



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aplicación de vidrio reciclado pulverizado para la estabilización de la  
subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Samaniego Socualaya, Katherine Susan ([ORCID: 0000-0002-6069-3924](https://orcid.org/0000-0002-6069-3924))

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo ([ORCID: 0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr.

## **Agradecimiento**

A Dios porque ha estado conmigo en todo momento, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida me han apoyado incondicionalmente; a mis hermanos, ya que siempre me acompañaron y motivaron a ser mejor cada día; a Cosmo, que es mi fiel compañero y quien llena mis días de alegría.

A Carlos Samaniego.; quién con su vasta y extensa experiencia me encamino a lograr el gran anhelo de titularme como ingeniera civil.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Población, muestra y muestreo.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>21</b>
<b>3.5. Procedimientos.....</b>	<b>23</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos.....</b>	<b>23</b>
<b>3.7. Aspectos éticos.....</b>	<b>24</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>41</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición química del vidrio .....	17
Tabla 2. Distribución de ensayos .....	20
Tabla 3. Ensayos de Laboratorio.....	217
Tabla 4. Número de puntos de investigación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.6</b>
Tabla 5. Rendimiento de botellas de vidrio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.9</b>
Tabla 6. Cuadro resumen de resultados de la muestra patrón .....	34
Tabla 7. Cuadro resumen del Ensayo de Limites de Atterberg .....	35
Tabla 8. Cuadro resumen del Ensayo de Proctor Modificado .....	37
Tabla 9. Cuadro resumen del Ensayo de California Bearing Ratio .....	40

## Índice de figuras

Figura 1. Fase de los suelos .....	11
Figura 2. Límites de humedad.....	14
Figura 3. Diagrama de proceso de la investigación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
Figura 4. Mapa del Perú.....	25
Figura 5. Departamento de Junín.....	25
Figura 6. Localización del Jr. Progreso .....	25
Figura 7. Sistema Vial del distrito de Chilca - Huancayo.....	26
Figura 8. Calicata 01 .....	27
Figura 9. Calicata 02 .....	27
Figura 10. Calicata 03 .....	27
Figura 11. Reciclaje de botellas de vidrio, triturado y molienda.....	28
Figura 12. Tamizado, recolección y pesaje del polvo de vidrio reciclado .....	28
Figura 13. Análisis granulométrico por tamizado Calicata 01 .....	29
Figura 14. Análisis granulométrico por tamizado Calicata 02.....	30
Figura 15. Análisis granulométrico por tamizado Calicata 03.....	31
Figura 16. Gráfico de Límites de Atterberg de la muestra patrón o suelo natural	32
Figura 17. Gráfico del OCH de la muestra patrón o suelo natural.....	33
Figura 18. Gráfico de la MDS de la muestra patrón o suelo natural.....	33
Figura 19. Gráfico de CBR de la muestra patrón o suelo natural.....	34
Figura 20. Ensayo de Límites de Atterberg – Patrón (SN) .....	35
Figura 21. Ensayo de Límites de Atterberg – SN+4%.....	35
Figura 22. Gráfico de Límites de Atterberg con las dosificaciones de VRP.....	36
Figura 23. Ensayo de Proctor modificado – Patrón (SN).....	37
Figura 24. Ensayo de Proctor modificado – SN+11%VRP .....	37
Figura 25. Gráfico de Proctor modificado (OCH) con dosificaciones de VRP .....	38
Figura 26. Gráfico de Proctor modificado (MDS) con dosificaciones de VRP .....	38
Figura 27. Ensayo de CBR - Saturación .....	39
Figura 28. Ensayo de CBR - Penetración .....	39
Figura 29. Gráfico de California Bearing Ratio con dosificaciones de VRP .....	40



