



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Estabilización de la subrasante mediante la adición de aceite sulfonado en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Civil

AUTOR:

Huayllacahua Silvera, Víctor Antonino (orcid.org/0000-0001-8122-1144)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia en especial a mi madre que siempre ha estado apoyando de manera incondicional para continuar con mi desarrollo profesional y personal, inculcándome los mejores valores.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional.

A mis maestros, compañeros y amigos quienes supieron guiarme, animarme y motivarme para conseguir esta meta de logro y júbilo.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general analizar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022; constituyéndose a realizar los ensayos de granulometría, límite de atterberg, proctor modificado y CBR. Estableciéndose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), siendo el tipo de investigación nivel explicativo de enfoque cuantitativo. Siendo los resultados según los objetivos específicos al incorporar el aceite sulfonado en 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ fueron: como primer objetivo específico determinar la influencia del aceite sulfonado en la resistencia a la capacidad portante del suelo al 95% el cual incrementó del 10.6% al 56.5% con el 30 cc/m³ de aceite sulfonado, el segundo objetivo específico fue determinar la influencia del aceite sulfonado en la máxima densidad seca el cual incrementó de 1.68gr/cm³ a 1.76gr/cm³ con el 30 cc/m³ de aceite sulfonado, el tercer objetivo específico fue determinar la influencia del aceite sulfonado en el índice de plasticidad el cual disminuyó de 7.06% a 4.31% con el 30 cc/m³ de aceite sulfonado. Conclusión, la incorporación del aceite sulfonado mejoró las propiedades del subrasante.

Palabras Clave: Aceite sulfonado, Subrasante, Carretera, Aditivo.

ABSTRACT

This research had the general objective of analyzing the influence of sulfonated oil on the physical-mechanical properties of the subgrade on the Pedro Ruiz Gallo highway, Pichari - Cusco 2022; constituting itself to carry out the tests of granulometry, limit of attemberg, modified proctor and CBR. Establishing the methodology: its research design was experimental (quasi), being the type of research explanatory level of quantitative approach. Being the results according to the specific objectives when incorporating the sulfonated oil in 10 cc/m³, 20 cc/m³ and 30 cc/m³ were: as a first specific objective to determine the influence of the sulfonated oil in the resistance to the bearing capacity of the soil at 95 % which increased from 10.6% to 56.5% with 30 cc/m³ of sulfonated oil, the second specific objective was to determine the influence of sulfonated oil on the maximum dry density which increased from 1.68gr/cm³ to 1.76gr/cm³ with the 30 cc/m³ of sulfonated oil, the third specific objective was to determine the influence of sulfonated oil on the plasticity index, which decreased from 7.06% to 4.31% with 30 cc/m³ of sulfonated oil. Conclusion, the incorporation of sulfonated oil improved the properties of the subgrade.

Keywords: Sulfonated oil, Subgrade, Highway, Additive.

ESQUEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Dedicatoria

Agradecimiento

Índice de contenidos

Índice de tablas

Índice de figuras

Resumen

Abstract

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.1.1. Tipo de investigación:	16
3.1.2. Diseño de investigación:	16
3.1.3. Nivel de investigación:	17
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra y muestreo	18
3.3.1. Población.....	18
3.3.2. Muestra.	19
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos.	22
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN	16
VI. CONCLUSIONES.....	18
VII. RECOMENDACIONES	20
VIII. REFERENCIAS.....	21
IX. ANEXOS	31

Índice de figuras

Figura 1: Cuadro 4.2 Imagen de Número de Ensayos CBR	19
Figura 2: Mapa de Perú	24
Figura 3: Mapa de la Región Ayacucho.....	24
Figura 4: Localización de la carretera Pedro Ruiz Gallo.....	24
Figura 5: Calicara -1.....	2
Figura 6: Calicata -2.....	2
Figura 7: Calicata - 3.....	3
Figura 8: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata - 1.	3
Figura 9: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata - 2.	4
Figura 10: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata - 3.	5
Figura 11: Gráfico del límite de consistencia de la muestra natural.....	6
Figura 12: Grafico del Optimo Contenido de Humedad inicial.	7
Figura 13: Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra inicial.....	8
Figura 14: Grafico del California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural.....	8
Figura 15: Ensayo de análisis granulométrico	10
Figura 16: Ensayo de limite de atterberg.....	10
Figura 17: Grafico del Ensayo de Atterberg con la incorporación del aceite sulfonado.	11
Figura 18: Ensayo de contenido.....	12
Figura 19: Ensayo de contenido de humedad	12
Figura 20: Grafico del óptimo CH con la incorporación del aceite sulfonado	13
Figura 21: Grafico del Ensayo de CBR con la incorporación del Aceite sulfonado.....	15

Índice de tablas

Tabla 1: Esquema de ensayo para estabilidad de suelo	20
Tabla 2: Ensayos de laboratorio	21
Tabla 3: Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural (P)	6
Tabla 4: Ensayo de Atterberg con la incorporación de Aceite sulfonado	10
Tabla 5: Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Aceite sulfonado.	12
Tabla 6: Maxima Densidad Seca.....	13
Tabla 7: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de CMF y MPT.	14

I. INTRODUCCIÓN

Los caminos mejorados son necesarios para una buena comunicación entre los territorios, estos accesos facilitan el transporte reduciendo el tiempo y los daños al momento de transportarse, ya sea personal y/o material. (INTERNACIONAL)

Rivera et. al. menciona que la utilización de estabilizantes químicos se emplean para el mejoramiento de sus propiedades, reduciendo la inestabilidad volumétrica o aumentando sus propiedades como durabilidad y resistencia. Además añade que la cal y el cemento son los métodos más comunes pero que productos como cloruro de calcio, sodio y sub productos también son utilizados en la estabilización de suelos (2020, p. 1)¹. En el mundo las condiciones climatológicas son muy diversas, lugares con mucha lluvia y mucha humedad generan mucho daño a la estabilidad del suelo en ese sentido Llano, Ríos, y Restrepo menciona que la estabilización química se da como una alternativa de dar solución a lo técnico, económico y de medio ambiente, estos usos son de tipos químicos para dar mejoras en las propiedades del suelo (2020, p. 9)².

(NACIONAL) En el Perú en la región de la selva presenta mayores daños en la estabilidad del suelo por su alta concentración de humedad lo que posibilita mucho daño a las carreteras y caminos del interior del país, en tal sentido Harvey menciona que la región de la selva respecto a los caminos, que estas regiones rechazan los caminos tradicionales ya que presentan muchas grietas y protuberancias muy rápidamente después del uso (2020, p. 19)³.

(LOCAL) A nivel local, el distrito de Pichari se encuentra ubicado en ceja de selva donde las constantes precipitaciones provocan desgastes de las carreteras. Además que el distrito se encuentra en constante crecimiento poblacional con más de 20 316 habitantes. Se evidencia el tipo de terreno mayormente siendo suelo arcilloso, circulando vehículos en una carretera de muy mal estado donde requieren constante mantenimiento de sus vías, estos caminos y carreteras en mal estado generan daños en los vehículos, accidentes y deterioro de los productos, (SOLUCIÓN) por ellos se propuso utilizar una alternativa para la estabilización de la subrasante mediante el aceite sulfonado y así evitar deterioros por el tipo de suelo y las constantes lluvias.

Formulación del problema: En su mayoría las carreteras del distrito de Pichari se encuentra en mal estado siendo predominante las trochas, carreteras no

afirmadas y sin pavimentar; para solucionar este problema se planteó mejorar la subrasante mediante la adición del aceite sulfonado logrando con ello aumentar la densidad máxima del suelo, disminuir el índice de plasticidad y por consecuente incrementar su capacidad portante.

Por lo tanto se planteó el siguiente *Problema general* de la investigación: ¿De qué manera el aceite sulfonado influye en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?, además se plantearon los siguientes *problemas específicos*: ¿Cuánto influye el aceite sulfonado en la resistencia a la capacidad portante del suelo en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?; ¿Cuánto influye el aceite sulfonado en la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?; ¿Cuánto influye el aceite sulfonado en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?.

Esta investigación plantea mejoras de solución a la subrasante proponiendo usar aceite sulfonado siendo este un material cohesivo que dará mayor durabilidad a las carreteras que evidencien daños por la alta precipitación y alto contenido de humedad. La justificación *práctica*, está basado en la evaluación de la subrasante mediante la adición del aceite sulfonado, ya que estos sirven para la reducción del agua contenida en las partículas del suelo. Se presenta como justificación *económica*, ya que permite disminuir los costos en la realización de carreteras afirmadas y pavimentadas. Como Justificación *técnica*, se evidencia ya que las mejoras en las características técnicas de la estabilidad del suelo generan una mejor resistencia y durabilidad de la estabilidad del suelo y como Justificación *Social*, se tiene la mejora en la estabilidad el suelo lo que provoca mejores carreteras en lugares muy golpeadas por las lluvias y la humedad.

En la presente investigación se planteó como *objetivo de general*: *Analizar* la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022. Se tiene además como *objetivos específicos* lo siguiente: Determinar la influencia del aceite sulfonado en la resistencia a la capacidad portante del suelo en la

carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022; Determinar la influencia del aceite sulfonado en la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022; Determinar la influencia del aceite sulfonado en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

Además se planteó como *Hipótesis General*: La incorporación del aceite sulfonado en cantidades de 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ mejora las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022. Se tiene además como *Hipótesis Específico*: La incorporación del aceite sulfonado **incrementa** la resistencia a la capacidad portante del suelo en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022; La incorporación del aceite sulfonado **incrementa** la máxima densidad seca en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022; La incorporación del aceite sulfonado **disminuye** el índice de plasticidad en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

II. MARCO TEÓRICO.

Esta investigación indagó las bases de datos de artículos científicos y de ingeniería, seleccionando de toda variedad las investigaciones que tengan relación con las variables de la presente investigación.

Según Rivera, J. (2020). Tuvo como objetivo presentar diversos materiales que se utilizan comúnmente en la estabilización química de los suelos y realiza una indagación en relación a cementantes activados alcalinamente. Es un estudio de tipo descriptivo, la población tomada para el estudio consta de base datos científicos de Elsevier y Scopus, la muestra tomada son todas las publicaciones que contengan palabras claves “soil stabilization alkali-activated/geopolymer” y “soil stabilization Portland cement”. El instrumento que se utilizó fue la revisión de base de datos. Como resultado obtenido se observa que entre los ultos nueve años contados de 2010 a 2019, no pasan más de 70 documentos que estén relacionadas con cementos de activación alcalina. Se concluyo que los estudios han ido incrementando en los últimos años sobre cementantes sobre el proceso de estabilización, además que mediante las investigaciones se apreció que el uso de activación alcalina es factible como método alternativo.⁴

Según Llano, E., Rios, D. y Restrepo, G. (2020). Tuvo como **objetivo** el estudio se siete productos químicos teniendo en cuenta los resultados del Ensayo Proctor estándar, siendo sometidos a ciclos de luz continuos (uva) y una condensación de acelerado de intemperismos a tiempos de 0, 108, 216, 324, 432 y 540h. se midieron los ph, resistencia y conductividad. Es un **estudio** de tipo Experimental, siendo la **población** una via de suelo no pavimentado de Valencia, Córdoba, Colombia. Siendo la **muestra** tomada de 96 unidades experimentales por duplicado, el tipo de **muestreo** fue no probabilístico, el **instrumento** utilizado fueron equipos de laboratorio y el Software R. Como **resultado** obtenido se notó una disminución en la humedad óptima por parte de los productos estabilizantes entre 1% y 2%, además hubo aumentos significativos de la resistencia mecánica del aceite, el polímero, la zeolita y el cemento. Se observó que aplicados estos compuestos la absorción de calor es menor. Se **concluye** que los suelos evaluados mejoraron sus desempeños al presentar mayor resistencia mecánica sobre todo de los productos puzolanicos.⁵

Según Harvey P. (2020). Tuvo como objetivo analizar el concreto en el espacio publico relacionado al ámbito material como social. De esta manera la investigación abordó la potencialidad social del concreto y la potencialidad

material del hormigón. Concluye que el concreto es un aliado y a la vez un riesgo en materia de espacio público poniendo a los ingenieros en fracturas y disyunciones en la planificación moderna.⁶

Según Méndez, J. (2018). Tuvo como **objetivo** analizar la estabilización de suelos para caminos no pavimentados mediante productos a base de polímeros. De esta forma, el documento aborda una investigación sobre tres tipológicas de suelos no pavimentados que se usan de forma frecuente en Guatemala, con aditivos de polímeros diferentes para posteriormente compararlos. Se **concluyó** que los aditivos a base de polímeros favorecían la estabilidad del pavimento con menores deformaciones y menor porcentaje de permeabilidad.⁷

Según Góngora, Iriarte, Mendoza, J. (2017). Tuvo como **objetivo** mejorar las características físicas y químicas de los suelos mediante la mezcla de cal con escombros de material de canal de riego. Añade además que entiende por ingeniería toda la sabiduría para hacer posible todas las ideas que surgen en la imaginación, y mucho más cuando influyen los factores importantes como el lugar y el tiempo. Las cargas que están vinculadas a las obras de construcción colocadas sobre suelos con características variables varían dependiendo la densidad y resistencia del material. Una vez identificado que un suelo tiene capacidad baja, se procede a realizar cambios de sus dimensiones superficiales. Si existen capacidades mayores; se recomienda hacer una cimentación profunda, además de brindar estabilización del suelo usando diversos métodos, sea mecánica o química – basada aquí en experiencia acumulada en Ibagué -, para cambiar sus propiedades mecánicas.⁸

En este trabajo se investigó sobre la estabilización de afirmados con Cal y sedimentos para canales de riego, utilizando los afirmados encontrados en Ibagué. El objetivo era lograr una tabla representativa que fomente la capacidad de los ingenieros para planificar cualquier proyecto que se vaya a desarrollar. Se recopilan todos los antecedentes y procedimientos necesarios para inducir el comportamiento óptimo del suelo bajo las condiciones deseadas. Por medio de ensayos de laboratorio, se toman datos observados dentro del conducto del

canal y otros procedimientos fueron derivados de los especificados por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) Colombia.⁹

Según Iriarte Chacón, Jorge A. (2019). Su investigación tuvo como objetivo implementar los residuos industriales así como también residuos de uso general en el sector de la construcción, esta es un tema que se ha estudiado más de 40 años y los materiales de los mismos se han investigado dándoles un mejor uso para que, por esta forma, disminuyan su huella en el impacto ambiental. Es decir, sería una excelente alternativa para mejorar el cemento, ya que este es un material con muchos usos y aportaría a reducir los costos del cemento al incorporar elementos que son casi indispensables para la construcción civil. Sin embargo, hay varios puntos débiles dentro de estas investigaciones: las evaluaciones tradicionales no son claras para determinar el grado con que reacciona el cemento cuando se destina. Por este motivo, nos movilizamos a probar la pasta de cemento que contiene tóner de impresoras, para ver si hay cambios de química, temperatura interna y consistencia. Se hace uso de la infraestructura virtual para visualizar estos cambios junto con los métodos tradicionales. El objetivo principal es el examen de las variaciones físicas y el deterioro que se puede presentar en la pasta de cemento cuando se sustituye parte del cemento por un residuo químico reconocido como tóner. Se sabe que el uso de residuo tóner no es bueno para el medio ambiente, sin embargo, se tiene que analizar la reacción del concreto cuando entra en contacto con dicho material. El cemento se vuelve más escurridizo y difícil de mezclar si se agrega residuo tóner, pero hay variaciones en todo tipo de reacciones durante el fraguado que van desde los 28 días hasta un mes.¹⁰

Según Gamarra, Brayan. (2019). El **objetivo** fue realizar un análisis bibliométrico sobre la estabilización química y el mejoramiento de suelos arcillosos. Además, también revisar si los datos que se están dando son innovadores. Para poder encontrar estas investigaciones fue necesario hacer una revisión sistemática, durante la cual se llevó a cabo operadores de búsqueda en las bases indexadas, para ayudar a encontrar las investigaciones adecuadas. Esto se reconoció al poner en evidencia los campos más

importantes que existen en la investigación y los que son necesarios mejorar para las variadas elaboraciones teóricas.¹¹

Según Aguilar, Bravo. (2020). El **objetivo** de este proyecto fue describir el flujo de las cenizas de fondo generadas por la extracción de ladrillos a las clases naturales en las propiedades mineras de esta zona. Para realizarlo, se utiliza un enfoque cualitativo (descriptivo) para analizar la tierra expuesta a los residuos generados por la minería. Se muestran los costos y beneficios que trae consigo el uso mineral como material alternativo para estabilizar suelos arcilla y colocarlos en las carreteras del distrito Cajamarca-Chincha. En la investigación, el autor probó lo que pasaba con la calicata después de estabilizarlo por diferentes proporciones de ceniza. **Resultó**, entonces, que las muestras estabilizadas con 30%, 40% y 50% mostraron grandes mejoras en comparación a los compuestos más suaves. Esto quiere decir, que cuando se utiliza la ceniza para ayudar a estabilizar el suelo arcilloso se obtiene una carga más pesada. Adicionalmente, los resultados indican que es posible utilizar la ceniza para ayudar a mejorar todas las otras propiedades del suelo arcilloso.¹²

Según Tantaquilla, Valdivia, F. (2019). Tiene como **objetivo** estudiar cuatro descubrimientos de calicatas a lo largo de un túnel de tierra que pertenecen al tramo Chaquilbamba-Habas Horco, y **concluyó** que en adiciones de 2% el mejor suelo para utilizar es el Quim kd-40. Con este aditivo lograron pasarlo a una subrasante Buena, continuando así el estudio tales como los ensayos para ver si en adición de calicatas encontradas hubo variaciones y les explique sus resultados. Para las especímenes C1, C3, C5 y C7 se hizo un ensayo CBR para descubrir el grado de suelo por medio de cálculos matemáticos.¹³

Según Rincón, Salvador, Sosa y Andrés. (2021). Esta evaluación tuvo como objetivo la averiguación de las medidas para mejorar el estado de deterioro de la carretera subtramo Palca, y se basó en atender 2 posibles soluciones del problema y compararlas una contra otra. La única variante que se tiene, es si la carretera puede construirse con pavimento rígido y flexible, para muestra nada más el efecto que causaría en las personas trabajadoras, los ciudadanos y el ambiente.¹⁴

