



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Polvo de valvas de molusco y de caucho reciclado para
estabilización de subrasantes del sector San José Alto, Cartavio,
2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Cubas Molocho, Rober (orcid.org/0000-0003-4329-4566)

Villegas Marquina, Anndy Victor (orcid.org/0000-0002-8046-0001)

ASESOR:

Dr. Castillo Chávez, Juan Humberto (orcid.org/0000-0002-4701-3074)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEAS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios, por ser nuestro guía y fuerza, para concretar todos nuestros objetivos.

A nuestras familias, por el apoyo incondicional y comprensión permanente, para así consolidar nuestra Carrera profesional.

Agradecimiento

A Dios Creador del Universo y Fuente de Sabiduría, razón de nuestra existencia, principio de nuestra vida universitaria y personal.

A nuestras familias por su apoyo y motivación para vernos realizados como buenos profesionales.

A nuestro Asesor, Dr. JUAN HUMBERTO CASTILLO CHAVEZ por compartir sus conocimientos, y ser un guía motivador, para lograr culminar este proyecto que fortalece nuestras competencias profesionales.

A nuestros compañeros por lograr de nuestra vida universitaria, una época de constante aprendizaje, desde el punto de vista amical, como profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1.	Clasificación de suelos según granulometría	9
Tabla 2.	Definición de letras de clasificación SUCS.....	10
Tabla 3.	Clasificación de suelos según su plasticidad.....	10
Tabla 4.	Clasificación de las muestras y sus distintos diseños	14
Tabla 5.	Determinación del número de muestras por calicata	14
Tabla 6.	Granulometría de muestras de suelo patrón	18
Tabla 7.	Límites de Atterberg de muestras de suelo patrón.....	18
Tabla 8.	Proctor modificado de muestras de suelo patrón	19
Tabla 9.	CBR de muestras de suelo patrón	20
Tabla 10.	Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 4% de polvo de valvas de molusco.....	20
Tabla 11.	Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 8% de polvo de valvas de molusco.....	21
Tabla 12.	Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 15% de caucho reciclado	22
Tabla 13.	Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 20% de caucho reciclado	22
Tabla 14.	Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-1	23
Tabla 15.	Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-2	24
Tabla 16.	Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-3	24
Tabla 17.	Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-4	25
Tabla 18.	Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-1	25
Tabla 19.	Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-2.....	26
Tabla 20.	Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-3.....	26

Tabla 21. Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-4.....	27
Tabla 22. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-1	27
Tabla 23. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2	28
Tabla 24. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3	29
Tabla 25. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4	30
Tabla 26. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-1	31
Tabla 27. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2	32
Tabla 28. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3	33
Tabla 29. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4	34

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4	27
Figura 2. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2	28
Figura 3. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3	29
Figura 4. Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4	30
Figura 5. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-1	31
Figura 6. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2	32
Figura 7. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3	33
Figura 8. Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4	34

Resumen

El estudio tuvo como objetivo determinar la incidencia del polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022. Estudio aplicado, con ruta cuantitativa, de nivel explicativo, y de diseño experimental. Se trabajó 20 muestras de suelo extraídas de 4 calicatas. Usando como técnica la observación y como instrumento fichas de recolección de datos validados por expertos, en donde se registrará la información de los ensayos de suelos: granulométrico, plasticidad, Proctor modificado y CBR, para muestras de suelo patrón y muestras con inclusión del 4% y 8% de polvo de valvas de molusco y el 15% y 20% de caucho reciclado. Los resultados determinaron que el suelo en estado natural es variable, se presenta suelo limoso de baja plasticidad, suelos arenosos limosos y arcillas de baja plasticidad, con un CBR malo a pobre. Posterior a la aplicación de los materiales mencionados se evidenció un aumento en las propiedades de CBR de las muestras de suelos, evidenciando que los porcentajes óptimos son de 4% de polvo de valvas y 15% de caucho reciclado. Conclusión: El polvo de valvas de molusco y caucho reciclado inciden positivamente en la estabilización de subrasantes.

Palabras clave: Polvo de valvas de molusco, caucho reciclado, Estabilización de suelos.

Abstract

The objective of the study was to determine the incidence of mollusk shell dust and recycled rubber in the stabilization of subgrade of the San José Alto sector, Cartavio, 2022. Applied study, with quantitative route, explanatory level, and experimental design. 20 soil samples extracted from 4 pits were worked. Using observation as a technique and data collection sheets validated by experts as an instrument, where the information from the soil tests will be recorded: granulometric, plasticity, modified Proctor and CBR, for standard soil samples and samples with 4% inclusion. and 8% shellfish powder and 15% and 20% recycled rubber. The results determined that the soil in its natural state is variable, it presents silty soil of low plasticity, silty sandy soils and clays of low plasticity, with a bad to poor CBR. After the application of the mentioned materials, an increase in the CBR properties of the soil samples was evidenced, evidencing that the optimal percentages are 4% shell dust and 15% recycled rubber. Conclusion: Mollusk shell dust and recycled rubber positively affect the stabilization of subgrades.

Keywords: Mollusk shell powder, recycled rubber, soil stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

Los suelos inestables han sido uno de los mayores problemas a los que los ingenieros civiles se enfrentan cuando se desea realizar una obra (Fondjo et al., 2021). Los problemas relacionados con los suelos inadecuados se debe a varios factores entre los cuales se presenta la expansión urbana descontrolada, en zonas pobladas surgidas a partir de la necesidad de vivienda y ampliación (Jayasinghe et al., 2021).

A nivel mundial, los daños causados por los suelos inestables han generado una serie de pérdidas económicas en diferentes países del mundo, pues el comportamiento del suelo puede suponer un reto para el diseñador que proyecta infraestructuras sobre estos mismos. Se calcula daños millonarios debidos a los suelos inestables en países como EE.UU y el Reino Unido, y también en todo el mundo (Firoozi et al., 2017).

A nivel nacional, el Instituto Geofísico del Perú o IGP, ha exhortado a los gobiernos regionales y locales a realizar diversos estudios de identificación de suelos, lo que incluye la zonificación sísmica y geotécnica como parte de un plan de riesgo de desastres. Además, también ha mencionado que el 70% de los daños en las infraestructuras causadas por eventos sísmicos se encuentran ubicadas precisamente en suelos de baja resistencia, inestables o sobre relleno (Redacción Andina, 2022).

Los ingenieros civiles deben tener en cuenta el factor suelo durante la proyección de las obras, incluyendo las infraestructuras viales pues deben tener en cuenta que el suelo donde se está proyectando la estructura cumpla con las condiciones mínimas que lo soporten (Mwaipungu & Ahmed, 2019). Cuando no es el caso, el proyectista debe proponer soluciones para mejorar estos suelos malos, con alternativas como la estabilización de suelos. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú o MTC (2013) describe a esta alternativa como la aplicación de técnicas para aumentar propiedades como la resistencia de un suelo, y esto se logra mediante soluciones mecánicas y químicas. Las técnicas mecánicas

son aquellas que involucran la compactación, el reemplazo del suelo, el reforzamiento con geomallas, geotextiles, entre otros; en cambio la estabilización química consiste en la incorporación de aditivos que cambian las propiedades químicas del suelo, como lo son la inclusión de cemento, de limos, de cenizas, o de otros agentes poco comunes (Fondjo et al., 2021).

Siguiendo las tendencias de cuidado medioambiental y la proyección de realizar obras mucho más amigables con el medio ambiente y sobre todo sostenibles, se han empezado a evaluar mediante estudios experimentales diferentes alternativas para disminuir la contaminación generada en las construcciones (Meyer, 2009).

En Latinoamérica, a inicios del año 2000, el sector de la construcción específicamente en pavimentos se viene haciendo uso de productos residuales como cenizas de productos de la agroindustria, o cenizas de valvas de moluscos, caucho, plásticos, entre otros, en busca del fortalecimiento del material de subrasantes donde se proyectan las obras civiles, en relación al incremento de los residuos que se generan y que vienen siendo difíciles, costosos, no sustentables tratarlos, pero que se ha visto una nueva forma de emplearlos como materiales para las pavimentaciones en las que diferentes estudios muestran resultados de estabilización de los suelos y mejora de sus propiedades (Gamarra, 2019). En el caso del caucho se sabe que anualmente se desechan 1.000 millones de neumáticos, el cual es quemado indiscriminadamente, lo que genera un gran daño al medio ambiente, al ser usado como agregado estabilizante se le da un mejor valor agregado, aportando además a la mejora del medio ambiente (Halsband, 2022).

El Sector San José Alto de la localidad de Cartavio, es caracterizado por tener suelos con contenidos arcillosos, expansivos que dificultan el libre tránsito y a su vez perjudican a conductores y peatones, pues estas condiciones hacen que la resistencia o soporte de los caminos se vean seriamente afectados al incrementar las deformaciones a causa del sometimiento a cargas del tráfico.

Como se ha comentado anteriormente existen técnicas de mejoramiento de suelos que involucran el cambio del material o la estabilización, siendo la primera opción

la que mayormente se ha aplicado en la zona de estudio, pero esta opción genera un costo mucho mayor. Además de ello, es importante contar con propuestas de solución mucho más ecológicas y sostenibles como lo puede ser la utilización de material reciclado como las valvas de molusco y el caucho, que también podrían causar efectos positivos en la resistencia de los suelos y por ende llegar a estabilizarlos, mejorando sus propiedades físico mecánicas para que cumplan con las condiciones mínimas requeridas para ser utilizadas como subrasantes en obras de pavimentación. La incorporación de estos materiales en forma de polvo se presenta como una buena alternativa para sacar el máximo provecho al suelo natural, razón por la cual el presente estudio experimental evaluará el efecto de la incorporación de las valvas de molusco y caucho en polvo para la estabilización de suelos arcillosos, por lo que se busca mejorar las cualidades de los suelos, que serán empleados como soportes de las estructuras de los pavimentos.

La realidad problemática descrita anteriormente ha llevado a esta investigación a plantearse como problema general: ¿Cómo incide el polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022? Como problemas específicos se planteó: (i) ¿Cuáles son las características del suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022? (ii) ¿Cuáles son las características del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022? y ¿Cuál será el porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022?

El presente estudio se justifica en lo teórico porque aportará informaciones concretas acerca de la incorporación de valvas de molusco y caucho en polvo para la estabilización de suelo arcilloso, que son avaladas por investigaciones como ensayos que permitirán debatir como analizar sus resultados.

Se justifica en lo social, porque busca mejorar la condición de vida de los pobladores a través de los medios de transporte así como generar mayores competitividades en las labores económicas de la localidad, por el motivo de que en este distrito hay existencia de suelo arcilloso es oportuno para realizar la

construcción de los pavimentos la sustitución y/o mejora de este tipo de suelo con otros materiales para que tenga un mejor soporte en su estructura, y con ello se brinde soluciones económicas para la mejora de este tipo de suelo. Además, presenta una justificación ambiental pues la alternativa propuesta es sostenible y da énfasis al reciclaje de materiales considerados como desechos, lo que permitiría reducir la contaminación por estos mismos y contribuir a la mitigación de impactos ambientales generadas por las obras civiles, especialmente las de infraestructura vial.

El objetivo principal planteado para este estudio fue: Determinar la incidencia del polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022. Para la consecución del objetivo general se hizo necesario plantear los siguientes objetivos específicos: (i) Realizar la caracterización del suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022, (ii) Realizar la caracterización del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022, y (iii) Determinar el porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022.

En cuanto a la hipótesis general de este estudio fue: El polvo de valvas de molusco y caucho reciclado incide significativamente en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022. Las hipótesis secundarias fueron: (i) El suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, se caracteriza por su inestabilidad. (ii) La inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, mejora las propiedades mecánicas de la subrasante. (iii) El porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio será del 15%.

II. MARCO TEÓRICO

Los estudios sobre las valvas de molusco y el caucho reciclado en aplicaciones de ingeniería han sido del interés de los diferentes campos de estudios relacionados, debido a la gran importancia ambiental y social que tienen, además que en la búsqueda de antecedentes relacionados se ha podido observar los beneficios que traen al aplicarlos como materiales de reforzamiento o de estabilización de suelos blandos tanto a nivel internacional, como a nivel nacional. En el ámbito internacional se realizaron estas investigaciones:

Sierra y Reyes (2020), realizan una revisión sistemática de investigaciones relacionadas con el uso del caucho reciclado y el comportamiento mecánico de pavimentos rígidos. Aquí se realizó un análisis documental sistemático de investigaciones indexadas de los últimos 20 años. Los autores resaltan que el caucho es un polímero con propiedades mecánicas como resistencia a desgarros, abrasión, corte y resiliencia (capacidad de recuperarse); su uso en vías disminuye el agrietamiento, ello fundamentado en su mejora de capacidad de soporte. Las investigaciones analizadas llevan a los autores a la conclusión, de que la agregación de caucho de reciclaje en porcentajes 90% de suelo natural y con adiciones menores e iguales a 10% de la misma mejora la capacidad de resistencia de los materiales de pavimentos rígidos.

Patiño (2017) quien planteó una investigación con el objetivo de evaluar cómo influye el caucho reciclado en las propiedades de CBR en la estabilización de suelos. La metodología planteada para el estudio fue el enfoque cuantitativo, con un diseño de carácter experimental. Los resultados demostraron que el % de CBR incrementó con la incorporación de caucho reciclado, obteniéndose un valor de 2.15 %CBR para el suelo natural, de 2.86% de CBR para el suelo con el 2% de incorporación de caucho reciclado, 3.24% de CBR para el diseño del 5% de incorporación, 4.81% de CBR para el diseño del 10% de incorporación y 3.47% para el diseño del 15% de incorporación de caucho. La investigación llegó a la conclusión que la incorporación de caucho reciclado es capaz de mejorar la resistencia del suelo hasta en un 123% además de volverlo más liviano y por tanto

puede ser utilizado en suelos que no cumplan con la resistencia mínima exigida en obra, siendo el porcentaje óptimo el 10% de incorporación de caucho reciclado.