## Resumen

El presente trabajo de investigación fue realizado en el distrito de Chilca, Departamento de Junín. Siendo el tipo de investigación de nivel Aplicada, con un diseño experimental (cuasi), de enfoque cuantitativo; con el objetivo principal de evaluar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021; estableciéndose realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR). Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar el vidrio reciclado pulverizado en 4%, 7% y 11% fueron: determinar la disminución del IP, el cual se optimizó del 27% al 24% con el 7% de vidrio reciclado pulverizado, el segundo objetivo específico fue determinar la reducción del OCH de la muestra patrón o suelo natural, el cual se incrementó del 1.78 gr/cm<sup>3</sup> al 2.01 gr/cm<sup>3</sup> con el 4% de vidrio reciclado pulverizado, el tercer objetivo específico fue determinar la mejora del CBR al 95% de la MDS del patrón, el cual aumentó del 5.00% a 6.30% con el 11% de vidrio reciclado pulverizado. En conclusión, la incorporación de vidrio reciclado pulverizado mejoró las propiedades de la subrasante.

Palabras clave: Vidrio reciclado pulverizado, estabilización, subrasante, suelo arcilloso.

## Abstract

The present research work was carried out in the district of Chilca, Department of Junín. Being the type of research of Applied level, with an experimental design (quasi), of quantitative approach; with the main objective of evaluating the influence of pulverized recycled glass on the stabilization of the substandard in clay soils, Jr. Progreso – Chilca 2021; establishing the tests of granulometry, Atterberg limits, Modified Proctor and California Bearing Ratio (CBR). Its results according to the specific objectives when incorporating the recycled glass pulverized in 4%, 7% and 11% were: to determine the decrease of the IP, which was optimized from 27% to 24% with 7% of recycled glass pulverized, the second specific objective was to determine the improvement of the DMS of the standard sample or natural soil, which was increased from 1.78 gr/cm<sup>3</sup> to 2.01 gr/cm<sup>3</sup> with 4% recycled glass pulverized, the third specific objective was to determine the improvement of CBR to 100% of the MDS of the pattern, which increased from 5.92% to 7.52% with 11% recycled glass pulverized. In conclusion, the incorporation of pulverized recycled glass improved the properties of the sub-standard.

**Keywords:** Pulverized recycled glass, stabilization, substandard, clay soil.

## I. INTRODUCCIÓN

Algunas subrasantes en específico la arcillosa es calificada de regular a pobre, además presenta baja capacidad portante, por ello requiere diversos métodos de estabilización mediante un aditivo o similar, con ello los espesores de la capa de sub base y base se reducirían, así mismo se reducirán los costos y tiempo en el diseño y ejecución. A nivel internacional, los métodos de estabilización de suelos arcillosos en carreteras no pavimentadas (subrasante) presentaron condiciones de mejora en sus propiedades físicas y mecánicas, en diversos países como: **Brasil, España y Nigeria**, entre otros; optaron por utilizar materiales reciclados por su aporte en el aspecto ambiental, social y económico, con el objetivo de aumentar la capacidad de resistencia y durabilidad que satisfaga geotécnicamente el comportamiento de las estructuras. Es relevante señalar que, “la principal característica de los suelos arcillosos es su expansividad, que pueden traducirse en situaciones de vulnerabilidad, en ese sentido, se debe tener en consideración su mejoramiento para evitar posteriormente daños estructurales” [1]. Estos daños disminuyeron con la adición **de residuos de demolición, fibras de vidrio y fibras PET** corrigiendo defectos estructurales y manteniendo la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante.

A nivel nacional, las principales regiones del país cuentan con este tipo de suelo arcilloso, donde su expansividad ocurre cuando existe variaciones de humedad, provocando cambios volumétricos en el suelo. Por lo cual, un factor importante de consideración es el clima ya que en el país existe variabilidad climática, y en algunos puntos el clima es árido y seco donde la falta de precipitaciones se ve alterada cuando hay fenómenos climatológicos como es el caso del “Fenómeno del Niño” [2]. En diversas zonas del Perú como **Junín, Lima y Piura**, se presenta estos casos siendo necesario emplear métodos para poder mejorar los suelos, incorporando **mucílago de penca de tuna, polvo de vidrio reciclado y fibras de PET** reciclado, que son utilizados como técnicas de estabilización para modificar las propiedades expansivas de los suelos, contribuyendo en el fortalecimiento de las propiedades físicas y químicas, otorgando una nueva oportunidad de uso a los residuos que se generan en las zonas mencionadas. En los años siguientes la contaminación aumento debido a la disposición inadecuada de residuos altamente