Según Quesada, Santiago. (2017). Tuvo como **objetivo** comparar el uso de conchas pico de pato y concha de abanico trituradas para mejorar el soporte en suelo arcilloso. Tanto las conchas empleadas, como las consecuentemente elaboradas, procedieron de la provincia de Sechura. Las partículas producidas mediante el molino industrial tan solo llegaban a unos tamaños desde los 4.75 mm hasta los 75µm. Fueron realizados procesos mediante énfasis variados en la cantidad de concho que se dedica para cada tipo: 20%, 40%, 60% y 80% (para la concha pico de pato) y la restante correspondiente a la concha de abanico). Se obtuvo como resultado que la concha de abanico mejora notablemente en comparación a la concha de pico de pato .¹⁵

Según Montesinos, Mamani y Ramírez. (2019). El **objetivo** de este trabajo era determinar la mayor efectividad que tenían las sustancias activas cal al 10% y puzolana volcánica con un contenido del 15%, 25% y 30%. Con un enfoque cuantitativo y de nivel correlacional. El presente trabajo se realizó para investigar los beneficios y desventajas de la utilización de estas sustancias. La muestra de suelo fue cortada hasta el 40 cm aproximadamente, previamente se evidenció que era arcillo por el color. Se obtuvo como **resultado** mejora las propiedades en cuanto al límite líquido mediante la adición de cal al 10% y puzolana al 15%, 25% y 30%, la reacción química con el suelo provoca que esta se vuelva más alcalina.¹⁶

Según Vasquez, Wilson. (2020) Tuvo como objetivo el incremento del porcentaje mediante estabilizadores para construcciones y carreteras, mejorando sus propiedades mediante cal para un suelo arcilloso. Esto con la norma ASTM y el manual de carreteras. Se adicionó 2%, 4% 6% y 8% del aditivo en mención a la capa de subrasante. Se obtuvieron los siguientes resultados en muestra 1 el CBR alcanzó el 9.35% adicionando cal en un 8%. Además se obtiene la máxima densidad seca de 9.35% a 11.20%.¹⁷

Según Nachum S. una ,Talesnick M.,Frydman S.B (2002) en su artículo Un nuevo aparato para estudiar el oleaje restringido lateralmente de arcilla compactada con medición de presión lateral. Menciona que la humectación de las arcillas compactadas y su posterior hinchamiento a menudo da como resultado daños a las estructuras e infraestructuras. En algunos casos, por

ejemplo, si el arcilla es adyacente a una estructura como un muro de contención, pilote o tubería, el oleaje lateral está restringido, lo que resulta en un levantamiento en la dirección vertical y el desarrollo de una presión de hinchamiento lateralmente. Los procedimientos estándar para probar el hinchamiento de arcillas en humectación se limitan a la definición de una relación vertical de presión-hinchamiento. Este artículo presenta una investigación del oleaje restringido lateralmente de un material altamente compactado de plástico arcilla en una nueva celda de prueba rectangular diseñada para proporcionar información de prueba adicional y más confiable. La presión lateral del suelo se mide usando manómetros de presión nula alineados con las paredes de la celda. La fricción de la pared lateral de la celda se evalúa midiendo la carga aplicada a la parte superior de la muestra y la carga que alcanza subbase, y se minimiza incorporando medidas de reducción de fricción. Se encontró que las curvas de presión-oleaje, basadas en la presión vertical, la presión horizontal y la presión media, se trazan todas como líneas rectas sobre una base semilogarítmica. Aunque la inundación de la muestra de prueba es una práctica estándar para las pruebas de hinchamiento, este procedimiento representa una condición de humectación extrema en el campo. El estudio demuestra que el oleaje se ve afectado por las características del cabezal hidráulico responsable de mojar el suelo; mojar por succión sola, o por combinación de succión y gravedad, resulta en diferentes grados de hinchamiento.¹⁸

Según Alonso EE, Gens A., Josa A. (1990) en su artículo Un modelo constitutivo para suelos parcialmente saturados Presenta un modelo constitutivo para describir como funcionan las tensiones y deformaciones en suelos saturados de manera parcial. Se utilizan dos variables de tensión: el exceso de aire y su respectiva succión. Se representa de manera consistente el comportamiento del suelo al lograr la saturación, combirtiendose el modelo convencional de estado critico.¹⁹

Según Ghadernejad K.a, Shahgholi G. una , Mardani A.b , Maleki MRC. (2021). En su articulo [Investigando el efecto del estiércol de corral en arcilla compactabilidad del suelo] Menciona que Uno de los factores importantes que

puede controlar y disminuir la compactación del suelo es la incorporación de estiércol de corral al suelo. Aumenta la elasticidad del suelo y la tolerancia del suelo a la carga importada. Para evaluar el efecto del estiércol de corral sobre la compactación del suelo, se incorporó en el arcilla suelo en diferentes proporciones de 0, 45, 60 y 90 Mg ha⁻¹. Las pruebas se realizaron en diferentes pases de neumáticos de 1, 6, 11 y 16 en la misma pista con tres contenidos de humedad del suelo del 8%, 11% y 14% (secobase); La densidad aparente del suelo se midió a profundidades de 10, 20 y 30 cm. Para evaluar la compactación del suelo, se emplearon núcleos cilíndricos para medir la densidad aparente del suelo. Para evaluar el comportamiento del suelo durante el proceso de compactación del suelo, se colocaron tres transductores de desplazamiento en el suelo en tres direcciones coordinadas de x, y y z. El cambio volumétrico del suelo se midió utilizando los transductores y también se midió el hundimiento del suelo. Se usó un probador de una sola rueda en un contenedor de suelo con un neumático de tractor agrícola Barez 8.25-16 (8) PR HLF operado a una velocidad de avance de 0.8 ms⁻¹ bajo una carga vertical de 4 kN y una presión de inflado de 300 kPa. La incorporación del estiércol del corral disminuyó notablemente el desplazamiento vertical y longitudinal final por debajo de la huella del neumático, mientras que el desplazamiento lateral aumentó. Se produjeron disminuciones de densidad aparente de 14,7%, 9,7% y 6,3% a través de dosis de aplicación de estiércol de granja de 90, 60 y 45 Mg ha⁻¹, respectivamente. El hundimiento máximo del suelo ocurrió al 14% de humedad, 16 pasadas de llanta y sin condiciones de abono.²⁰

Según Canción G. Wang L. Zhang Y. Guo Y. una, Cao Y. B. (20218). En su artículo [Estabilidad mecánica y estructuras de poros de material de lechada modificado en cimientos kársticos] describe que Se desarrolló un material de lechada modificado a base de cemento con alto contenido de polímeros (HPC) y se analizaron las diferencias entre éste y la pasta de cemento convencional (Blank), el cemento-silicato (CS) en las propiedades mecánicas y la estabilidad dimensional para consolidándose cimentación en ferrocarril de alta velocidad y preparar materiales con materiales cementosos de alto rendimiento. La relación entre la microestructura y las propiedades mecánicas macroscópicas de HPC

se investigó mediante penetración de mercurio (MIP). Los resultados muestran que la resistencia a la compresión de la muestra Blank, CS y HPC a los 28 d aumenta en un 77%, 20% y 78%, respectivamente, en comparación con las de 7 d, y las pérdidas de dimensión son del 18,3%, 4,9% y 1,2% , respectivamente, lo que indica que la estabilidad dimensional y las propiedades mecánicas en la etapa tardía del material de lechada cementosa tradicional pueden mejorarse mediante el efecto de sinergia de los polímerosistema. El tamaño de los poros de la pasta de cemento endurecible se reduce obviamente y la distribución del radio de poros tiende a adelgazarse con múltiples polímeros altos. Se presenta una relación exponencial entre la porosidad interna, el diámetro de poro umbral y la resistencia a la compresión de diferentes pastas de HPC a los 28 d, la cual tiene correlación lineal negativa con el diámetro de poro promedio. Las soluciones mencionadas anteriormente revelan que las propiedades mecánicas de la HPC pueden reflejarse en las características de distribución de la estructura de los poros, y que pueden mejorarse disminuyendo el radio de los poros.²¹

Según Peng Y.a,Zhang H.a , b,Lin C.una ,Wang X.una ,Yang L.a (2017) En su artículo Propiedades de ingeniería y mecanismo de mejora del suelo de loess modificado por sistema consolid. Menciona que Este trabajo estudia el mecanismo de mejora de los suelos de loess modificados por consolidándose sistemaen comparación con el suelo de loess modificado por cemento y cal. La prueba de resistencia mecánica, la prueba de desintegración y la prueba de permeabilidad de la pared flexible se realizaron para medir las propiedades de ingeniería del suelo. La prueba de tiempo de penetración de la gota de agua, la prueba de difracción de rayos X, la prueba de microscopio electrónico de barrido (SEM) y la prueba de porosimetría de intrusión de mercurio (MIP) se llevaron a cabo para investigar las propiedades microscópicas, como la energía superficial, la composición mineral, la microestructura y el relleno de poros. condición del suelo de loess. El suelo de loess modificado por elconsolidándose sistematiene mayor resistencia, mejor durabilidad de apagado y permeabilidad ligeramente menor. La energía superficial de las partículas del suelo se reduce en gran medida y la capacidad de repelencia al agua es obviamente mejor que

la del suelo de loess modificado con cemento o cal. Los grupos de picos de fase son básicamente los mismos en los patrones de difracción de rayos X. La disposición de las partículas de limo del suelo de loess permanece sin cambios con el aumento de consolidación, pero las partículas finas se coagulan con material más adherente. El volumen de los poros grandes, medianos y pequeños en el suelo de loess se reduce ligeramente mientras que los microporos aumentan obviamente. El mecanismo de mejora del suelo de loess modificado por consolidación es que la disminución de la energía superficial del suelo de loess mejora la repelencia al agua y la propiedad de resistencia al agua, la consolidación refuerza la fuerza de unión de la microestructura del esqueleto de partículas del suelo, el efecto de hinchamiento débil y relleno de poros de consolidación conducen a una buena permeabilidad del suelo de loess. Aparte de mejorar las propiedades mecánicas e hidráulicas, la consolidación ayuda a resolver el problema de mejorar la propiedad de resistencia al agua y mantener la buena permeabilidad del suelo de loess hasta cierto punto.²²

Según Zhang H.-Y.^a, Peng Y.^b, Wang X.-W.^b, Lin C.-B.^B (2016). En su artículo Capacidad de entrada y liberación de agua del suelo de loess modificado por sistema consolidado. Menciona que Para extender la aplicación de consolidación en el mejoramiento del suelo de loess en China, este documento pretende verificar que la consolidación ayuda a mantener una condición interior seca del suelo de loess. La consolidación se mezcló con suelo de loess Q 3 remoldeado para pruebas de laboratorio que incluyen prueba de tiempo de penetración de gotas de agua, prueba de permeabilidad de pared flexible, prueba de contracción por secado y prueba de curvas características del suelo-agua (SWCC), para investigar la capacidad de entrada de agua, la permeabilidad al agua y la capacidad de deshidratación del suelo de loess a diferentes contenidos de consolidación. Los resultados de las pruebas muestran que, con la creciente proporción de consolidación en los suelos modificados, la capacidad de repelencia al agua de los suelos aumenta considerablemente, mucho mejor que los suelos modificados con cenizas volantes, cemento o cal. La permeabilidad del suelo de loess

modificado es casi la misma que la del suelo de loess no solidificado, lo que indica que la capacidad de flujo de agua permanece sin cambios. Tanto el contenido de humedad en el proceso de secado como las curvas características del suelo-agua (SWCC) en el área de acción capilar de los suelos modificados han cambiado poco, lo que indica que la capacidad de deshidratación del suelo de loess modificado sigue siendo casi la misma. Estas observaciones son consistentes con los resultados de la prueba del microscopio electrónico de barrido (SEM) y la prueba de porosimetría de intrusión de mercurio (MIP), que consolidándose sistema tiene poca influencia en el contenido de volumen de los poros grandes y medios. Se concluye que consolidándose sistema Es beneficioso mantener una condición interior seca en suelo de loess porque aumenta drásticamente la capacidad de repelencia al agua del suelo, pero tiene poca variación en la permeabilidad original y la capacidad de deshidratación del suelo de loess.²¹

Según Zhang H.a, b, Lin C.b, Sheng Y.b. (2015) En su artículo Experimental study of engineering properties of loess reinforced by consolid system. Menciona que La consolidándose sistema es un reactivo de refuerzo químico que se ha utilizado con éxito en todo el mundo para mejorar las propiedades de ingeniería de los suelos. Sin embargo, pocos estudios abordan la aplicación de la consolidándose sistema en la meseta de Huangtu (China). Aquí probamos el consolidándose reactivo para la mejora de suelos de loess de Qingyang y Lanzhou, para así evaluar la viabilidad de Consolidado sistema aplicado en la región de loess de China. Las pruebas de laboratorio realizadas incluyen pruebas de límites de Atterberg, pruebas de compactación, pruebas de compresión no confinada, pruebas de hinchamiento y las pruebas de contracción por secado en diversas proporciones de mezcla de consolidándose sistema al sólido a granel. Los resultados implicaron que, con la creciente proporción de Consolidado sistema en la mezcla aumentaron el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, contenido óptimo de humedad, resistencia a la compresión y propiedad anti-desintegración. Mientras que la densidad seca máxima y el porcentaje de hinchamiento disminuyeron. El porcentaje de contracción por secado del revestimiento disminuyó seguido de un aumento.

La proporción óptima de consolidado sistema se sugiere que se agregue a los suelos de loess en 2% ~ 2.5%, lo que hizo el efecto comparable al 5% de cemento modificado o al 5% de cal modificada, con respecto al requisito de construcción de ingeniería en el área de loess de China.²³

Subrasante definición, Propiedades, aditivo proes, etc.

Para un mejor entendimiento sobre el tema de investigación es necesario tener en cuenta los conceptos de las teorías relacionadas al tema tratado, esto nos servirá para comprender mejor el problema general y la hipótesis planteada. Se debe entender la estructura del pavimento y las capas que lo componen para ello nos basamos en lo que indica la NORMA CE.010 (2010)²⁴, este menciona que las cargas que se transmiten de las llantas de los vehículos no deben ser mayores a las capacidades que soporta el diseño de la estructura que la componen. A ello el Departamento del Ejercito, La Armada y la Fuerza Aerea (EEUU) (2016)²⁵, nos indica que el diseño de pavimento está diseñado específicamente sobre la calidad estructural mínima que debe soportar cada capa para los pavimentos; de esto podemos disgregar que las diferentes capas deben soportar la carga según la cantidad de carga que se transita en el lugar. Minaya (2006)²⁶, menciona que algunas capas de la estructura del pavimento deben poseer la capacidad de deformarse plásticamente principalmente en la capa más débil. Se debe tener en claro que en lo que se refiere al suelo donde se apoya la estructura del pavimento, presentan muchas veces materiales terrosos que van desde relleno de residuos, hasta areniscas y otras como lo indica Juárez y Rico (2012)²⁷. A esto Crespo (2015) añade que el suelo está compuesto por capas delgadas que provienen de las rocas después de desintegrarse, alterase físicamente y químicamente, a esto añadimos restos de seres vivos.²⁸

La Subrasante. Respecto a la carretera es un suelo natural y área definida a la altura de movimiento de tierra, la estructura del pavimentos se asienta encima de ella. A este elemento son sometidos demandas de cargas que son transmitidas por la rodadura del pavimento, siendo transmitidas a lo largo de las capas superiores (García, 2005, p. 415)²⁹. **Suelos arcillosos.** En su mayoría los suelos arcillosos no llegan con frecuencia a propiedades adecuadas

para el uso en pavimentos como sub base y capas de bases (Villalobos, 2016, p. 70).³⁰

Estabilización de suelo: según YEPES, V. (2020) la mejora en el suelo y su control en la estabilidad volumétrica es el resultado la estabilización de suelos, cuando el modulo de esfuerzo deformación y su resistencia aumentan mejora su permeabilidad y durabilidad reduce su sensibilidad al agua. La mejora en la estabilización da como resultado el aprovechamiento de suelos pobres, reduciendo su extracción y transporte, todo esto también da como resultado menor erosión a las bajas temperaturas y medios climáticos (p. 42)³¹.

Estabilización química: Según EDUARTE, M. (2014) que las propiedades del suelo cambian por efectos físicos y químicos mediante la aplicación de asfalto, cloruro de sodio, cementos, entre otros (p. 18)³²

Estabilización de la subrasante: a esto Vargas J. (2016) Menciona que las partículas del suelo en contacto las unas de las otras, reducen los índices de vacíos, ya sea usando medios mecánicos o químicos apoyados mediante compactación, mejorando las propiedades del suelo. Para una mejor estabilización de suelo Becerra nos indica que en la selección de del suelo a usares muy importante determinar el tipo de suelo como parte integro que soportara la superficie del suelo esto mejora la parte técnica del diseño del suelo, además añade que la caracterización del suelo es de importancia para facilitar el diseño y proyectar el deterioro de los años de servicio del suelo (2012).³³

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

Según Behar (2008) nos indica que la investigación de tipo aplicada requiere de un marco teórico, el cual confronta la realidad con la teoría, esta variante de información es de aplicación inmediata de la realidad (es decir es una investigación empírica (p. 20)³⁴. Por tal motivo la presente investigación por el propósito es de tipo aplicada. A esto Hernandez sampieri y mendoza (2019, p. 6)³⁵ añade que los procesos medibles y cuantificables sigue un camino cuantitativo, estos relacionan los métodos matemáticos y valores numéricos. Por tal motivo la presente investigación por el enfoque es de tipo cuantitativo puesto que se cuantifica los resultados.

3.1.2. Diseño de investigación:

Para Valderrama (2013) este tipo de diseño adulteran por lo menos una variable independiente el cual es observado su alteración y su correspondiente relación con la variable o variables dependientes (p. 65)³⁶. Por lo tanto en la presente investigación corresponde a un diseño cuasiexperimental no aleatoria en ese sentido se tiene un grupo control que es la estabilidad de suelo mediante el método por

compactación y otro tratado con el aditivo Consolid y Solidry, que vendría a ser la variable independiente.