Respecto al ámbito nacional se ha encontrado una evidencia sólida respecto al estudio del mejoramiento o estabilización de suelos empleando valvas de molusco y caucho reciclado. Se citaron a los siguientes estudios:

Bravo y López (2021), quienes se plantearon como objetivo evaluar los efectos que se presentan en un suelo al cual se le incorporó polvo de vidrio y de valvas de molusco. La metodología planteada para el estudio fue el enfoque cuantitativo, con un diseño experimental; la muestra se obtuvo del suelo arcilloso de la Urb. Sudamericana – Talara; para la extracción del suelo mediante calitas de donde se extrajo un aproximado de 200 kg de muestra de suelo, en sacos de 20 kg; las valvas de molusco se recolectan en botaderos localizados fuera de la provincia de Sechura – Piura; así mismo el vidrio es reciclado (botellas de cerveza), se limpia bien los aditivos, para luego triturarlos por separado cada uno, resultando el polvo de vidrio y polvo de valva de concha. Entre los resultados resaltantes se obtuvo un suelo nativo arcilloso y de plasticidad alta, con un 47% de LL, 23% de LP y 24% de IP. Además, la muestra de suelo al 7% de incorporación de polvo de vidrio y 6% de polvo de conchas de abanico, demostró ser la más óptima ya que presentó mejores resultados, incrementando la densidad máxima seca de 1.784 g/cm³ a 1.847 g/cm³, y de 9.4% a 12.1% la humedad óptima. El estudio llegó a la conclusión de que la incorporación de polvo de vidrio y de valvas de molusco mejoran en gran medida las propiedades mecánicas de estas subrasantes arcillosas de la urbanización donde se ejecutó la investigación. Esta investigación recomienda agregaciones en otros porcentajes para evidenciar mejor el comportamiento de este tipo de arcillas.

Sánchez y Terrones (2020) quienes plantearon un estudio con el objetivo de evaluar cómo es que un suelo en estado natural puede ser estabilizado con la aplicación de polvo de conchas de abanico y vidrio reciclado en el centro poblado Huacacorrall. El estudio fue aplicado y de enfoque cuantitativo, con un diseño experimental. La muestra consistió en 04 unidades correspondiente a 04

diferentes porcentajes de tratamiento: 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de la mezcla de materiales (concha y vidrio), donde se utilizó el análisis documental y observación, empleando fichas técnicas estandarizadas como instrumento. Concluyeron que la concha de abanico y el vidrio reciclado pudieron mejorar notablemente las cualidades del suelo como la máxima densidad seca y el CBR, afirmando que estos materiales influyen positivamente en mejorar las capacidades de resistencia del suelo.

Espinoza y Honores (2018) quienes plantearon un estudio con el objetivo de estabilizar los suelos arcillosos del AA.HH. Nuevo Santa utilizando conchas de abanico y también cenizas de carbón. El estudio fue de tipo aplicado y de enfoque cuantitativo, con diseño experimental. Se trabajó con muestras de suelos a las cuales se les adicionó el equivalente en peso de conchas de abanico además de cenizas de carbón en porcentajes del 20%, del 25% y del 30%. La investigación llegó a concluir que existe un gran aumento en los atributos físicos del suelo y en el CBR una vez que el suelo se mezcla con cenizas de carbón y conchas de abanico.

Las bases teóricas y enfoques conceptuales están orientados a definir los puntos clave y variables que se tratarán en esta investigación, además que brindan el sustento que se requiere para ello. En este apartado se describirán conceptos básicos como suelos, valvas de molusco, caucho; además se describirá sobre las condiciones que se deben dar para proceder a trabajos de estabilización de suelos, los diferentes ensayos y sus normativas.

El suelo es definido como un conjunto de partículas unidas por una cohesión de baja potencia (Juarez y Rico, 2015). Su composición es a base de materia mineral, aproximadamente un 45%, de materia orgánica, alrededor del 5%, y de agua o aire, alrededor del 50% (Portal de Suelos de la FAO, 2017).

Por otro lado, las valvas son “Cada una de las piezas duras y movibles que constituyen la concha de los moluscos lamelibranquios y de otros invertebrados” (Real Academia Española, 2019). Las valvas de los moluscos suelen identificarse

por sus contornos en formas de abanicos y tonalidad rosada con pigmentación morada (Bravo & Lopez, 2021)

Respecto al caucho, este es un material elastomérico ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, confección de calzado, en la industria automotriz, entre otros debido a su elasticidad y resistencia química (Fang et al., 2001)

La calidad del suelo es un factor importante ya que, si este no cumple con los requisitos mínimos para soportar las cargas generadas por una infraestructura que se asentará sobre él, se recurre a técnicas de mejoramiento de suelos. Estas se dividen básicamente en técnicas de modificación de los suelos y en técnicas de estabilización de suelos, siendo la primera orientada al reemplazo del material natural y la segunda a la intervención de agentes externos para mejorar la calidad del suelo (Behak, 2017). El MTC (2013) describe a la estabilización de suelos como la aplicación de técnicas mecánicas y/o químicas para aumentar las características de un suelo como lo puede ser su resistencia, estando dentro de lo mecánico técnicas como la compactación, y en lo químico la incorporación de agentes estabilizadores.

Debido a la naturaleza variable del suelo, cualquier trabajo de estabilización que se pretenda realizar sobre ellos se debe estudiar previamente mediante ensayos de laboratorio, con los que se puede conocer la dosis óptima de aditivo estabilizador necesaria para conseguir las propiedades hidráulicas y mecánicas asociadas al Estado Límite de Servicio de la estructura geotécnica (Gomes Correia & Tinoco, 2017). Estos ensayos forman parte de un documento técnico conocido como estudio de suelos (Albarracin & Monterroza, 2015).

Para proyectos viales, el MTC del Perú (2013) establece pautas para la identificación de las características y su clasificación, indicando que es importante para obtener un diseño correcto de la estructura del pavimento. Menciona también los ensayos que se deben hacer para obras de infraestructura vial tipo carreteras y caminos, entre los que destaca la granulometría, los límites de Atterberg o de consistencia, de Proctor y el ensayo de CBR. Estos ensayos se encuentran con procesos normalizados y debidamente codificados, además de contar con fichas

de observación estandarizadas que permiten al ingeniero proyectista conocer los factores de suelo que finalmente definirán las características de la infraestructura proyectada.

Uno de los primeros ensayos corresponde a la Granulometría (ASTM D-422 o la MTC E107); o también llamado ensayos de tamizado o análisis granulométrico, consiste en conocer la composición del suelo de manera porcentual respecto a las dimensiones de las partículas que lo conforman. La muestra de suelo es pasada a través de diferentes tamices y se va midiendo la cantidad de material que queda, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1

Clasificación de suelos según granulometría

Tipo de Material		Tamaño de partículas
	Grava	De 75 mm a 4.75 mm
	Gruesa	De 4.75mm a 2.00mm
Arena	Media	De 2.00mm a 0.425mm
	Fina	De 0.425mm a 0.075mm
Finos	Limo	De 0.075mm a 0.005mm
	Arcilla	Por debajo de 0.005mm

Adaptado de MTC (2013)

Dependiendo de los porcentajes de material granular de los que se compone la muestra de suelos ensayadas, se le asigna un grupo o clasificación al suelo; y esta puede ser mediante 2 sistemas de clasificación: la Clasificación SUCS y la Clasificación ASHTOO. La primera establece letras de acuerdo al porcentaje de suelo que pasa por cada tamiz utilizado, en donde cada letra corresponde a una definición distinta, en cambio la segunda distribuye a los suelos como granulares y suelos finos, y para cada grupo se establece una letra acompañada de un número.

Tabla 2*Definición de letras de clasificación SUCS*

Primera y/o segunda letra		Segunda Letra	
Letra	Descripción	Símbolo	Descripción
G	grava	P	pobremente graduado (tamaño de partícula uniforme)
S	arena	W	bien graduado (tamaños de partícula diversos)
M	limo	H	plasticidad alta
C	arcilla	L	plasticidad baja
O	orgánico		

Fuente: MTC 2013

Los límites de consistencia (ASTM D-4318 con MTC E110-E111) son pruebas para determinar la plasticidad de los suelos. Estos límites evalúan la sensibilidad del suelo al contacto con el agua, miden la cohesión y determinan tres parámetros básicos: el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (PI). En función de la plasticidad del suelo, se clasifican en:

Tabla 3*Clasificación de suelos según su plasticidad*

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica del suelo
IP > 20	Alta	Muy arcillosos
7 < IP ≤ 20	Media	Arcillosos
IP < 7	Baja	Poco arcillosos
OP = 0	No plástico	Sin arcilla

Fuente: MTC 2013

Otra prueba básica es la prueba Proctor (ASTM D-1557 o MTC - E115). Se utiliza para determinar la densidad máxima (MDS) y el contenido óptimo de humedad (HO) y, a partir de estos valores, el coeficiente de carga de California (CBR).

El ensayo CBR (ASTM D-1883 o MTC - E132) determina la resistencia del suelo cuando se aplica una carga equivalente al 95% de la densidad máxima en seco a una penetración de 1 pulgada. Con respecto a los valores obtenidos en el ensayo CBR, se puede determinar la clasificación de calidad del suelo: si el CBR es inferior al 3%, el suelo falla; entre el 3% y el 6%, el suelo es pobre; entre el 6% y el 10%, el suelo es normal; entre el 10% y el 20%, el suelo es bueno; entre el 20% y el 30%, el suelo es muy bueno. Si el suelo está por encima del 30%, es excelente.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Dependiendo del modo en cómo se realizará, la investigación puede definirse como básica o aplicada según el CONCYTEC (2021). El primer tipo está orientado a generar nuevos conocimientos científicos mediante la comprensión de los hechos observados por el investigador, mientras que el segundo tipo está orientado a aplicar los conocimientos científicos para resolver un problema real y establecido. En este estudio, los investigadores aplicaron la teoría de la estabilización de suelos con polvo de conchas de moluscos y caucho reciclado para proponer materiales sostenibles y contribuir a la reutilización de materiales de desecho, por esta razón este estudio es de tipo Aplicado.

Diseño de investigación: Según lo mencionado por Carrasco (2019), el diseño de investigación es una serie de procedimientos establecidos que la investigación debe llevar a cabo, lo que incluye las herramientas y estrategias que se utilizarán, y que según su naturaleza pueden ser diseños experimentales o diseños no experimentales. Este estudio es de diseño experimental – longitudinal, ya que lo mencionado por Hernández, Fernández y Baptista (2014), indica que en esta clase de investigación hay manipulación intencional del investigador sobre las características de las variables estudiadas. En el presente, se modificarán las propiedades naturales del suelo mediante el tratamiento o estabilización que será llevado a cabo con el uso de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado que serán adicionado de manera gradual y en diferentes porcentajes (%) hasta encontrar el diseño óptimo que satisfaga las exigencias de la normativa.

El esquema de investigación será el siguiente:

X → Y
MX → O1
MX → O2
MX → O3

Donde Mx: Muestra de suelo.

Y: Variable dependiente.

X: Variable independiente.

O1, O2, O3: Porcentajes de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Estabilización de suelos.

Definición conceptual: Es la aplicación de técnicas para aumentar las características de resistencia de un suelo (MTC del Perú, 2013).

Dimensiones: Propiedades físico mecánicas

Indicadores: Análisis granulométrico, límites de consistencia, Ensayo de Proctor, Ensayo de CBR.

Escala de medición: Razón.

Variable independiente: Incorporación de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado.

Definición conceptual: Las valvas son las piezas exteriores que conforman a la concha del molusco, y el polvo de valvas de moluscos proviene de la trituración de las valvas. Respecto al caucho, es un material elastomérico ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, de calzado, y otras aplicaciones (Fang et al., 2001).

Dimensiones: Porcentajes de incorporación de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado.

Indicadores: %

Escala de medición: Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Para Carrasco (2019), la población es aquella parte del universo delimitado por las unidades de características similares que podrían ser parte de la muestra. En este estudio, la población se conforma por toda la subrasante del sector San José Alto, Cartavio.

Muestra: Es aquella parte de la población con quienes se realizará el estudio, y cuyo tamaño tiene que ser lo suficiente como para representar a la totalidad de la población (Carrasco, 2019). En este estudio, se trabajará con 20 muestras de suelos por calicata excavada distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 4

Clasificación de las muestras y sus distintos diseños

Calicata	Diseños	% de incorporación	N° de muestra
C-N	Suelo patrón (50kg de muestra)	0%	1
	Polvo de valvas de molusco (10 kg de muestra)	4%	1
		8%	1
	Polvo de caucho reciclado (14 kg de muestra)	15%	1
		20%	1

Respecto al número de calicatas, estas se realizarán cada 1.00 km de equidistancia, lo que quiere decir que para un tramo de 3.00km el número de calicatas será de 4, dando así un total de 20 muestras a evaluar.

Tabla 5

Determinación del número de muestras por calicata

Calicata	Ubicación	Muestras
C-1	0+000	5
C-2	1+000	5
C-3	2+000	5
C-4	3+000	5
	Total	20

Muestreo: De igual modo, Carrasco (2019) explica que la selección de la muestra, o sea de las unidades que formarán parte de ella, se da mediante técnicas

probabilísticas o simplemente a conveniencia, diferenciándose en dos clases principales de muestreo: Probabilístico y No probabilístico. En este estudio el muestreo fue no probabilístico y por conveniencia.

Unidad de análisis: Muestras de suelo de la subrasante.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos: Es la planificación de estrategias que servirán para obtener la información requerida en el estudio (Carrasco, 2019). Esta investigación usó la técnica de la Observación sobre los cambios que se produjeron en el suelo respecto a sus características mecánicas y físicas debido a los experimentos realizados fueron observados en laboratorio y anotados en fichas de registro de datos estandarizadas para cada ensayo realizado.

