			
3.81	03:00		36	177.9	9.0	51	242	12.2	69	318	16.1			
5.09	04:00	105.00	41	199.2	10.1	59	276	13.9	75	342	17.4			
6.35	05:00		52	245.8	12.4	69	318	16.1	80	365	18.4			
7.62	06:00		61	284.0	14.4	74	339	17.1	85	386	19.5			
8.84	07:00													
10.16	08:00													

David C. Calcina Apaza
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECHIA
 REG 84573

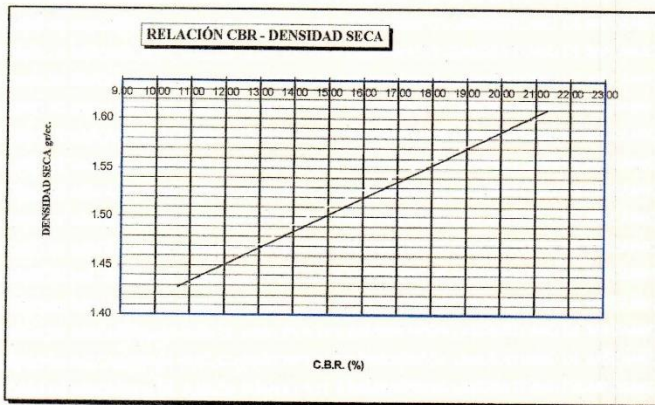
Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



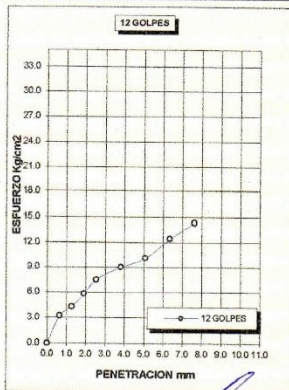
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



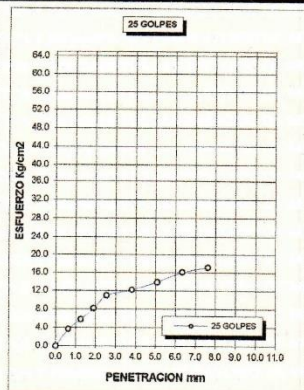
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	viernes, 1 de Abril de 2022



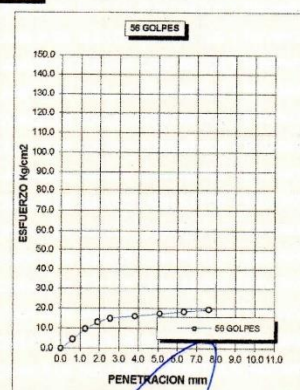
C.B.R.01" AL 100% 21.34%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 15.54%



CBR 10.66



CBR 15.54



CBR 21.34

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cabuagaza Velasco
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573

David Cerudo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Y H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

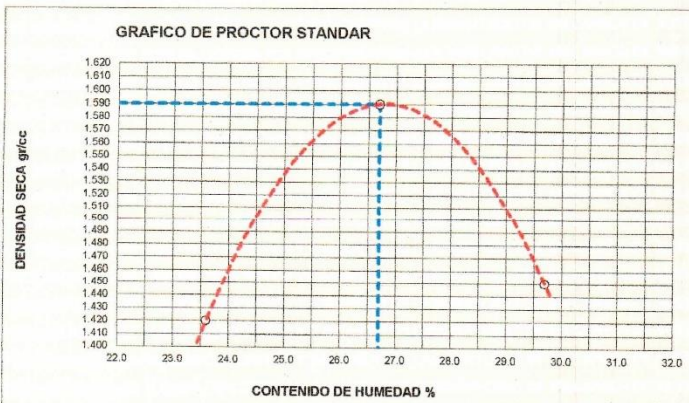


TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP. 34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	: MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	: sábado, 2 de Abril de 2022

PROCTOR STÁNDAR (ASTM D-698)

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,791	6,032	5,901	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,639	1,880	1,749	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.76	2.02	1.88	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	251.00	237.00	253.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	203.00	187.00	195.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	48.00	50.00	58.00	
PESO DE SUELO SECO	203.00	187.00	195.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	23.60	26.70	29.70	
DENSIDAD SECA	1.42	1.59	1.45	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Caluapeza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG. 84573

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORONISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% CAUCHO GRANULA
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	sábado, 2 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11571	11815	12086
Peso del Molde	gr.	7931	7931	7931
Peso del Suelo Humedo	gr.	3640	3884	4155
Volumen del Suelo	cc.	2061.20	2061.20	2061.20
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.766	1.884	2.016

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	299.00			293.00			364.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	236.00			232.00			288.00		
Peso del Agua	gr.	63.00			61.00			76.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	236.00			232.00			288.00		
% de Humedad	%	26.69%			26.29%			26.39%		
Promedio de Humedad	%	26.69%			26.29%			26.39%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.394			1.492			1.595		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansion		Dial		Expansion		Dial		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
02/04/2022	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03/04/2022	08:25 a.m.	24:00:00	49.00	1.09	0.30	30	0.97	0.20	29	0.74	13.07	29	13.07	
04/04/2022	08:25 a.m.	48:00:00	131.00	3.33	28.61	114	2.90	24.83	98	2.49	46.18	98	46.18	
05/04/2022	08:25 a.m.	72:00:00	152.00	3.86	33.20	141	3.58	30.72	107	2.72	50.42	107	50.42	
06/04/2022	08:25 a.m.	96:00:00	275.00	6.99	60.06	231	5.87	50.32	198	5.03	93.31	198	93.31	

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00
0.63	00:30		7	54.8	2.8		10	68	3.4		17	97	4.9	
1.27	01:00		12	78.1	3.8		15	89	4.5		24	127	6.4	
1.91	01:30		14	84.6	4.3		16	93	4.7		27	140	7.1	
2.54	02:00	70.31	17	97.3	4.9		21	114	5.8		28	144	7.3	
3.81	03:00		21	114.3	5.8		24	127	6.4		31	157	7.9	
5.09	04:00	109.00	23	122.8	6.2		26	135	6.8		34	169	8.6	
6.35	05:00		25	131.2	6.6		28	144	7.3		36	176	9.0	
7.62	06:00		26	135.5	6.8		31	157	7.9		39	186	9.4	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Edilberto Córdova Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573

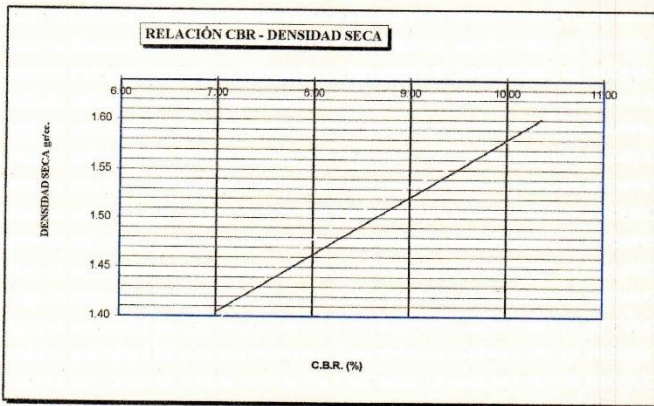
TECNICO LABORATORISTA



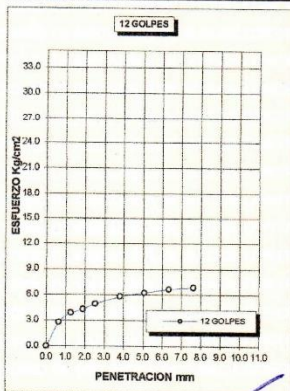
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



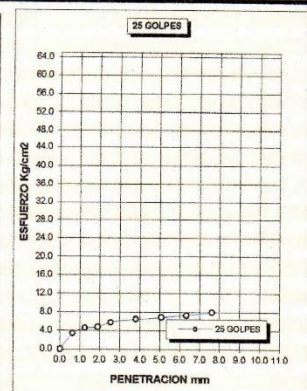
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	sábado, 2 de Abril de 2022



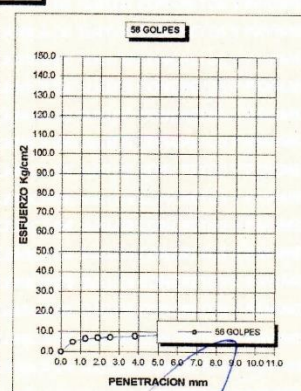
C.B.R.01" AL 100% 10.35%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 8.21%



CBR **6.99**



CBR **8.21**



CBR **10.35**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Caluagapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG. 84573

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

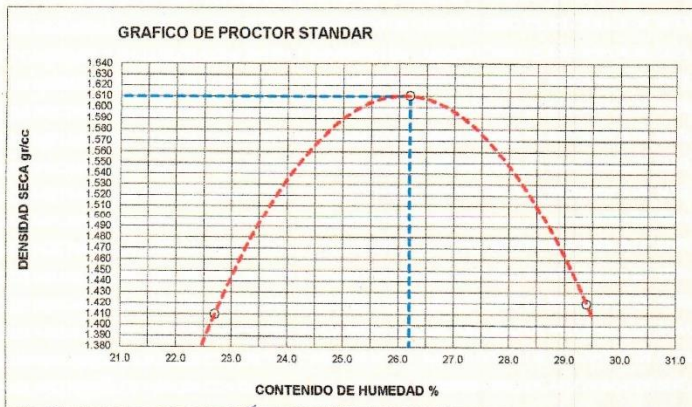


TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET
UBICACION	: MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	: martes, 5 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,764	6,037	5,865	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,612	1,885	1,713	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.73	2.03	1.84	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	222.00	260.00	233.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	181.00	206.00	180.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	41.00	54.00	53.00	
PESO DE SUELO SECO	181.00	206.00	180.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	22.70	26.20	29.40	
DENSIDAD SECA	1.41	1.61	1.42	



Max. densidad seca	1.61
Conten. humedad óptima	26.20

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuanaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 04573

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 5 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11578	11821	12078
Peso del Molde	gr.	7938	7938	7938
Peso del Suelo Humedo	gr.	3640	3883	4140
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.791	1.911	2.037

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	255.00			272.00			364.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	202.00			215.00			288.00		
Peso del Agua	gr.	53.00			57.00			76.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	202.00			215.00			288.00		
% de Humedad	%	26.24%			26.51%			26.39%		
Promedio de Humedad		26.24%			26.51%			26.39%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.419			1.510			1.612		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Expansion		Expansion		Expansion	
			Dial	mm %	Dial	mm %	Dial	mm %
05/04/2022	08:25 a.m.	0	0.00	0.00 0	0	0 0	0	0 0
03/04/2022	08:25 a.m.	24:00:00	42.00	1.07 17	36	0.91 7.84	28	0.71 13.22
04/04/2022	08:25 a.m.	48:00:00	129.00	3.28 28.17	112	2.84 24.40	97	2.46 45.80
05/04/2022	08:25 a.m.	72:00:00	149.00	3.78 32.54	136	3.45 29.63	106	2.69 50.04
06/04/2022	08:25 a.m.	96:00:00	265.00	6.73 57.88	226	5.74 49.23	196	4.98 92.54