contaminantes. De igual forma, una alternativa a la descontaminación es incorporar estos residuos junto a diferentes materiales en diversas áreas de la construcción. Por ello, se lleva el correcto reciclaje de estos residuos; sobre todo cuando se utiliza un porcentaje como estabilizador de suelos en suelos arcillosos no pavimentados. Logrando de esta manera beneficios ambientales, sociales y económicos.

A nivel local, el distrito de Chilca, se encuentra ubicado entre el río Mantaro y el distrito de Ocopilla; además es uno de los distritos más desarrollados contando con más de 91 851 habitantes según el censo del 2017. En este distrito se ubica el jirón no pavimentado Progreso, que por lo frecuente los veranos son largos, cómodos y sumamente secos; mientras que, los inviernos son cortos, nublados y altamente húmedos, donde la caída de lluvia generalmente suele ser fuerte y durante un promedio de 5 meses. Según el tipo de terreno encontrado, se observó que el suelo en el distrito de Chilca es arcilloso, además en sus calles circulan los carros sobre la subrasante desnivelada y en mal estado, generando destrozo de las unidades y el deterioro de los productos agrícolas que transportan; por ello, se propuso como alternativa el incorporar polvo de vidrio residual en cierta cantidad de proporciones y así determinar su influencia en el mejoramiento de los suelos arcillosos. [3]

**Formulación del Problema:** Muchas de las avenidas y jirones en el distrito de Chilca se encuentran a nivel de trochas y presentan un suelo arcilloso en su mayoría, y a pesar de ser un distrito urbano y contar con la zonificación de residencial de densidad media (RDM) en su totalidad, las vías presentan deterioro, baches, etcétera; es por ello que dada la necesidad los pobladores vienen utilizando las vías aun sin construir; ante esta realidad se planteó la estabilización del suelo arcilloso del Jr. Progreso incluyendo vidrio reciclado pulverizado con la finalidad de disminuir el índice de plasticidad, aumentar la máxima densidad seca y aumentar el valor relativo del soporte (CBR).

Es por ello que la actual investigación se ha planteado el siguiente **problema general:** ¿De qué manera influye la aplicación de vidrio reciclado pulverizado en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021?, Similarmente se plantearon los problemas específicos: ¿Cuánto influye el vidrio reciclado pulverizado en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021?; ¿Cuánto influye el vidrio reciclado

pulverizado en el óptimo contenido de humedad y en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021?; ¿Cuánto influye el vidrio reciclado pulverizado en el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021?

Esta investigación puede justificarse planteando nuevas alternativas de solución para mejorar la subrasante, proponiendo el uso de un material reciclable, desechados por los propios poblados, vidrio reciclado pulverizado (VRP); el uso de este material será beneficioso para el medio ambiente, ya que esta propuesta trata de dar una solución ecológica al problema de estabilización en la infraestructura vial: **La Justificación teórica**, se aportará conocimiento referente a tipos de suelo, métodos de ensayo para caracterización físico-mecánica de suelos (ensayo de contenido de humedad, ensayo granulométrico, ensayo de Proctor modificado y ensayo CBR) y sensibilización del reciclaje de vidrio. **La Justificación metodológica**, se muestra a detalle los procedimientos experimentales (pretratamiento, tratamiento y postratamiento) y los resultados de eficiencia de estabilización de los suelos arcillosos de las carreteras no pavimentadas en comparación a otras bases granulares convencionales, sirviendo como fuente metodológica en la ingeniería civil. **La Justificación social**, mejora la capacidad de transitabilidad de las vías (suelos arcillosos de carreteras no pavimentadas) permitiendo el transporte de las personas y de vehículos de carga pesada que con frecuencia transitan por motivos de índole comercial de productos agrícolas propios de la zona. Además, dicho material puede ser reciclado en la zona logrando beneficios en tema de costos, tiempo y calidad. **La Justificación técnica**, el polvo de vidrio reciclado mejora las propiedades físico – mecánicas de los suelos arcillosos solucionando el problema de inestabilidad (resistencia al corte) de los suelos arcillosos del distrito de Chachapoyas, impactando positivamente a la industria de la construcción de carreteras, pues minimiza situaciones de vulnerabilidad en su estructura. **La Justificación ambiental**, la investigación propone el uso de un material reciclado (vidrio), esto aporta al mejor desempeño del manejo de residuos sólidos de la zona y consecuentemente produce enriquecimiento en temas de sensibilización ambiental, ya que nos da a conocer una solución ecosostenible al problema de estabilización en suelos que serán utilizados como caminos viales.