Instrumentos de recolección de datos: Son las herramientas utilizadas para registrar o recopilar la información requerida en el estudio (Borja, 2016). La investigación utilizó las fichas de recolección de datos, donde se plasmó por escrito información importante obtenida en campo y laboratorio, la cual fue evaluada en gabinete para observar los cambios en el comportamiento del suelo al adicionar el polvo de valvas de moluscos y el caucho reciclado.

Validez: Es el valor que se le da al instrumento para poder ser utilizado en el estudio, considerando que este debe recopilar la información puntual y necesaria requerida para la elaboración de los resultados de acuerdo a cada objetivo planteado (Hernandez et al., 2014). En este estudio, los instrumentos son estandarizados, aun así, fueron revisados y aprobados por un grupo de expertos (03 ingenieros).

Confiabilidad: Hernández et al (2014) describe a la confiabilidad como la precisión que tiene un instrumento para recopilar la información, en otras palabras, que los datos que se recopilen sean siempre los mismos ante cualquier caso de aplicación. En el caso de la confiabilidad de los instrumentos del presente estudio,

se solicitó a los laboratorios de ensayos sus respectivas certificaciones vigentes, las mismas que se anexaron al presente estudio.

3.5. Procedimientos

En primer lugar, se hicieron arreglos institucionales. Se envió una carta formal al municipio responsable solicitando permiso para realizar los pozos de prueba y recoger muestras de suelo para las pruebas. Una vez concedido el permiso, se organizó una visita al lugar para realizar el pozo de prueba como se ha descrito anteriormente. Ese día se excavaron fosas de 1,50 m x 1,50 m y de al menos 1,50 m de profundidad a intervalos mínimos de 1,00km. Las muestras extraídas se colocaron en bolsas de plástico acordonadas y se llevaron al laboratorio para su posterior examen.

Para los moluscos, se reservó un día para recoger las conchas de moluscos depositadas en la playa. Cada concha encontrada se recogió individualmente y se guardó en una bolsa de plástico. Tras la recogida, las conchas se lavaron para eliminar la materia orgánica y otras sustancias que pudieran alterar la composición de la mezcla. Tras el lavado, las cáscaras se secaron al sol y se molieron en un molinillo manual para obtener el polvo necesario para el estudio. La cantidad de proyectiles necesarios se indicaba en el informe como 70 kg.

El caucho reciclado se obtuvo de varias tiendas de neumáticos de la ciudad. La cantidad de caucho reciclado necesaria era de 98 kg.

Los ensayos a realizar siguieron los procedimientos propuestos y descritos en cada procedimiento normado:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422, MTC E107)
- Límites de Consistencia (ASTM D-4318, MTC E110-E111)
- Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC – E115)
- California Bearing Ratio (ASTM D-1883, MTC – E132)

3.6. Método de análisis de datos

Los procesamientos de la información se realizarán a través de hoja de cálculo en Excel, para realizar los gráficos, tablas, líneas de dispersión como tablas comparativas.

3.7. Aspectos éticos

La ética de la investigación es una disposición a cumplir con los principios éticos básicos para el desarrollo científico, los cuales son de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia. Los procedimientos desarrollados en el presente trabajo se rigieron estrictamente a lo solicitado por la Universidad Cesar Vallejo en su Código de Ética (2017). Se respetó el derecho de autoría y propiedad intelectual de los investigadores científicos citados.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización del suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio.

Tabla 6

Granulometría de muestras de suelo patrón

MUESTRA	GRANULOMETRIA			CLASIFICACION	CLASIFICACIÓN
	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	SUCS	AASHTO
C-1	0.0	50.0	50.0	ML	A - 4 (3)
C-2	0.8	50.1	49.1	SM	A - 4 (3)
C-3	4.5	46.2	49.2	SM	A - 4 (3)
C-4	3.7	45.9	50.4	CL	A - 4 (3)

La Tabla 6 muestra los resultados de los ensayos de granulometría realizados a cada muestra patrón extraída de las cuatro calicatas, conforme a la norma ASTM D-422, MTC E107. Las clasificaciones utilizadas fueron SUCS y AASHTO, sistemas muy utilizados para poder definir las clases de suelos. Respecto a las muestras de suelo patrón o natural y la clasificación SUCS, la muestra obtenida de la calicata C-1 corresponden a un suelo de clase ML que quiere decir que es un suelo limoso de baja plasticidad, mientras que las clases de suelos obtenidas para las muestras extraídas de la C-2 y C-3 corresponden a suelos arenosos y limosos. En la C-4 se obtuvo otra clase de suelo, correspondiente a una CL que indica un suelo arcilloso y de baja plasticidad. Con respecto a la clasificación AASHTO, las muestras de suelos obtenidas de las 4 calicatas pertenecen al mismo grupo, al A-4 que clasifican a las mismas como limosas, de calidad regular a mala.

Tabla 7

Límites de Atterberg de muestras de suelo patrón

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (LL)	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	INDICE DE PLÁSTICIDAD (IP)
C-1	20.96	19.57	1.39
C-2	21.95	19.53	2.42
C-3	23.80	20.33	3.47
C-4	24.34	17.31	7.03

La Tabla 7 ha mostrado los resultados producto de los ensayos para obtener los límites de consistencia de cada muestra de suelo patrón o natural analizada, las cuales fueron obtenidas de las 4 calicatas. Los ensayos estuvieron conforme a la norma ASTM D-4318, MTC E110-E111. Para la muestra obtenida de la C-1, el límite líquido obtenido fue de 20.96, el límite plástico de 19.57 y el índice de plasticidad de 1.39. De manera respectiva, los resultados de la muestra extraída de la C-2 fueron 21.95, 19.53 y 2.42, de la muestra de la C-3 que dio como resultados 23.80, 20.33 y 3.47; y por último la muestra de la C-4 de la cual se obtuvo valores de 24.34, 17.3 y 7.03.

Tabla 8

Proctor modificado de muestras de suelo patrón

MUESTRA	Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Contenido de Humedad Óptima (%)
C-1	1.849	12.64
C-2	1.863	11.82
C-3	1.998	8.47
C-4	1.925	11.43

La Tabla 8 indica los resultados de los ensayos de Proctor modificado (ASTM D-1557, MTC – E115) realizado a las muestras de suelo patrón o natural que se extrajeron de las cuatro calicatas. Con los ensayos de Proctor se obtienen los valores de Máxima Densidad Seca (gr/cm3) y del Contenido de Humedad Optima (%), los cuales para la C-1 los resultados fueron de 1.849 gr/cm3 y 12.64 % respectivamente. Así mismo, la máxima densidad seca y el contenido de humedad optimo obtenido en las muestras de la C-2 fueron de 1.863 gr/cm3 y 11.82%, de la C-3 fueron 1.998 gr/cm3 y 8.47% y de la C-4 fueron 1.925 gr/cm3 y 11.43% respectivamente.

Tabla 9*CBR de muestras de suelo patrón*

MUESTRA	CBR (0.1)"		CBR (0.2)"	
	100% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.	95% M.D.S.
C-1	2.5	2	3.2	2.7
C-2	5.5	4.3	8.4	6.6
C-3	3.4	3	4.4	4
C-4	2.6	1.7	2.9	2

La Tabla 9 muestra los resultados de los ensayos de CBR aplicados a las muestras de suelo patrón o natural obtenidas de las mencionadas calicatas. Los ensayos de CBR se realizaron conforme a lo especificado en la norma ASTM D-1883, MTC – E132. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 100% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 2.5, 5.5, 3.4 y 2.6 para las muestras de suelo patrón o natural C-1, C2, C-3 y C-4 respectivamente. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 95% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 2.0, 4.3, 3.0 y 1.7 para las muestras de suelo patrón o natural C-1, C2, C-3 y C-4 respectivamente. Los valores obtenidos para el CBR a 0.2" de penetración fueron utilizado más que todo para validar los resultados de CBR a 0.1" de penetración, siendo estos últimos los utilizados en la práctica.

4.2. Caracterización del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio.

Tabla 10*Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 4% de polvo de valvas de molusco*

MUESTRA	CBR (0.1)"		CBR (0.2)"	
	100% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.	95% M.D.S.
C-1 + 4% PVM	5.3	4.7	6.9	6.1
C-2 + 4% PVM	9.2	6.7	13.4	9.9
C-3 + 4% PVM	8.2	7.4	10.8	9.9
C-4 + 4% PVM	3.7	3.1	4.4	3.7

*PVM: Polvo de valva de molusco

La **Tabla 10** indica los resultados de las muestras de suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco (PVM) en un porcentaje del 4%, para las 4 calicatas realizadas. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 100% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 5.3, 9.2, 8.2 y 3.7 para las muestras de suelo C-1 + 4% PVM, C2 + 4% PVM, C-3 + 4% PVM y C-4 + 4% PVM respectivamente. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 95% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 4.7, 6.7, 7.4 y 3.1 para las muestras de suelo patrón o natural C-1 + 4% PVM, C2 + 4% PVM, C-3 + 4% PVM y C-4 + 4% PVM respectivamente.

Tabla 11

Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 8% de polvo de valvas de molusco

MUESTRA	CBR (0.1)"		CBR (0.2)"	
	100% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.	95% M.D.S.
C-1 + 8% PVM	5.1	4.4	6.8	5.9
C-2 + 8% PVM	6.6	5.9	9.2	8.2
C-3 + 8% PVM	5.9	4.4	7.0	5.6
C-4 + 8% PVM	3.4	2.9	4.5	3.8

La **Tabla 11** indica los resultados de las muestras de suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco (PVM) en un porcentaje del 8%, para las 4 calicatas realizadas. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 100% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 5.1, 6.6, 5.9 y 3.4 para las muestras de suelo C-1 + 8% PVM, C2 + 8% PVM, C-3 + 8% PVM y C-4 + 8% PVM respectivamente. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 95% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 4.4, 5.9, 4.4 y 2.9 para las muestras de suelo patrón o natural C-1 + 8% PVM, C2 + 8% PVM, C-3 + 8% PVM y C-4 + 8% PVM respectivamente.

Tabla 12

Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 15% de caucho reciclado

MUESTRA	CBR (0.1)"		CBR (0.2)"	
	100% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.	95% M.D.S.
C-1 + 15% CR	4.9	4.2	6.5	5.6
C-2 + 15% CR	5.7	4.9	8.2	6.9
C-3 + 15% CR	3.6	4.7	2.9	3.8
C-4 + 15% CR	2.6	3.6	2.3	2.9

*CR: Caucho reciclado

La Tabla 12 indica los resultados de las muestras de suelo extraídas de las calicatas anteriormente mencionadas, con la diferencia de que en estos casos se les incluyó el caucho reciclado (CR), en un porcentaje del 15%. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 100% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 4.9, 5.7, 3.6 y 2.6 para las muestras de suelo C-1 + 15% CR, C2 + 15% CR, C-3 + 15% CR y C-4 + 15% CR respectivamente. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 95% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 4.2, 4.9, 4.7 y 3.6 para las muestras de suelo patrón o natural C-1 + 15% CR, C2 + 15% CR, C-3 + 15% CR y C-4 + 15% CR respectivamente.

Tabla 13

Resultados de CBR de muestras de suelo con inclusión de 20% de caucho reciclado

MUESTRA	CBR (0.1)"		CBR (0.2)"	
	100% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.	95% M.D.S.
C-1 + 20% CR	4.7	3.9	6.2	5.2
C-2 + 20% CR	4.0	3.6	5.8	5.2
C-3 + 20% CR	2.8	1.7	3.7	2.2
C-4 + 20% CR	1.9	1.7	2.6	2.3

*CR: Caucho reciclado

La **Tabla 13** indica los resultados de las muestras de suelo extraídas de las calicatas anteriormente mencionadas, con la diferencia de que en estos casos se

les incluyó el caucho reciclado (CR), en un porcentaje del 20%. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 100% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 4.7, 4.0, 2.8 y 1.9 para las muestras de suelo C-1 + 20% CR, C2 + 20% CR, C-3 + 20% CR y C-4 + 20% CR respectivamente. Respecto al CBR a 0.1" de penetración, para el 95% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 3.9, 3.6, 1.7 y 1.7 para las muestras de suelo patrón o natural C-1 + 20% CR, C2 + 20% CR, C-3 + 20% CR y C-4 + 20% CR respectivamente.

4.3. Determinación del porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio.

Tabla 14

Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-1

CBR	MUESTRA C-1			MÁXIMO	PORCENTAJE ÓPTIMO	
	NATURAL (0%)	+4% PVM	+8% PVM			
(0.1")	100% M.D.S.	2.5	5.3	5.1	5.3	+4% PVM
	95% M.D.S.	2	4.7	4.4	4.7	+4% PVM

La **Tabla 14** muestra los resultados obtenidos de los ensayos de CBR aplicados a las muestras de suelo extraídas de la C-1 tanto natural como con inclusión de polvo de valvas de molusco en los porcentajes expuestos. Los mejores valores se obtuvieron al adicionar el 4% de polvo de valva de molusco, lo que quiere decir que este es el porcentaje óptimo.

Tabla 15

Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-2

	CBR	MUESTRA C-2			MÁXIMO	PORCENTAJE ÓPTIMO
		NATURAL (0%)	+4% PVM	+8% PVM		
(0.1")	100% M.D.S.	5.5	9.2	6.6	9.2	+4% PVM
	95% M.D.S.	4.3	6.7	5.9	6.7	+4% PVM

La **Tabla 15** muestra los resultados obtenidos de los ensayos de CBR aplicados a las muestras de suelo extraídas de la C-2 tanto natural como con inclusión de polvo de valvas de molusco en los porcentajes expuestos. Los mejores valores se obtuvieron al adicionar el 4% de polvo de valva de molusco, lo que quiere decir que este es el porcentaje óptimo.