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00
0.63	00:30		7	54.8	2.8		11	72	3.6		13	80	4.1	
1.27	01:00		13	80.3	4.1		17	97	4.9		33	165	8.4	
1.91	01:30		22	118.5	6.0		32	161	8.1		56	283	13.3	
2.54	02:00	70.31	28	144.0	7.3		41	199	10.1		67	310	15.6	
3.81	03:00		41	199.2	10.1		52	246	12.4		78	356	18.0	
5.09	04:00	105.00	51	241.6	12.2		63	293	14.8		86	390	19.7	
6.35	05:00		59	275.6	13.9		69	318	16.1		90	407	20.6	
7.62	06:00		64	296.8	15.0		74	339	17.1		97	437	22.1	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Eduardo Calvo Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG. 84513

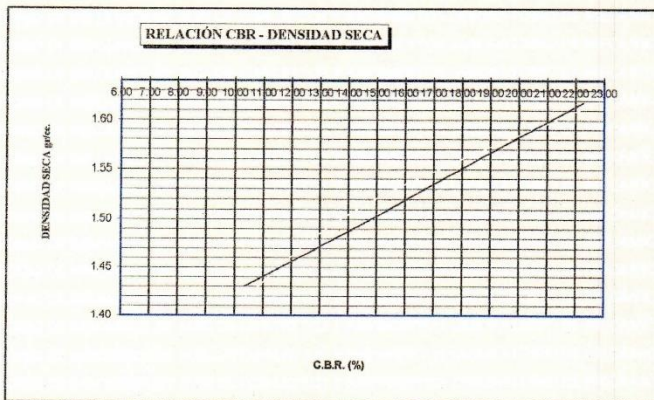
Edgar Ricardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



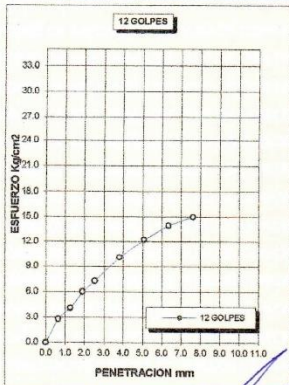
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



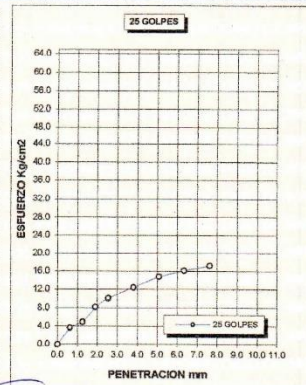
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 5 de Abril de 2022



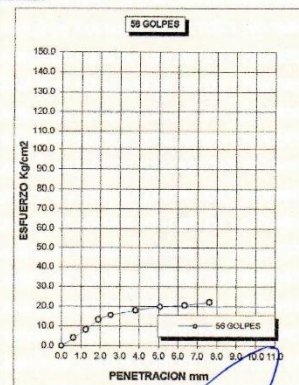
C.B.R.01" AL 100% 22.25%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 14.32%



CBR 10.35



CBR 14.32



CBR 22.25

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Canuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84513

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

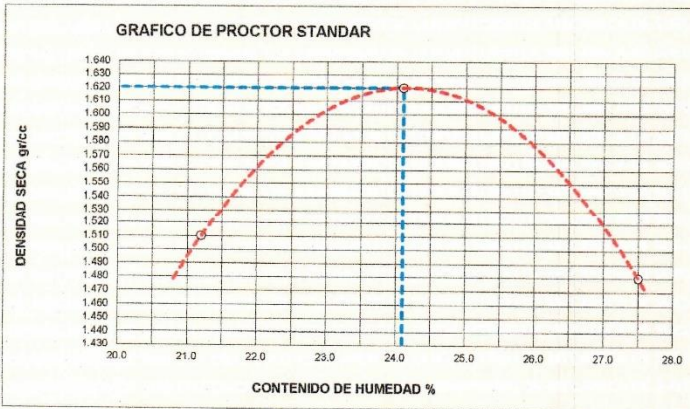


TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	: MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	: viernes, 8 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,854	6,021	5,905	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,702	1,869	1,753	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.83	2.01	1.89	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	229.00	242.00	269.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	189.00	195.00	211.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	40.00	47.00	58.00	
PESO DE SUELO SECO	189.00	195.00	211.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	21.20	24.10	27.50	
DENSIDAD SECA	1.51	1.62	1.48	



Max. densidad seca	1.62
Conten. humedad óptima	24.10

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 04570

Gerardo Cruz Tito
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	viernes, 8 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10778	11021	11289
Peso del Molde	gr.	7199	7199	7199
Peso del Suelo Humedo	gr.	3579	3822	4090
Volumen del Suelo	cc.	2033.98	2033.98	2033.98
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.760	1.879	2.011

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	303.00			288.00			329.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	244.00			232.00			265.00		
Peso del Agua	gr.	59.00			56.00			64.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	244.00			232.00			265.00		
% de Humedad	%	24.18%			24.14%			24.15%		
Promedio de Humedad	%	24.18%			24.14%			24.15%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.417			1.514			1.620		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/04/2022	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
09/04/2022	08:25 a.m.	24:00:00	41.00	1.04	8.95	36	0.91	7.84	27	0.69	12.72
10/04/2022	08:25 a.m.	48:00:00	121.00	3.07	26.43	109	2.77	23.74	95	2.41	44.77
11/04/2022	08:25 a.m.	72:00:00	144.00	3.66	31.45	132	3.35	28.75	104	2.64	49.01
12/04/2022	08:25 a.m.	96:00:00	256.00	6.50	55.91	215	5.46	46.84	195	4.95	91.89

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
0.63	00:30		12	76.1	3.8		18	102	5.1		26	135	6.8	
1.27	01:00		15	88.8	4.5		26	135	6.8		48	228	11.6	
1.91	01:30		25	131.2	6.5		42	203	10.3		59	276	13.9	
2.54	02:00	70.31	32	161.0	8.1		52	246	12.4		70	322	16.3	
3.81	03:00		45	216.1	10.9		65	301	15.2		80	365	18.4	
5.09	04:00	185.00	55	262.8	13.3		72	331	16.7		86	360	19.7	
6.35	05:00		65	301.0	15.2		84	382	19.3		96	433	21.9	
7.62	06:00		78	356.2	18.0		89	403	20.4		100	450	22.7	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Edilberto Quahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG 84573

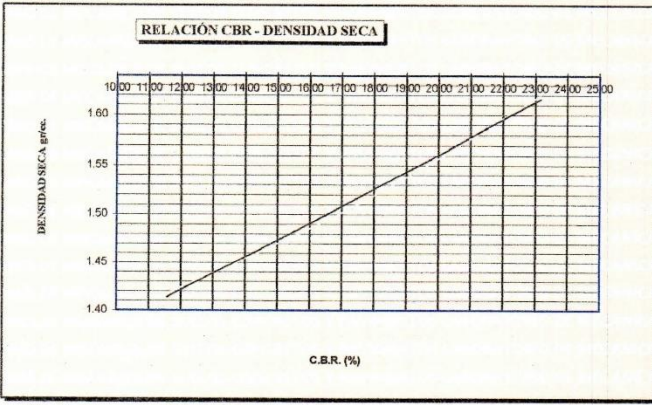
Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



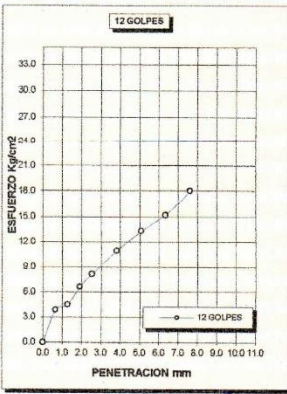
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



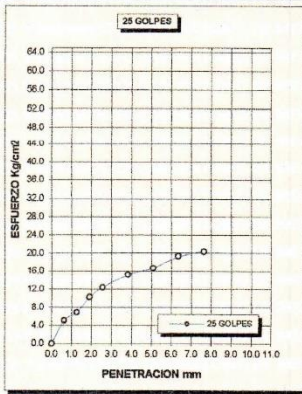
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	viernes, 8 de Abril de 2022



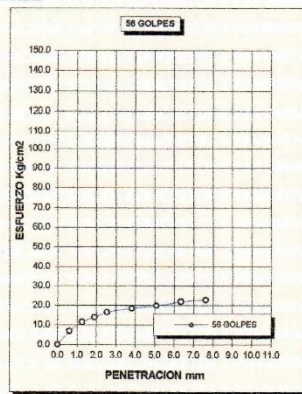
C.B.R.01" AL 100% 23.17%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 17.67%



CBR 11.57



CBR 17.67



CBR 23.17

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 84373

Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

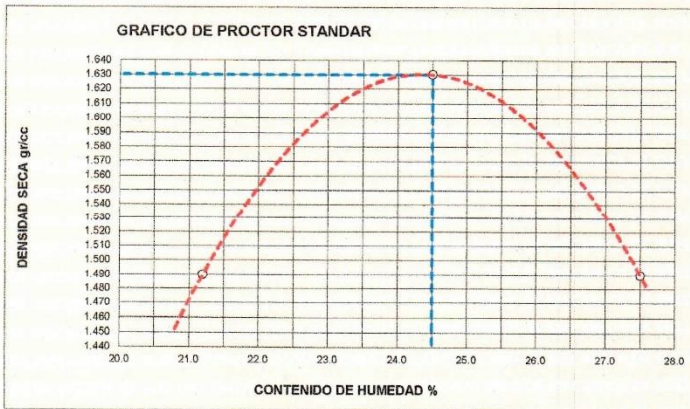


TESIS :	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA :	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA :	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION :	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA :	sábado, 9 de Abril de 2022

PROCTOR STÁNDAR (ASTM D-698)

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,821	6,039	5,914	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,669	1,887	1,762	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.80	2.03	1.90	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	229.00	193.00	269.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	189.00	155.00	211.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	40.00	38.00	58.00	
PESO DE SUELO SECO	189.00	155.00	211.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	21.20	24.50	27.50	
DENSIDAD SECA	1.49	1.63	1.49	



Max. densidad seca	1.63
Conten. humedad óptima	24.50

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 04073

Gerardo Cruz Tito
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 04073



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	sábado, 9 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10698	10978	11204
Peso del Molde	gr.	7065	7065	7065
Peso del Suelo Humedo	gr.	3633	3913	4139
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.788	1.925	2.037