En la presente investigación, se propone la hipótesis general: La aplicación de vidrio reciclado pulverizado en porcentajes de 4%, 7% y 11% mejorará la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021; de igual manera se plantearon las hipótesis específicas: La incorporación de vidrio reciclado pulverizado disminuye el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021. La incorporación de vidrio reciclado disminuye el óptimo contenido de humedad y aumenta la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021. La incorporación de vidrio reciclado aumenta el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021.

Asimismo, se planteó el objetivo general: Evaluar la influencia de la aplicación de vidrio reciclado pulverizado para la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021; mientras que los objetivos específicos fueron: Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021. Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el óptimo contenido de humedad y en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021. Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso - Chilca 2021.

## II. MARCO TEORICO

A nivel nacional se tiene a: Pusari, O. y Rodriguez, J. (2020), tuvieron por objetivo: Mejorar la estabilización (resistencia al corte) de un suelo expansivo utilizando polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno. Su metodología de estudio fue de tipo cuantitativo, nivel descriptivo y diseño experimental, basándose en una muestra de suelo medianamente expansivo, extraído de la Urbanización Sudamérica, Talara-Piura, se estableció ensayos con dosis de sustitución de peso seco (0%, 5%, 6% y 7.5%) a la muestra en estado natural. Los resultados obtenidos demostraron que, la dosis de sustitución equivalente a 5%, se registró mejoras en la cohesión y ángulo de fricción. En conclusión, se mejoró la estabilización (resistencia al corte) de un suelo expansivo utilizando polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno. [4]

Flores, P. (2019), tuvo por objetivo: Evaluar el efecto de la adición de plástico PET reciclados de botellas sobre las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos del estacionamiento de la Clínica USAT usados como subrasantes. Su metodología fue de tipo aplicativo, nivel descriptivo y diseño experimental, basándose en la realización de ensayos de Proctor Modificado al suelo natural y a las mezclas con PET; asimismo, se desarrolló ensayos de CBR a las muestras con resultados óptimos del terreno natural para analizar la capacidad de soportar cargas y deformaciones. Los resultados obtenidos demostraron que, mediante Proctor Modificado, la dosis de 1.15% obtuvo un aumento de 9.60% en la densidad y la segunda la dosis de 1.25% presentó un aumento de 8.69%. Posteriormente, se obtuvo que la dosis de 1.15% aumentó su valor de CBR en 1.02% y 4.21% dado en sus densidades secas de 95% y 100% respectivamente. En conclusión, la adición de plástico PET reciclados de botellas tuvieron efecto beneficioso sobre las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos del estacionamiento de la Clínica USAT como subrasantes. [5]

Sánchez, C y Terrones, R. (2020), tuvo por objetivo: Evaluar la estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado. En lo metodológico, el estudio fue de tipo aplicada y diseño experimental, basándose en una muestra de suelo arcilloso del CP Huacacorrall, Guadalupito - Virú, se estableció la realización de ensayos de Limites de Atterberg, Proctor modificado y