3.1.3. Nivel de investigación:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), menciona que el nivel de investigación explicativo tiene una relación de causa y efecto, de fenómenos físicos o sociales, eventos o disciplinas, tratando de explicar por qué ocurren estos fenómenos además de buscar la implicancia de la variable del estudio (pp. 83-84)³⁷. Esta investigación es de nivel explicativo por tal motivo la investigación desarrollada efectúa indagando la respuesta del efecto al aplicar el EL aceite sulfonado para la mejora de la estabilidad del suelo de la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022. Por otra parte Behar (2008) en su libro de la metodología de la investigación indica que este nivel es de investigación se desarrolla con la causa y la consecuencia vinculando los fenómenos desarrollados, todo esto para dar explicación de la ocurrencia, al mismo tiempo que se define la veracidad de la hipótesis.³⁸

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Aceite sulfonado. Según nos indica Arias (2012, p. 59) que la variable independiente son las variables en las que se manipulan para ver las causas de la variable dependiente, estos se aplican en el grupo experimental.

Definición conceptual: El aceite sulfonado es un compuesto químico, según la Norma Técnica de estabilizadores químicos (MTC E 1109, 2014) indica que un estabilizador químico se debe mezclar homogéneamente con el suelo curar y tratar en concordancia a las especificaciones técnicas definidas del producto. Teniendo como objetivo transferir ciertas propiedades que buscan mejorar comportamientos y propiedades.³⁹

Definición Operacional: La dosificación del aceite sulfonado, son respectivamente 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³, utilizándose en la muestra tomada mediante calicata con las 3 combinaciones, ello tiene el

objetivo de aumentar la resistencia a la capacidad portante del suelo, aumentar la máxima densidad seca y disminuir el índice de plasticidad.

Variable Independiente V1: Aceite sulfonado

Las variables dependientes según Arias (2012), son las que se modifican según las manipulaciones de las variables independientes quienes provocan efectos sobre la variable dependiente originando diferentes resultados en la investigación.

Variable dependiente: Propiedades de la subrasante. Según nos indica Arias (2012, p. 60)⁴⁰ que la variable dependiente es el resultado de la manipulación de la variable independiente aplicados en el grupo experimental.

Definición conceptual: Propiedades de la subrasante es una especie de fotografía instantánea. Puede decirse que las propiedades de la subrasante son los resultados de los diferentes ensayos realizados para la evaluación de una determinada característica.

Definición Operacional: En la subrasante como tal, se ensayaron con la adición del aceite sulfonado, las cuales influyeron en las propiedades físicas y mecánicas que mejoraron su calidad.

Variable dependiente V2: Propiedades de la subrasante

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población.

Según Niño (2011), es un conjunto de unidades relacionadas que se limitan por tiempo y espacio, las cuales pueden ser animales, objetos o personal, entre otras muchas cosas como distritos, lugares y etc. (pág. 55)⁴¹ Por lo mismo la población son los 2.3 kilómetros de la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco. Comprendido entre las progresivas 0+00 y 2+300, siendo una carretera de 2da clase, con un IMDA entre los 2000-401 veh/día para una calzada de 2 carriles.

A esto, Alfaro (2012), menciona que la población es una unidad conglomerada conociéndose espacial y temporamente (pág. 52).⁴²

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Figura 1: Cuadro 4.2 Imagen de Número de Ensayos CBR

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

3.3.2. Muestra.

Como menciona Behar (2008), que una muestra es una parte de la población pero en menor medida que sea identificable en el espacio y el tiempo (pág. 51)⁴³. En esta investigación nuestra muestra fue de 1 kilometro comprendido en la progresiva 1+00 al 1+300. Realizándose 3 calicatas como el Manual de Carreteras lo indica, *Figura 1*, con una profundidad de 1.5m considerando la más desfavorable, en la que se realizará 12 ensayos como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1: Esquema de ensayo para estabilidad de suelo

4 muestras	ENSAYOS		
	CBR	PROCTOR MODIFICADO	L. ATTERBERG
Muestra patrón (N)	1	1	1
CC (N+10 cc/m ³)	1	1	1
CC (N+20 cc/m ³)	1	1	1
CC (N+30 cc/m ³)	1	1	1
TOTAL	12		

Fuente: Elaboración propia, 2022

Muestreo. Un muestreo no probabilístico requiere conocimiento de la población que representa los mismos fenómenos en menor escala siendo esta escogida intencionalmente, esta tiene que ser establecida mediante normas (Tamayo, 2003, pág. 178) a esto, Niño (2011), añade que este tipo de selección puede producir error por ser una etencion muy pequeña de otra cosa. (pág. 57).

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnica de recolección de datos: Behar (2008), menciona que las técnicas de recolección de datos toman en cuenta lo observado por el investigador cada una con sus propias tecnicas (pág. 55). En esta investigación se realizaran la observación directa e indirecta. Es así que en la presente investigación se realiza mediante la **técnica de observación directa** tomando las normas técnicas peruanas como guía además de las normas internaciones.

Instrumento de recolección de datos: Behar (2008), indica que para facilitar el procedimiento de registrar datos existen los instrumentos de recolección de datos, utilizando los indicadores necesarios de un investigación (pág. 69). Estos instrumentos se condicionan en base a las normas peruanas e internaciones que tengan especificaciones y estándares minimos para su utilización. A esto Niño (2011), añade que estos instrumentos sirven para recolectar, corroborar datos y variables de

un posterior hipótesis (pág. 87). Por tal motivo el instrumento a utilizar son las **fichas técnicas**.

Ficha n° 1: Densidad máxima del suelo (Proctor modificado) (Anexo 3)

Ficha n° 2: Resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) (Anexo 4)

Ficha n°3: Granulometría por tamizado (Anexo 5)

Ficha n°4: Límites de Atterberg (Anexo 6)

Tabla 2: *Ensayos de laboratorio*

Ensayos	Instrumentos de resultados
Ensayo de análisis granulométrico	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.128
Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.134
Ensayo de CBR	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.153
Ensayo Proctor Modificado	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.141
Ensayo de Límites de Atterberg	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.129

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad. La recolección de datos es mediante los certificados de calibración de equipos para los ensayos mencionados, siendo las siguientes. Certificado de calibración de equipo: ensayo de CBR (Anexo 8)

Validez. Los datos recogidos y los indicadores considerados deben ser coherentes y deberán ser referenciadas por un profesional experto, esto valida, ajusta y complementa la recolección de datos según el juicio del experto (Valderrama, 2006, p. 5). Por lo expuesto anteriormente la validación del instrumento fue mediante el **juicio del experto** según las fichas técnicas, siendo todas las fichas técnicas validadas por los expertos en sus campos, además de que los ensayos están sujetos a la validez de la Norma Técnica Peruana utilizadas por cada tipo de ensayo.

Cuadro de juicio de expertos (Anexo 4)

	Nombre	DNI	CIP	Firma
Experto 1				
Experto 2				
Experto 3				

3.5. Procedimientos.

Previo a la realización de la calicata se realizó una inspección del lugar eligiéndose los puntos a tomar, la extracción de la muestra se realizó mediante 3 calicatas, siendo transportadas al laboratorio para realizar en laboratorio el Ensayo de análisis granulométrico y el Ensayo de Clasificación de Suelos para posteriormente tomar el resultado más desfavorable para ser sometido a los ensayos de CBR, Próctor Modificado y Límite de Atterberg, con la combinación de la muestra patrón N, y 3 muestras adicionando 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ respectivamente.

Método de análisis de datos. Según (Córdova, 2003) la recopilación, organización y análisis de datos son proporcionados por las estadísticas con el objetivo de plantear hipótesis y describir los objetivos. Para este fin se emplea las estadísticas descriptivas representadas mediante tablas y graficos. A esto Niño (2011), menciona que para dar valor y veracidad a los datos obtenidos de priori se debe procesar, organizar y analizar lo cual hace posible llegar a la conclusión de un estudio. Por ello esta investigación efectuó el análisis de datos mediante la estadística descriptiva.

Aspectos éticos. Esta investigación considera el beneficio social, económico y también el ambiental, considerando en su desarrollo las normas del estilo ISO 690-2, en cuanto a las citas, libros, artículos, referencias, artículos periodísticos y científicos. También se demostró el grado de similitud mediante el resultado del TURNITIN respetando así los derechos de autor. Los datos presentes en la investigación son validados por firmas, fotografías, de mi trabajos en los laboratorios que evidencian

los datos registrados. Aunado a esto se tomó en cuenta la autonomía, utilizando opiniones, criterios e interpretaciones propias utilizando antecedentes plasmados en el marco teórico. Por último esta investigación toma en cuenta los compromisos y responsabilidades que se puedan incurrir en todo proceso de investigación.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Estabilización de la subrasante mediante la adición de aceite sulfonado en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

Ubicación:

Departamento : Cusco

Provincia :La convencion

Distrito : Pichari

Ubicación : Carretera Pedro Ruiz Gallo

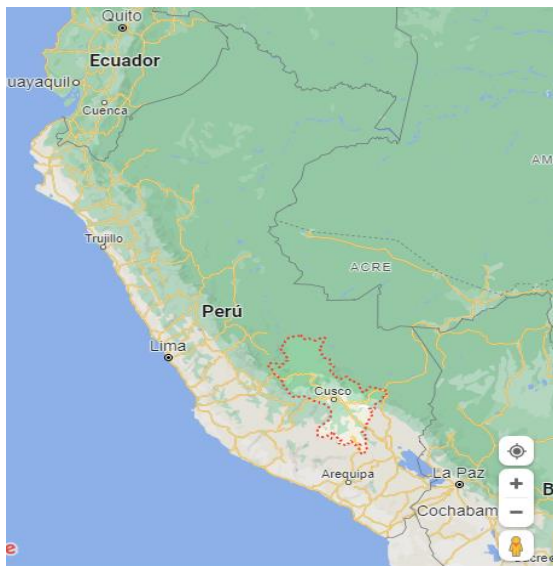


Figura 2: Mapa de Perú

Fuente: Google Maps

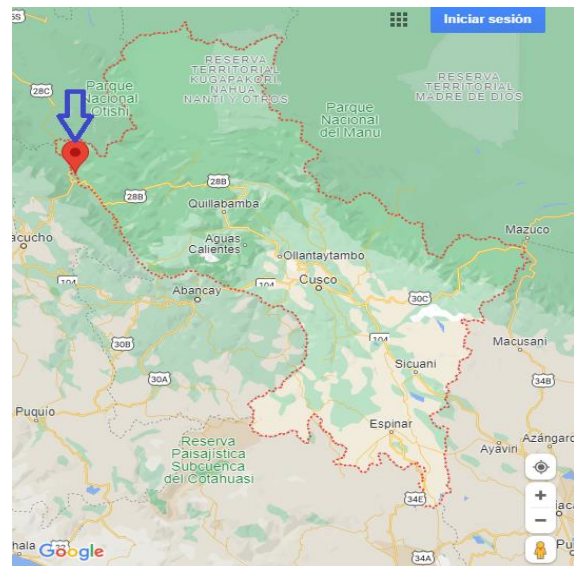


Figura 3: Mapa de la Región Ayacucho

Fuente: Google Maps.

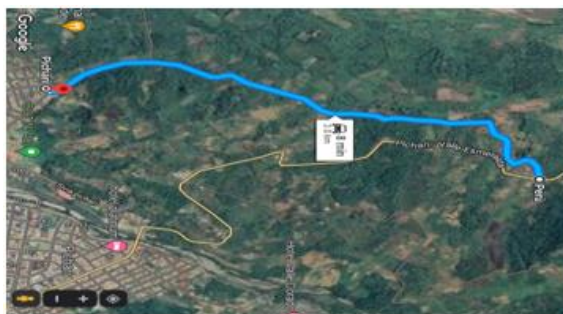


Figura 4: Localización de la carretera Pedro Ruiz Gallo

Fuente: Google Maps.

Localización:

La investigación se ejecutó en la carretera de Pedro Ruiz Gallo, está a 10 min de Pichari capital, donde se excavó 3 calicatas en las siguientes progresivas:

Descripción: Calicata - 1:

Progresiva: 1 + 300 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de vía: Derecha



Figura 5: Calicara -1

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata - 2:

Progresiva: 1 + 200 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones 1.00 x 1.20 m

Lado de vía: Izquierda



Figura 6: Calicata -2

Fuente: Elaboración propia.

Descripción Calicata - 3

Progresiva : 1+100 km

Profundidad : 1.50 m

Dimensiones 1.00 x 1.20 m

Lado de vía : izquierda

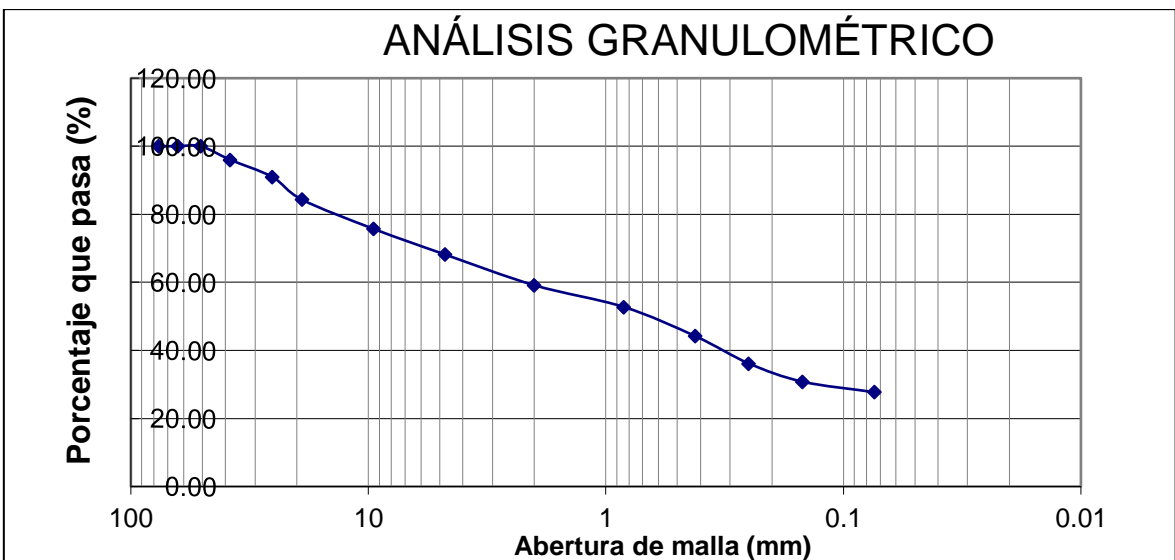


Figura 7: Calicata - 3

Fuente: Elaboración Propia.

Trabajo de desarrollo en laboratorio - PREVIA

Se realizó en 3 calicatas de diferentes progresivas, debido a que la carretera es de bajo volumen de tránsito como el manual de carreteras lo define. Es así que se toma las muestras en 3 calicatas por kilómetro, realizándose 3 ensayos granulométricos que definen el suelo más desfavorable para posteriormente realizar el moramiento mediante aditivos.



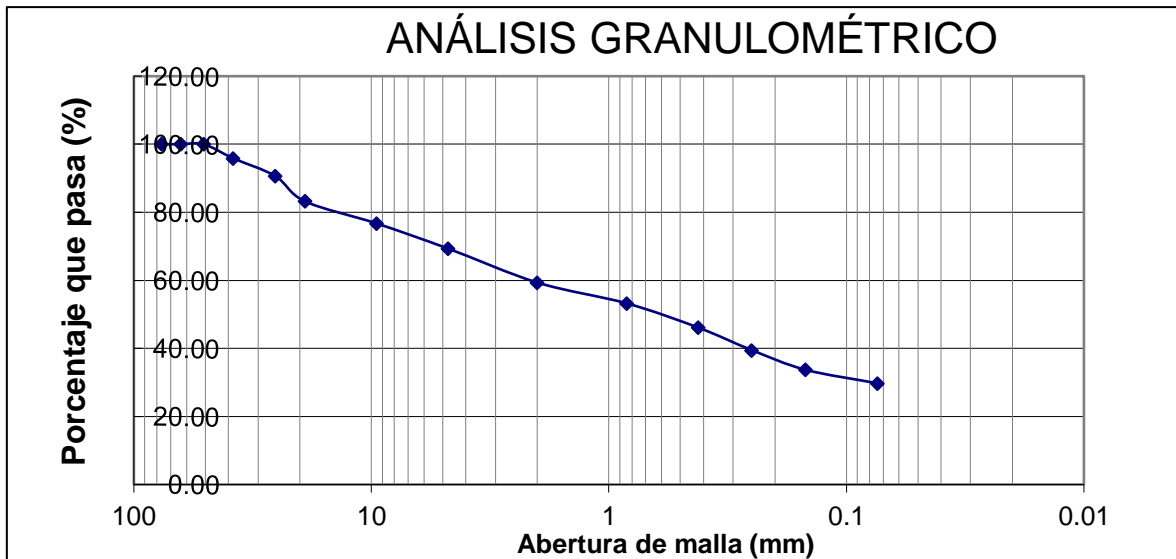
CLASIFICACION DE SUELO	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	SM ARENA LIMOSA CON GRAVA

Figura 8: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata - 1.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Se interpreta por el ensayo granulométrico que el material obtenido de la **CALICATA 01**, logró pasar el **27.72 %** con alta cantidad de finos a la malla N° 200, un 68.19% de muestra es considerado material arenoso logrando pasar la malla n°4 **y en el ultimo tamiz mas grade pasó un 100.00 % de grava.**

Según la muestra tomada en la calicata ubicadas en el km 1 + 300 de la carretera Pedro Ruiz Gallo, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (**VAZATT GEOTEST CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L**) que la muestra es una ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM) y mediante la clasificación AASHTOO pertenece al grupo **A-2- 4 (0)**.