Tabla 16

Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-3

	CBR	MUESTRA C-3			MÁXIMO	PORCENTAJE ÓPTIMO
		NATURAL (0%)	+4% PVM	+8% PVM		
(0.1")	100% M.D.S.	3.4	8.2	5.9	8.2	+4% PVM
	95% M.D.S.	3	7.4	4.4	7.4	+4% PVM

La **Tabla 16** muestra los resultados obtenidos de los ensayos de CBR aplicados a las muestras de suelo extraídas de la C-3 tanto natural como con inclusión de polvo de valvas de molusco en los porcentajes expuestos. Los mejores valores se obtuvieron al adicionar el 4% de polvo de valva de molusco, lo que quiere decir que este es el porcentaje óptimo.

Tabla 17

Porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco en estabilización de muestras de suelo de calicata C-4

CBR	MUESTRA C-4			MÁXIMO	PORCENTAJE ÓPTIMO	
	NATURAL (0%)	+4% PVM	+8% PVM			
(0.1")	100% M.D.S.	2.6	3.7	3.4	3.7	+4% PVM
	95% M.D.S.	1.7	3.1	2.9	3.1	+4% PVM

La **Tabla 17** muestra los resultados obtenidos de los ensayos de CBR aplicados a las muestras de suelo extraídas de la C-4 tanto natural como con inclusión de polvo de valvas de molusco en los porcentajes expuestos. Los mejores valores se obtuvieron al adicionar el 4% de polvo de valva de molusco, lo que quiere decir que este es el porcentaje óptimo.

Tabla 18

Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-1

CBR	MUESTRA C-1			MÁXIMO	PORCENTAJE ÓPTIMO	
	NATURAL (0%)	+15% CR	+20% CR			
(0.1")	100% M.D.S.	2.5	4.9	4.7	4.9	+15% CR
	95% M.D.S.	2	4.2	3.9	4.2	+15% CR

La **Tabla 18** indica que, en base a los resultados obtenidos de los ensayos de CBR tanto para una penetración de 0.1" y para el 100% y 95% de la máxima densidad seca, aplicados a las diferentes muestras de suelo obtenidas de la C-1 y según el porcentaje de inclusión de caucho reciclado, los mejores valores se obtuvieron para el porcentaje del 15% de caucho reciclado, lo que quiere decir que este es el porcentaje óptimo.

Tabla 19

Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-2

	CBR	MUESTRA C-2			MÁXIMO	PORCENTAJE
		NATURAL (0%)	+15% CR	+20% CR		ÓPTIMO
(0.1")	100% M.D.S.	5.5	5.7	4.0	5.7	+15% CR
	95% M.D.S.	4.3	4.9	3.6	4.9	+15% CR

La **Tabla 19** indica que, en base a los resultados obtenidos de los ensayos de CBR tanto para una penetración de 0.1", y para el 100% y 95% de la máxima densidad seca, aplicados a las diferentes muestras de suelo obtenidas de la C-2 y según el porcentaje de inclusión de caucho reciclado, los mejores valores se obtuvieron para el porcentaje del 15% de caucho reciclado, lo que quiere decir que este es el porcentaje optimo

Tabla 20

Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-3

	CBR	MUESTRA C-3			MÁXIMO	PORCENTAJE
		NATURAL (0%)	+15% CR	+20% CR		ÓPTIMO
(0.1")	100% M.D.S.	3.4	3.6	2.8	3.6	+15% CR
	95% M.D.S.	3	4.7	1.7	4.7	+15% CR

La Tabla 20 indica que, en base a los resultados obtenidos de los ensayos de CBR tanto para una penetración de 0.1", y para el 100% y 95% de la máxima densidad seca, aplicados a las diferentes muestras de suelo obtenidas de la C-3 y según el porcentaje de inclusión de caucho reciclado, los mejores valores se obtuvieron para el porcentaje del 15% de caucho reciclado, lo que quiere decir que este es el porcentaje optimo

Tabla 21

Porcentaje óptimo de caucho reciclado en estabilización de muestras de suelo de calicata C-4

	CBR	MUESTRA C-4			MÁXIMO	PORCENTAJE
		NATURAL (0%)	+15% CR	+20% CR		ÓPTIMO
(0.1")	100% M.D.S.	2.6	2.6	1.9	2.6	+15% CR
	95% M.D.S.	1.7	3.6	1.7	3.6	+15% CR

La Tabla 21 indica que, en base a los resultados obtenidos de los ensayos de CBR tanto para una penetración de 0.1", y para el 100% y 95% de la máxima densidad seca, aplicados a las diferentes muestras de suelo obtenidas de la C-4 y según el porcentaje de inclusión de caucho reciclado, los mejores valores se obtuvieron para el porcentaje del 15% de caucho reciclado, lo que quiere decir que este es el porcentaje óptimo.

4.4. Incidencia del polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio.

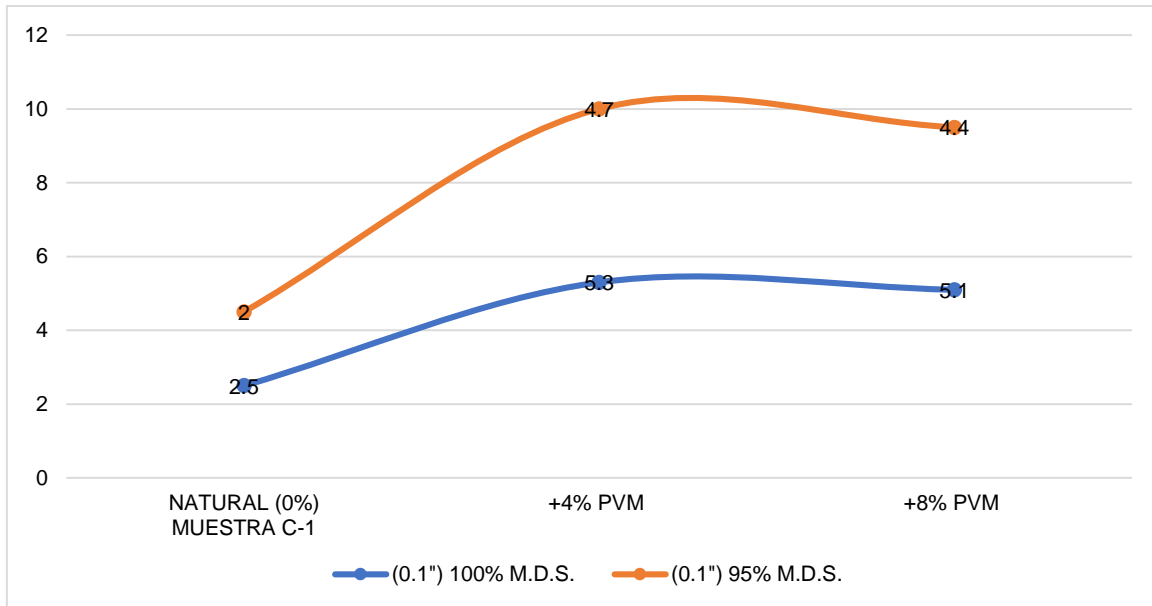
Tabla 22

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-1

	CBR	MUESTRA C-1	
		+4% PVM	+8% PVM
(0.1")	100% M.D.S.	112.00%	104%
	95% M.D.S.	135.00%	120%

Figura 1

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-1



La Tabla 22 y Figura 1 muestran cómo ha incidido la inclusión del polvo de valvas de molusco en las muestras de suelo natural de la C-1. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS tiene un aumento positivo de hasta un 112.00% cuando se le adiciona el 4% de PVM; de manera similar se obtuvo un aumento de hasta 135% en el CBR al 100% de la MDS al adicionarle este porcentaje por lo que se puede decir que hay un efecto positivo. Pasando este porcentaje, los valores disminuyen.

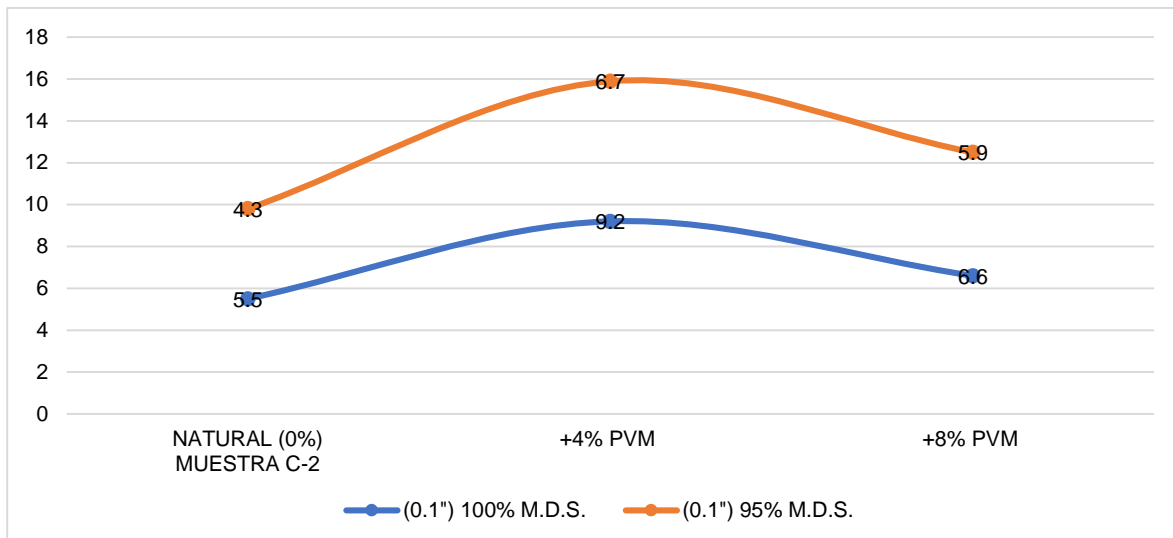
Tabla 23

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2

	CBR	MUESTRA C-2	
		+4% PVM	+8% PVM
(0.1'')	100% M.D.S.	67.27%	20%
	95% M.D.S.	55.81%	37%

Figura 2

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2



La Tabla 23 y Figura 2 muestran cómo ha incidido la inclusión del polvo de valvas de molusco en las muestras de suelo natural de la C-2. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS tiene un aumento positivo de hasta un 55.81% cuando se le adiciona el 4% de PVM; de manera similar se obtuvo un aumento de hasta 67.27% en el CBR al 100% de la MDS al adicionarle este porcentaje por lo que se puede decir que hay un efecto positivo. Pasando este porcentaje, los valores disminuyen.

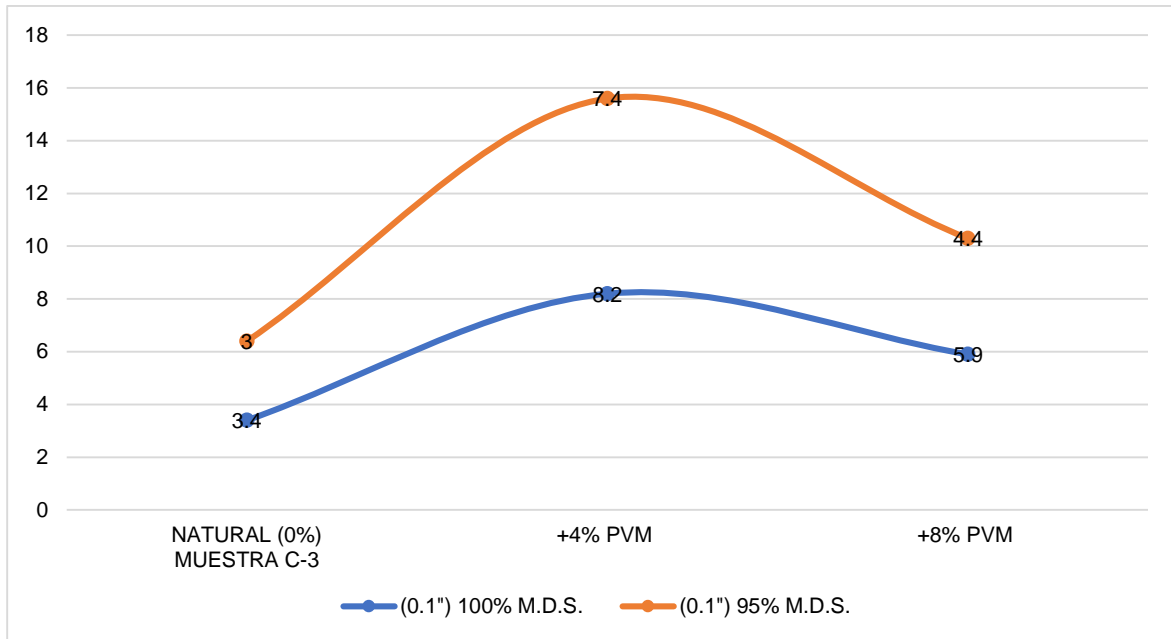
Tabla 24

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3

	CBR	MUESTRA C-3	
		+4% PVM	+8% PVM
(0.1")	100% M.D.S.	141.18%	74%
	95% M.D.S.	146.67%	47%

Figura 3

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3



La Tabla 24 y Figura 3 muestran cómo ha incidido la inclusión del polvo de valvas de molusco en las muestras de suelo natural de la C-3. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS tiene un aumento considerable de hasta un 146.67% cuando se le adiciona el 4% de PVM; de manera similar se obtuvo un aumento considerable de hasta 141.18% en el CBR al 100% de la MDS al adicionarle este porcentaje por lo que se puede decir que hay un efecto positivo. Pasando este porcentaje, los valores empiezan a disminuir.