CBR. Los resultados obtenidos demostraron que, se obtuvo mediante los métodos de estabilización, suelos con valor de CBR menor a 6% del material sin estabilizar, mientras que con la sustitución del 20% del híbrido estabilizante alcanzo un CBR de 20%. En conclusión, la adición del híbrido (concha de abanico y vidrio reciclado), demostró su influencia en los suelos arcillosos evidenciado por el mejoramiento de la calidad de estabilización en la subrasante. [6]

A nivel internacional tenemos a: Moreno, E. (2018), teniendo como objetivo principal: Determinar la estabilización de suelos arcillosos a partir de agregados reciclados de concreto demolido. Su metodología fue de tipo cuantitativo, nivel descriptivo y diseño experimental, donde se pulverizó el agregado reciclado de construcción y demolición a menos de 75  $\mu$  y se agregó diversos pesos de suelo arcilloso feozem háplico de la Ciudad de Pachuca; es decir, se formó dosis de mezclas de suelo, agua y agregado reciclado pulverizado. Transcurrido doce meses se realizaron ensayos DRX y MEB, determinándose la presencia de silicato de calcio hidratado. Los resultados indicaron que la adición de 25% en peso del estabilizador, logra satisfactoriamente la resistencia del suelo. En conclusión, se confirmó que los residuos de la construcción y demolición influyen en la estabilización de suelos arcillosos. [7]

Pérez, P. (2020), teniendo como objetivo principal: Evaluar física, química y mecánicamente el comportamiento de los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición tratados con cemento para su uso en carreteras. Su metodología fue de tipo aplicativo, nivel descriptivo y diseño experimental, donde estudió el uso de áridos reciclados de RCD ligados con cemento, en forma de grava-cemento y de hormigón seco compactado, colocados en capas estructurales de la construcción de un tramo de carreteras en condiciones de tráfico, que permita evaluar su compartimiento. En el caso del vidrio CRT se realizó un estudio de contaminantes por lixiviación para los porcentajes de mezcla considerando: 10% de vidrio CRT con áridos reciclados mixtos y 90% contenían 75% mixtos y el 25% asfálticos. En ambos casos, se realizó convenientemente el ensayo Proctor. Los resultados indicaron que existió una baja densidad el árido reciclado y una mayor absorción de agua con respecto al suelo natural. En conclusión, el comportamiento mecánico fue satisfactorio en todos los ensayos realizados, siendo su aplicación en

capas estructurales de carreteras aceptable desde el punto de vista técnico, por lo que la adición de los productos reciclados sería viable desde el punto de vista medioambiental y de seguridad. [8]

Arbelaez, J. y Fernando, D. (2019), teniendo como objetivo principal: Estudiar el comportamiento de un suelo reforzado mediante la inclusión de fibras de PET (Polietileno Tereftalato). En lo metodológico, este fue un estudio de tipo aplicativo, de nivel descriptivo y diseño experimental; utilizando fibras PET de dimensiones de 8 cm de largo, 2 mm de ancho y 0.5 mm de espesor para estabilizar estructuras terreas de manera aleatoria. Posteriormente, para analizar la resistencia se consideró 9 muestras por cada dosis de 0%, 0.3%, 0.8%, 1%, 1.2% del peso de las probetas del suelo tratado de dimensiones de 4" de alto y 2" de diámetro. Los resultados obtenidos demostraron que, la dosis de 1.2% de refuerzo en fibras de PET mejoró el 137.24% la resistencia al corte de los suelos. En conclusión, el uso de tereftalato de polietileno (PET) mejoró satisfactoriamente la estabilización de suelos no pavimentados. [9]