CLASIFICACION DE SUELO	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	SM ARENA LIMOSA CON GRAVA

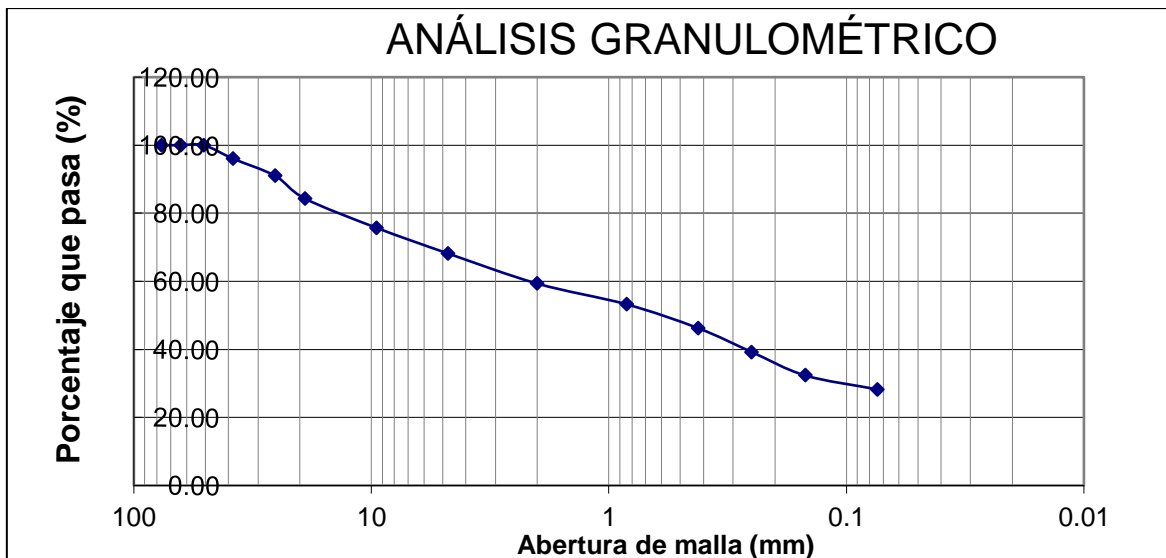
Figura 9: Análisis Granulométrico por tamizado de la **calicata - 2**.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Gracias al ensayo granulométrico se puede demostrar que de la calicata 02, pudo pasar el 29.74% al tamiz N° 200 con características de material fino, a la malla n°4 logró pasar 39.35% considerándose como un material arenoso y ya al ultimo tamiz logró pasar el 100.0% de grava.

Según la muestra tomada de la calicata ubicada en 1+200 de la carretera Pedro

Ruiz Gallo, se demostró gracias al laboratorio (VAZATT GEOTEST CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L) que la muestra es una ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM) y mediante la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-2-4 (0).



CLASIFICACION DE SUELO	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	SM ARENA LIMOSA CON GRAVA

Figura 10: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata - 3.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Se puede demostrar gracias al tamizado por ensayo granulométrico que la calicata 03, pasó el 28.23% en el tamiz n° 200 caracterizándose como material finos, a la malla n° 4 logró pasar 68.19% caracterizándose como arenoso y para la ultima malla pasó el 100.00% de grava.

Según la muestra extraída de la calicata ubicada en el km 1 + 100 de la carretera Pedro Ruiz Gallo, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (VAZATT GEOTEST CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L) que la muestra es una ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM) y mediante la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-2-4 (2).

CONCLUSION, Se incluye que la calicata N°02 (gracias a sus características es desfavorable), por ello se procedió a llevar las muestras al laboratorio y realizar los

ensayos Objetivos de Límites de Atterberg, Próctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR), por lo cual a este se va a considerar como la **muestra patrón**.

Tabla 3: Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural (P)

ENSAYOS		CALICATA N°02
CONTENIDO DE HUMEDAD		5.66%
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	37.47%
	Limite plástico	30.42%
	Índice de plasticidad	7.06%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	SM ARENA LIMOSA CON GRAVA
	AASHTO	A-2-4 (0)
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	18.13%
	Densidad Máxima Seca (DMS) g/cm ³	1.68
California Bearing Ratio (CBR) 95%		10.60%
California Bearing Ratio (CBR) 100%		10.90%

Fuente: Elaboración propia.

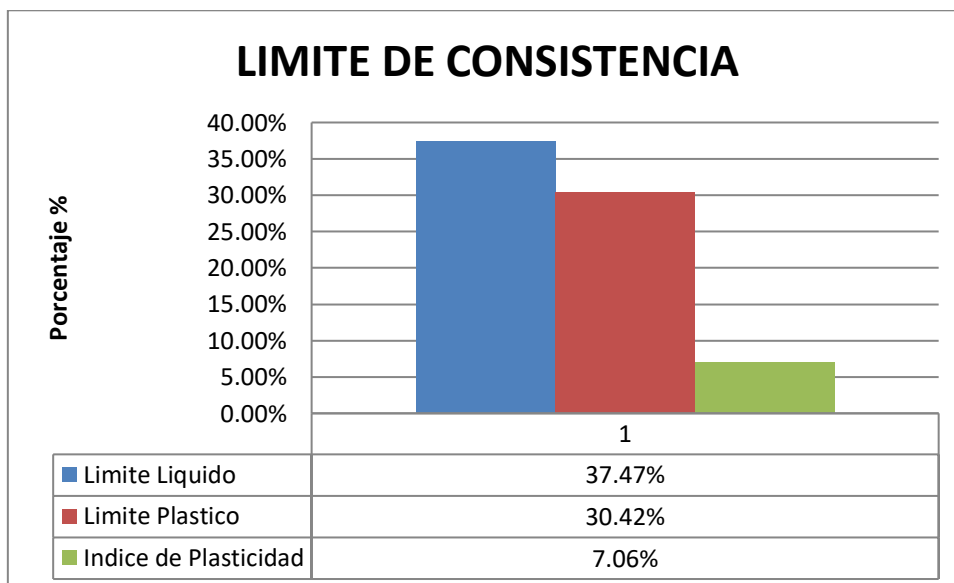


Figura 11: Gráfico del límite de consistencia de la muestra natural.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Se verifica que la calicata N°02 tiene un contenido de humedad de 5.66%, un limite liquido de 37.47%, con un limite plástico de 30.42% y por ultimo el índice plástico siendo de 7.06%

Se puede visualizar que la muestra inicial de la calicata N°02 tiene un 5.66% de contenido de humedad, un Limite Liquido de 37.47%, Limite Plástico 30.42% y un Índice de plasticidad de 7.06% esto debido a la ser ozona tropical con lluvias constantes.

Se infiere que la muestra es muy limosa el cual se comprueba mediante los resultados del laboratorio, debido a que la zona donde se encuentra la investigación es tropical y húmedo en periodos de lluvia.

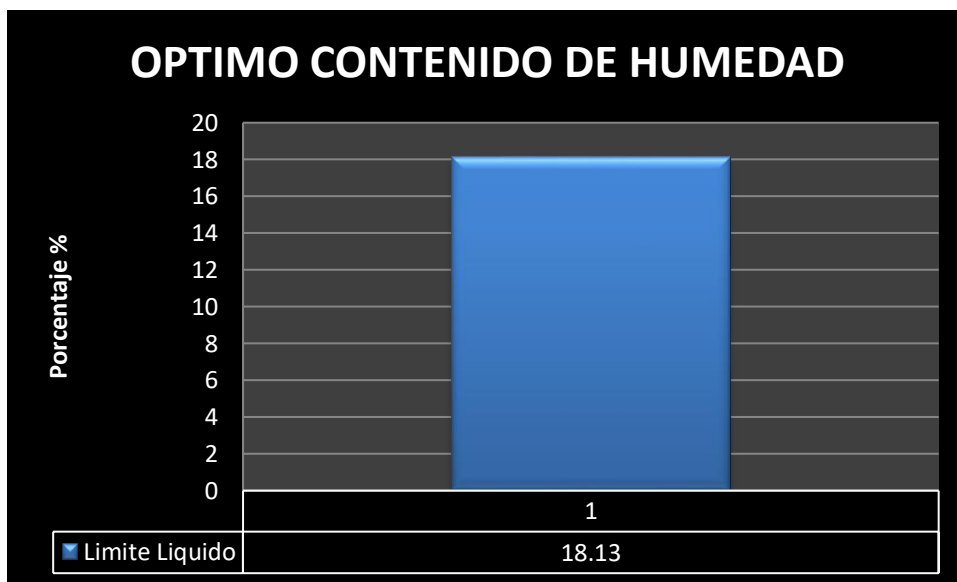


Figura 12: Grafico del Optimo Contenido de Humedad inicial.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Realizado el ensayo de proctor modificado se obtuvo del suelo natural un 18.13% de optimo contenido de humedad.

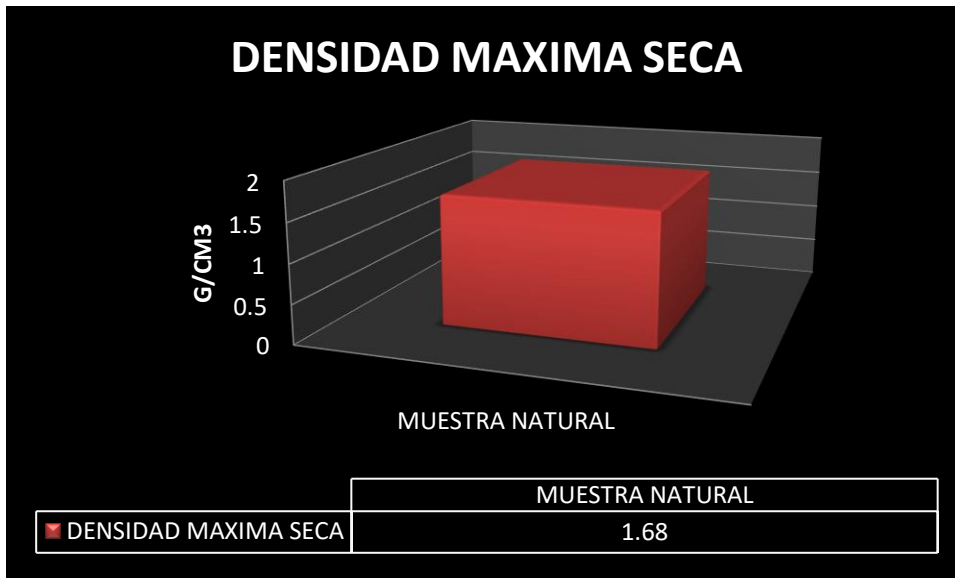


Figura 13: Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra inicial.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- realizado el ensayo de próctor modificado de se obtuvo como resultado un **1.68 gr/cm³** de **MÁXIMA DENSIDAD SECA** de la muestra natural.

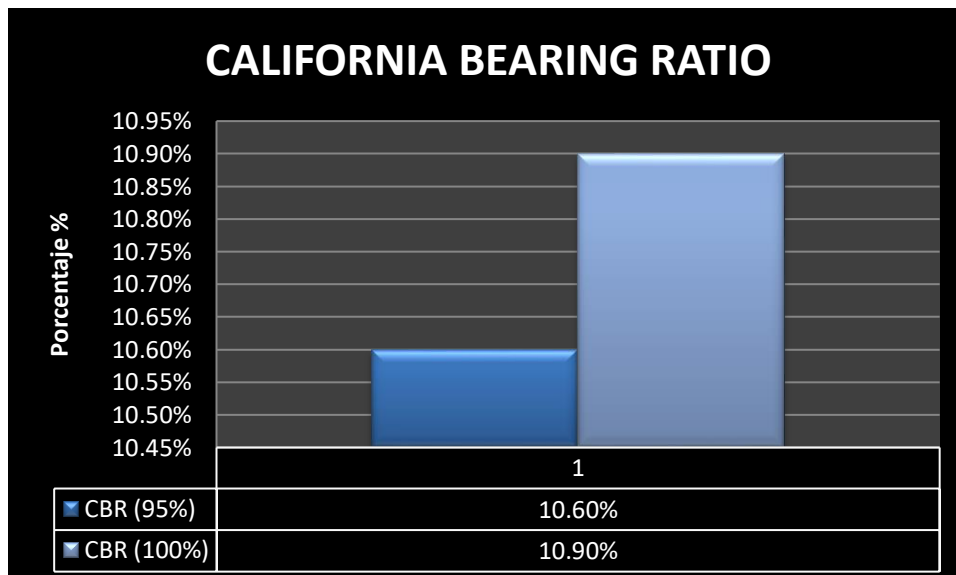


Figura 14: Grafico del California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural

Interpretación.- El ensayo de CBR resultó con una densidad de 1.815 g/cm de la muestra patron y con un contenido de humedad de 15.3 %. Despues de ser saturado con una penetración de 0.1” se mide su resistencia al 95% resultando 6.3% y al 100 de CBR un 10.2%. De esto se intuye que el suelo resulta pobre para uso de carga como subrasante.

Objetivo 1:

Determinar la influencia del aceite sulfonado en un 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ para determinar la influencia del aceite sulfonado en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

Reseña Ensayo de Límite de Consistencia

Se define como el suelo se puede encontrar en diferentes estados según la cantidad de agua presente y su propia naturaleza de los suelos finos. Este consiste en añadir líquido a la muestra que pasa por el tamiz N° 40, hasta que este homogenia y algo pastosa. Luego de reposarse 18 horas nuevamente se humedece la muestra para luego se procede a generar golpes constante con el Casagrande. Seguido se procede a realizar un corte transversal para luego poner al horno hasta que se seque para luego proceder a pesar esto para determinar el limite liquido. El material restante se debe amasar hasta formar una herba de 2.5mm, hasta que se resquebraje, el material quebrado se pesa y se lleva al horno, para por ultimo pesar nuevamente y realizar el calculo del límite liquido.

Por último el índice de plasticidad se determina mediante la diferencia del límite liquido y limite plástico, para los casos a) Suelos Natural (SN), b) SN + 1 cc/m³ AS c) SN + 20 cc/m³ AS d) SN + 30 cc/m³ AS

Evidencia Fotográfica (2 FOTOS)



Figura 15: Ensayo de análisis granulométrico

Fuente elaboración propia



Figura 16: Ensayo de limite de atterberg

Fuente elaboración propia

Tabla 4: Ensayo de Atterberg con la incorporación de Aceite sulfonado

CALICATA N°02	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
SUELO NATURAL (SN)	37.47%	30.42%	7.06%
SN+10% AS	36.30%	30.20%	6.10%
SN+15% AS	35.20%	30.15%	5.05%
SN+20% AS	34.87%	30.56%	4.31%

Fuente: Elaboración propia.

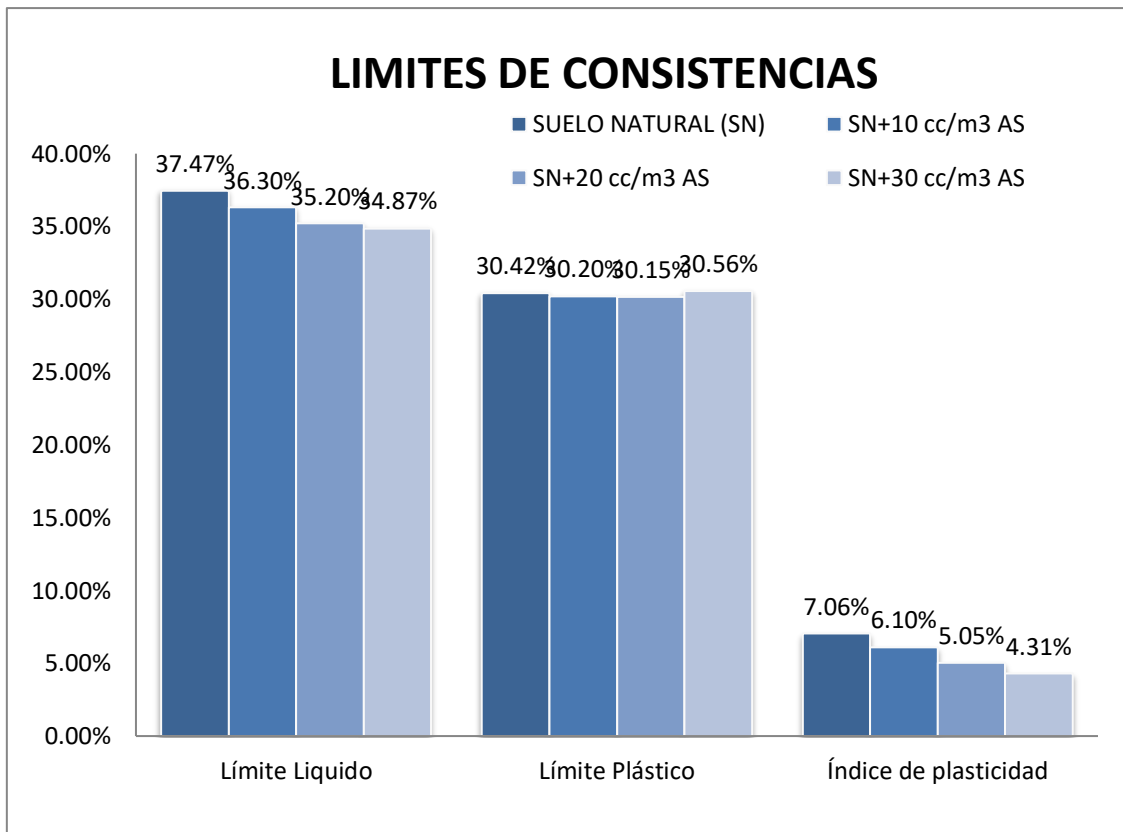


Figura 17: Grafico del Ensayo de Atterberg con la incorporación del aceite sulfonado.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Realizada la adición del aceite sulfonado se obtuvieron resultados óptimos en cuanto al límite de consistencia para un suelo SC (arenoso arcilloso con grava), en cuanto al ip de la calicata N°2 resultó 7.06%, pero al añadir aceite sulfonado en un porcentaje de 30% este se redujo a 4.31%.

Objetivo 2:

Determinar la influencia del aceite sulfonado en un 10 cc/m3, 20 cc/m3 y 30 cc/m3 para determinar la influencia del aceite sulfonado en la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022

Reseña 2: Contenido de Humedad

7 Líneas: (Ustedes realizan similar a Objetivo 1) = a) Suelos Natural (SN), b) SN + 1 cc/m3 AS c) SN + 20 cc/m3 AS d) SN + 30 cc/m3 AS

Evidencia Fotográfica (2 FOTOS)



Figura 18: Ensayo de contenido De humedad

Fuente elaboración propia



Figura 19: Ensayo de contenido de humedad

Fuente elaboración propia

Tabla 5: Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Aceite sulfonado.

CALICATA N°02	Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	18.13%	1.68 gr/cm ³
SN+10 cc/m ³ AS	17.21%	1.65 gr/cm ³
SN+20 cc/m ³ AS	16.34%	1.59 gr/cm ³
SN+30 cc/m ³ AS	15.23%	1.57 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia.