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	251.00			275.00			330.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	201.00			221.00			265.00		
Peso del Agua	gr.	50.00			54.00			65.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	201.00			221.00			265.00		
% de Humedad	%	24.88%			24.43%			24.53%		
Promedio de Humedad	%	24.88%			24.43%			24.53%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.432			1.547			1.636		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/04/2022	08:45: a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
10/04/2022	08:45: a.m.	24:00:00	40.00	1.02	8.74	35	0.89	7.62	26	0.64	11.80
11/04/2022	08:45: a.m.	48:00:00	115.00	2.92	25.12	108	2.74	23.53	93	2.36	43.91
12/04/2022	08:45: a.m.	72:00:00	144.00	3.66	31.45	131	3.33	28.54	109	2.62	48.63
13/04/2022	08:45: a.m.	96:00:00	249.00	6.32	54.38	214	5.44	46.62	194	4.93	91.59

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	
0.00	0:00		0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.63	00:30		10	67.6	3.4	15	89	4.5	19	106	5.3				
1.27	01:00		15	88.8	4.5	25	131	6.6	38	191	9.6				
1.91	01:30		23	122.8	6.2	38	178	9.0	52	246	12.4				
2.54	02:00	70.31	34	169.4	8.6	48	229	11.6	62	285	14.6				
3.81	03:00		47	224.6	11.4	59	276	13.9	73	335	16.9				
5.09	04:00	105.00	59	275.6	13.9	71	326	16.5	83	377	19.1				
6.35	05:00		66	305.3	15.4	79	360	18.2	87	394	19.9				
7.62	06:00		79	360.4	18.2	85	386	19.5	95	426	21.7				
8.84	07:00														
10.16	08:00														

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 Edilberto Caluogaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG 84573

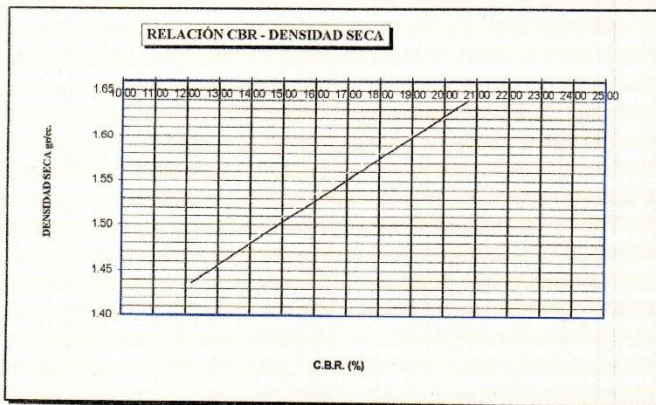
Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



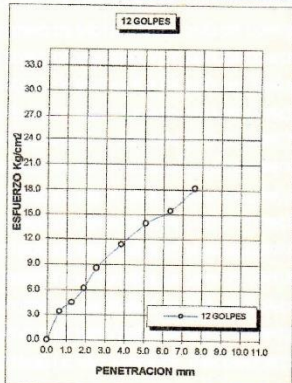
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



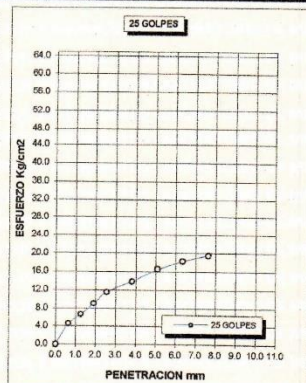
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 0.8% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	sábado, 9 de Abril de 2022



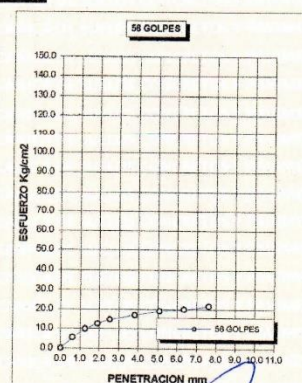
C.B.R.01" AL 100% 20.73%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 16.45%



CBR 12.18



CBR 16.45



CBR 20.73

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIST EN GEOTECHNICA
REG 84573

Gerardo Cruz Jim
TECNICO LABORATORISTA



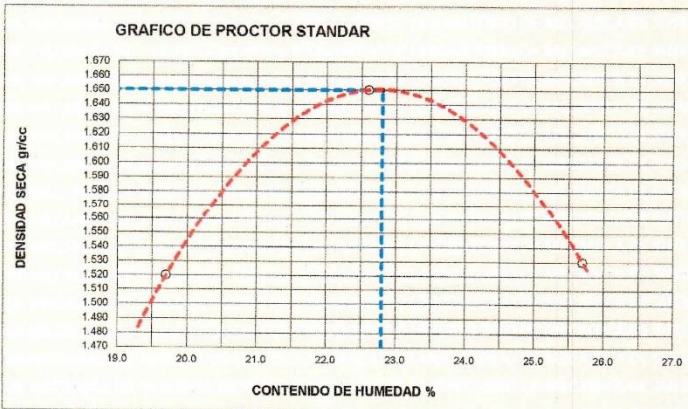
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS :	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA :	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA :	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET
UBICACION :	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA :	sábado, 9 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,845	6,030	5,936	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,693	1,878	1,784	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.82	2.02	1.92	
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	225.00	217.00	333.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	188.00	177.00	265.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	37.00	40.00	68.00	
PESO DE SUELO SECO	188.00	177.00	265.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	19.70	22.60	25.70	
DENSIDAD SECA	1.52	1.65	1.53	



Max. densidad seca	1.65
Conten. humedad óptima	22.80

Edilberto Canchaza Velarde
 Edilberto Canchaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 84079

Gerardo Cruz Tito
 Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	sábado, 9 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10228	10458	10703
Peso del Molde	gr.	6595	6595	6595
Peso del Suelo Humedo	gr.	3633	3863	4108
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.788	1.901	2.021

Capsula No	No	5	4	B	18	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	305.00			325.00			394.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	248.00			265.00			321.00		
Peso del Agua	gr.	57.00			60.00			73.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	248.00			265.00			321.00		
% de Humedad	%	22.98%			22.64%			22.74%		
Promedio de Humedad		22.98%			22.64%			22.74%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.454			1.550			1.647		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/04/2022	08:45: a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
10/04/2022	08:45: a.m.	24:00:00	39.00	0.99	8.52	33	0.84	7.19	23	0.58	10.96
11/04/2022	08:45: a.m.	48:00:00	114.00	2.90	24.90	107	2.72	23.31	91	2.31	42.96
12/04/2022	08:45: a.m.	72:00:00	136.00	3.45	29.70	129	3.28	28.10	101	2.57	47.68
13/04/2022	08:45: a.m.	96:00:00	245.00	6.22	53.51	211	5.36	45.96	191	4.85	90.17

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		9	63.3	3.2	14	85	4.3	19	106	5.3			
1.27	01:00		14	84.6	4.3	22	119	6.0	37	182	9.2			
1.91	01:30		22	118.5	6.0	24	127	6.4	47	225	11.4			
2.54	02:00	70.31	33	165.2	8.4	36	186	9.4	58	271	13.7			
3.81	03:00		46	220.4	11.1	53	250	12.6	71	326	16.5			
5.09	04:00	105.00	58	271.3	13.7	68	314	15.9	81	369	18.6			
6.35	05:00		65	301.0	15.2	78	356	18.0	88	399	20.2			
7.62	06:00		78	356.2	18.0	84	382	19.3	96	433	21.9			
8.84	07:00													
10.16	08:00													

ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG. 0173

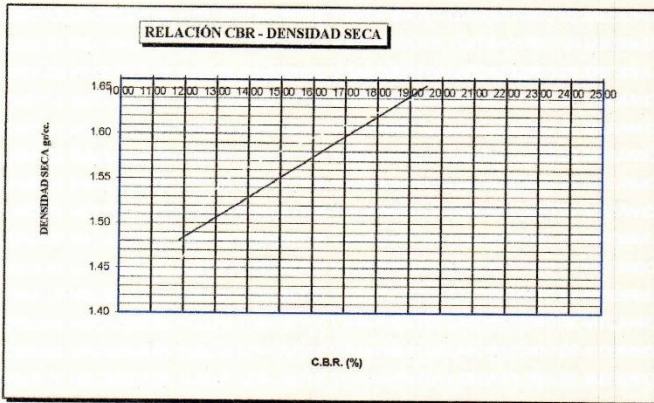
ING. GERARDO CRUZ TITO
TECNICO LABORATORISTA



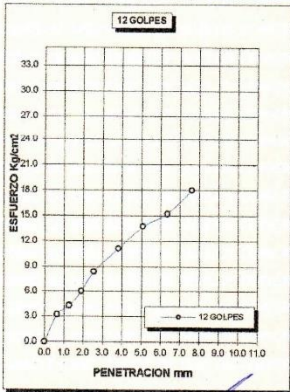
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



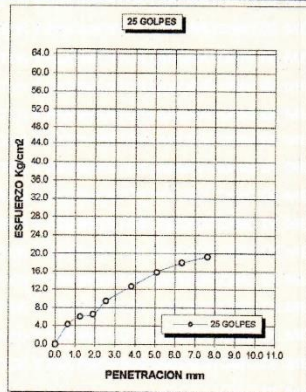
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	sábado, 9 de Abril de 2022



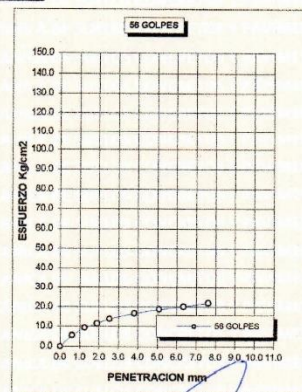
C.B.R.01" AL 100% 19.51%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 13.40%



CBR **11.88**



CBR **13.40**



CBR **19.51**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Chuanza Velarde
 Edilberto Chuanza Velarde
 ING. CIVILES ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 34673

Edgar Gerardo Cruz Tito
 Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

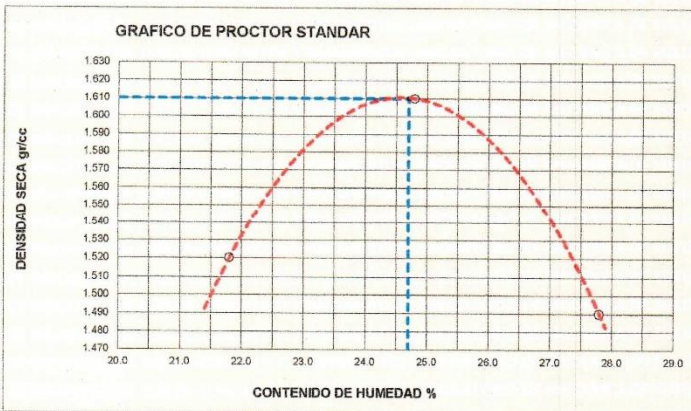


TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	: MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	: martes, 12 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,876	6,019	5,925	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,724	1,867	1,773	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.85	2.01	1.91	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	235.00	206.00	308.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	193.00	165.00	241.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	42.00	41.00	67.00	
PESO DE SUELO SECO	193.00	165.00	241.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	21.80	24.80	27.80	
DENSIDAD SECA	1.52	1.61	1.49	