En otros idiomas tenemos a: Syed, J. y Sudipta, C. (2020), note that their main objective was to determine the effect of residual glass dust on the soil stabilization of the sub-rassant. In his methodology, he used the residual glass powder in five doses occupying 2%, 4%, 6%, 8% and 10% of the dry weight of the soil to perform the tests and to determine the optimal percentage of glass powder. The results indicated that the dose of 10% residual glass powder achieved that the Liquid Limit (LL), Plastic Limit (PL) and plasticity index (PI) decreased were 33. 9%, 18. 4% and 15. 5% respectively. On the other hand, with the dose of 8% sprayed residual glass the unconfined compressive strength (UCS) increased to 133.5 KN/m<sup>2</sup> and decreased to 119.7 KN/m<sup>2</sup> when the dose of 10% residual spray glass was added. In conclusion, the optimal dose of residual sprayed glass is 8% achieving the greatest soil stabilization effect. [10]

Akanbi, et al (2020), their objective was to evaluate the performance of the use of crushed glass (GC) as a stabilizing agent to improve the lateritic soils of road pavement layers. In their methodology, they used 75 µm and GE type crushed glass (CG) powder according to the new ASTM C 1866 / C1866M-20 standard. The soil was treated with CG crushed glass in step concentrations of 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14

and 16% by weight of dry lateritic soil. The results obtained showed that the 6% dose presented resistances of 441.59, 479.30 and 599.91 KN / m<sup>2</sup> during 28 days of exposure. In conclusion, it was confirmed that crushed glass cannot be used as an "independent" stabilizing agent, but as an additive to complement Ordinary Portland Cement (OPC), thus reducing the cost of stabilization. [11]

Ganesh, P. (2018), aimed to study the feasibility of enzyme-induced carbonate precipitation (EICP) modified with water-based polymers for the improvement of soils with the addition of residual pulverized glass. In his methodology, he selected samples that contained up to 20% recycled glass in the mix that were brittle and strong. The results obtained show that, in the UCS tests, the compressive strength decreased with the increase of recycled glass in the mix. The SEM, XRD and TGA results in the samples treated with polymer modified EICP verify the presence of CaCO<sub>3</sub> and the resistance of the samples was analyzed at different moisture contents. In conclusion, the dose of 20% of residual pulverized glass gave greater stabilization to the soils. [12]

A nivel de artículos tenemos a: Arrieta, J., Dos Santos, R., Rafael, E. y Lundgren, J. (2020), tuvieron como objetivo: Evaluar el desempeño del uso sostenible de polvo de vidrio reciclado (GP) en la mejora del suelo. En su metodología, empleó un estudio tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño experimental, donde aplicó tres dosis de vidrio reciclado (GP) de 5%, 15% y 30%, las cuales tuvieron un tiempo de contacto de 90 días sobre el suelo. Los resultados obtenidos indicaron que, los suelos logran un 96.5% de mejoramiento en su estabilización y un aumento del 37.5% de su volumen con la dosis de 30% de polvo de vidrio reciclado (GP). En conclusión, la resistencia a largo plazo y la durabilidad de los suelos evaluados en función a su potencia de estabilización se logra con la mayor dosis de adición de polvo de vidrio reciclado (GP). [13]

Babatunde, O., Sani, J. y Sambo, A. (2019), tuvieron por objetivo principal: Evaluar el efecto del polvo de vidrio en suelos de algodón negro con respecto a sus propiedades de ingeniería. Su metodología estuvo basada en un estudio de tipo aplicativo, nivel cuantitativo y diseño experimental, donde se utilizaron dosis de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de polvo de vidrio. Los resultados en el pre test, demostraron que el suelo de algodón negro registró un esfuerzo de compresión axial de 40 kN /

m<sup>2</sup> y en el post test (agregando 4% polvo de vidrio) se registró un esfuerzo de compresión de 140 kN / m<sup>2</sup>. En conclusión, el polvo de vidrio al 4% incrementó en un 350% la estabilización de los suelos de algodón negro. [14]