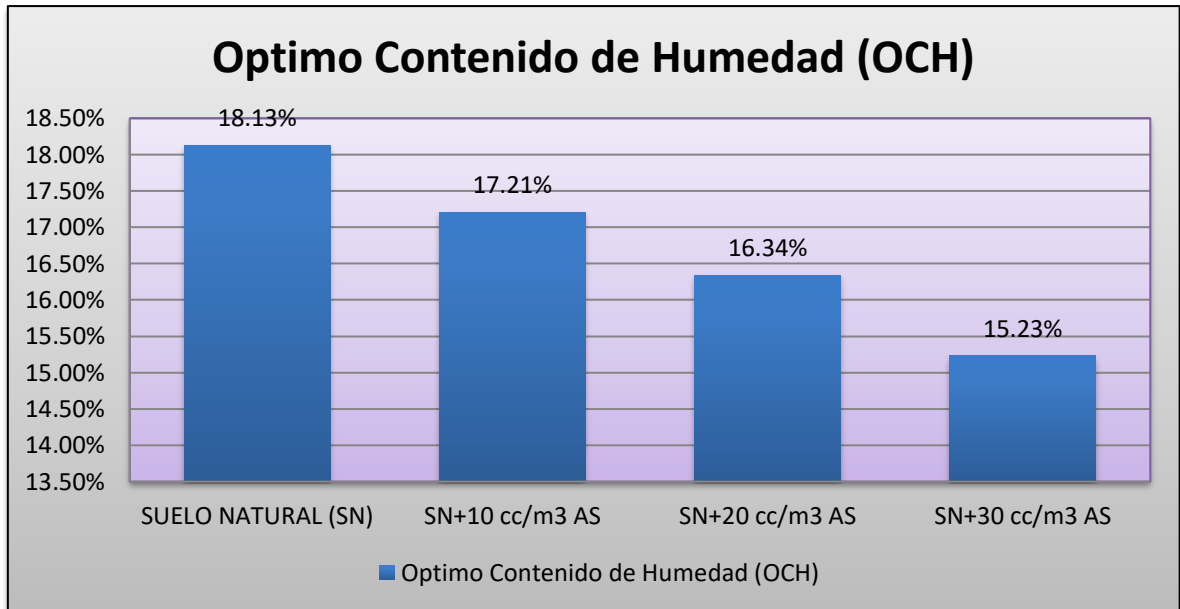


Figura 20: Grafico del óptimo CH con la incorporación del aceite sulfonado

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Añadido el aceite sulfonado se infiere que el Óptimo contenido de humedad es inversa a la adición del aditivo, es decir cuanto mayor sea añadido el aceite sulfonado al suelo el óptimo contenido de humedad se reduce, como en esta investigación que al añadir 30 cc/m³ de AS se redujo de 18.13% a 15.23%.

Tabla 6: *Maxima Densidad Seca*

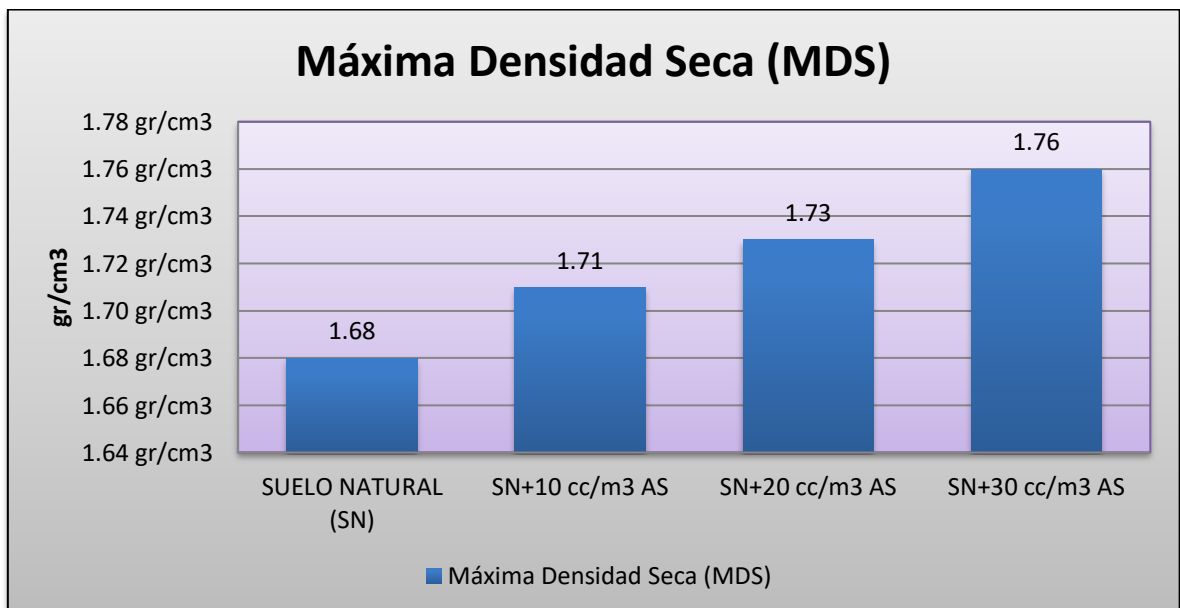


Figura 20: Grafico de la MDS con la incorporación del AS.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La Máxima Densidad Seca es inverso a la adición del Aceite Sulfonado, por lo tanto cuanto mayor sea la dosificación mayor será la máxima densidad seca, ello gracias a que se incorporaron 30 cc/m³ de aceite sulfonado se obtuvo 1.76g/m³ de 1.68 gr/m³ que se tenía inicialmente.

Objetivo 3:

Evaluar la aplicación del aceite sulfonado en un 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ para determinar la influencia del aceite sulfonado en la resistencia a la capacidad portante del suelo en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022

Reseña 3: RESISTENCIA DE SUELOS (CBR)

7 Líneas, (Ustedes realizan similar al Objetivo 1)

Evidencias 3

(Ensayo de Resistencia de los Suelos (CBR) = 2 Fotos)

Tabla 7: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación del aceite sulfonado.

CALICATA N°02	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	10.6%	10.9%
SN+10 cc/m ³ AS	19.8%	23.6%
SN+20 cc/m ³ AS	43.0%	54.4%
SN+30 cc/m ³ AS	56.5%	67.1%

Fuente: Elaboración propia.

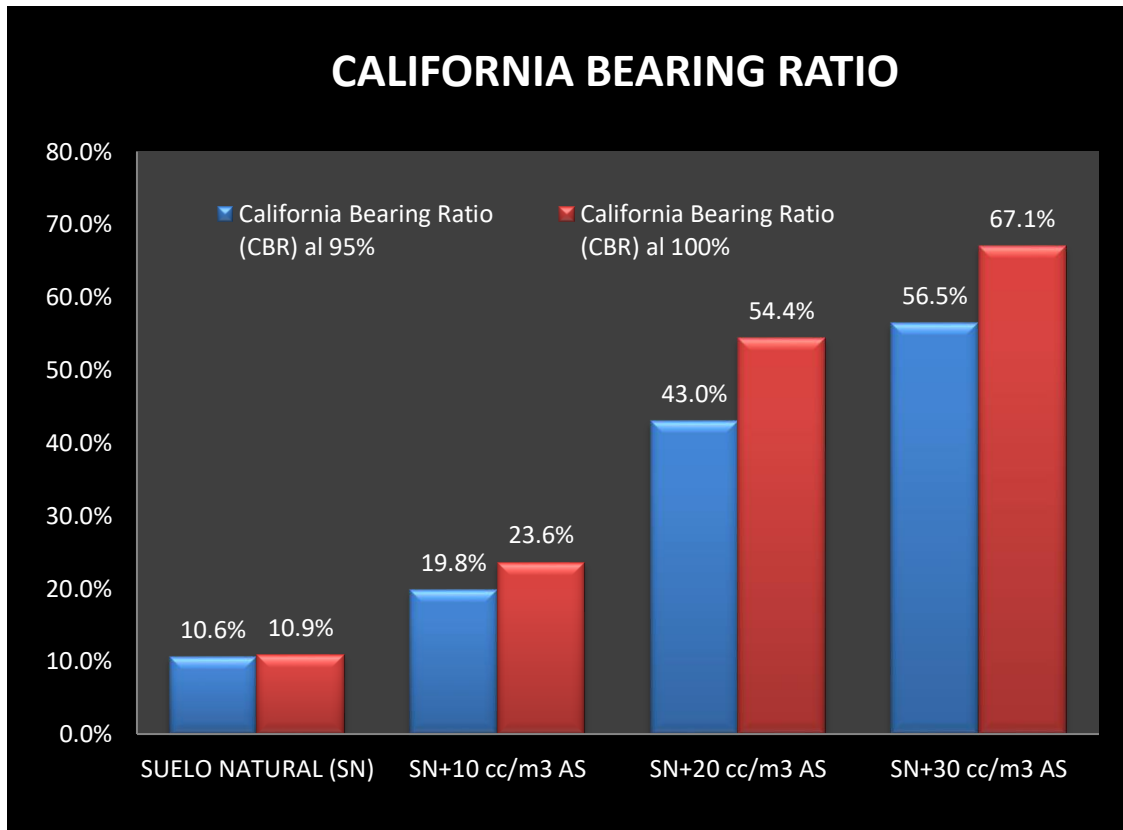


Figura 21: Grafico del Ensayo de CBR con la incorporación del Aceite sulfonado
 Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Se puede visualizar el impacto del aditivo en suelo arcilloso, donde el CBR es directamente proporcional al porcentaje de aditivo añadido. Teniendo el 10.6% de un CBR al 95% y un 56.50 con aditivo añadido al 30% del CBR 95%. Del mismo modo en el CBR al 100% se tiene 10.09% de la muestra natural a un 67.10% con el aceite sulfónico, lo que indica que el suelo arcilloso mejora su estabilización.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia del aceite sulfonado en un 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ para determinar la influencia del aceite sulfonado en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

Antecedente: Ñaupari, J. (2021) en su investigación agregó aceite sulfonado directamente al suelo, resultado mejoras en la cohesión del suelo al reducir el índice de plasticidad de la subrasante de un 12.68% a un 10.23%

Resultados: Al inicio de los ensayos el suelo fue clasificado como suelo arcilloso con un índice de plasticidad 7.06%, pero cuando se incorporaba cada vez mas aceite sulfonado en la muestra esta disminuía desde un 10 cc/m³ (6.10), 20 cc/m³ (5.05) y 30 cc/m³ (4.31), siendo su mejor resultado el de 30 cc/m³ donde se obtuvo 4.31%.

Comparación: Revisado los antecedentes, el aceite sulfonado reduce el índice de plasticidad. Por medio de los ensayos de Limite Liquido y límite Plástico, se valida la influencia que las dosificaciones del aceite sulfonado generan en el terreno natural, ya que redució progresivamente el índice de plasticidad hasta encontrar uno óptimo.

Objetivo 2: Determinar la influencia del aceite sulfonado en un 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ para determinar la influencia del aceite sulfonado en la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022

Antecedente: Ipanaque, E. (2021) en su investigación agregó aceite sulfonado directamente a la subrasante, obteniendo mejoras en la cohesión del suelo al incrementar la máxima densidad seca de la subrasante de un 1.79% a un 1.93%.

Resultados: En la presente investigación, el terreno natural presentaba una máxima densidad seca inicial de 1.68% pero al incorporar el aceite sulfonado en 10 gr/cm³ (1.71), 20 gr/cm³ (1.73) y 30 gr/cm³ (1.76) estos se incrementan, siendo el que mejor lo incrementa es el de 30 gr/cm³ de aceite sulfonado quien aumentó la máxima densidad seca a 1.76%.

Comparación: Según los antecedentes, el aceite sulfonado, reducen el la máxima densidad seca de los suelos arcillosos; esto se demuestra en nuestra investigación, al incrementarse las dosificaciones del aceite sulfonado en el terreno natural, ayuda también a disminuir el contenido de humedad del terreno, siendo similares al antecedente.

Objetivo 3: Evaluar la aplicación del aceite sulfonado en un 10 cc/m³, 20 cc/m³ y 30 cc/m³ para determinar la influencia del aceite sulfonado en la resistencia a la capacidad portante del suelo en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022

Antecedente: Ñaupari (2021) en su investigación agregó diversos porcentajes (1%, 2%, 3%) de aceite sulfonado directamente a una a la subrasante, obteniendo un incremento del ensayo de la resistencia a la capacidad portante del suelo, los cuales variaban de 8.10% a 25.00%.

Resultados: Al realizarse los ensayos de resistencia a la capacidad portante del suelo con el suelo patrón sin aceite sulfonado, su resultado fue 1.68 y en la medida que se incorporó el aceite sulfonado de 10 cc/m³ (10.9%), 20 cc/m³ (19.8%) y 30 cc/m³ (56.5%), resultados que incrementaron la resistencia a la capacidad portante del suelo sobre todo el de 30 cc/m³ de aceite sulfonado incrementando a 56.5%.

Comparación: Según los antecedentes, el aceite sulfonado, incrementa la resistencia a la capacidad portante suelos arcilloso; esto se demuestra en nuestra investigación, al incrementarse las dosificaciones del aceite sulfonado en el terreno natural, ayuda también a incrementar la resistencia a la capacidad portante suelos, siendo similares al antecedente.

VI. CONCLUSIONES

Analizar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

Objetivo General, se apreció que las características de los subrasantes extraídos de la carretera Pedro Ruiz Gallo mejoran con el aceite sulfonado, evaluándose las propiedades del suelo: **1)** al **reducir** el índice de plasticidad; **2)** al **aumentar** la máxima densidad seca y **3)** al **aumentar** la resistencia a la capacidad portante del suelo.

1) Índice de plasticidad

Natural IP=7.06%, AS 10 cc/m³ (ip=6.10%), 20 cc/m³ (ip=5.05%) y 30 cc/m³ (ip=4.31%).

Objetivo Específico 1, **Se** estableció la dependencia del aceite sulfonado en los ensayos del Límites de Atterberg, ya que influyeron en la disminución en **0.96%** del índice de plasticidad del terreno natural, pasando de **7.06%** a **4.31%** al emplearse un **30 cc/m³** de aceite sulfonado. **Por lo tanto, la influencia del aceite sulfonado en la mejora de la subrasante, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a Los Límites de Atterberg, el cual queda comprobado.**

2) Máxima densidad seca

Natural DMS=1.68 gr/cm³, AS 10 cc/m³ (dms= 1.71 gr/cm³), 20 cc/m³ (dms= 1.73 gr/cm³) y 30 cc/m³ (dms=1.76 gr/cm³)

Objetivo Específico 2, **Se** estableció la dependencia del porcentaje del aceite sulfonado en el ensayo del proctor modificado, ya que influyó en la disminución de un **14.2%** de la densidad máxima seca del terreno natural, pasando de **16.6%** a **30.8%** mediante la incorporación del **30 cc/m³** del aceite sulfonado. **Por lo tanto, la influencia del aceite sulfonado en la mejora de la subrasante, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la máxima densidad seca, el cual queda comprobada.**

3) resistencia a la capacidad portante

Natural CBR=16.6%, AS 10 cc/m³ (cbr= 21.4%), 20 cc/m³ (cbr= 25.2%) y 30 cc/m³ (cbr=30.8%)

Objetivo Específico 3, Se estableció la dependencia del porcentaje del aceite sulfonado en los ensayos del CBR, ya que influenciaron en el incremento de un 45.90%, pasando de 10.6% del terreno natural a un 56.5% mediante la incorporación del 30 cc/m³ del aceite sulfonado; Por lo tanto, la influencia del aceite sulfonado en la mejora de la subrasante, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la resistencia a la capacidad portante, el cual queda comprobado; por lo tanto, la influencia del aceite sulfonado de arroz en la subrasante es positiva, en los porcentajes propuestos, con respecto a la capacidad portante.

VII. RECOMENDACIONES

1) Índice de plasticidad

Natural IP=7.06%, AS 10 cc/m³ (ip=6.10%), 20 cc/m³ (ip=5.05%) y 30 cc/m³ (ip=4.31%).

Objetivo Específico 1, En la presente investigación al elegirse las cantidades de aceite sulfonado que iban desde un 10 cc/m³ hasta un 30 cc/m³, en todas ellas se logró la disminución del índice de plasticidad; para continuar con una futura Investigación recomendamos incrementar mayor al 30 cc/m³, la inclusión del aceite sulfonado, para verificar si continua reduciéndose el índice de plasticidad, hasta encontrar el valor tope, que inicie el incremento del índice de plasticidad.

2) Maxima densidad seca

Natural DMS=1.68 gr/cm³, AS 10 cc/m³ (dms= 1.71 gr/cm³), 20 cc/m³ (dms= 1.73 gr/cm³) y 30 cc/m³ (dms=1.76 gr/cm³)

Objetivo Específico 2, En la presente investigación al elegirse porcentajes del Aditivo, que iban del 10 cc/m³ al 30 cc/m³ se obtuvieron la disminución de la máxima densidad seca comparados al original; por lo que, recomendamos emplear el Aditivo mayor al 30 cc/m³ el cual producirá una mayor máxima densidad seca.

3) resistencia a la capacidad portante

Natural CBR=16.6%, AS 10 cc/m³ (cbr= 21.4%), 20 cc/m³ (cbr= 25.2%) y 30 cc/m³ (cbr=30.8%)

Objetivo Específico 3, En la presente investigación al elegirse porcentajes del Aditivo, que iban desde el 10% hasta un 20%, en todas ellas se obtuvo el aumento de la resistencia a la capacidad portante; para continuar otra Investigación, recomendamos añadir en cantidades mayores al 30 cc/m³ del Aditivo, hasta verificar si continua incrementándose hasta encontrar el valor tope, que inicie el decrecimiento de la resistencia a la capacidad portante.

VIII. REFERENCIAS

1. RIVERA, Jhonathan. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA [en línea]. Junio 2020. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2022]. Disponible en https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3417#info DOI: 10.23850/22565035.2530
 2. LLANO, Eliana, RIOS, Diana y Restrepo, Gloria. Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad. TecnoLógicas [en línea]. Setiembre 2020. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2022]. Disponible en <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1624> DOI: <https://doi.org/10.22430/22565337.1624>
 3. HARVEY Penelope. «Cimentando relaciones: la materialidad de las carreteras y los espacios públicos en el Perú provincial». Revista de Antropología y Sociología: Virajes [en línea]. Vol. 23 Núm. 1. diciembre 2020. [Fecha de consulta: 21 de octubre 2022]. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/virajes/article/view/2482> DOI: 10.17151/rasv.2021.23.1.2
-
- 1.- Nachum, S. , Talesnick, M. , Frydman, S. En su artículo. Un nuevo aparato para estudiar el oleaje restringido lateralmente de arcilla compactada con medición de presión lateral. Diario de pruebas geotécnicas. (2022) fecha de consulta. Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85097958183&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-85097958183&src=s&imp=t&sid=3b8e580bcc89f5655c92b3a679e2e5e3&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=> ISSN: 1496115
 - 2.- Alonso EE,Gens A.,Josa A. Un modelo constitutivo para suelos parcialmente saturados. Geotecnica. 1990. Fecha de consulta: 18 de junio de 2021. Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0025620943&origin=reflist&sort=plf->

[f&src=s&sid=a3fd091b34a530635453ff52b7416be4&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103237160&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=a3fd091b34a530635453ff52b7416be4&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29) ISSN: 00168505

3.- Ghadernejad K.a, Shahgholi G. una , Mardani A.b , Maleki MRC. [Efecto de la aplicación de estiércol de granja en la compactibilidad de un suelo arcilloso]. Spanish Journal of Soil Science. 2021. Fecha de consulta: 25 de junio de 2021.