Max. densidad seca	1.61
Conten. humedad óptima	24.70

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahua
Edilberto Cahua
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 84973

Agar Gerardo Cruz Tito
Agar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 12 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10754	11021	11250
Peso del Molde	gr.	7174	7174	7174
Peso del Suelo Humedo	gr.	3580	3847	4076
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.762	1.893	2.006

Capsula No	No	6	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	414.00			377.00			380.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	332.00			302.00			305.00		
Peso del Agua	gr.	82.00			75.00			75.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	332.00			302.00			305.00		
% de Humedad	%	24.70%			24.83%			24.59%		
Promedio de Humedad	%	24.70%			24.83%			24.59%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.413			1.516			1.610		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I		
			Dial	Expansion mm	%	Dial	Expansion mm	%	Dial	Expansion mm	%
12/04/2022	08:55: a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	
13/04/2022	08:55: a.m.	24:00:00	37.00	0.94	8.08	32	0.81	6.97	21	0.53	0.01
14/04/2022	08:55: a.m.	48:00:00	111.00	2.82	24.24	104	2.64	22.66	89	2.26	42.02
15/04/2022	08:55: a.m.	72:00:00	132.00	3.35	28.83	119	3.02	25.92	98	2.49	46.27
16/04/2022	08:55: a.m.	96:00:00	241.00	6.12	52.63	203	5.16	44.22	185	4.70	87.34

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	00:30		11	71.8	3.6		14	85	4.3		17	97	4.9	
1.27	01:00		19	105.8	5.3		23	123	6.2		37	182	9.2	
1.91	01:30		26	135.5	6.8		36	178	9.0		56	263	13.3	
2.54	02:00	70.31	34	169.4	8.6		55	259	13.1		72	331	16.7	
3.81	03:00		51	241.6	12.2		64	297	15.0		91	411	20.8	
5.09	04:00	105.00	62	288.3	14.6		85	366	19.5		103	462	23.4	
6.35	05:00		72	330.7	16.7		94	424	21.4		118	517	26.2	
7.62	06:00		81	388.9	18.6		104	467	23.6		124	551	27.9	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Edilbervo Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 14573

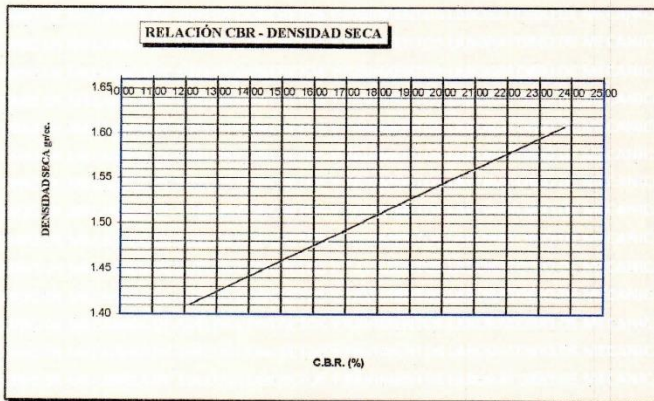
Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



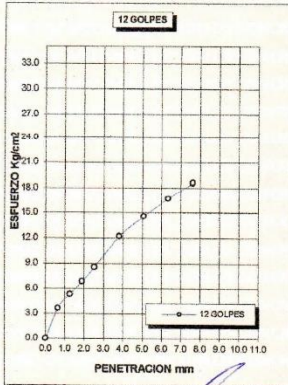
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



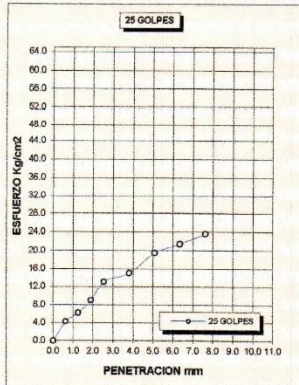
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 12 de Abril de 2022



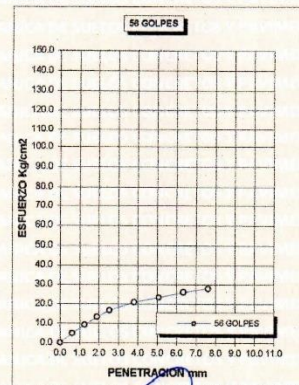
C.B.R.01" AL 100% 23.78%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 18.59%



CBR 12.18



CBR 18.59



CBR 23.78

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
David C. Calcina Apaza
Ingeniero Civil Especialista en Geotecnia
REG 04373

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

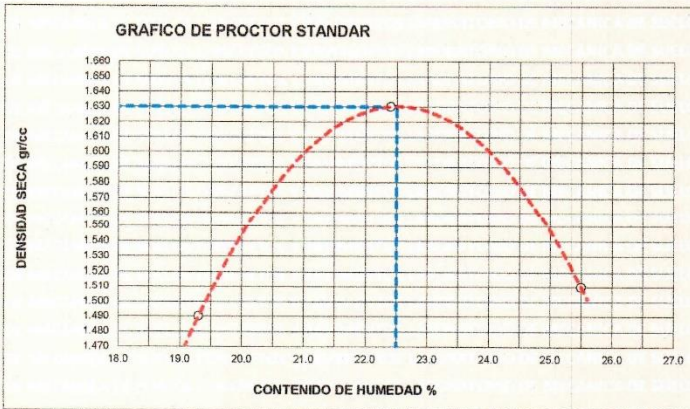


TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	: MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	: martes, 12 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,806	5,999	5,921	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,654	1,847	1,769	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.78	1.99	1.90	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	260.00	240.00	379.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	218.00	196.00	302.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	42.00	44.00	77.00	
PESO DE SUELO SECO	218.00	196.00	302.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	19.30	22.40	25.50	
DENSIDAD SECA	1.49	1.63	1.51	



Max. densidad seca	1.63
Conten. humedad óptima	22.50

Edilberto Caluagaza Velarde
 Edilberto Caluagaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 34573

Edgar Gerardo Cruz Tito
 Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 12 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10254	10525	10662
Peso del Molde	gr.	6596	6596	6596
Peso del Suelo Humedo	gr.	3658	3929	4066
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.800	1.933	2.001

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	414.00			377.00			410.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	332.00			302.00			334.00		
Peso del Agua	gr.	82.00			75.00			76.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	332.00			302.00			334.00		
% de Humedad	%	24.70%			24.83%			22.75%		
Promedio de Humedad	%	24.70%			24.83%			22.75%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.443			1.549			1.630		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/04/2022	09:45: a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
13/04/2022	09:45: a.m.	24:00:00	36.00	0.91	7.86	30	0.76	6.54	19	0.48	8.97
14/04/2022	09:45: a.m.	48:00:00	110.00	2.79	24.02	102	2.59	22.22	87	2.21	41.07
15/04/2022	09:45: a.m.	72:00:00	129.00	3.28	28.17	116	2.95	25.27	96	2.44	45.32
16/04/2022	09:45: a.m.	96:00:00	238.00	6.07	52.20	201	5.11	43.79	182	4.62	85.93

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
0.63	00:30		9	63.3	3.2		12	76	3.8		19	106	5.3	
1.27	01:00		17	97.3	4.9		26	135	6.8		42	203	10.3	
1.91	01:30		25	131.2	6.6		36	186	9.4		58	271	13.7	
2.54	02:00	70.31	32	161.0	8.1		51	242	12.2		69	318	16.1	
3.81	03:00		49	233.1	11.8		59	276	13.9		86	390	19.7	
5.09	04:00	105.00	60	279.8	14.1		83	377	19.1		92	416	21.0	
6.35	05:00		71	326.5	16.5		82	373	18.9		101	454	22.9	
7.62	06:00		79	360.4	18.2		99	445	22.5		108	484	24.4	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Ediberto C. Jimenez Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 84573

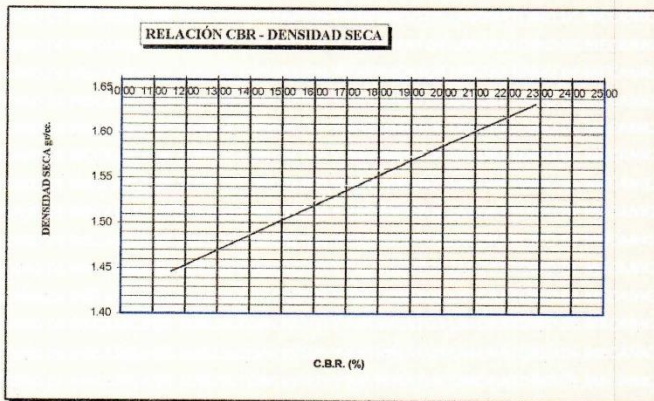
Edgar Gerardo Cruz Jim
 TECNICO LABORATORISTA



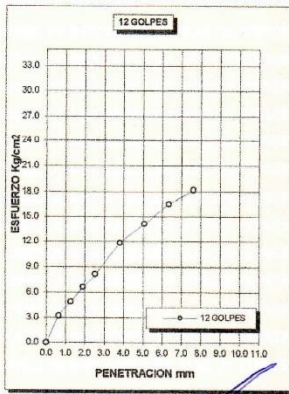
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



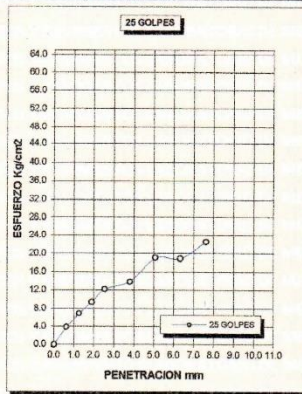
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.0% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 12 de Abril de 2022



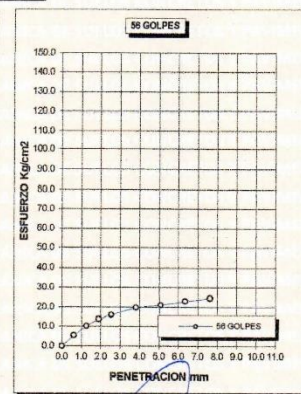
C.B.R.01" AL 100% 22.86%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 17.37%