Gopu, N., Ravulapalli, R. y Babu, E. (2021), tuvieron por objetivo aumentar las propiedades de resistencia del suelo débil mediante el uso de materiales estabilizadores para la construcción de edificios elevados en suelos débiles. En su metodología, se estableció un estudio de tipo aplicativo, nivel descriptivo y diseño experimental, donde se evaluó las propiedades de resistencia, compresibilidad y capacidad de carga de los suelos, utilizando diferentes dosis (Cal con Fibra) de vidrio de prueba en las muestras de suelo constituidas por 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. Los resultados obtenidos demostraron que, la dosis de 10% mostró mejores condiciones (comportamiento) de estabilización de los suelos. En conclusión, el uso de cal y fibras de vidrio son viables como materiales estabilizadores para el suelo donde se proyecte construir edificios de gran altura. [15]

Luego de la revisión de los trabajos previos, se requiere tener en cuenta las siguientes bases teóricas que se relacionan con las variables y dimensiones con las cuales trabajamos:

**Suelos:** Representa la capa superficial de la corteza terrestre de estado activado biológicamente, proveniente del proceso de desintegración física y química que sufren las rocas, mezclado con los residuos propios de actividades antropogénicas que suelen asentarse sobre ella. Además, puede ser definido como un sistema complejo que contiene un elevado rango de procesos físicos y biológicos que son evidenciados en la existencia de diversidad de suelos en todo el planeta. [16]

La generación de un suelo con características peculiares está dada por muchos procesos, esto en su mayoría suelen ser: deposición eólica, sedimentación en recorridos de agua, meteorización, acumulación orgánica y acciones humanas en procesos selectivos. [17]

El comportamiento del suelo se asemeja al desenvolvimiento de una estructura más, con propias características de índole físico, tales como: densidad, porosidad, módulo de balasto, talud natural, cohesión y ángulo de fricción interna, las cuales

proporcionan propiedades con capacidad de resistencia necesidades de compresión y cizalla, dadas en magnitudes exactas de tensión admisible o sujeciones máximas que proporcionan diferencias. [18]

El suelo también puede ser definido como el agregado mineral en pequeñas partículas (minúsculos granos) no cementados y material orgánico en estado de descomposición (partículas sólidas) con presencia líquida y gaseosa entre las aberturas encontradas. Adicionalmente, es relevante indicar que el suelo es empleado como material destinado para la construcción de distintas proyecciones de ingeniería civil y como bases estructurales de edificaciones.

En ese sentido, resulta necesario que los ingenieros civiles centren su preocupación en realizar investigaciones enfocadas en las propiedades del suelo, que puede ser: su origen, su caracterización por dimensiones granulométricas, su capacidad de emisión de agua (drenan), compresión, resistencia al corte y su capacidad de carga. [19]

**Tipos de Suelos según la Geotécnica:** Siendo los primeros objetivos de la mecánica de suelos, se estableció en la antigüedad criterios de clasificación de carácter descriptivo. En la actualidad, su clasificación es netamente direccionado a las propiedades mecánicas de los suelos.

En ese sentido, se mencionan los criterios de clasificación según la norma ASTM:

- Arenas y Gravas: Suelos fragmentados granularmente de forma circular con poca alteración rocosa mineral. Esta tipología de suelos se caracterizan por no presentar cohesión entre sus fragmentos.
- Limos: Suelos caracterizados como “granularmente fino” (capacidad de pasa por malla N° 200), sin embargo, presenta plasticidad inferior a la arcilla, con presencia de material orgánico finamente dividido. Sólo en ocasiones se presentan fragmentos visibles de materia originalmente vegetal en proceso de descomposición parcial o unidos a otros tipos de elementos.
- Arcillas: Suelos formados por acumulación de partículas procedentes del proceso de descomposición química y mineralógica de las rocas que son expuestas a la intemperie. Estos suelos, presentan permeabilidad baja, pero son

suelos de característica plástica cuando presencian contenido de humedad, pero cuando están secos suelen ser de textura dura.