Disponible en [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103237160&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103237160&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=0c00a27e8a4baf1a1891c551898b262b&sot=b&sdt=sisr&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29&ref=%28suelo+arcilloso%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=)

[f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=0c00a27e8a4baf1a1891c551898b262b&sot=b&sdt=sisr&sl=24&s=TITLE-ABS-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103237160&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=0c00a27e8a4baf1a1891c551898b262b&sot=b&sdt=sisr&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29&ref=%28suelo+arcilloso%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=)

[KEY%28clay+base%29&ref=%28suelo+arcilloso%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103237160&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=0c00a27e8a4baf1a1891c551898b262b&sot=b&sdt=sisr&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29&ref=%28suelo+arcilloso%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=) ISSN: 22536574

4.- Canción G. Wang L. Zhang Y. Guo Y. una , Cao Y. B. [Estabilidad mecánica y estructuras de poros de material de lechada modificado en cimientos kársticos] Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology) 2021. Fecha de consulta: 18 de junio de 2021. Disponible en

en [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058487286&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058487286&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=)

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058487286&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=) ISSN:

16727207

5.- Peng Y.a, Zhang H.a , b, Lin C. una , Wang X. una , Yang L.a. Engineering properties and improvement mechanism of loess soil modified by consolid system. Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao/Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 17 de Marzo del 2017. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020173508&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020173508&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=1&citeCnt=7&searchTerm=)

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=1&citeCnt=7&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020173508&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=1&citeCnt=7&searchTerm=) ISSN:

10006915

6.- Zhang H.-Y.a , b,Peng Y.b ,Wang X.-W.b ,Lin C.-B.B. Water entrance-and-release ability of loess soil modified by consolid system. Yantu Lixue/Rock and Soil Mechanics. 1 de junio 2016. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84977510409&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=2&citeCnt=1&searchTerm=>

ISSN: 10007598

7.- Zhang H.a, b,Lin C.b,Sheng Y.b. Experimental study of engineering properties of loess reinforced by consolid system. Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao/Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 15 de junio del 2015. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84930065694&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=3&citeCnt=8&searchTerm=>

ISSN: 10006915

8.- Nachum, S. , Talesnick, M. , Frydman, S. Un nuevo aparato para estudiar el oleaje restringido lateralmente de arcilla compactada con medición de presión lateral. Diario de pruebas geotécnicas. (2022) fecha de consulta.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85097958183&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-85097958183&src=s&imp=t&sid=3b8e580bcc89f5655c92b3a679e2e5e3&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=>

ISSN: 1496115

9.- Alonso EE,Gens A.,Josa A. Un modelo constitutivo para suelos parcialmente saturados. Geotecnica. 1990. Fecha de consulta: 18 de junio de 2021.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0025620943&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&sid=a3fd091b34a530635453ff52b7416be4&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29>

ISSN: 00168505

10.- Ghadernejad K.a, Shahgholi G.una , Mardani A.b , Maleki MRC. [Efecto de la aplicación de estiércol de granja en la compactibilidad de un suelo arcilloso]. Spanish Journal of Soil Science. 2021. Fecha de consulta: 25 de junio de 2021.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103237160&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=0c00a27e8a4baf1a1891c551898b262b&sot=b&sdt=sisr&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29&ref=%28suelo+arcilloso%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 22536574

11.- Canción G. Wang L. Zhang Y. Guo Y.una , Cao Y. B. [Estabilidad mecánica y estructuras de poros de material de lechada modificado en cimientos kársticos] Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology) 2021. Fecha de consulta: 18 de junio de 2021.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058487286&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=>

ISSN: 16727207

12.- Peng Y.a, Zhang H.a , b, Lin C.una , Wang X.una , Yang L.a. Engineering properties and improvement mechanism of loess soil modified by consolid system. Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao/Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 17 de Marzo del 2017. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020173508&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=1&citeCnt=7&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020173508&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=1&citeCnt=7&searchTerm=)

ISSN: 10006915

13.- Zhang H.-Y.a , b,Peng Y.b ,Wang X.-W.b ,Lin C.-B.B. Water entrance-and-release ability of loess soil modified by consolid system. Yantu Lixue/Rock and Soil Mechanics. 1 de junio 2016. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84977510409&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=2&citeCnt=1&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84977510409&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=2&citeCnt=1&searchTerm=)

ISSN: 10007598

14.- Zhang H.a, b,Lin C.b,Sheng Y.b. Experimental study of engineering properties of loess reinforced by consolid system. Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao/Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 15 de junio del 2015. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84930065694&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=3&citeCnt=8&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84930065694&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=3&citeCnt=8&searchTerm=)

ISSN: 10006915

15.- Nachum, S. , Talesnick, M. , Frydman, S. Un nuevo aparato para estudiar el oleaje restringido lateralmente de arcilla compactada con medición de presión lateral. Diario de pruebas geotécnicas. (2022) fecha de consulta.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85097958183&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0->

[85097958183&src=s&imp=t&sid=3b8e580bcc89f5655c92b3a679e2e5e3&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85097958183&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-85097958183&src=s&imp=t&sid=3b8e580bcc89f5655c92b3a679e2e5e3&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=)

ISSN: 1496115

16.- Alonso EE, Gens A., Josa A. Un modelo constitutivo para suelos parcialmente saturados. Geotecnica. 1990. Fecha de consulta: 18 de junio de 2021.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0025620943&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&sid=a3fd091b34a530635453ff52b7416be4&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29>

ISSN: 00168505

17.- Ghadernejad K.a, Shahgholi G.una, Mardani A.b, Maleki MRC. [Efecto de la aplicación de estiércol de granja en la compactibilidad de un suelo arcilloso]. Spanish Journal of Soil Science. 2021. Fecha de consulta: 25 de junio de 2021.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103237160&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=0c00a27e8a4baf1a1891c551898b262b&sot=b&sdt=sisr&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28clay+base%29&ref=%28suelo+arcilloso%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 22536574

18.- Canción G. Wang L. Zhang Y. Guo Y.una, Cao Y. B. [Estabilidad mecánica y estructuras de poros de material de lechada modificado en cimientos kársticos] Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology) 2021. Fecha de consulta: 18 de junio de 2021.

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058487286&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=>

ISSN: 16727207

19.- Peng Y.a,Zhang H.a , b,Lin C.una ,Wang X.una ,Yang L.a. Engineering properties and improvement mechanism of loess soil modified by consolid system. Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao/Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 17 de Marzo del 2017. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020173508&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=1&citeCnt=7&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020173508&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=1&citeCnt=7&searchTerm=)

ISSN: 10006915

20.- Zhang H.-Y.a , b,Peng Y.b ,Wang X.-W.b ,Lin C.-B.B. Water entrance-and-release ability of loess soil modified by consolid system. Yantu Lixue/Rock and Soil Mechanics. 1 de junio 2016. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84977510409&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=2&citeCnt=1&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84977510409&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=2&citeCnt=1&searchTerm=)

ISSN: 10007598

21.- Zhang H.a, b,Lin C.b,Sheng Y.b. Experimental study of engineering properties of loess reinforced by consolid system. Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao/Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 15 de junio del 2015. Fecha de consulta 25 de junio de 2021

Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84930065694&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=3&citeCnt=8&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84930065694&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4b291865652aeccbaf9d8c2e04432c5c&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28consolid+system%29&relpos=3&citeCnt=8&searchTerm=)

ISSN: 10006915

22.- Alan F. Rauch, Lynn E. Katz, and Howard M. Lilljestrand, *AN ANALYSIS OF THE MECHANISMS AND EFFICACY OF THREE LIQUID CHEMICAL SOIL STABILIZERS: VOLUMEN 1*. Report No. 1993-1 FHWA/TX-03/1993-1

23.- ALAN F. RAUCH, LYNN E. KATZ, AND HOWARD M. LILJESTRAND. *Project Summary Report 7-1993-S / Project 7-1993: Evaluation of Nontraditional Soil and Aggregate Stabilizers*. Center for Transportation Research the University of Texas at Austin. May, 2003.

24.- BECERRA, Mario. *Tópicos de pavimentos de concreto: Diseño, construcción y supervisión*. Lima, 2012.

25.- Boletín semanal: *Mejoramiento y estabilización de subrasantes con cal*. PITRA:

Programa de ingeniería de infraestructura y transporte. BADILLA, Gustavo y ELIZONDO Fabián. Costa Rica, 2010.

26.- BOTASSO, H. G. *Estabilización lónicos de suelos para la construcción*. Argentina: Centro de Investigaciones Viales LEMaC, UTN. – FRLP, 2003

27.- BROWN, Steve y VicRoads, *Technical Basic of Austroads Pavement Design Guide*. First Published. Australia: Austroads, 2004
ISBN: 0 85588 709 5

28.- CRESPO, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 6ª ed. México: Limusa, 2015. 644 pp.
ISBN: 978-968-18-6963-2

29.- DEPARTMENT OF THE ARMY, THE NAVY, AND THE AIER FORCE. *Soil stabilization pavements. En su normativa titulada:TECHINCAL MANUAL NO. 5-822-14 AIR FORCE MANUAL NO. 32-1019*, 1994

30.- *Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales*. Costa rica: Boletín Técnico PITRA-LanammeUCR: Programa de infraestructura del transporte. Junio, ULATE, Alonso, 2017

31.- GARNICA, Paul. *Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres*. México: Publicación Técnica No.201 Sanfandila, Qro, 2002

32.- IJETAE: International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. *The Efficacy of Sulphonated Petroleum Products in the Stabilization of Marginal Lateritic Soils*, MOHAMMED ALHASSAN, Hashim, OKECHUKWU CHUKWUMA, Michael, Nigeria, 2013

ISSN: 2250-2459

33.- IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology. *A Review On Stabilization of Soil Using Bio-Enzyme*, RAJORIA, Vijay,

KAUR, Suneet, India, 2012.

ISSN: 2319-1163

34.- JUÁREZ, Eulalio. RICO, Alfonso. *Mecánica de Suelos*. 1er tomo México: Limusa, 2012.

ISBN 978-968-18-0069-7

35.- KENT NEWMAN AND JEB S. TINGLE. *Emulsion polymers for soil stabilization*.

A.S. Army Engineer Research and Development Center. USA, 2004.

36.- LIME STABILIZATION AND MECHANISTIC-EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN.

Manual to provide guidance on how to consider and include lime-stabilized layers in pavement designs being evaluated with mechanistic-empirical (ME) tools (2004, 40 pp.) *Lime Stabilization & Lime Modification*. MALLELA, Jagannath, VON QUINTUS, Harold, y SMITH, Kelly: USA, 2004.

37.- *Mechanisms of Soil Stabilization with Liquid Ionic Stabilizer*. Lynn E. Katz, Alan F.

Rauch, Howard M. Liljestrang, Jacqueline S. Harmon, Kristine S. Shaw, and Harold Albers. Transportation Research Record 1757, Texas Department of Transportation, Austin, TX 78731., 2003

38.- *Mejora de vías no pavimentadas mediante un estabilizante químico de suelos, análisis de su diseño estructural y control*. LEMaC Centro de Investigaciones Viales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata:

39.- RIVERA, Julián, BOTASSO, Gerardo, HANSEN, Oscar POLETTI, Andrés. Argentina. Julio, 2012.

40.- MINAYA, Silene y ORDOÑEZ, Abel. *Diseño de pavimentos Asfálticos*. ICG: Instituto de construcción y gerencia, Lima 2006.

41.- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES: *Manual de ensayo de materiales*. Lima, 2016

42.- NCHRP. *Recommended Practice for Stabilization of Subgrade Soils and Base Materials*. Texas Transportation Institute Texas A&M University College Station, 2009.

43.- NORMA CE.010 *Pavimentos Urbanos*. 1ra ed. Perú: La Victoria, 2010

ISBN: 978-9972-9433-5-5.

44.- Revista de Arquitectura e Ingeniería: *Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras*. JUNCO, Juan. CUBA, 2011.

45.- REVISTA de Ingeniería. *Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales*. CAMPAGNOLI, Sandra. Universidad de Los Andes Colombia, 2017.

ISSN: 0121-4993

46.- RONDÓN, Hugo. REYES, Fredy. *Pavimentos*. 1ra ed. Colombia: Bogotá, 2015.

ISBN: 978-958-771-175-2.

47.- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, *Federal Aviation Administration*. *En su normativa titulada: Airport Pavement Design and Evaluation*, AC N° 150/5320-6F.US, 2016.

48.- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, *Federal Aviation Administration*. *En su normativa titulada: Standard Specifications for Construction of Airports*, AC N° 150/5370-10h.US, 2018

49.- WIRTGEN, Gmbh. *Cold recycling Technology*. Germany: WIRTGEN GROUP, 2012.

50.- ZAMBRANO, Wilmer. *Diseño de Estructura de Pavimento*. Ecuador: Ediciones UTMACH, 2015.

ISBN: 978-9978-316-31-3

51.- ZHILONG, JIANMING, HU. *Effects and Mechanism softonic Soil Stabilizer on Warm Frozen Soil* [en línea] Arabian Journal for Science and Engineering (Springer Science & Business Media BV). Oct2018, vol. 43 Edition 10, p5657-5666. 10p. Oct. 2018.

52.- Niño, V. (2011). *Metodología de la investigación. Diseño y ejecución*. Bogotá: Ediciones de la U.

53.- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

54.- Behar, R. (2008). *Metodología de la investigación*. Shalom

IX. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operación de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
TITULO: "Estabilización de la subrasante mediante la adición de aceite sulfonado en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - C"					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE					
ACEITE SULFONADO	Según Camacho, Reyes y Mayorga (2008, p.51) Es un líquido soluble en agua, a la que ioniza aumentando su conductividad y facilitando el intercambio catiónico, ya que obliga a desprenderse de las partículas de arcilla y la convierte en agua libre.	Las dosificaciones del aceite sulfonado son 10 cc/m3, 20 cc/m3 y 30 cc/m3 respecto al material, empleandose las 4 muestras o combinaciones siguientes con el objetivo de aumentar la capacidad portante, disminuir la maxima densidad seca y disminuir el indice de plasticidad.		10 cc/m3	
			DOSIFICACIÓN cc por metro cubico de material (cc/m3)	20 cc/m3	RAZON
				30 cc/m3	
DEPENDIENTE					
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	Según Quezada (2013, p. 10) La subrasante es la superficie acabada a nivel de terraplen sobre cual se coloca la estructura del pavimento o de rodadura. El espesor del pavimento depende de gran medida de la calidad del soporte.	En la muestra tomada se ensayaron la adición de aceite sulfonado en la subrasante, las cuales influyeron en las propiedades fisico mecanicas que mejoraron en su resultado. En esta investigacion se realizaron ensayos de CBR, Prctor modificado y límites de atterberg, para 4 combinaciones (N, N+10cc/m3, N+20cc/m3 y N+30cc/m3). Finalmente los resultados obtenidos fueron procesados en formatos y fichas tecnicas bajo la NTP Y ASTM		Resistencia a la capacidad portante del suelo (Kg/cm2)	RAZON
			PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS	Máxima densidad seca (m3) (Kg/cm2)	RAZON
				índice de plasticidad (%)	RAZON

Anexo 2: Matriz de consistencia:

ANEXO 1: Matriz de consistencia							
Título: "Estabilización de la subrasante mediante la adición de aceite sulfonado en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022".							
Autor: HUAYLLACCAHUA SILVERA, VICTOR ANTONINO							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE				
¿De qué manera el aceite sulfonado influye en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?	Analizar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.	La incorporación del aceite sulfonado en cantidades de 10 cc/m3, 20 cc/m3 y 30 cc/m3 mejora las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.	Aceite sulfonado	Dosificación centimetro cubico por cada metro cubico de material (cc/m3)	10 cc/m3 20 cc/m3 30 cc/m3	Ficha de recoleccion de datos Anexo 4-A Ficha de recoleccion de datos Anexo 4-A Ficha de recoleccion de datos Anexo 4-A	Metodo: Científico Tipo de investigación: Aplicada Enfoque de investigación: Cuantitativa Diseño de la investigación: Cuasiexperimental Nivel de la investigación: Explicativo (Causa efecto)
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE				
¿Cuánto influye el aceite sulfonado en la resistencia a la capacidad portante del suelo en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?	Determinar la influencia del aceite sulfonado en la resistencia a la capacidad portante del suelo en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.	La incorporación del aceite sulfonado aumenta la resistencia a la capacidad portante del suelo en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.	Propiedades de la subrasante	propiedades mecánicas	Resistencia a la capacidad portante del suelo (Kg/cm2)	Ficha de resultado de laboratorio ensayo de CBR según NTP 339.153 Anexo 4-B	Población: Todos las Muestras ensayados en el Laboratorio Muestra: 4 Muestras de Resistencia a la capacidad portante del suelo, 4 Muestras de Densidad maxima del suelo y 4 muestras de Indice de plasticidad Muestreo: No probabilístico por conveniencia
¿Cuánto influye el aceite sulfonado en la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?	Determinar la influencia del aceite sulfonado en la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.	La incorporación del aceite sulfonado incrementa la máxima densidad seca en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.			Máxima densidad seca (m3)	Ficha de resultado de laboratorio ensayo de proctor modificado según NTP 339.141 Anexo 4-C	
¿Cuánto influye el aceite sulfonado en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022?	Determinar la influencia del aceite sulfonado en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.	La incorporación del aceite sulfonado disminuye el índice de plasticidad en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.			índice de plasticidad (%)	Ficha de resultado de laboratorio ensayo límites de atterberg según NTP 339.127 Anexo 4-D	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación del aceite sulfonado

“Estabilización de la subrasante mediante la adición de aceite sulfonado en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022”.