CBR 11.57



CBR 17.37



CBR 22.86

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Caluagaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIDAD GEOTECHIA
REG 84973

Edgar Gerardo Cruz Tito
ING. CIVIL ESPECIALIDAD GEOTECHIA
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

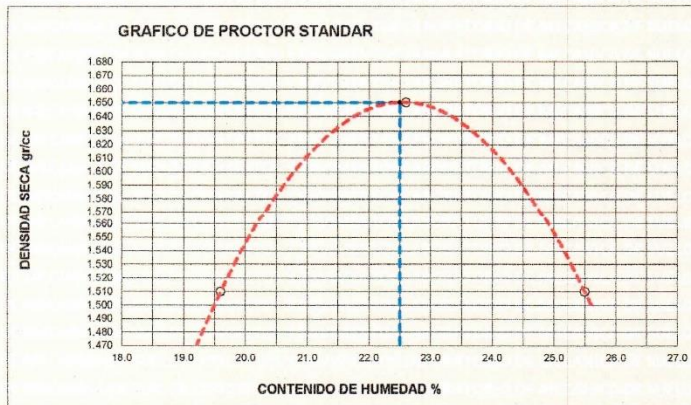


TESIS :	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA :	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA :	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET
UBICACION :	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA :	lunes, 18 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,832	6,025	5,910	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,680	1,873	1,758	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.81	2.02	1.89	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	281.00	280.00	344.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	235.00	212.00	274.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	46.00	48.00	70.00	
PESO DE SUELO SECO	235.00	212.00	274.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	19.60	22.60	25.50	
DENSIDAD SECA	1.51	1.65	1.51	



Max. densidad seca	1.65
Conten. humedad óptima	22.60

Edilberto Calcina Velarde
 Edilberto Calcina Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

Edgar Gerardo Cruz Tila
 Edgar Gerardo Cruz Tila
 TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	lunes, 18 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10181	10455	10685
Peso del Molde	gr.	6567	6567	6567
Peso del Suelo Humedo	gr.	3614	3888	4118
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.778	1.913	2.026

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	260.00			325.00			410.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	212.00			285.00			334.00		
Peso del Agua	gr.	48.00			60.00			76.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	212.00			285.00			334.00		
% de Humedad	%	22.64%			22.64%			22.75%		
Promedio de Humedad	%	22.64%			22.64%			22.75%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.450			1.560			1.651		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansion		Dial		Expansion		Dial		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
18/04/2022	09:45: a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19/04/2022	09:45: a.m.	24:00:00	35.00	0.89	7.64	25	0.64	5.45	16	0.46	8.50			
20/04/2022	09:45: a.m.	48:00:00	105.00	2.67	22.93	101	2.57	22.00	85	2.16	40.13			
21/04/2022	09:45: a.m.	72:00:00	122.00	3.10	26.64	114	2.90	24.83	94	2.39	44.38			
22/04/2022	09:45: a.m.	96:00:00	231.00	5.87	50.45	199	5.05	43.35	165	4.19	77.90			

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
0.63	00:30		10	67.6	3.4		14	85	4.3		16	93	4.7	
1.27	01:00		13	80.3	4.1		19	108	5.3		24	127	6.4	
1.91	01:30		18	101.5	5.1		25	131	6.6		36	178	9.0	
2.54	02:00	70.31	23	122.8	6.2		35	174	8.8		57	267	13.5	
3.81	03:00		34	169.4	8.6		53	250	12.6		75	399	17.4	
5.09	04:00	105.00	44	211.9	10.7		72	331	16.7		97	477	22.1	
6.35	05:00		53	250.1	12.6		81	369	18.6		101	454	22.9	
7.62	06:00		59	275.6	13.9		92	416	21.0		107	479	24.2	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Edilberto Calvo Cruz Tito
 ING. CIVIL-ESPANOL
 REG 04573

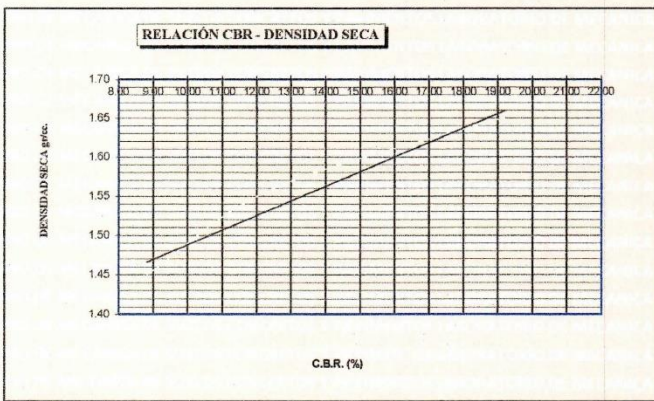
Edilberto Calvo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



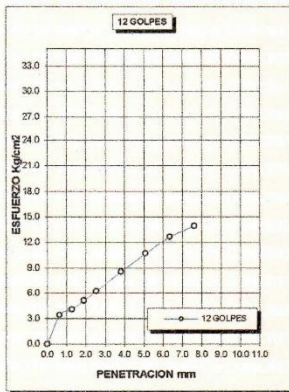
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



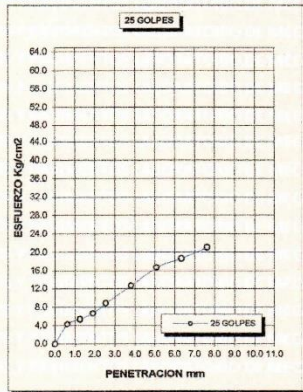
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	lunes, 18 de Abril de 2022



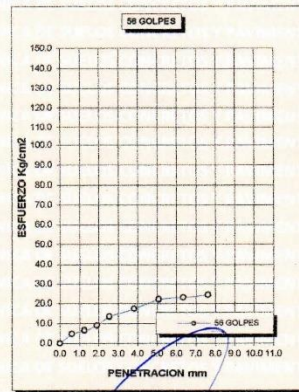
C.B.R.01" AL 100% 19.20%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 12.49%



CBR 8.83



CBR 12.49



CBR 19.20

Edgar Gerardo Cruz Tito
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edu. Gerardo Cruz Tito
INGENIERO EN GEOTECNIA
N° 30 84579

Edgar Gerardo Cruz Tito
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edu. Gerardo Cruz Tito
INGENIERO EN GEOTECNIA
N° 30 84579



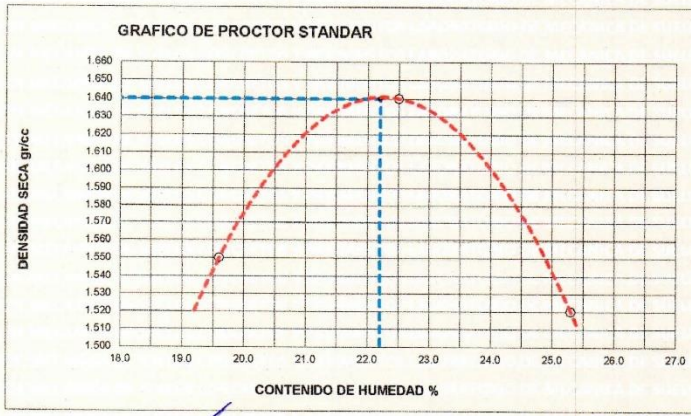
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	: "TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	: BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	: SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	: MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	: lunes, 18 de Abril de 2022

PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,874	6,017	5,922	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,722	1,865	1,770	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.85	2.01	1.90	
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	220.00	218.00	277.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	184.00	178.00	221.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	36.00	40.00	56.00	
PESO DE SUELO SECO	184.00	178.00	221.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	19.60	22.50	25.30	
DENSIDAD SECA	1.55	1.64	1.52	



Max. densidad seca	1.64
Conten. humedad óptima	22.20

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 Edilberto Chuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 84573

Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	lunes, 18 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10758	11015	11245
Peso del Molde	gr.	7174	7174	7174
Peso del Suelo Humedo	gr.	3584	3841	4071
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.764	1.890	2.003

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	399.00			406.00			381.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	326.00			332.00			312.00		
Peso del Agua	gr.	73.00			74.00			69.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	326.00			332.00			312.00		
% de Humedad	%	22.39%			22.29%			22.12%		
Promedio de Humedad		22.39%			22.29%			22.12%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.441			1.546			1.640		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansion		Dial		Expansion		Dial		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
18/04/2022	06:55: a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/04/2022	06:55: a.m.	24:00:00	35.00	0.89	7.64	31	0.79	0.75	19	0.40	0.97			
20/04/2022	08:55: a.m.	48:00:00	110.00	2.79	24.02	105	2.67	22.87	88	2.24	41.55			
21/04/2022	08:55: a.m.	72:00:00	130.00	3.30	28.39	114	2.90	24.83	96	2.44	45.32			
22/04/2022	08:55: a.m.	96:00:00	233.00	5.92	50.89	201	5.11	43.79	175	4.45	82.62			

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	00:30		13	80.3	4.1		15	89	4.5		21	114	5.8	
1.27	01:00		21	114.3	5.8		25	131	6.6		41	199	10.1	
1.91	01:30		28	144.0	7.3		39	191	9.6		61	284	14.4	
2.54	02:00	70.31	36	177.9	9.0		56	283	13.3		74	338	17.1	
3.81	03:00		55	258.6	13.1		88	305	15.4		94	424	21.4	
5.09	04:00	105.00	85	301.0	15.2		84	382	19.3		108	484	24.4	
6.35	05:00		75	343.5	17.4		97	437	22.1		121	529	27.2	
7.62	06:00		84	381.7	19.3		105	471	23.8		131	581	29.4	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

Edilberto Colquiza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 84573

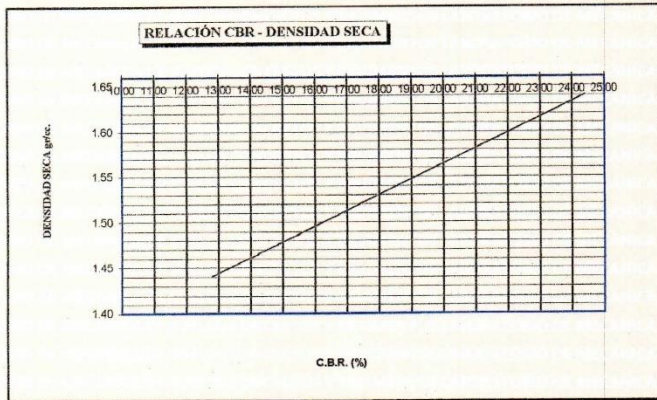
Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