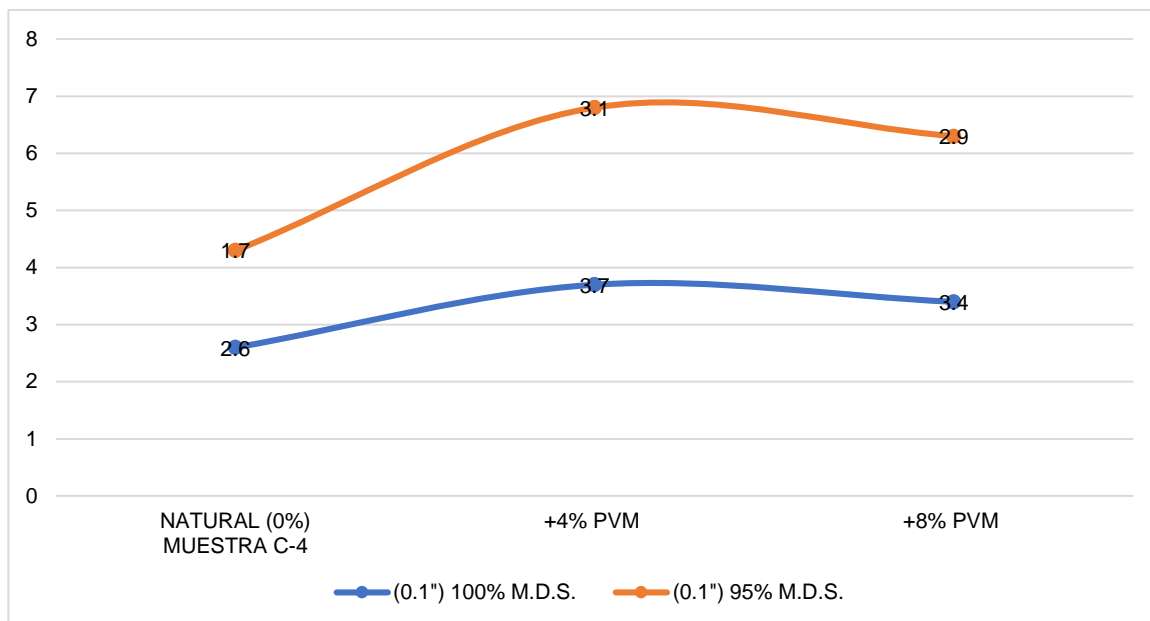
Tabla 25

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4

	CBR	MUESTRA C-4	
		+4% PVM	+8% PVM
(0.1")	100% M.D.S.	42.31%	31%
	95% M.D.S.	82.35%	71%

Figura 4

Variación porcentual por inclusión de polvo de valvas de molusco en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4



La Tabla 25 y Figura 4 muestran cómo ha incidido la inclusión del polvo de valvas de molusco en las muestras de suelo natural de la C-4. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS tiene un aumento de hasta un 82.35% cuando se le adiciona el 4% de PVM; de manera similar se obtuvo un aumento de hasta 42.31% en el CBR al 100% de la MDS al adicionarle este porcentaje por lo que se puede decir que hay un efecto positivo. Pasando este porcentaje, los valores disminuyen ligeramente.

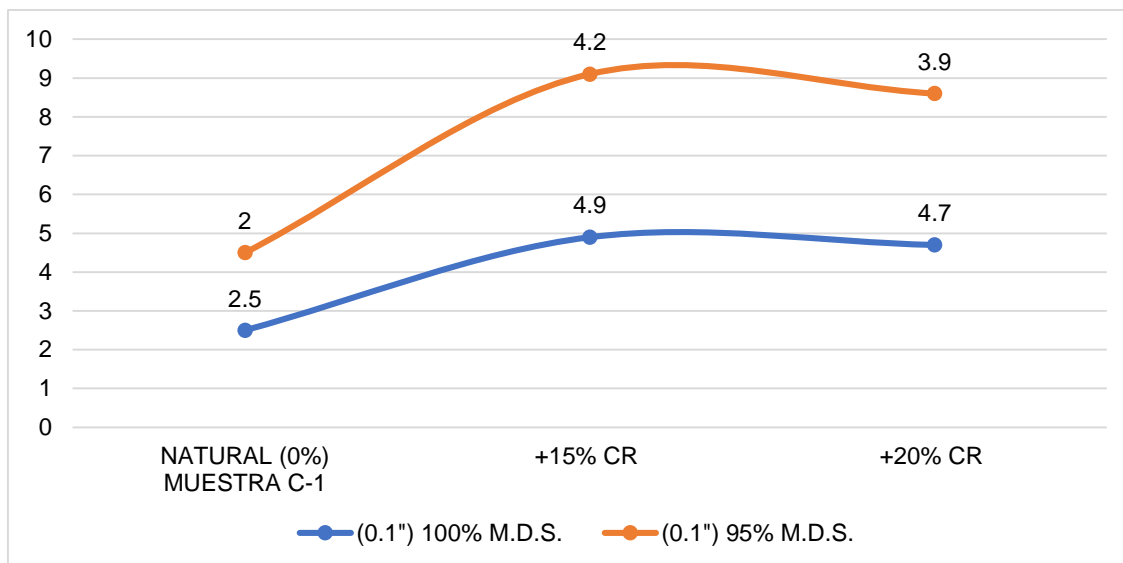
Tabla 26

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-1

CBR		MUESTRA C-1	
		+15% CR	+20% CR
(0.1")	100% M.D.S.	96.00%	88%
	95% M.D.S.	110.00%	95%

Figura 5

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-1



La Tabla 26 y Figura 5 muestran cómo ha incidido la inclusión del caucho reciclado en las muestras de suelo natural de la C-1. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS aumenta considerablemente hasta en un 110% cuando se le adiciona el 15% de caucho reciclado; de manera similar se ve un aumento del 96% en el CBR al 100% de la MDS por lo que se puede decir que hay un efecto positivo. Pasando este porcentaje, los resultados comienzan a disminuir.

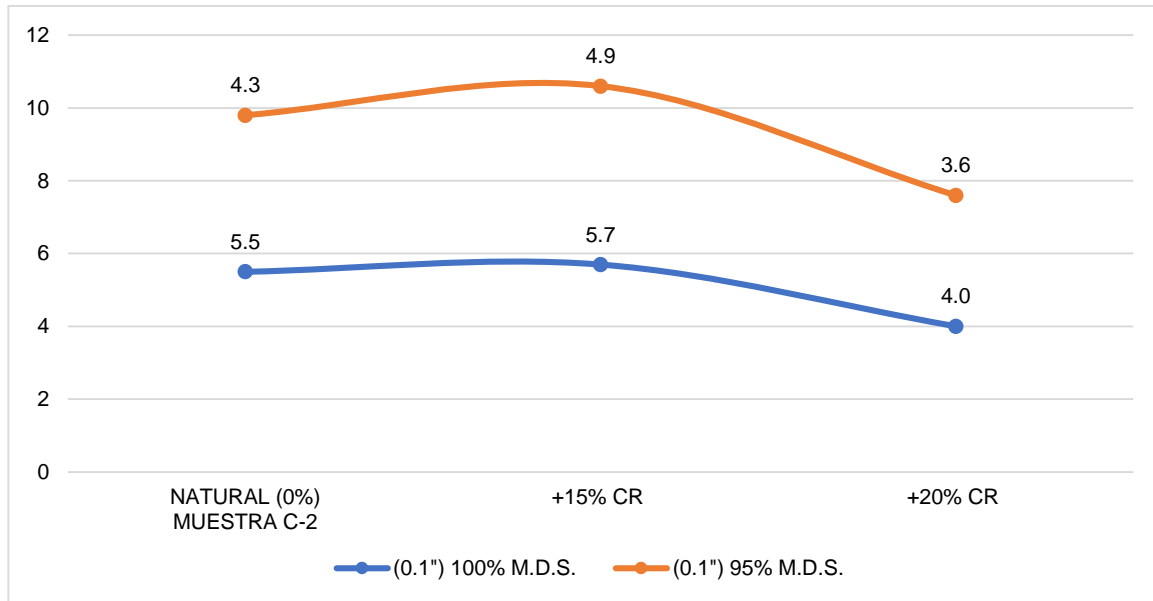
Tabla 27

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2

	CBR	MUESTRA C-2	
		+15% CR	+20% CR
(0.1")	100% M.D.S.	+3.64%	-27%
	95% M.D.S.	+13.95%	-16%

Figura 6

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-2



La

Tabla 27 y Figura 6 muestran cómo ha incidido la inclusión del caucho reciclado en las muestras de suelo natural de la C-2. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS tiene un ligero aumento de hasta un 13.95% cuando se le adiciona el 15% de caucho reciclado; de manera similar se ve un ligero aumento del 3.64% en el CBR al 100% de la MDS por lo que se puede decir que hay un efecto positivo, aunque muy pequeño. Pasando este porcentaje, los resultados disminuyen de modo que se vuelven menores a los valores originales de las muestras de suelo patrón.

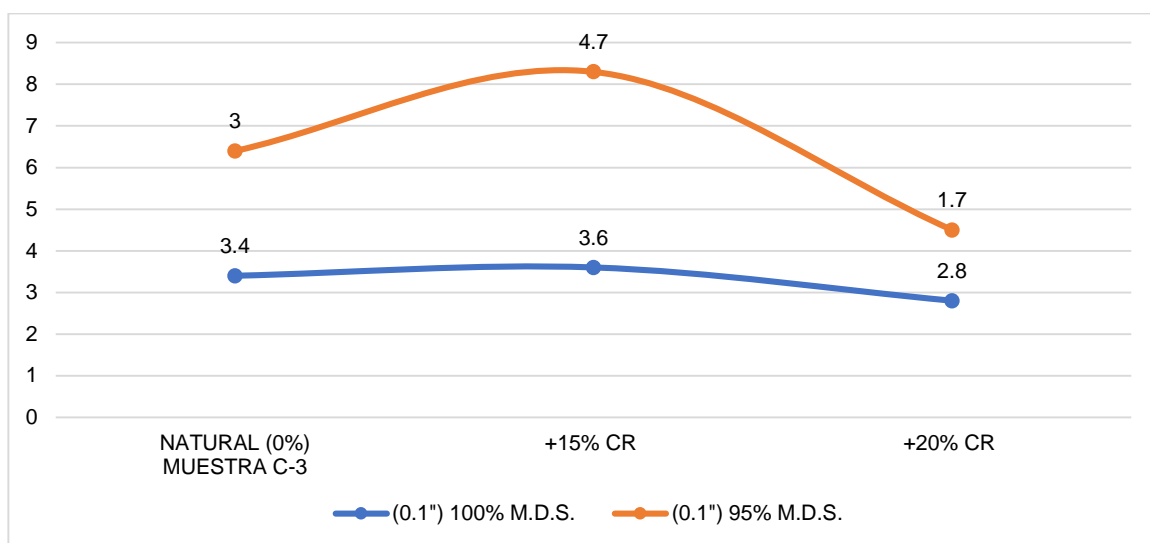
Tabla 28

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3

	CBR	MUESTRA C-3	
		+15% CR	+20% CR
(0.1")	100% M.D.S.	5.88%	-18%
	95% M.D.S.	56.67%	-43%

Figura 7

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-3



La Tabla 28 y Figura 7 muestran cómo ha incidido la inclusión del caucho reciclado en las muestras de suelo natural de la C-3. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS tiene un aumento de hasta un 56.67% cuando se le adiciona el 15% de caucho reciclado; de manera similar se ve un ligero aumento del 5.88% en el CBR al 100% de la MDS por lo que se puede decir que hay un efecto positivo. Pasando este porcentaje, los valores disminuyen a tal punto de ser inferiores a los valores obtenidos en las muestras de suelo patrón o natural.

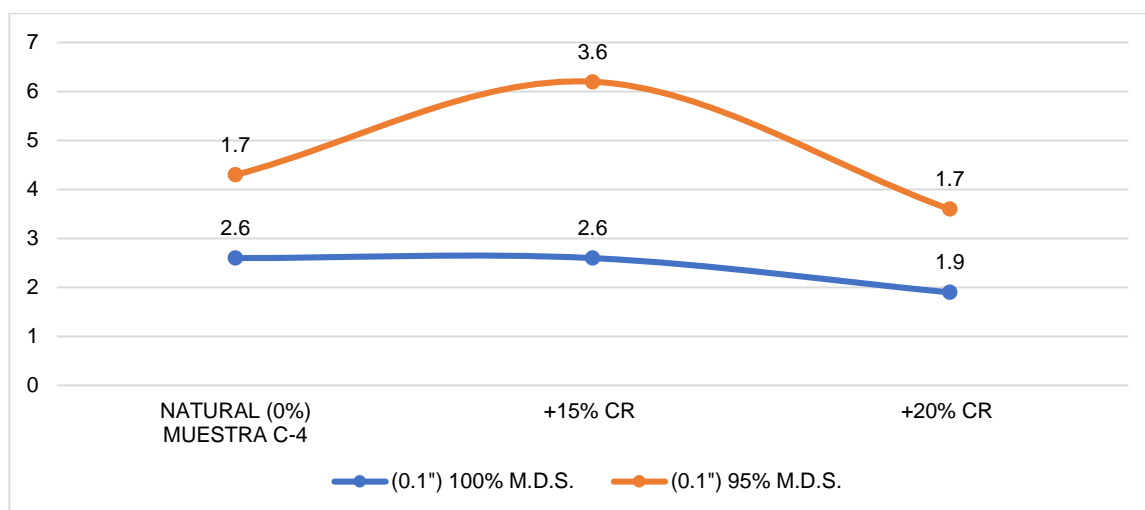
Tabla 29

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4

	CBR	MUESTRA C-4	
		+15% CR	+20% CR
(0.1")	100% M.D.S.	0.00%	-27%
	95% M.D.S.	111.76%	0%

Figura 8

Variación porcentual por inclusión de caucho reciclado en valores de CBR de muestras de suelo de calicata C-4



La Tabla 29 y Figura 8 muestran cómo ha incidido la inclusión del caucho reciclado en las muestras de suelo natural de la C-4. Se llega a observar que el valor del CBR al 0.1" de penetración y al 95% de la MDS tiene un aumento positivo de hasta un 111.76% cuando se le adiciona el 15% de caucho reciclado; sin embargo, no se obtuvo aumento en el CBR al 100% de la MDS al adicionarle este porcentaje por lo que se puede decir que hay un efecto nulo. Pasando este porcentaje, los valores disminuyen.