Parte A: Datos generales

Tesista 01: HUAYLLACCAHUA SILVERA VICTOR ANTONINO

Fecha: Lima, 10 de octubre del 2022

Parte B: Dosificación del aceite sulfonado

10cc/m3	OK
20cc/m3	OK
30cc/m3	OK

Tesis: Ñaupari, J (2021) Dosificación del aceite sulfonado: 1%, 2%, 3%

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO		
Apellidos: Arostegui Gutierrez Nombres: H. Henry Título: ingeniero civil Grado: Ingeniero N° Reg. CIP: 59916 Firma:  MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI LA CONVENCION - CUSCO Ing. H. Henry Arostegui Gutierrez CIP: 59916	Apellidos: Laura Vargas Nombres: Yvan Arturo Título: ingeniero civil Grado: ingeniero N° Reg. CIP: 176780 Firma:  MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI DIRECTOR DE LA OFICINA DE SUPERVISIÓN Y LIQUIDACIÓN DE PROYECTOS Ing. Yvan A. Laura Vargas	Apellidos: Lapa Berrocal Nombres: Wilber Título: ingeniero civil Grado: ingeniero N° Reg. CIP: 88578 Firma:  MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA Ing. Wilber Lapa Berrocal GERENTE DE INFRAESTRUCTURA

Anexo 4: Fichas de resultados de laboratorio

ENSAYO 01: Material Propio del Lugar Km. 1+300 – Flanco Derecho



**VAZATT GEOTEST CONSULTORES Y
CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**
RUC 20494911311

ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING^o

Descripción : EVALUACIÓN N° 01 Estrato: "B"

Ubicación : Km. 1+300 Lado Derecho

Fecha : Diciembre del 2022

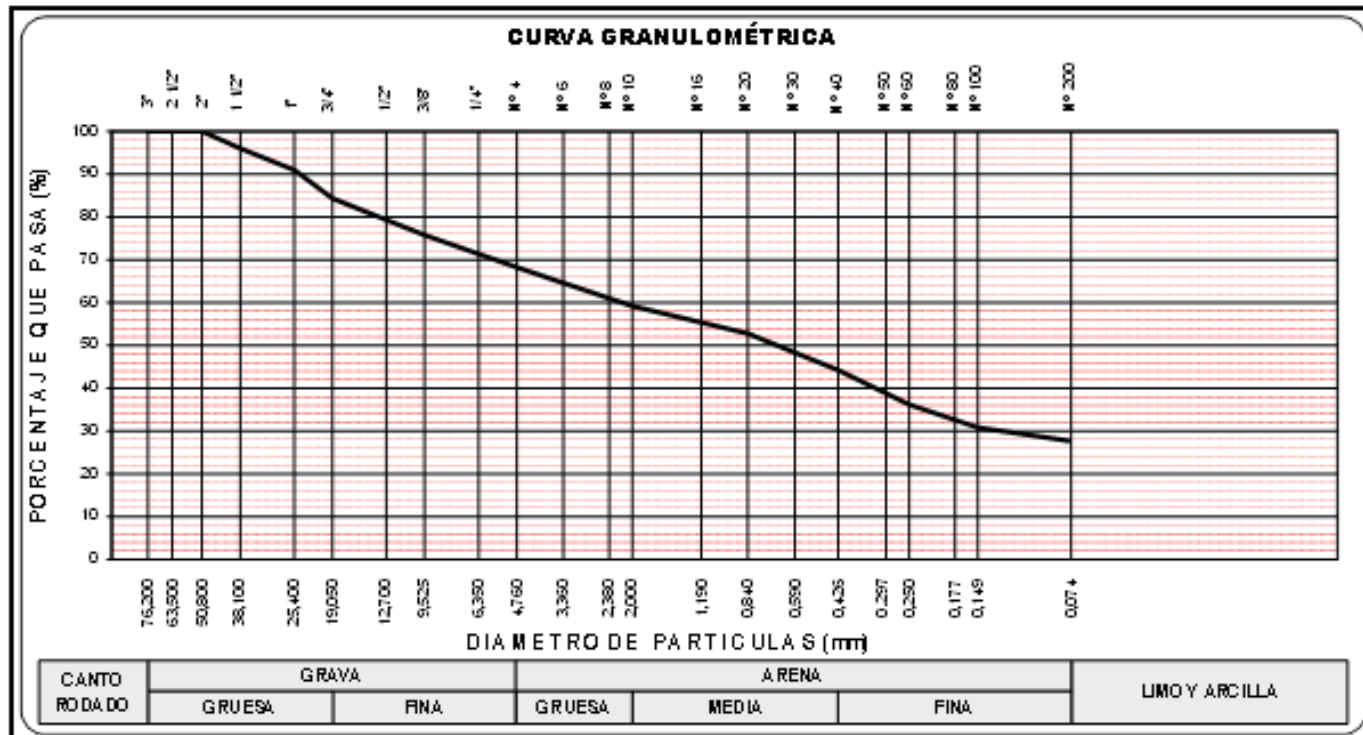
Departamento : CUSCO

Provincia : LA CONVENCION

Distrito : PICHARI

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO Retenido (gr.)	% RETENIDO Parcial	% RETENIDO Acumulado	% QUE Pasa	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	76.200	-	-	-	100.00	PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco inicial 2255.00
2"	50.800	-	-	-	100.00	Peso seco lavado 1636.87
1 1/2"	38.100	90.28	4.00	4.00	96.00	Pérdida por lavado 618.13
1"	25.400	113.05	5.01	9.02	90.98	PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA
3/4"	19.050	150.17	6.66	15.68	94.32	% Grava 31.8
1/2"	12.700	113.69	5.04	20.72	79.28	% Grava gruesa 9.0
3/8"	9.525	80.00	3.55	24.27	75.73	% Grava fina 22.8
1/4"	6.350	-	-	24.27	75.73	% Arena 40.5
N° 4	4.750	170.16	7.55	31.81	68.19	% Arena gruesa 9.0
N° 6	3.350	-	-	31.81	68.19	% Arena media 15.0
N° 8	2.350	-	-	31.81	68.19	% Arena fina 16.5
N° 10	2.000	203.91	9.04	40.85	59.15	% de Finos 27.7
N° 16	1.190	-	-	40.85	59.15	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
N° 20	0.840	144.05	6.39	47.24	52.76	AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.590	-	-	47.24	52.76	Clasificación SUCS SM
N° 40	0.425	193.47	8.58	55.82	44.18	Nombre de Grupo
N° 50	0.297	-	-	55.82	44.18	Arena Limosa con Grava
N° 60	0.250	180.92	8.02	63.84	36.16	ENSAYOS ESTÁNDAR
N° 80	0.177	-	-	63.84	36.16	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 100	0.149	120.14	5.33	69.17	30.83	Límite Líquido 38.17
N° 200	0.075	70.00	3.10	72.28	27.72	Límite Plástico 30.58
Fondo		7.03	0.31	72.59		Índice de Plasticidad 7.59
Lavado		618.1	27.41	100.00		
TOTAL		2255.0	100.0			



OBSERVACIONES:



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTCE 108)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING°

Departamento : CUSCO

Descripción : EVALUACIÓN N° 01 Estrato : "B"

Provincia : LA CONVENCION

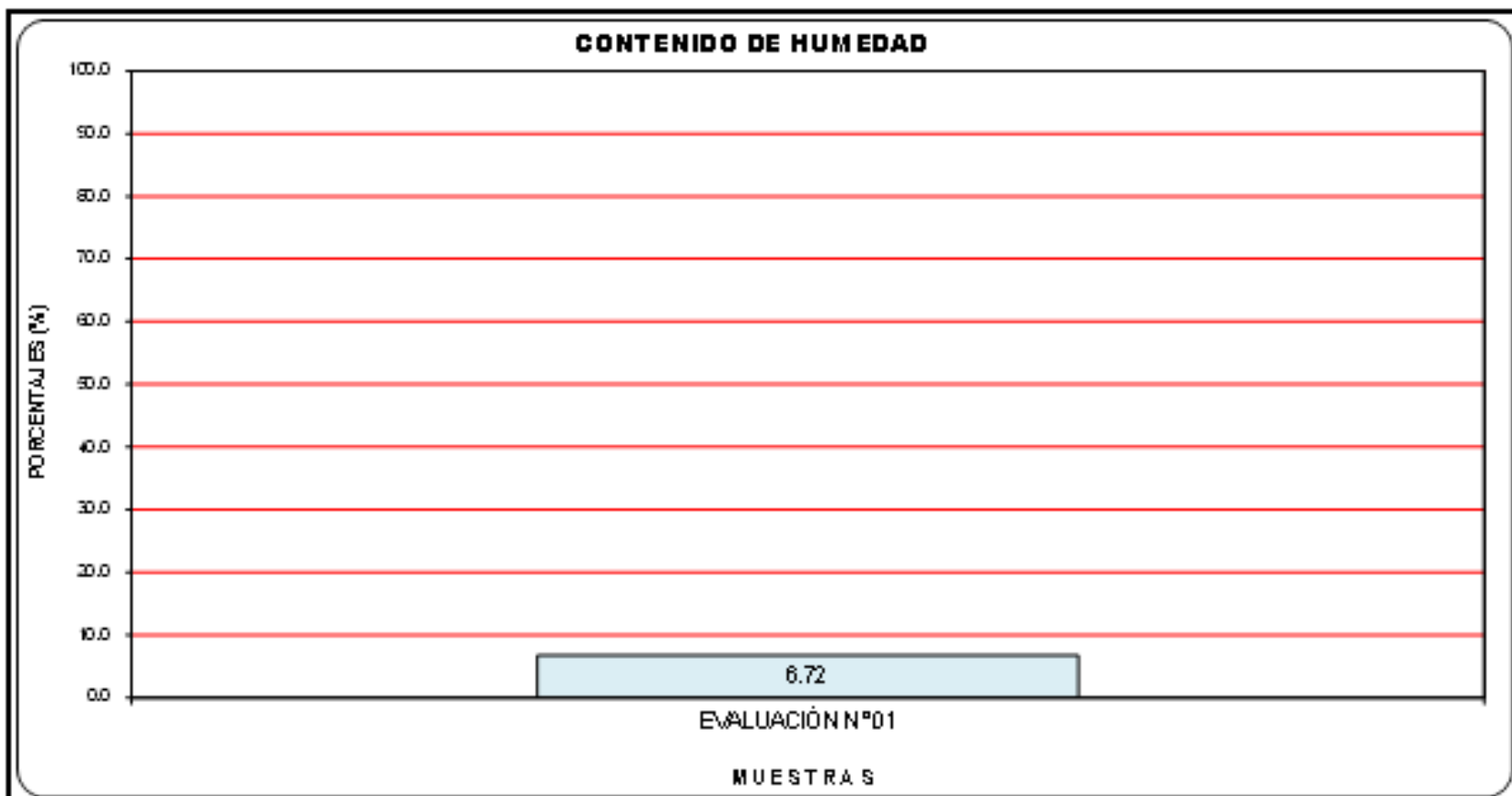
Ubicación : Km. 1+300 Lado Derecho

Distrito : PICHARI

Fecha : Diciembre del 2022

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

DESCRIPCIÓN			
Ubicación		EVALUACIÓN N° 01	
Muestra		M-1	
HUMEDAD (%)			
	Tarro - Recipiente	N°	25
1	Peso Suelo Húmedo + Recipiente	gr.	201.61
2	Peso Suelo Seco + Recipiente	gr.	190.48
3	Peso Agua	gr.	11.13
4	Peso Recipiente	gr.	24.87
5	Peso Seco	gr.	166.61
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			6.72
PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			6.72



OBSERVACIONES :

ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

(ASTM D-4318, MTC E 111, MTC E 110)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING°

Descripción : EVALUACIÓN N° 01 Estrato : "B"

Ubicación : Km. 1+300 Lado Derecho

Fecha : Diciembre del 2022

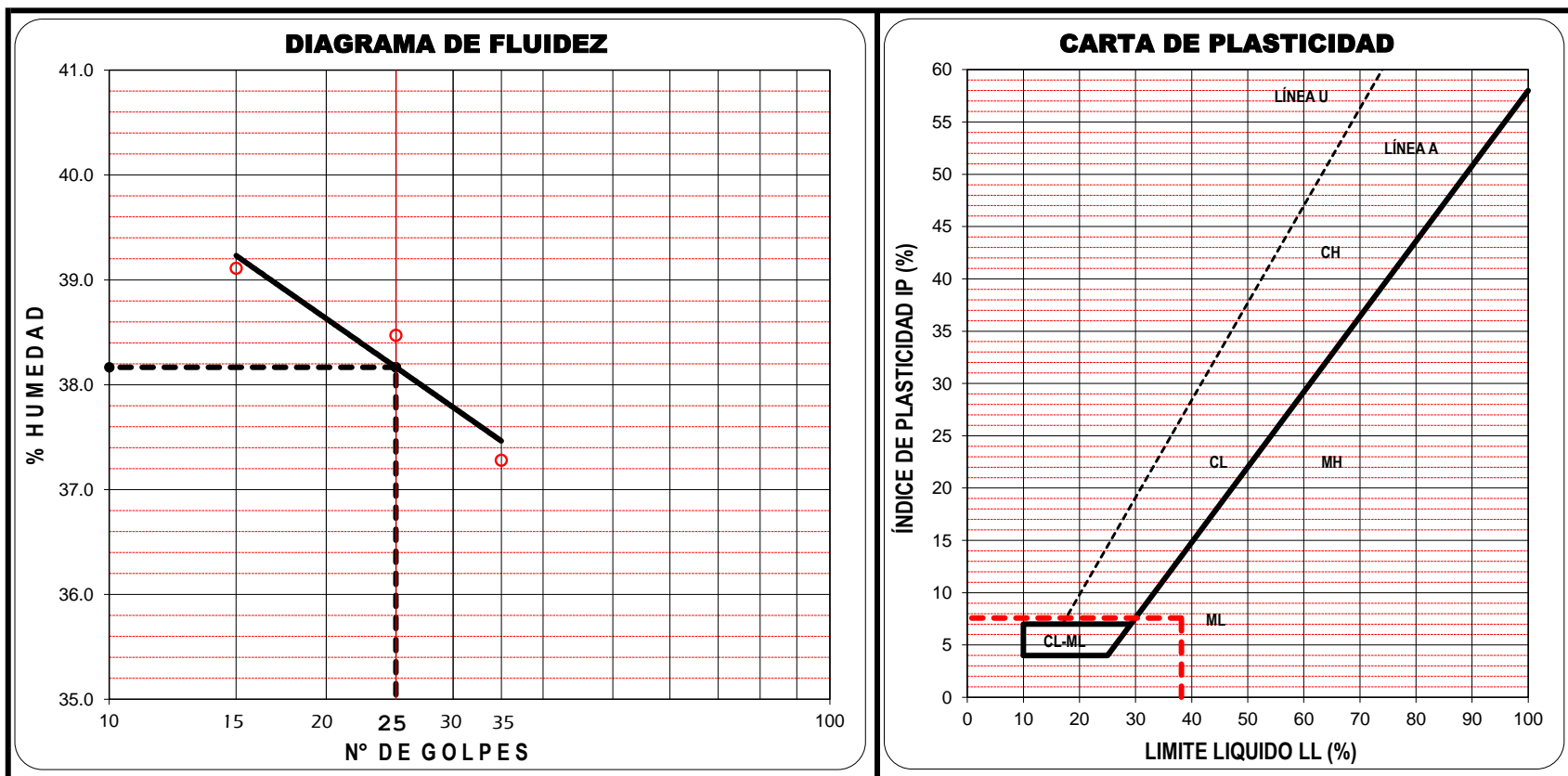
Departamento : CUSCO

Provincia : LA CONVENCIÓN

Distrito : PICHARI

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

DESCRIPCIÓN		LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LIQUIDO		
		1	2	1	2	3
Ensayo N°	(N°)	1	2	1	2	3
Capsula N°	(N°)	16	17	23	22	21
Peso Capsula + Suelo Húmedo	(gr.)	16.71	17.99	52.72	54.29	52.89
Peso Capsula + Suelo Seco	(gr.)	13.66	14.71	44.91	46.00	45.17
Peso Agua	(gr.)	3.05	3.28	7.81	8.29	7.72
Peso de la Capsula	(gr.)	3.83	3.82	24.94	24.45	24.46
Peso Suelo Seco	(gr.)	9.83	10.89	19.97	21.55	20.71
Contenido de Humedad	(%)	31.03	30.12	39.11	38.47	37.28
Número de Golpes				15	25	35



RESULTADOS DEL ENSAYO					
Limite Líquido (%)	38.17	Limite Plástico (%)	30.58	Índice Plástico (%)	7.59

OBSERVACIONES :

PESO VOLUMÉTRICO (ASTM D 2937)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING°

Descripción : EVALUACIÓN N° 01 Estrato : "B"

Ubicación : Km. 1+300 Lado Derecho

Fecha : Diciembre del 2022

Departamento : CUSCO

Provincia : LA CONVENCION

Distrito : PICHARI

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE EVALUACIÓN

Ubicación		EVALUACIÓN N° 01	
Punto de Evaluación N°		01	
Estratos		"B"	
Profundidad (m)		1.60m.	