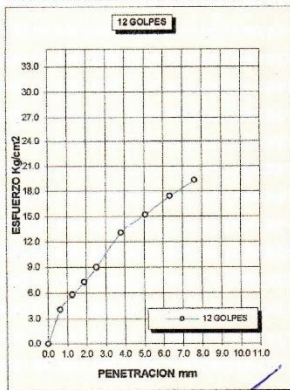
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



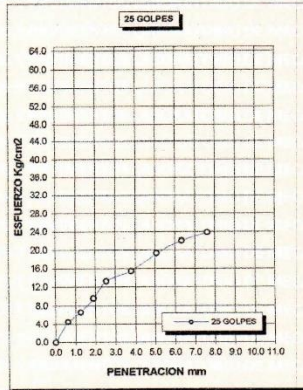
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET + 1.0% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	lunes, 18 de Abril de 2022



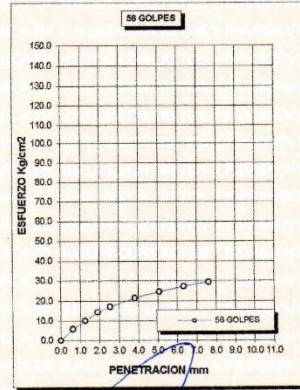
C.B.R.01" AL 100% 24.39%
C.B.R.01" AL 95% M.D.S. 18.90%



CBR 12.79



CBR 18.90



CBR 24.39

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Eduardo Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 24573

LABORATORIO "GEO ALTIPLANO"
Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

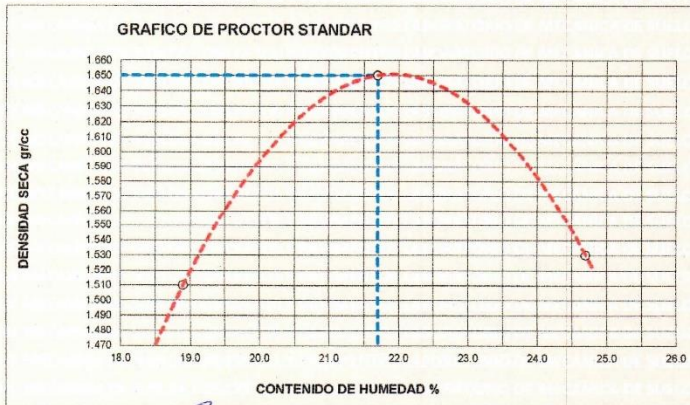


TESIS :	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA :	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA :	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION :	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA :	martes, 19 de Abril de 2022

**PROCTOR STÁNDAR
(ASTM D-698)**

DETERMINACION DE DENSIDAD				
ENSAYO N°	1	2	3	4
PESO MOLDE+SUELO	5,812	6,021	5,926	
PESO MOLDE	4,152	4,152	4,152	
PESO SUELO COMPACTADO	1,660	1,869	1,774	
VOLUMEN DEL MOLDE	929	929	929	
DENSIDAD HUMEDA	1.79	2.01	1.91	

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	315.00	269.00	414.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	265.00	221.00	332.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	50.00	48.00	82.00	
PESO DE SUELO SECO	265.00	221.00	332.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	18.90	21.70	24.70	
DENSIDAD SECA	1.51	1.65	1.53	



Max. densidad seca	1.65
Conten. humedad óptima	21.70

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Calcina Apaza
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 34573

David C. Calcina Apaza
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 19 de Abril de 2022

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10194	10415	10684
Peso del Molde	gr.	6596	6596	6596
Peso del Suelo Humedo	gr.	3598	3819	4088
Volumen del Suelo	cc.	2032.22	2032.22	2032.22
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.770	1.879	2.012

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	380.00			345.00			323.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	312.00			284.00			265.00		
Peso del Agua	gr.	68.00			61.00			58.00		
Peso de la Capsula	gr.	0.00			0.00			0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	312.00			284.00			265.00		
% de Humedad	%	21.79%			21.48%			21.89%		
Promedio de Humedad	%	21.79%			21.48%			21.89%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.454			1.547			1.650		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansion		Dial		Expansion		Dial		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
19/04/2022	09:45: a.m.	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13/04/2022	09:45: a.m.	24:00:00	36.00	0.89	7.84	29	0.74	6.32	18	0.46	8.50			
14/04/2022	09:45: a.m.	48:00:00	108.00	2.74	23.59	101	2.57	22.00	86	2.18	40.60			
15/04/2022	09:45: a.m.	72:00:00	122.00	3.10	26.64	114	2.90	24.83	95	2.41	44.85			
16/04/2022	09:45: a.m.	96:00:00	232.00	5.89	50.67	199	5.05	43.35	178	4.52	84.04			

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	
0.00	0:00		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.63	00:30		10	67.6	3.4		13	80	4.1		21	114	5.8		
1.27	01:00		18	101.5	5.1		27	140	7.1		44	212	10.7		
1.91	01:30		26	135.5	6.8		39	191	9.6		59	276	13.9		
2.54	02:00	70.31	33	165.2	8.4		52	246	12.4		70	322	16.3		
3.81	03:00		50	237.4	12.0		60	280	14.1		87	394	19.9		
5.09	04:00	105.00	61	284.0	14.4		84	382	19.3		94	424	21.4		
6.35	05:00		72	330.7	16.7		83	377	19.1		104	467	23.6		
7.62	06:00		80	364.7	18.4		101	454	22.9		112	501	25.3		
8.84	07:00														
10.16	08:00														

Edgardo Cruz Tito
 Edgardo Cruz Tito
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 RUC 04573

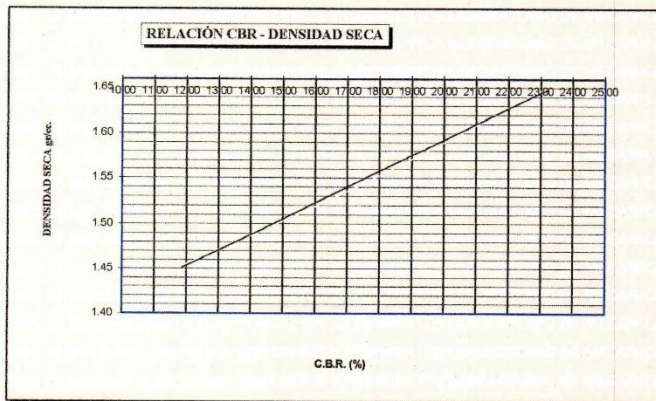
Edgardo Cruz Tito
 Edgardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



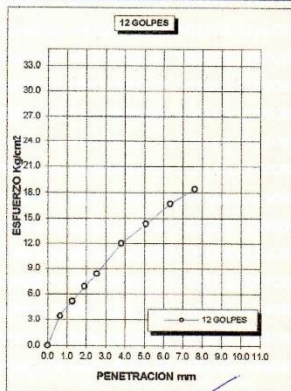
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



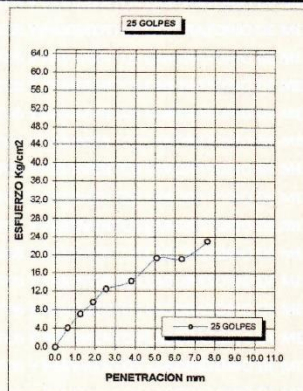
TESIS	"TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO GRANULAR EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE SUELOS FINOS, EN LA CARRETERA EMP.34B - SANTIAGO DE PUPUJA, PUNO 2022"
TESISTA	BACH. DAVID C. CALCINA APAZA
MUESTRA	SUELO PATRON (CALICATA N° 02) + 1.5% de PET + 1.5% CAUCHO GRANULAR
UBICACION	MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO
FECHA	martes, 19 de Abril de 2022



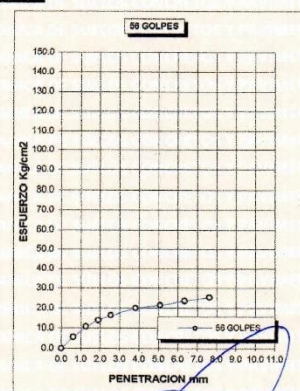
C.B.R.01" AL 100% 23.17%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. 17.67%



CBR 11.88



CBR 17.67



CBR 23.17

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edgar C. Calcina Apaza
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA

Anexo N°09 Certificados de Calibración.



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-051-2022

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	COPA CASAGRANDE
Identificación	NO INDICA
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-CC
Serie	053
Mecanismo	Manual
Ranurador	BRONCE
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/23
Método/Procedimiento de calibración	
La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.	

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



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 Arévato Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16,5 °C	Final: 16,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 52 %hr	Final: 52 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Limite Líquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela				Base			Extremo Curvado		
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Cortante	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPEJOR	2,10	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27,10	+/- 1	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



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47,50	+/- 1.5	OK
ESPEJOR	52,00	+/- 5	OK
LARGO	149,80	+/- 5	OK
ANCHO	126,00	+/- 5	OK
HUELLA	4,00	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10,00	+/- 0.2	OK
ESPEJOR	10,00	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	1,90	+/- 0.1	OK
ANCHO	13,50	+/- 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.

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° LBS-048-2022

Página 1 de 3

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante LABORATORIO GEO ALTIPLANO,
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

Dirección JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Instrumento de medición MOLDE PROCTOR DE 4"

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie MOLDE 02

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración LABORATORIO DE SUELOS
JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Fecha de calibración 2022/02/22

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.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERÚ AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 16,6 °C Final: 13,9 °C

Humedad Relativa Inicial: 49 %hr Final: 49 %hr

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	101,40	101,6	+/- 0,66mm
N° 2	101,60	101,6	+/- 0,66mm
N° 3	101,50	101,6	+/- 0,66mm
N° 4	101,50	101,6	+/- 0,66mm

PROMEDIO 101,50 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	116,20	116,43	+/- 0,5mm
N° 2	116,10	116,43	+/- 0,5mm
N° 3	116,10	116,43	+/- 0,5mm
N° 4	115,80	116,43	+/- 0,5mm

PROMEDIO 116,05 : OK





TABLA N° 03

VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	939	944,14	+/- 14 cc

PROMEDIO	939	:	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
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-013-2022

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante **LABORATORIO GEO ALTIPLANO,
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C**

Dirección JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Instrumento de medición **PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA**

Identificación NO INDICA

Marca Prensa ARSOU

Modelo PR401

Serie 20201

Celda de Carga TIPO S

Modelo H3-C3-5,OT-6B

Indicador NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Fecha de calibración 2022/02/22