V. DISCUSIÓN

Este estudio, permitió conocer cómo es que materiales como el polvo de valvas de molusco y el caucho reciclado pueden servir como estabilizadores de subrasantes, utilizando muestras extraídas del sector San José Alto, Cartavio. En referencia a la caracterización del suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, los ensayos que se realizaron fueron el análisis granulométrico, los límites de consistencia, el Proctor modificado y el CBR; todo esto se realizó en muestras de suelo extraídas de 4 calicatas diferentes y ubicadas a 1.0km de distancia entre ellas.

En este estudio se determinó que, mediante los ensayos de granulometría, el suelo que conforma la subrasante del del sector San José Alto, Cartavio es variable, bajo la clasificación SUCS se obtuvo un suelo de clase ML en la calicata 1, lo que quiere decir que se trata de un suelo limoso de baja plasticidad, mientras que las clases de suelos obtenidas para las muestras extraídas de la C-2 y C-3 correspondieron a suelos arenosos y limosos. En cambio, en la C-4 se obtuvo otra clase de suelo, correspondiente a una CL que indica un suelo arcilloso y de baja plasticidad. Básicamente se ha trabajado con suelos variables, más limosos de acuerdo a los grupos del ASSHTO que afirman lo mencionado, a excepción del último tramo que fueron arcillosos de características más similares a los suelos trabajados por Bravo y López (2021), quienes evaluaron muestras de suelos arcillosos de plasticidad baja, y de Espinoza y Honores (2018) quienes también trabajaron con suelos arcillosos.

Por otro lado, los valores de límites de consistencia obtenidos demuestran el estado o punto de fluctuación en el que el suelo al contacto con la humedad comienza a cambiar su comportamiento, ósea que cambia su consistencia. En este caso los límites de consistencia fueron similares en las 3 primeras muestras extraídas (C1, C2 y C3), pues la muestra obtenida de la C-1 los límites obtenidos fueron de 20.96 LL, 19.57 LP y 1.39 IP. De manera respectiva, los resultados de la muestra extraída de la C-2 fueron 21.95 LL, 19.53 LP y 2.42 IP, de la muestra de la C-3 que dio como resultados 23.80 LL, 20.33 LP y 3.47 IP. Sin embargo, hay excepción de la muestra obtenida de la última calicata (C4); y esto se debe

principalmente a la presencia de arcillas en la última muestra, pues los valores obtenidos fueron de 24.34 LL, 17.3 LP y 7.03 IP, siendo en esta muestra el índice de plasticidad mayor al resto. Sin embargo, estos resultados fueron diferentes a los obtenidos por Bravo y López (2021), quienes, pese a que trabajaron suelos arcillosos, obtuvieron límites de consistencia de 47% de LL, 23% de LP y 24% de IP.

Con el ensayo de Proctor modificado, la densidad seca máxima (gr/cm³) y el contenido de humedad óptimo (%) para C-1 fueron 1,849 gr/cm³ y 12,64% respectivamente. Asimismo, la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo de las muestras C-2, C-3 y C-4 fueron de 1,863 gr/cm³ y 11,82%, 1,998 gr/cm³ y 8,47% y 1,925 gr/cm³ y 11,43% respectivamente.

Los ensayos de CBR determinan la resistencia del suelo, y pueden calificar la calidad de la subrasante. Según la ASTM, en la práctica el valor de CBR que se reporta es el de 0.1" de penetración, puesto que se discutirá los resultados obtenidos para este caso. El CBR para una máxima densidad seca trabajada al 100% para las muestras de suelo natural evaluadas en este estudio los valores obtenidos fueron de 2.5, 5.5, 3.4 y 2.6 tanto para la C-1, C-2, C-3 y C-4 respectivamente; esto quiere decir que los suelos son malos y pobres, siendo la calicata 3 la que se acerca a ser una subrasante buena, sin embargo, los otros valores están más orientados a ser una subrasante mala. En cuanto al 95% de la máxima densidad seca se obtuvieron valores de 2.0, 4.3, 3.0 y 1.7 tanto para la C-1, C-2, C-3 y C-4 respectivamente. En resumen, las propiedades del CBR del suelo analizado en este estudio lo califican como una subrasante mala a pobre; lo que coincide con las muestras estudiadas por Patiño (2017) quien trabajó un suelo natural con un CBR de 2.15% también considerado malo.

En cuanto a la caracterización del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, los valores obtenidos para las muestras de suelo que contienen valvas de moluscos y caucho reciclado en la zona de San José Alto de Cartavio, tras la inclusión de estos materiales difieren de los obtenidos para los suelos naturales o

muestras patrón. En resumen, el porcentaje de valvas de molusco en las muestras de suelo fue del 4%, los valores de CBR a 0,1" de profundidad de penetración, 100% y 95% de MDS variaron de 3,7 a 9,2 y los valores de CBR a 0,1" variaron de 2,6 a 5,7 para 100% de MDS y 15% de adición de caucho reciclado, 3,6 a 4,9; con la adición de un 20% de caucho reciclado, los valores oscilaron entre 1,9 y 4,7 al 100% de MDS y entre 1,7 y 3,9 al 95% de MDS.

En cuanto a la determinación del porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, este estudio pudo determinar como porcentajes óptimos el 4% respecto a inclusión de polvo de valvas de molusco y el 15% respecto a inclusión de caucho reciclado. Este resultado difiere de lo hallado por Patiño (2017) quien obtuvo como porcentaje óptimo de inclusión de caucho reciclado el 10%, indicando que se llega a aumentar hasta un 123% el valor original del suelo patrón. Además, tampoco se coincidió con Bravo y López (2021), quienes determinaron que su porcentaje óptimo de inclusión de polvo de valvas fue del 6%. Cabe mencionar que los porcentajes estudiados en el presente informe no fueron los mismos que los estudiados por los otros investigadores, por lo que no se puede afirmar a ciencia cierta que los porcentajes obtenidos como óptimos en el presente estudio sean los definitivos, es por eso que se recomienda estudiar otros porcentajes para evaluar con mayor precisión el comportamiento del suelo.

Lo que sí se puede afirmar, en referencia a la incidencia del polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, es que existe una incidencia positiva al aplicar polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en el suelo, puesto que los resultados afirman un aumento de sus propiedades de resistencia, obteniéndose aumentos de hasta el 146.67% al incluirse el 4% de polvo de valva de molusco, y de hasta un 111.76% al incluirse caucho reciclado en un 15%. Lo mencionado anteriormente coincide con lo hallado por los diferentes estudios realizados en donde se ha incluido al menos uno de los materiales que se ha utilizado como estabilizador de suelo en este estudio, como por ejemplo Patiño (2017) quien estudió como el caucho reciclado puede influenciar de manera positiva en el CBR de un determinado

suelo, llegando a aumentar su valor hasta en un 4.81% al adicionarle el 10% de caucho reciclado. También, Bravo y López (2021) quienes también afirmaron que las valvas de molusco mejoran en gran medida las propiedades de los suelos arcillosos. Se corrobora con Sánchez y Terrones (2020) quienes afirmaron que la aplicación de polvo de conchas de abanico puede mejorar las propiedades de una subrasante como la máxima densidad seca y el CBR. Por último, Espinoza y Honores (2018) afirmaron obtener un aumento de la resistencia del suelo al adicionar conchas de abanico.

VI. CONCLUSIONES

1. Respecto a la caracterización del suelo patrón, se concluye que el suelo de la subrasante del sector San José Alto de Cartavio según la clasificación SUCS es variable, obteniéndose suelos ML, SM y CL correspondiente a suelo limoso de baja plasticidad, suelos arenosos limosos y arcillas de baja plasticidad respectivamente; y según la clasificación ASSTHO, el suelo pertenece al grupo A-4 que lo califica como limoso, de calidad regular a mala. Además, se obtuvo valores de límite líquido de entre 20.96 a 24.34, límite plástico de entre 17.3 a 20.33 e índices de plasticidad de entre 1.39 a 7.03. Además, los ensayos de Proctor modificaron rindieron valores de máxima densidad seca de entre 1.849 gr/cm³ a 1.998 gr/cm³, y contenido de humedad óptima de entre 8.47% a 12.64%. En cuanto al CBR, para el valor que se reporta en la practica el cual es el 0.1" de penetración, para una máxima densidad seca al 100% el menor valor obtenido fue de 2.5 y el mayor fue de 5.5; mientras que para la máxima densidad seca al 95% el menor valor obtenido fue de 2.9 y el mayor fue de 4.3, indicando así que el suelo patrón o natural es de una calidad mala a pobre.
2. Respecto a la caracterización del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado se concluye que, al incluir polvo de valva de molusco en las muestras de suelo en un porcentaje del 4%, los resultados de CBR al 0.1" de penetración y al 100% y 95% de la MDS variaron de entre 3.7 a 9.2 y de 3.1 a 7.4 respectivamente; y en cuanto al 8% de inclusión los valores de CBR 0.1" tanto para el 100% y 95% de la MDS resultaron de entre 3.4 a 5.1 y de 2.9 a 5.9 respectivamente. En cuanto a los valores obtenidos de CBR 0.1", al 100% de la MDS y con la adición del 15% de caucho reciclado se obtuvo valores de entre 2.6 a 5.7, mientras que para el 95% de la MDS los valores obtenidos fueron de entre 3.6 a 4.9. Respecto a la adición del 20% de caucho reciclado, para el 100% de la MDS se obtuvieron valores de entre 1.9 a 4.7, mientras que para el 95% de la MDS se obtuvo valores entre 1.7 a 3.9.
3. Respecto al porcentaje óptimo se concluye que, en cuanto a la inclusión de polvo de valvas de molusco el porcentaje óptimo fue del 4% para los suelos de clasificación ML, SM y CL, mientras que para el caucho reciclado el porcentaje optimo fue del 15%.

4. Respecto a la incidencia del polvo de valvas de molusco y caucho reciclado se concluye que, existe en su mayoría un efecto positivo sobre las propiedades de resistencia de las muestras de suelos analizadas y ensayadas, obteniéndose aumentos de hasta el 146.67% al incluirse el 4% de polvo de valva de molusco, y de hasta un 111.76% al incluirse caucho reciclado en un 15%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Respecto a la caracterización del suelo patrón de la de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio; dado los bajos valores de resistencia que han mostrado y que lo han calificado como una subrasante mala, se recomienda a las autoridades pertinentes que se apliquen soluciones de estabilización con la finalidad de mejorar sus propiedades.
2. Respecto a la caracterización del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado, se recomienda utilizar los materiales utilizados en este estudio a los porcentajes óptimos determinados, ya que demostró tener una incidencia positiva, sobre todo en los valores de CBR.
3. Respecto al porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasantes; se recomienda a los futuros investigadores incluir en sus estudios futuros los porcentajes del 4% de inclusión de polvo de valvas de molusco y 15% de caucho reciclado como parte del análisis de estabilización, ya que se ha demostrado ser óptimos para conseguir valores de resistencia de suelos adecuados.
4. Respecto a la incidencia del polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio; se recomienda a los futuros investigadores seguir estudiando estos materiales como estabilizadores de suelos, proponiendo diferentes porcentajes a los analizados en este estudio e inclusive trabajar con otras clases de suelos aún no estudiados, con la finalidad de poder obtener una base de datos más consolidada que refuerce las teorías propuestas de que es posible estabilizar suelos empleando caucho reciclado y valvas de molusco.

REFERENCIAS

- ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA CARRETERA. (2014). *Importancia de la conservación de carreteras*. <https://www.piarc.org/es/pedido-de-publicacion/22252-es-Importancia%20de%20la%20conservaci%C3%B3n%20de%20carreteras>
- Ayala, J., Ahumada, E., Cormejo, R., y Muñoz, S. (2022). *Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria*. *Revista Tecnológicas* Vol. 25 N° 53: <https://doi.org/10.22430/22565337.2080>
- Behak, L. (2017). *Soil Stabilization with Rice Husk Ash*. *En Rice - Technology and Production. InTech.* . <https://doi.org/10.5772/66311>
- Besoain, E. (1985). *Mineralogía de arcillas de suelos*. Repositorio IICA: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/12993>
- Borja, M. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. <https://studylib.es/doc/8929463/metodologia-de-investigacion-cientifica-para-ingenieros>
- Bravo, B., y Lopez, H. (2021). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura*. Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: <http://hdl.handle.net/10757/654603>
- Carrasco, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (1ra ed.). Editorial San Marcos.
- CENIZAS. (2021). *En: Diccionario de la Real Academia Española*. <https://dle.rae.es/>
- Chirinos, E., Rodríguez, E., y Muñoz, S. (2021). *MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA MEJORAR EL CBR CON FINES DE PAVIMENTACIÓN: UNA REVISIÓN LITERARIA*. *Revista Dialnet*: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234912>
- Clavería, P., Triana, D., y Varon, Y. (2018). *CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO ESTABILIZADO CON CENIZA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA COMO MATERIAL PARA SUBRASANTE*.