DETERMINACIÓN DE VOLUMEN

N° de Molde		02	
A. Peso de la Muestra + Molde	gr.	6,121.0	
B. Peso del Molde	gr.	4,429.0	
C. Peso de la Muestra	gr.	1,692.0	
D. Volumen del Molde	cc	966.5	

DETERMINACIÓN DE PESO

E. Peso del Suelo Húmedo total	gr.	1,692.0	
F. Peso Suelo Húmedo que Pasa Malla # 4	gr.	1,692.0	
G. Peso Suelo Seco que Pasa Malla # 4	gr.	1,585.5	

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Recipiente		25	
H. Peso Recipiente + Peso Suelo Húmedo	gr.	201.61	
I. Peso Recipiente + Peso Suelo Seco	gr.	190.48	
J. Peso del Agua	gr.	11.13	
K. Peso del Recipiente	gr.	24.87	
L. Peso del Suelo Seco	gr.	165.61	
M. Porcentaje de Humedad	%	6.72	

Densidad Húmeda Total en el Campo	gr./cc	1.751	
Densidad Seca en el Campo	gr./cc	1.640	
Densidad Seca Pasando la Malla # 4	gr./cc	1.640	

OBSERVACIONES :



ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING°

Descripción : EVALUACIÓN N° 02 Estrato: "B"

Ubicación : Km. 1+100 Lado Izquierdo

Fecha : Diciembre del 2022

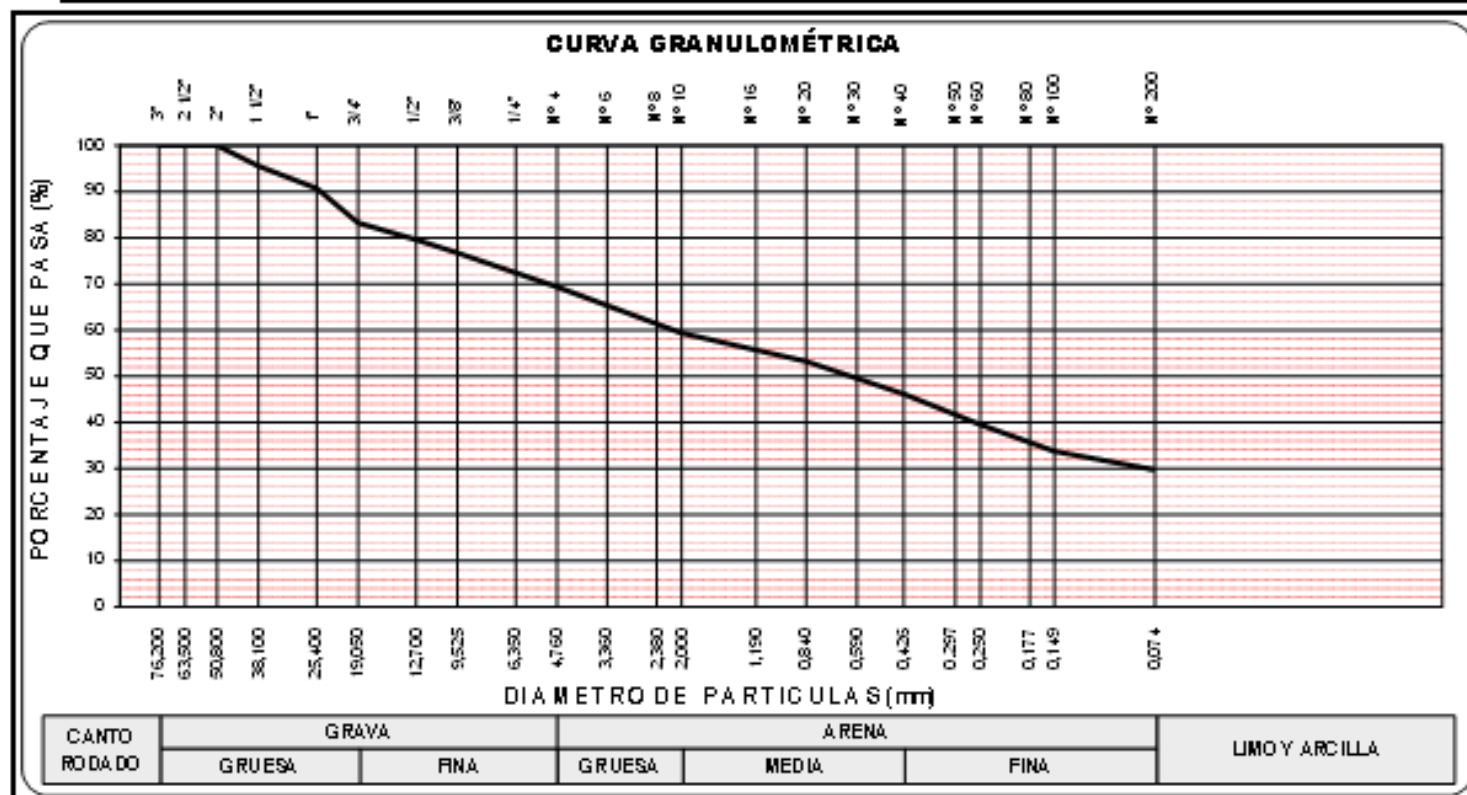
Departamento : CUSCO

Provincia : LA CONVENCION

Distrito : PICHARI

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO Retenido (gr)	% RETENIDO Parcial	% RETENIDO Acumulado	% QUE Pasa	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	76.200	-	-	-	100.00	PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco inicial 2500.00
2"	50.800	-	-	-	100.00	Peso seco lavado 1764.87
1 1/2"	38.100	111.53	4.46	4.46	95.54	Pérdida por lavado 735.13
1"	25.400	122.25	4.89	9.35	90.65	PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA
3/4"	19.050	185.84	7.43	16.78	83.22	% Grava 30.6
1/2"	12.700	90.25	3.61	20.39	79.61	% Grava gruesa 9.4
3/8"	9.525	71.69	2.87	23.26	76.74	% Grava fina 21.3
1/4"	6.350	-	-	23.26	76.74	% Arena 39.6
N° 4	4.760	184.61	7.38	30.65	69.35	% Arena gruesa 10.0
N° 6	3.360	-	-	30.65	69.35	% Arena media 13.2
N° 8	2.380	-	-	30.65	69.35	% Arena fina 16.4
N° 10	2.000	250.36	10.01	40.66	59.34	% de Finos 29.7
N° 16	1.190	-	-	40.66	59.34	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
N° 20	0.840	152.96	6.12	46.78	53.22	AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.590	-	-	46.78	53.22	Clasificación SUCS SM
N° 40	0.426	177.93	7.12	53.90	46.10	Nombre de Grupo
N° 50	0.297	-	-	53.90	46.10	Arena Limosa con Grava
N° 60	0.250	166.47	6.62	60.52	39.48	ENSAYOS ESTÁNDAR
N° 80	0.177	-	-	60.52	39.48	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 100	0.149	143.62	5.74	66.26	33.74	Límite Líquido 37.47
N° 200	0.075	99.89	4.00	70.26	29.74	Límite Plástico 30.42
Fondo	-	8.47	0.34	70.59	-	Índice de Plasticidad 7.06
Lavado	-	735.1	29.41	100.00	-	
TOTAL		2500.0	100.0			



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING°

Descripción : EVALUACIÓN N° 02 Estrato : "B"

Ubicación : Km. 1+100 Lado Izquierdo

Fecha : Diciembre del 2022

Departamento : CUSCO

Provincia : LA CONVENCION

Distrito : PICHARI

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

DESCRIPCIÓN

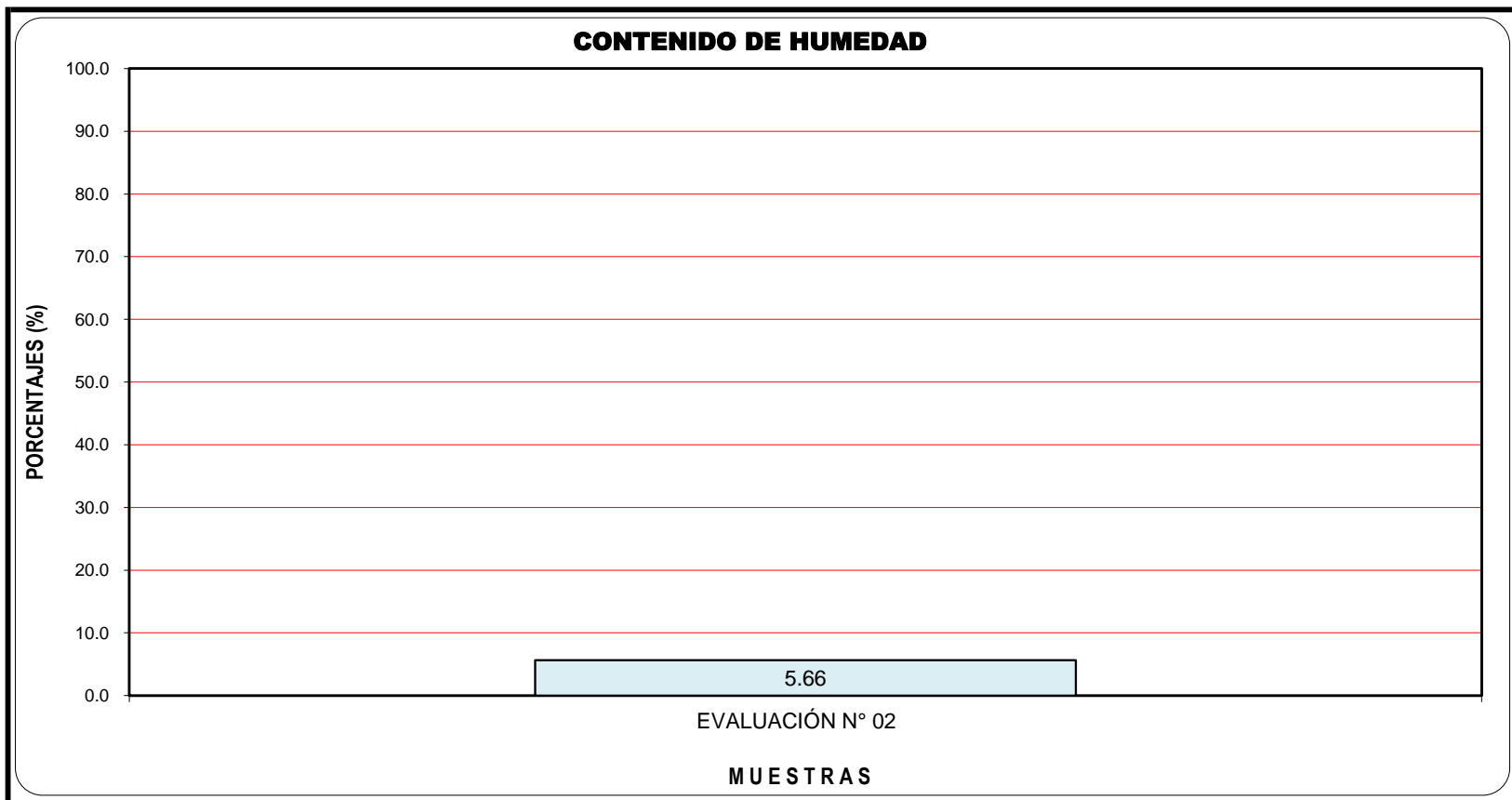
Ubicación	EVALUACIÓN N° 02
Muestra	M-1

HUMEDAD (%)

	Tarro - Recipiente	N°	
1	Peso Suelo Húmedo + Recipiente	gr.	197.18
2	Peso Suelo Seco + Recipiente	gr.	187.94
3	Peso Agua	gr.	9.24
4	Peso Recipiente	gr.	24.73
5	Peso Seco	gr.	163.21

PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	5.66
---------------------------	------

PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.66
--------------------------------------	------



OBSERVACIONES :

ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

(ASTM D-4318, MTC E 111, MTC E 110)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING°

Descripción : EVALUACIÓN N° 02 Estrato : "B"

Ubicación : Km. 1+100 Lado Izquierdo

Fecha : Diciembre del 2022

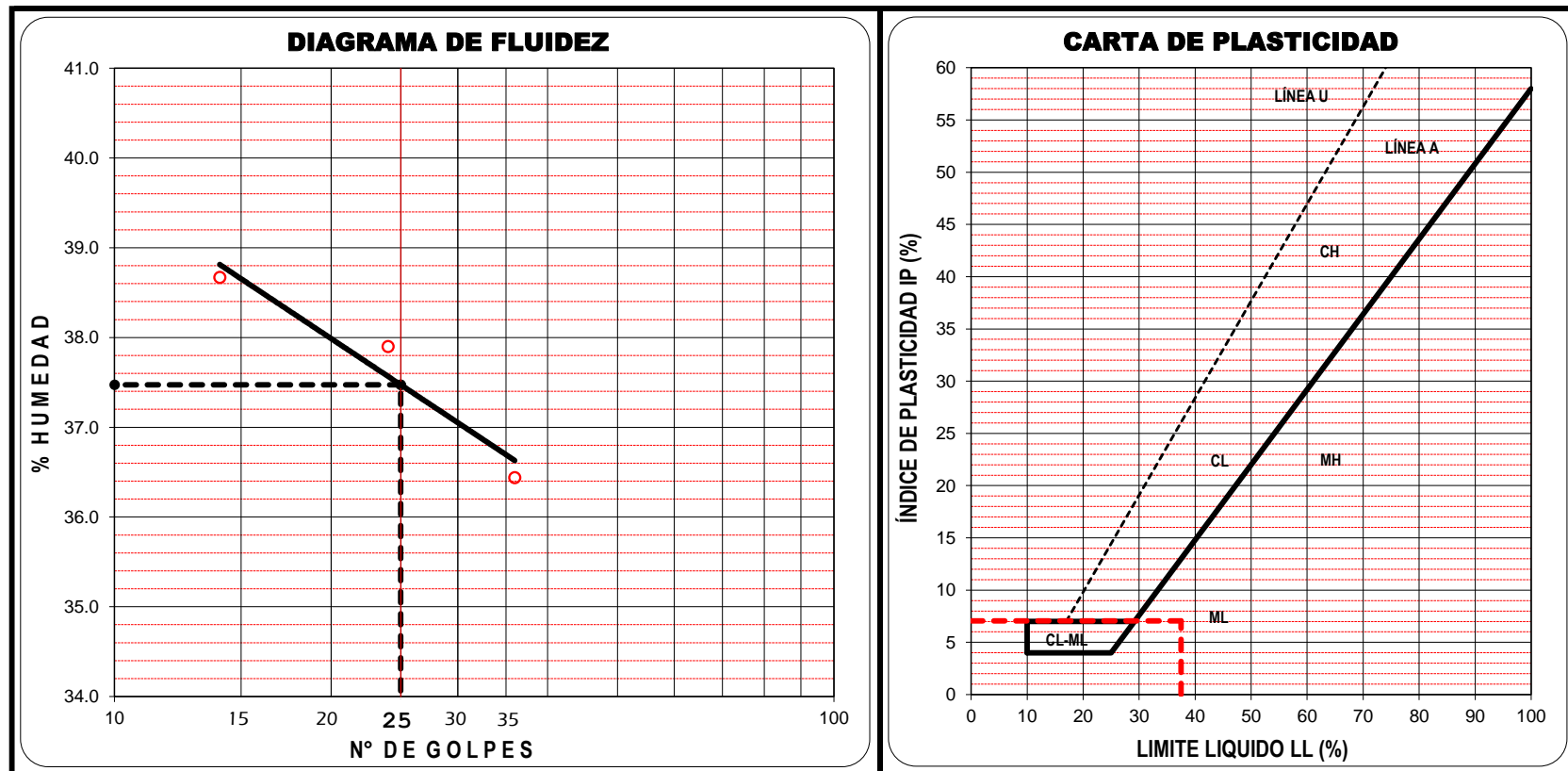
Departamento : CUSCO

Provincia : LA CONVENCION

Distrito : PICHARI

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

DESCRIPCIÓN		LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LIQUIDO		
		1	2	1	2	3
Ensayo N°	(N°)	1	2	1	2	3
Capsula N°	(N°)	14	15	20	19	18
Peso Capsula + Suelo Húmedo	(gr.)	15.80	16.10	46.25	57.19	52.12
Peso Capsula + Suelo Seco	(gr.)	12.95	13.27	40.31	48.26	45.00
Peso Agua	(gr.)	2.85	2.83	5.94	8.93	7.12
Peso de la Capsula	(gr.)	3.76	3.78	24.95	24.70	25.46
Peso Suelo Seco	(gr.)	9.19	9.49	15.36	23.56	19.54
Contenido de Humedad	(%)	31.01	29.82	38.67	37.90	36.44
Número de Golpes				14	24	36



RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Líquido (%)	37.47	Limite Plástico (%)	30.42	Índice Plástico (%)	7.06
--------------------	-------	---------------------	-------	---------------------	------

OBSERVACIONES :

PESO VOLUMÉTRICO (ASTM D 2937)

Proyecto : ELABORACION DE TESIS

Solicitante : ING°

Descripción : EVALUACIÓN N° 02 Estrato : "B"

Ubicación : Km. 1+100 Lado Izquierdo

Fecha : Diciembre del 2022

Departamento : CUSCO

Provincia : LA CONVENCION

Distrito : PICHARI

Lugar : SECTOR - PEDRO RUIZ GALLO

CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE EVALUACIÓN

Ubicación		EVALUACIÓN N° 02	
Punto de Evaluación N°		02	
Estratos		"B"	
Profundidad (m)		1.70m.	

DETERMINACIÓN DE VOLUMEN

N° de Molde		02	
A. Peso de la Muestra + Molde	gr.	6,091.0	
B. Peso del Molde	gr.	4,429.0	
C. Peso de la Muestra	gr.	1,662.0	
D. Volumen del Molde	cc	966.5	

DETERMINACIÓN DE PESO

E. Peso del Suelo Húmedo total	gr.	1,662.0	
F. Peso Suelo Húmedo que Pasa Malla # 4	gr.	1,662.0	
G. Peso Suelo Seco que Pasa Malla # 4	gr.	1,573.0	

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Recipiente		26	
H. Peso Recipiente + Peso Suelo Húmedo	gr.	197.18	
I. Peso Recipiente + Peso Suelo Seco	gr.	187.94	
J. Peso del Agua	gr.	9.24	
K. Peso del Recipiente	gr.	24.73	
L. Peso del Suelo Seco	gr.	163.21	
M. Porcentaje de Humedad	%	5.66	

Densidad Húmeda Total en el Campo	gr./cc	1.720	
Densidad Seca en el Campo	gr./cc	1.627	
Densidad Seca Pasando la Malla # 4	gr./cc	1.627	

OBSERVACIONES :

Anexo 4: Panel fotográfico











Anexo 5: Captura de pantalla (turnitin)

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1117887327&ts=1&student_user=1&o=1976131492&lang=es

feedback studio VICTOR ANTONINO HUAYLLACAHUA SILVERA | turnitin 2.pdf

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE TESIS
Estabilización de la subrasante mediante la adición de aceite sulfonado en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022.

AUTOR:
Huayllacahua Silvera, Victor Antonino (<https://orcid.org/0000-0001-8122-1144>)

ASESOR:
Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ
2022

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Página: 1 de 45 Número de palabras: 10859

Versión solo texto del informe Alta resolución Activado

ESP 03:35 a. m.
LAA 09/12/2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de la subrasante mediante la adición de aceite sulfonado en la carretera Pedro Ruiz Gallo, Pichari - Cusco 2022", cuyo autor es HUAYLLACCAHUA SILVERA VICTOR ANTONINO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 14- 12-2022 12:12:27

Código documento Trilce: TRI - 0456017