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 Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16,4 °c	Final: 16,3 °c
Humedad Relativa	Inicial: 51 %hr	Final: 52 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	496,7	498,9	-0,67	-0,22	497,8	-0,443	0,32
1000	998,6	999,5	-0,14	-0,05	999,1	-0,10	0,06
1500	1500,5	1500,1	0,03	0,01	1500,3	0,02	0,02
2000	1999,3	1999,1	-0,04	-0,05	1999,2	-0,04	0,01
2500	2501,2	2500,8	0,05	0,03	2501,0	0,04	0,01
3000	3000,0	3000,1	0	0	3000,1	0,00	0,00
3500	3500,1	3500,2	0	0,01	3500,2	0,00	0,00
4000	3998,1	3999,5	-0,05	-0,01	3998,8	-0,03	0,02

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 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

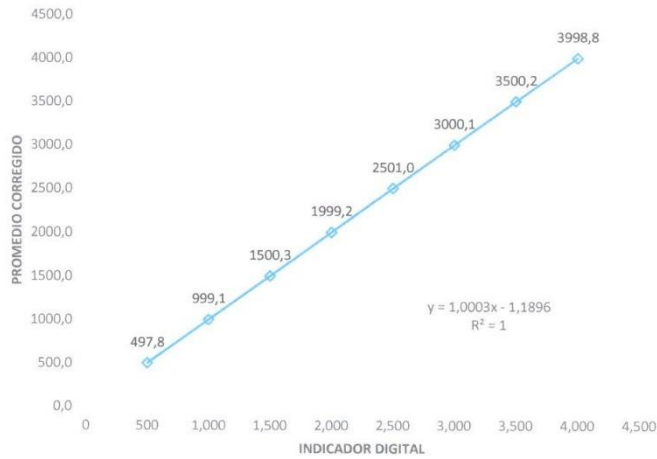
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0003x - 1,1896$

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 % con
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.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-052-2022

Página 1 de 2

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	MARTILLO PROCTOR DE 5.5 LB
Identificación	NO INDICA
Marca	NO INDICA
Modelo	INDICA
Serie	MARTILLO 01
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/23
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.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
Patrones de referencia de INACAL	Balanza Ohaus de 30 kg x 1 g	144-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16,6 °C	Final: 13,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 49 %hr	Final: 36 %hr

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

	Promedio	Tolerancia	Resultado
Peso Martillo (g.)	2498	2500 ± 10	OK
∅ Cara Impacto (mm)	50,68	50,8 ± 0,13	OK
Altura de Caída (mm)	304	304,8 ± 1,3	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.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-007-2022

Página 1 de 5

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante **LABORATORIO GEO ALTIPLANO,
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C**

Dirección JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Instrumento de medición **HORNO DE LABORATORIO**

Identificación NO INDICA

Marca PERUTEST

Modelo PT-H76

Serie 150

Cámara 76 LITROS

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia CHINA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Lugar de calibración

Fecha de calibración 2022/02/23

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms 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.



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
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-007-2022

Página 2 de 5

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con 12 termocuplas tipo K	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 20,1 °C Final: 20,5 °C
 Humedad Relativa Inicial: 65 %hr Final: 65 %hr

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T* Prom. °C	Tmax - Tmin °C	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:00	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
00:02	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
00:04	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
00:06	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
00:08	110	110,5	110,0	110,5	110,5	110,1	110,7	110,2	110,5	110,6	110,7	110,4	110,4	0,7
00:10	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
00:12	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
00:14	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
00:16	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
00:18	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
00:20	110	110,1	110,1	110,8	110,9	110,8	110,5	110,7	110,5	111,0	110,7	110,6	110,6	0,9
00:22	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
00:24	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
00:26	110	110,3	110,4	110,5	110,3	110,0	110,7	110,7	110,3	110,5	110,7	110,4	110,4	0,7
00:28	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
00:30	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
00:32	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
00:34	110	110,5	110,1	110,5	110,5	110,3	110,5	110,1	110,7	110,0	110,6	110,4	110,4	0,7
00:36	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
00:38	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
00:40	110	110,2	111,0	110,4	110,2	110,9	110,2	110,5	110,5	110,5	110,3	110,5	110,5	0,8
00:42	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
00:44	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
00:46	110	110,2	110,5	110,2	110,9	110,4	110,7	110,8	110,3	110,3	111,0	110,5	110,5	0,8
00:48	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
00:50	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	110,1	110,0	110,0	110,0	110,1	110,1	110,1	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tms 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. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ARSOU GROUP S.A.C.

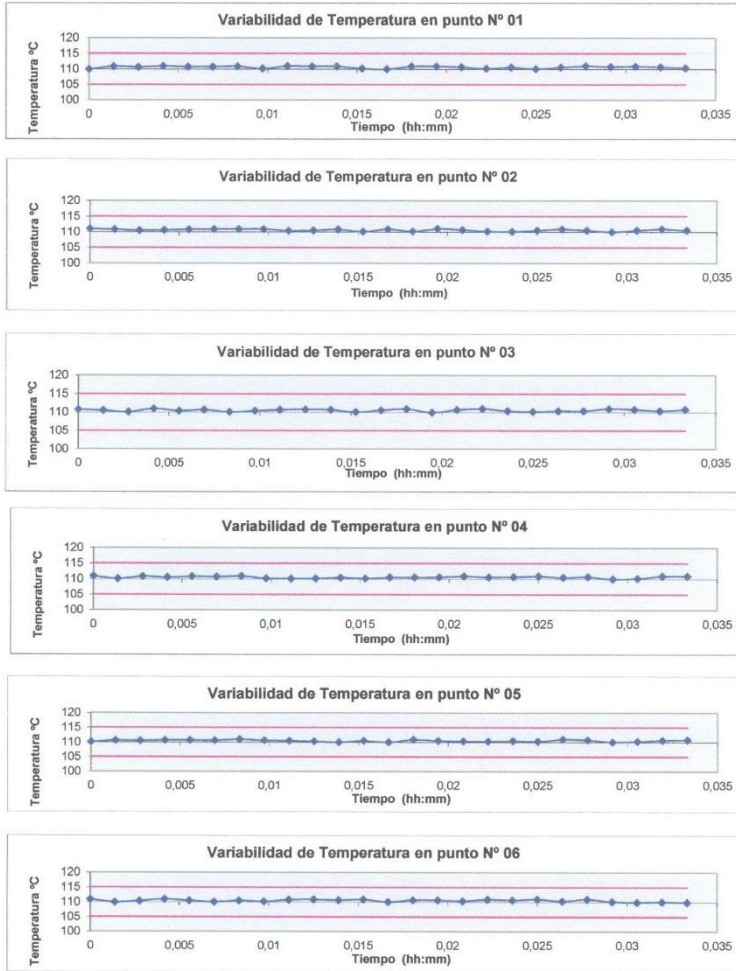
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGÍA



GRÁFICO



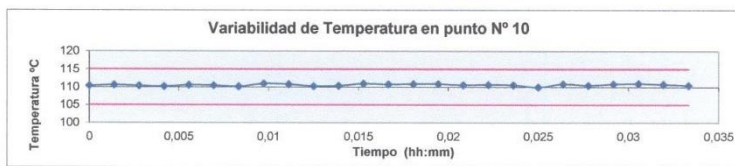
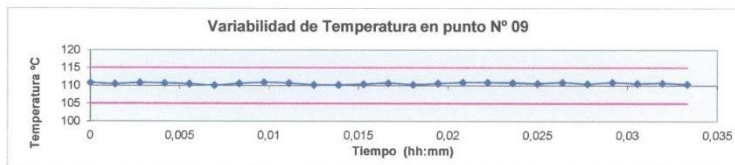
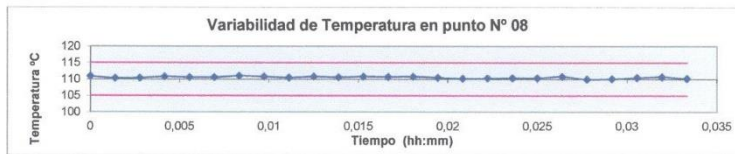
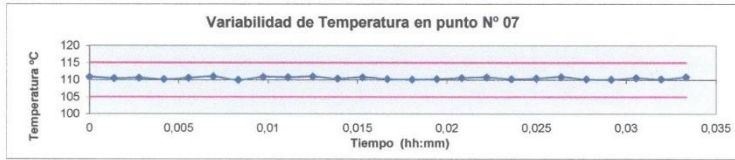
ARSOU GROUP S.A.C.

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

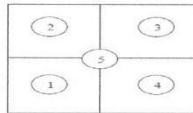


ARSOU GROUP S.A.C

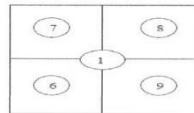
Ing. Hugo Luis Arévato Carnica
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

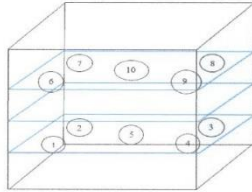


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

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 "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-035-2022

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante LABORATORIO GEO ALTIPLANO,
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

Dirección JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Instrumento de medición BALANZA

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante JR

Modelo GR-30

N° de serie 9

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de Suelos.
JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN
SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN -
PUNO

Lugar de calibración

Fecha de calibración 2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOP, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología 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.



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 Arévato Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-035-2022

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 16,7 °C Final: 14,2 °C
Humedad Relativa Inicial: 50 %hr Final: 48 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	29997,0	0,07	-0,12	14999	0,05	-0,1
2	29997,0	0,07	-0,15	15000	0,04	-0,12
3	29997,0	0,08	-0,12	15000	0,05	-0,13
4	29997,0	0,06	-0,11	15000	0,04	-0,1
5	29997,0	0,07	-0,12	15000	0,03	-0,11
6	29997,0	0,07	-0,13	15000	0,05	-0,12
7	29997,0	0,06	-0,11	15000	0,04	-0,13
8	29999,0	0,07	-0,12	15000	0,05	-0,1
9	29999,0	0,09	-0,12	15000	0,04	-0,11
10	29999,0	0,08	-0,1	15000	0,05	-0,12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
29999	0		1			
15000	0		5			



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



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽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		499	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	1	0,07	-0,02						1
5	5	0,04	0,01	0,01	5	0,04	0,01	0,03	1
10	10	0,03	-0,01	0,01	10	0,04	-0,03	-0,05	1
50	50	0,05	0,00	0	50	0,02	-0,07	-0,05	1
100	100	0,06	0,00	0	100	0,06	-0,04	0,01	1
500	500	0,04	0,01	0,01	500	0,06	-0,01	0,01	1
1000	1000	0,06	-0,02	0,02	1000	0,05	0,00	0,02	1
5000	5001	0,07	-0,05	0,03	5000	0,06	-0,30	-0,05	1
10000	10000	0,15	0,01	0,01	10000	0,15	0,43	0,18	5
15000	15000	0,05	0,09	0,03	15000	0,07	-0,12	-0,02	5
30000	29999	0,09	0,15	0,18	29999	0,09	-0,28	-0,24	5

Incertidumbre de la medición: 1 g

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_R = 2 \cdot \sqrt{0.16706 \text{ g}^2 + 0.000000008320 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0.844152519 \text{ R}$$

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.