- https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6314/1/2018_caracterizacion_comportamiento_geotecnico.pdf
- CONCYTEC. (2021). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - Reglamento RENACYT.* <http://resoluciones.concytec.gob.pe/subidos/sintesis/RP-090-2021-CONCYT.pdf>
- Cordova, R., y Sanchez, J. (2021). *EFFECTO DE LA MELAZA Y CARBÓN MOLIDO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN VÍA NO PAVIMENTADA, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO.* . Repositorio UCV: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86918>
- Espinoza, T., y Honores, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación* . Universidad Nacional del Santa: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3349>
- Fang, Y., Zhan, M., y Wang, Y. (2001). *The status of recycling of waste rubber.* . *Materials & Design*, 22(2), 123–128. : [https://doi.org/10.1016/S0261-3069\(00\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S0261-3069(00)00052-2)
- Firoozi, A., Guney, C., y Baghini, M. (2017). *Fundamentals of soil stabilization.* . *International Journal of Geo-Engineering*, 8(1), 26.: <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>
- Flórez, J. (2016). *Estabilización de suelos con biocemento.* <http://hdl.handle.net/1992/9048>
- Fondjo, A., Theron, E., y Ray, R. (2021). *Stabilization of Expansive Soils Using Mechanical and Chemical Methods: A Comprehensive Review.* . *Civil Engineering and Architecture*, 9(5), 1295–1308. : <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090503>
- Gamarra, B. (2019). *Mejoramiento de suelo arcilloso mediante estabilización química.* Universidad Privada del Norte: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25901/Trabajo de Investigación - Gamarra Marino.pdf](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25901/Trabajo%20de%20Investigaci%C3%B3n%20-%20Gamarra%20Marino.pdf)
- Godoy, J. (2020). *REUTILIZACIÓN DE LA CONCHA DE MAR.* Repositorio de la Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176930>

- Gomes, A. T. (2017). *Advanced tools and techniques to add value to soil stabilization practice*. . Innovative Infrastructure Solutions, 2(1), 26. : <https://doi.org/10.1007/s41062-017-0084-5>
- Halsband, C. (2022). *Environmental Impacts and Risks of Car Tire and Styrene-Butadiene Rubber: Microplastic Pollution and Contaminant Transport*. . <https://www.frontiersin.org/research-topics/34143>
- Hernandez, R., Fernandez, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Batista, M. (2016). *Metodología de la investigación*. Mexico: 7ta Ed. McGraw-Hill.
- Jayasinghe, K., Anggraini, V., Syamsir, A., y Nanda, E. (2021). *Investigation of unstable soil stabilized using fly-ash cement grouting*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 708(1): <https://doi.org/10.1088/1755-1315/708/1/012019>
- Juarez, B., y Rico, R. (2015). *Mecánica de Suelos Tomo 1*. Limusa.
- Longa Saavedra, K. I., y Sánchez Pozo, D. L. (2021). *Estabilización con cenizas de carbón para mejoramiento de subrasante del Asentamiento Humano, Ciudad del Niño, distrito de Castilla, Piura, 2021*. Tesis (Título de ingeniero civil). <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80387>
- Meyer, C. (2009). *The greening of the concrete industry*. . Cement and Concrete Composites, 31(8), 601–605. : <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2008.12.010>
- Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). (2016). *Manual de ensayos de materiales RD N° 18*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2013). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotécnica y pavimentos*. . http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Montejo, A. (2018). *Estabilización de suelos*. Ediciones Universitarias.
- Mwaipungu, R., y Ahmed, S. (2019). *The Challenges posed by problem soils on the performance or road pavements: Review of a Tanzanian Manual for Pavement Design and Materials*. Sustainable Development and Planning, 226(9), 593–603.:

- <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SDP17/SDP17052FU1.pdf>
- Palacios, K. (2021). *Mejoramiento y Estabilización de Subrasante: 7 Tipos de Tratamiento de Suelos*. https://www.youtube.com/watch?v=UVf99_Q3jt4
- Patiño, J. (2017). *Estabilización del suelo mediante adiciones de caucho reciclado*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil : <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9159>
- Pedreira, R. (2020). *UN MATERIAL COMO EL CONCRETO PERO HECHO DE CONCHAS DE MAR*. <https://underdogmexico.com/un-material-como-el-concreto-pero-hecho-de-conchas-de-mar/>
- Physical, G. (2018). *Soil Composition*. [https://opentextbc.ca/geology/chapter/5-4-weathering-and-the-formation-of-soil/#:~:text=Soil is a complex mixture,degrees with air and water\).](https://opentextbc.ca/geology/chapter/5-4-weathering-and-the-formation-of-soil/#:~:text=Soil is a complex mixture,degrees with air and water).)
- Portal de Suelos de la FAO. (2017). *Propiedades Físicas del Suelo*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/#:~:text=Porosidad%20del%20Suelo&text=En%20general%20el%20volumen%20del,gases%20pueden%20circular%20o%20retenerse.>
- Real Academia Española. (2019). *Valva*. <https://dle.rae.es/valva>
- Redacción Andina. (2022). *IGP: regiones y municipios deben realizar estudios de zonificación sísmico-geotécnicos*. <https://andina.pe/agencia/noticia-igp-regiones-y-municipios-deben-realizar-estudios-zonificacion-sismicogeotecnicos-878679.aspx>
- Sanchez, C., y Terrones, R. (2020). *Estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, Huacacorral*. Universidad Cesar Vallejo: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57413>
- Sierra, J., y Reyes, L. (2020). *Aplicación de caucho reciclado para uso en pavimento rígido : revisión, análisis y perspectivas de investigación*. Repositorio de la Universidad Santo Tomas - Colombia.: <http://hdl.handle.net/11634/30434>
- Sierra, M., Albarracín, P., y Monterroza, C. (2019). *Evaluación geotécnica de una edificación de dos pisos en zonas aledañas a lagunas de la carrera 18 no. 45-28 barrio Buenos Aires de Barrancabermeja*. Universidad de Santander:

<https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/2550b455-759d-4f83-86bc-a0715bc1205c/full>

Terzaghi, P. (1948). *Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica* (El Ateneo S.A, Ed. 2.

Universidad Cesar Vallejo. (2017). *Código de Ética*.
<https://www.ucv.edu.pe/datafiles/CÓDIGO DE ÉTICA.pdf>

Velasco, G. (2021). *CONCHAS DE OSTIÓN EXCELENTE MATERIAL QUE PUEDE SER USADO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN*.
<https://uamedia.org/blog/conchas-de-ostion-excelente-material-que-puede-ser-usado-en-la-industria-de-la-construccion/>

Winterkorn, H., y Sibel, P. (1991). *Soil stabilization and Grouting*. New York, NY: VanNostrand Reinhold.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>GENERAL: ¿Cómo incide el polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022?</p>	<p>GENERAL Determinar la incidencia del polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022.</p>	<p>GENERAL El polvo de valvas de molusco y caucho reciclado incide significativamente en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022.</p>	<p>Vi: Incorporación de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado</p> <p>Vd.: Estabilización de subrasante</p>
<p>ESPECÍFICOS ¿Cuáles son las características del suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022?</p>	<p>ESPECÍFICOS Realizar la caracterización del suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022.</p>	<p>ESPECÍFICAS El suelo patrón de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, se caracteriza por su inestabilidad.</p>	<p>DIMENSIONES Incorporación de cenizas de carbón mineral</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0%, 10% y 15% de polvo de valvas - 0%, 4%. 8% de polvo de caucho reciclado
<p>¿Cuáles son las características del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022?</p>	<p>Realizar la caracterización del suelo con inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022.</p>	<p>La inclusión de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado de la subrasante del sector San José Alto, Cartavio, mejora las propiedades mecánicas de la subrasante.</p>	<p>Estabilización de subrasante</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico - Límites de consistencia - Ensayo de Proctor - Ensayo de CBR
<p>¿Cuál será el porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022?</p>	<p>Determinar el porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio, 2022.</p>	<p>El porcentaje óptimo de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado en la estabilización de subrasante del sector San José Alto, Cartavio será del 15%.</p>	

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Incorporación de polvo de valvas de molusco y caucho reciclado	Una valva es “Cada una de las piezas duras y movibles que constituyen la concha de los moluscos lamelibranquios y de otros invertebrados” (Real Academia Española, s/f, definición 3). El polvo de valvas de moluscos proviene de la trituración de las valvas. Respecto al caucho, es un material elastomérico ampliamente utilizado en la fabricación de llantas, calzado, tuberías, correas de transmisión, piezas para el sellamiento de fluidos, entre otros debido a su elasticidad y resistencia química (Fang et al., 2001).	Se medirá de acuerdo a los porcentajes de incorporación	% de incorporación	Polvo de valvas de molusco 0% 15% 10% Caucho reciclado 0% 4% 8%	Razón
Variable dependiente Estabilización de suelos	La estabilización de suelos es la aplicación de las técnicas para mejorar las propiedades de resistencia de un suelo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2013).	Se medirá de acuerdo a sus propiedades físicas.	Propiedades físicas	Granulometría Límites de Atterberg Proctor modificado Ensayo CBR	Razón

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

FICHAS DE LABORATORIO PARA MEDIR LA VARIABLE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO								
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)								
PROYECTO :							ING. RESP. :	
UBICACIÓN :							TÉCNICO :	
CALICATA :							REALIZADO POR :	
MUESTRA :							FECHA :	
PROF. (mts) :							N° ENSAYO :	
SOLICITA :								
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción	
5"	127.000						1. Peso de Material	
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) _____	
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) _____	
2 1/2"	60.300							
2"	50.800						2. Características	
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo _____	
1"	25.400						Tamaño Máximo Nominal _____	
3/4"	19.000						Grava (%) _____	
1/2"	12.700						Arena (%) _____	
3/8"	9.520						Finos (%) _____	
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%) _____	
N° 4	4.750						3. Clasificación del Material según Geología y Geotécnica y Pavimentos MTC.	
N° 8	2.360						Limite Líquido (%) _____	
N° 10	2.000						Limite Plástico (%) _____	
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) _____	
N° 20	0.850						Clasificación según Índice de plasticidad: _____	
N° 30	0.600							
N° 40	0.420						Clasificación SUCS _____	
N° 50	0.300						Clasificación AASHTO _____	
N° 60	0.250						Clasificación por Índice de Grupo: _____	
N° 80	0.180						Categoría Subrasante _____	
N° 140	0.106							
N° 200	0.075							
Pasante								

CURVA GRANULOMÉTRICA

Abertura (mm)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

PROYECTO	:			
	:		ING. RESP.	:
UBICACIÓN	:		TÉCNICO	:
CALICATA	:		REALIZADO POR	:
MUESTRA	:		FECHA	:
PROF. (mts)	:		N° ENSAYO	:
SOLICITA	:			

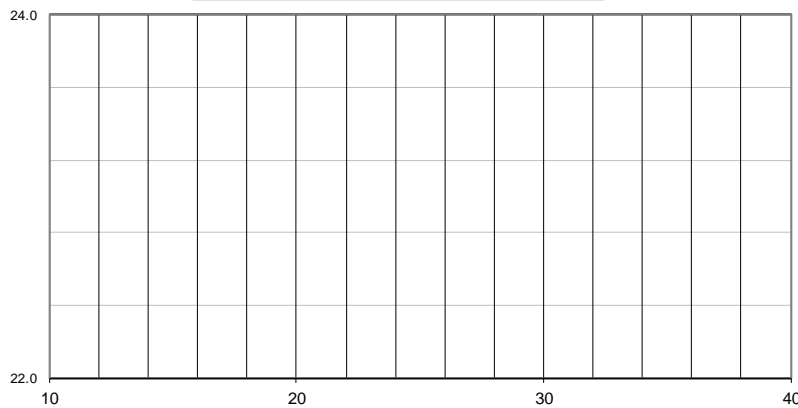
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

		12	1	2	
N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				Limite Liquido
Contenido de Humedad	%				0
Numero de Golpes		16	24	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

		3	5		
N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%				

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	
Limite Plastico	
Indice de Plasticidad	
Observaciones	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

PROYECTO :		ING. RESP. :
UBICACIÓN :		TÉCNICO :
CALICATA :		REALIZADO POR :
MUESTRA :		FECHA :
PROF. (mts) :		N° ENSAYO :
SOLICITA :		

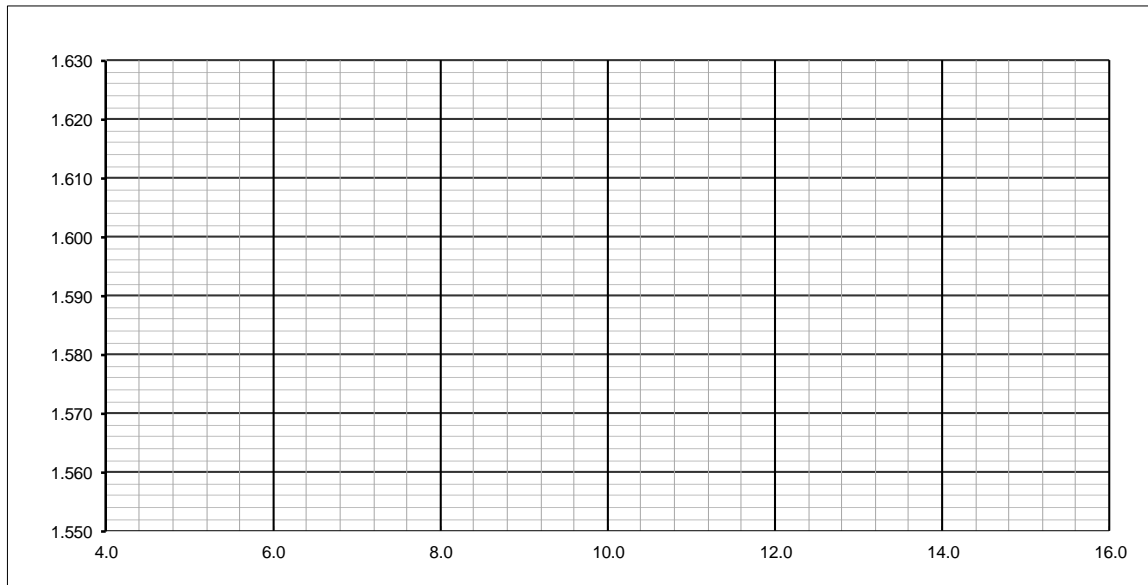
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	906	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4597	gr.	N° de golpes	25 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.				
Peso Volumetrico Humedo	gr.				
Recipiente Numero					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.				
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.				
Peso del suelo seco	gr.				
Contenido de agua	%				
Densidad Seca	gr/cc				
Gravedad especifica del Suelo	gr/cc				