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
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-036-2022

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA

Dirección AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA
(A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO -
SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 600 g

División de escala 0.01 g
Resolución

División de verificación (e) 0.01 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante WT

Modelo WT6002G

N° de serie 150921005

Procedencia KOREA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA
(A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO -
SAN ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2022/02/22

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.



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° LMA-036-2022

Página 2 de 3

Arsou 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	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22,3 °C Final: 12,2 °C
Humedad Relativa Inicial: 37 %hr Final: 38 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300 g			Carga L1= 600 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300,0	0,001	-0,001	600,00	0,005	-0,002
2	300,0	0,002	-0,004	599,95	0,004	-0,004
3	300,0	0,004	-0,005	599,96	0,006	-0,004
4	300,0	0,003	-0,007	599,96	0,003	-0,009
5	300,0	0,003	-0,009	599,94	0,005	-0,012
6	300,0	0,004	-0,001	599,95	0,007	-0,014
7	300,0	0,004	-0,004	600,00	0,003	-0,01
8	300,0	0,007	-0,008	600,00	0,005	-0,009
9	300,0	0,006	-0,004	599,95	0,004	-0,007
10	300,0	0,005	-0,003	600,00	0,004	-0,008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
300	0		0,05			
600	0		0,3			



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° LMA-036-2022

Página 3 de 3

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	0,004	-0,001	500	500,00	0,006	-0,001	0,001
2		1	0,006	-0,004		499,97	0,003	-0,001	0,004
3		1	0,005	0,004		499,97	0,004	-0,002	-0,005
4		1	0,007	0,001		499,99	0,001	0,004	0,003
5		1	0,009	-0,002		499,96	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)	
0,05	0,05	0,004	-0,001						0,1
0,10	0,10	0,006	0,004	0,004	0,10	0,006	0,001	0,004	0,1
0,50	0,50	0,002	-0,005	0,003	0,50	0,005	0,004	-0,003	0,1
1,00	1,00	0,002	0,004	0,005	1,00	0,009	-0,003	-0,003	0,1
5,00	5,00	0,009	0,004	0,008	5,00	0,005	0,005	0,001	0,1
10,00	10,00	0,004	0,008	0,002	0,99	0,004	-0,004	0,003	0,1
50,00	50,00	0,005	0,008	0,003	50,00	0,007	0,004	0,004	0,1
100,00	99,99	0,004	0,004	0,005	100,00	0,005	-0,003	-0,002	0,1
200,00	200,00	0,009	0,004	0,004	200,00	0,003	-0,008	-0,01	0,5
500,00	499,99	0,015	0,008	0,001	499,99	0,014	-0,014	-0,01	0,5
600,00	599,97	0,19	0,006	0,005	599,97	0,02	-0,015	-0,018	0,5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.0000054019412 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 211.420922081 \text{ R}$

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 Metrológica 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 Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-084-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ N° 200
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	023PVEN20
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 14,3 °C	Final: 14,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 54 %hr	Final: 52 %hr

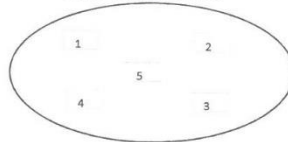
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	70,56	75µm	+/- 5 µm
N° 2	78,14	75µm	+/- 5 µm
N° 3	75,41	75µm	+/- 5 µm
N° 4	78,14	75µm	+/- 5 µm
N° 5	79,20	75µm	+/- 5 µm

PROMEDIO	75,56	:	OK
----------	-------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-083-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ N° 100
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	016020
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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 Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 15,3 °C Final: 16,0 °C
Humedad Relativa Inicial: 54 %hr Final: 55 %hr

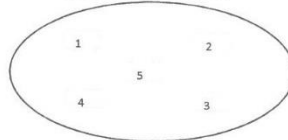
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (μ m)	LUZ	EMP
N° 1	150,30	150 μ m	+/- 8 μ m
N° 2	156,40	150 μ m	+/- 8 μ m
N° 3	148,90	150 μ m	+/- 8 μ m
N° 4	151,70	150 μ m	+/- 8 μ m
N° 5	156,40	150 μ m	+/- 8 μ m

PROMEDIO 151,83 : OK

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-082-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ N° 40
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	014L20
Serie	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 15,3 °C Final: 16,0 °C
Humedad Relativa Inicial: 58 %hr Final: 57 %hr

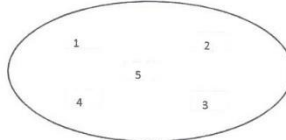
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	410,56	425µm	+/- 19 µm
N° 2	415,70	425µm	+/- 19 µm
N° 3	428,96	425µm	+/- 19 µm
N° 4	441,05	425µm	+/- 19 µm
N° 5	433,58	425µm	+/- 19 µm

PROMEDIO : 424,07 : OK

UBICACION DE PUNTOS



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 Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ N° 20
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	2020458
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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 Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 15,3 °C	Final: 14.8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 43 %hr	Final: 46 %hr

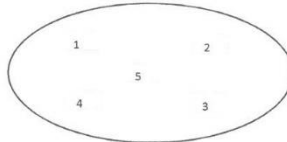
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	820,36	850µm	+/- 35 µm
N° 2	845,78	850µm	+/- 35 µm
N° 3	869,47	850µm	+/- 35 µm
N° 4	881,25	850µm	+/- 35 µm
N° 5	825,78	850µm	+/- 35 µm

PROMEDIO	854,22	:	OK
----------	--------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-080-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ N° 10
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	019J20
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/23
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 15,3 °C	Final: 14,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 55 %hr	Final: 54 %hr

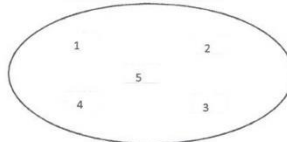
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	2,00	2mm	+/- 0,07 mm
N° 2	2,00	2mm	+/- 0,07 mm
N° 3	2,00	2mm	+/- 0,07 mm
N° 4	2,00	2mm	+/- 0,07 mm
N° 5	2,50	2mm	+/- 0,07 mm

PROMEDIO	2,00	:	OK
----------	------	---	----

UBICACION DE PUNTOS



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



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-079-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ N° 4
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	034J19
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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
Mg. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 14,3 °C	Final: 15,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 56 %hr	Final: 54 %hr

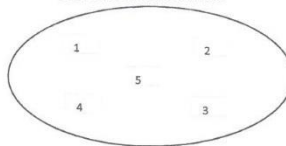
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	4,90	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 2	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 3	4,90	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 4	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 5	4,70	4,75mm	+/- 0,15 mm

PROMEDIO	4,85	:	OK
----------	------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-078-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante LABORATORIO GEO ALTIPLANO,
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

Dirección JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA
SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO

Instrumento de medición TAMIZ 3/8"

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 019G20

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA
SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO

Fecha de calibración 2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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 Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr

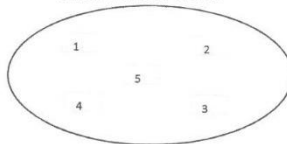
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	9,70	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 2	9,80	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 3	9,80	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 4	9,60	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 5	9,50	9,5mm	+/- 0,3 mm

PROMEDIO	9,73	:	OK
----------	------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-077-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ 1/2"
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	019F20
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16,3 °C	Final: 15,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 52 %hr	Final: 54 %hr

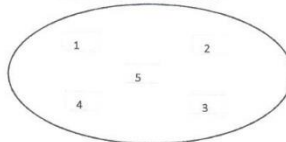
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	12,88	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 2	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 3	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 4	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 5	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm

PROMEDIO	12,75	:	OK
----------	-------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-076-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ 3/4"
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	020E20
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 14,3 °C	Final: 14,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 45 %hr	Final: 45 %hr

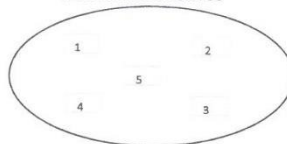
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	19,56	19mm	+/- 0,6 mm
N° 2	19,47	19mm	+/- 0,6 mm
N° 3	19,50	19mm	+/- 0,6 mm
N° 4	18,60	19mm	+/- 0,6 mm
N° 5	18,70	19mm	+/- 0,6 mm

PROMEDIO	19,28	:	OK
----------	-------	---	----

UBICACION DE PUNTOS





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-075-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante LABORATORIO GEO ALTIPLANO,
V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C

Dirección JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA
SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO

Instrumento de medición TAMIZ 1"

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 018D20

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA
SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO

Fecha de calibración 2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 14,3 °C Final: 15,0 °C
Humedad Relativa Inicial: 56 %hr Final: 54 %hr

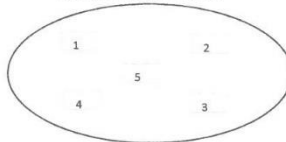
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	24,70	25mm	+/- 0,8 mm
N° 2	25,60	25mm	+/- 0,8 mm
N° 3	25,20	25mm	+/- 0,8 mm
N° 4	25,40	25mm	+/- 0,8 mm
N° 5	25,60	25mm	+/- 0,8 mm

PROMEDIO 25,23 : OK

UBICACION DE PUNTOS



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
Hugo Luis Arévalo Carnica
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGIA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-074-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ 1 1/2"
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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 Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 14,3 °C	Final: 14,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 55 %hr	Final: 55 %hr

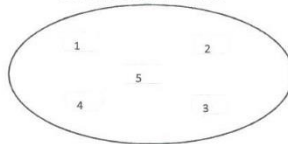
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	36,70	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 2	37,30	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 3	36,80	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 4	37,70	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 5	37,40	37,5mm	+/- 1,1 mm

PROMEDIO 37,13 : OK

UBICACION DE PUNTOS



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° LLA-073-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/02/22
Solicitante	LABORATORIO GEO ALTIPLANO, V&H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C
Dirección	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Instrumento de medición	TAMIZ 2"
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	014C19
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	JR. MANCO CAPAC MZ B3 LT 17 URBANIZACIÓN SANTA SARAGOZA - SAN MIGUEL - SAN ROMAN - PUNO
Fecha de calibración	2022/02/22

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 17,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 54 %hr	Final: 55 %hr

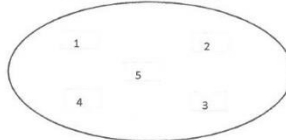
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	50,20	50mm	+/- 1,5 mm
N° 2	50,50	50mm	+/- 1,5 mm
N° 3	50,50	50mm	+/- 1,5 mm
N° 4	51,00	50mm	+/- 1,5 mm

PROMEDIO	50,55	:	OK
----------	-------	---	----

UBICACION DE PUNTOS



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