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca		(gr/cm3)	Humedad óptima	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

PROYECTO :			
UBICACIÓN :		ING. RESP. :	
CALICATA :		TÉCNICO :	
MUESTRA :		REALIZADO POR :	
PROF. (mts) :		FECHA :	
SOLICITA :		N° ENSAYO :	

CALCULO DEL CBR

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)						
Peso de molde (g)						
Peso del suelo húmedo (g)						
Volumen del molde (cm³)						
Densidad húmeda (g/cm³)						
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)						
Peso suelo seco + tara (g)						
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)						
Peso de suelo seco (g)						
Contenido de humedad (%)						
Densidad seca (g/cm³)						

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%

OBSERVACIONES :

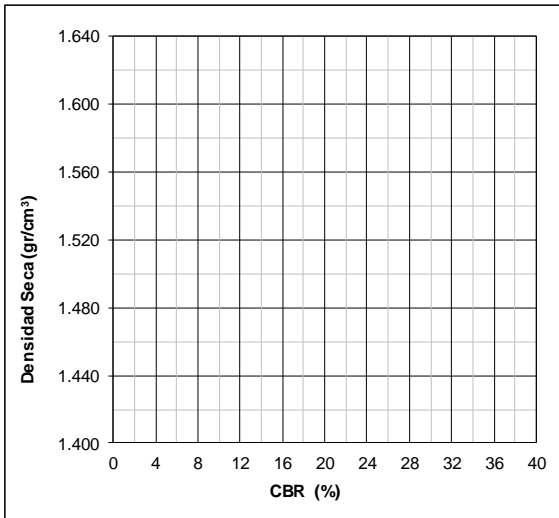
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

PROYECTO :		
UBICACIÓN :		ING. RESP. :
CALICATA :		TÉCNICO :
MUESTRA :		REALIZADO POR :
PROF. (mts) :		FECHA :
SOLICITA :		N° ENSAYO :

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:
	:

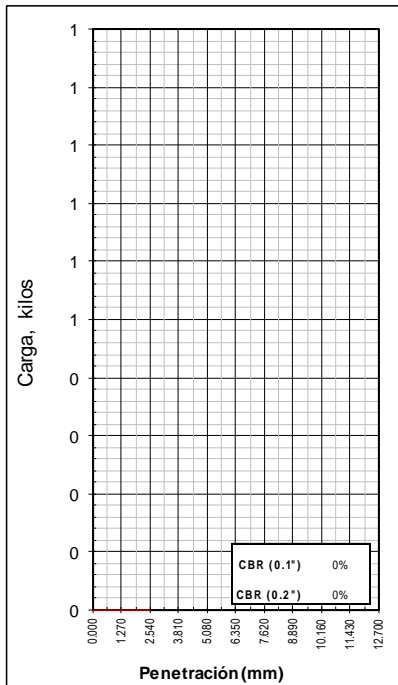
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	=	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	=	%

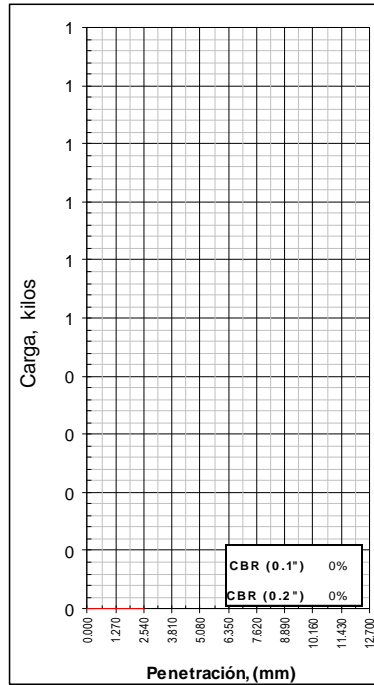
OBSERVACIONES:

-

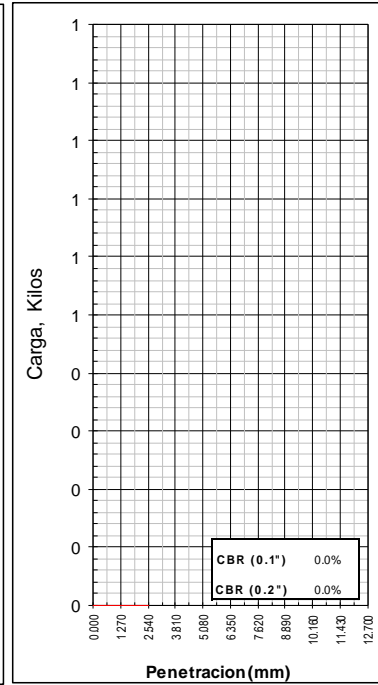
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos



GUIA DE OBSERVACIÓN PARA MEDIR LA VARIABLE INCORPORACION DE POLVO DE VALVAS DE MOLUSCO Y DE CAUCHO RECICLADO

Proyecto: Polvo de valvas de molusco y de caucho reciclado para estabilización de subrasantes del sector San José Alto, Cartavio, 2022

Autor: Cubas Molocho, Robert y anddy Villegas marquina

I. DATOS PRINCIPALES:

CODIGO DE CALICATA: _____

UBICACIÓN (UTM): _____

PROFUNDIDAD: _____ **FECHA DE INSPECCIÓN:** ___ / ___ / ___

II. LECTURA DE INCORPORACIÓN DE POLVO DE VALVAS DE MOLUSCO:

MATERIAL	RESULTADO PRINCIPAL	PORCENTAJES DE INCORPORACIÓN		
		0%	4%	8%
Granulometría	Clasificación SUCS			
	Clasificación ASHTOO			
Límites de consistencia	Límite líquido			
	Límite plástico			
Ensayo de Proctor	Máxima densidad seca (gr/cm3)			
	Humedad Óptima (%)			
Ensayo CBR	95% de la M.D.S. al 1"			
	100% de la M.D.S. al 1"			
	95% de la M.D.S. al 2"			
	100% de la M.D.S. al 2"			

III. LECTURA DE INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO:

MATERIAL	RESULTADO PRINCIPAL	PORCENTAJES DE INCORPORACIÓN		
		0%	15%	20%
Granulometría	Clasificación SUCS			
	Clasificación ASHTOO			
Límites de consistencia	Límite líquido			
	Límite plástico			
	Máxima densidad seca (gr/cm3)			

Ensayo de Proctor	Humedad Óptima (%)			
Ensayo CBR	95% de la M.D.S. al 1"			
	100% de la M.D.S. al 1"			
	95% de la M.D.S. al 2"			
	100% de la M.D.S. al 2"			

OBSERVACIONES:

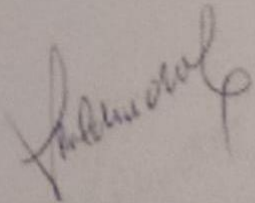
ANEXO 5. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO 1: Polvo de valvas de molusco y de caucho reciclado

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Valdiviezo Castillo Krissia Del Fátima							
1.2. DNI		Telf. Celular: 922399188		Email: valcaskri@unp.edu.pe			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil CIP N° 108587							
1.5 Cargo que desempeña: Docente							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Nacional de Piura							
II. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de los agregados.							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química de los agregados							
2.3 Dirigido a: Agregados							
2.4. Autor del instrumento: Cubas Molocho, R.; Villegas Marquina, A.							
2.5. Programa de pregrado:							
III. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
Nº	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica			X		
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 14 de octubre del 2022

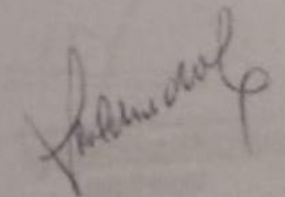

 Mg. Ing. Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo
 CIP N° 108587

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO 2: Estabilidad de subrasante

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Valdiviezo Castillo Krissia Del Fátima							
1.2. DNI		Telf. Celular: 922399188		Email: valcaskri@unp.edu.pe			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil CIP N° 108587							
1.5 Cargo que desempeña: Docente							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Nacional de Piura							
I. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos							
2.3 Dirigido a: Suelos							
2.4. Autor del instrumento: RNE							
2.5. Programa de posgrado:							
II. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica				X	
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 14 de octubre del 2022



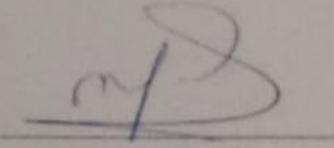
Mg. Ing. Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo
CIP N° 108587

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO 1:
Polvo de valvas de molusco y de caucho reciclado

IV. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Pérez Borrero Juan Manuel							
1.2. DNI 03590598		Telf. Celular: 945732443		Email: ingjimpb@gmail.com			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil CIP 69807							
1.5 Cargo que desempeña: Ing. Suelos							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Municipalidad de Trujillo							
V. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de los agregados.							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química de los agregados							
2.3 Dirigido a: Agregados							
2.4. Autor del instrumento: Cubas Molocho, R.; Villegas Marquina, A.							
2.5. Programa de pregrado:							
VI. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
Nº	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica				X	
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 15 de octubre del 2022

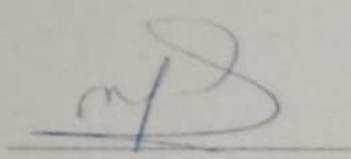

Mg. Ing. Juan Manuel Pérez Borrero
CIP. 69 69807

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO 2: Estabilidad de subrasante

II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Pérez Borrero Juan Manuel							
1.2. DNI 03590598 Telf. Celular: 945732443 Email: ingjmpb@gmail.com							
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil CIP 69807							
1.5 Cargo que desempeña: Ing. Suelos							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Municipalidad de Trujillo							
III. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos							
2.3 Dirigido a: Suelos							
2.4. Autor del instrumento: RNE							
2.5. Programa de posgrado:							
IV. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica				X	
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 15 de octubre del 2022


 Mg. Ing. Juan Manuel Pérez Borrero
 CIP. N° 69807

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO 1:

Polvo de valvas de molusco y de caucho reciclado

VII. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Flores Bazán Jorge Hilton
 1.2. DNI Telf. Celular: 924582172 Email: jhfloresb@unf.edu.pe
 1.3 Grado académico: Magister
 1.4. Profesión: Ingeniero Civil CIP N° 144710
 1.5 Cargo que desempeña: Docente – Metodología de la Investigación
 1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Nacional de Frontera

VIII. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

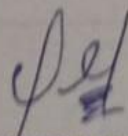
- 2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de los agregados.
 2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química de los agregados
 2.3 Dirigido a: Agregados
 2.4. Autor del instrumento: Cubas Molocho, R.; Villegas Marquina, A.
 2.5. Programa de pregrado:

IX. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nº	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica				X	
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 16 de octubre del 2022



Mg. Ing. Jorge Hilton Flores Bazán
 CIP. N° 144710
 DOC. UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO 2: Estabilidad de subrasante

III. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Flores Bazán Jorge Hilton							
1.2. DNI	Telf. Celular: 924582172		Email: jhfloresb@unf.edu.pe				
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ingeniero Civil	CIP N° 144710						
1.5 Cargo que desempeña: Docente – Metodología de la Investigación							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Nacional de Frontera							
V. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soportes de califorma (C.B.R.)							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos							
2.3 Dirigido a: Suelos							
2.4. Autor del instrumento: RNE							
2.5. Programa de posgrado:							
VI. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61- 80%	Excelente 81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica				X	
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 16 de octubre del 2022


 Mg. Ing. Jorge Hilton Flores Bazán
 CIP. N° 144710
 DOC. UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA



Municipalidad Distrital de Santiago de Cao
"Tierra de Mártires"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Santiago de Cao, 22 de Noviembre del 2022

CARTA N° 123-2022/GDUI/MDSC

A: **SR. ANNDY VICTOR VILLEGAS MARQUINA**
Solicitante

DE: **Arq. YERRY POWER DIAZ GAMBOA**
Gerente de Desarrollo Urbano e Infraestructura

ASUNTO: **SE OTORGA AUTORIZACIÓN**

REFERENCIA: **EXP. ADM. N°4802**

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a usted, y a la vez en mérito al documento de la referencia, se otorga la **AUTORIZACIÓN** para realizar actividades como calicatas para su estudio de mecánica de suelos correspondiente a su trabajo de investigación en el proyecto: **"POLVO DE VALVAS DE MOLUSCO Y CAUCHO RECICLADO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DEL SECTOR SAN JOSÉ ALTO, CARTAVIO, 2022"**, previa coordinación con el área de la Sub Gerencia de Obras Públicas, sin afectar la vía pública de acuerdo al Régimen de Aplicación De Sanciones Administrativas y al Cuadro Único De Infracciones Y Sanciones de la Municipalidad Distrital de Santiago de Cao.

Atentamente.


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
SANTIAGO DE CAO

Arq. Yerry P. Díaz Gamboa
GERENTE DE DESARROLLO URBANO E INFRAESTRUCTURA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JUAN HUMBERTO CASTILLO CHÁVEZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Polvo de valvas de molusco y de caucho reciclado para estabilización de subrasantes del sector San José Alto, Cartavio, 2022", cuyos autores son CUBAS MOLOCHO ROBER, VILLEGAS MARQUINA ANNDY VICTOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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.

TRUJILLO, 02 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JUAN HUMBERTO CASTILLO CHÁVEZ DNI: 18102931 ORCID: 0000-0002-4701-3074	Firmado electrónicamente por: CASTILLOCH el 16- 12-2022 09:24:10

Código documento Trilce: TRI - 0469329