El proceso de identificación de un suelo, está sujeto a emplear el nombre del material predominante como sustantivo y seguidamente colocar como adjetivo al material de menor proporción. Por ejemplo, al identificar un suelo como: Arena Limosa, pues hace referencia a un suelo donde predomina la arena y contiene cierta cantidad de limo. [20]

**Propiedades Índice:** En las siguientes descripciones, se establecen las propiedades índices de los suelos y su objetivo de análisis.

**Humedad:** Definido como la cantidad de agua presente en el suelo, obtenida de la aplicación del ensayo en relacionado en función a su peso en su estado sólido [21], donde terminado el ensayo, se calcula la humedad a través de la ecuación siguiente:

$$\%W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

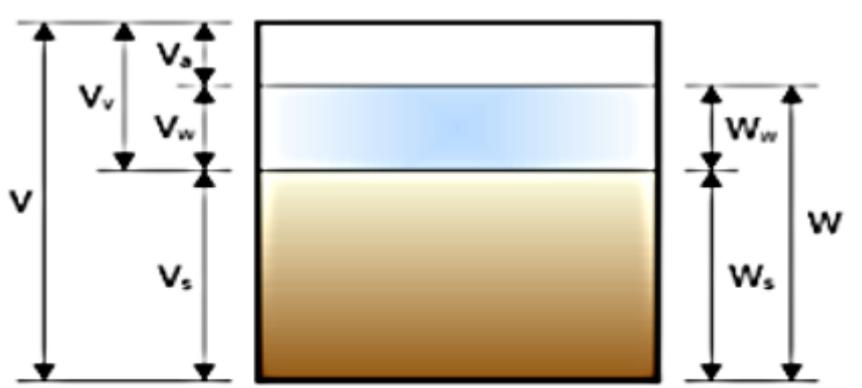
Donde:

$\%W$ : Porcentaje de humedad

$W_w$ : Peso de suelo Húmedo

$W_s$ : Peso de suelo seco

Los suelos están compuestos por tres fases, los cuales son: sólido, líquido y gaseoso. En cuanto a la fase sólida comprende a las partículas minerales, el proceso líquido representada primordialmente por agua y el proceso gaseoso dado por el aire (Juárez y Rico, 2004). Dado cada fase se establece la ocupación de un volumen y peso determinado en una muestra de suelo.



**Figura 1:** Fase de los suelos  
Fuente: Berry y Reid, 1993.

La principal finalidad del ensayo es determinar la cantidad de agua concentrada dentro del suelo natural, en ese sentido, suele ser expresado en porcentajes y resulta útil para establecer comparaciones y relaciones de carácter volumétrico. Tales como: Peso específico, relación de espacios vacíos, nivel de saturación y peso volumétrico.

**Gravedad específica:** Relación dada entre las densidades de suelo y agua, donde su valor es abstracto. A su vez, es útil para ejercer una clasificación y poder realizar en su mayoría cálculos de la Mecánica de Suelos que suele variar en el rango de 2.2 a 3. [22]

La gravedad específica es una relevante propiedad de los suelos, usado en la determinación de volúmenes vacíos y análisis del hidrómetro, siendo de gran utilidad para la predicción del peso unitario del suelo, específicamente para los agregados finos. La gravedad específica no es precisamente un indicador del factor calidad, su origen radica en el cálculo empleando la siguiente expresión:

$$G_s = \frac{Y_s}{Y_w}$$

Donde:

G<sub>s</sub>: Gravedad específica

Y<sub>s</sub>: Densidad de fase sólida del suelo

Y<sub>w</sub>: Densidad del agua

**Análisis granulométrico:** La granulometría permite ejercer la clasificación de suelos, permitiendo la separación fraccionaria; es decir, separar las muestras

gruesas de las finas y viceversa. Asimismo, la importancia del tamaño particular de un suelo radica en su comportamiento mecánico pues influye en la compactación de suelos.

Los suelos tendrán mayor estabilidad cuando menores sean los vacíos. Esto es logrado con la inserción de una amplia diversidad de tamaño de partículas donde se pueda ejercer un proceso de acomodo entre partículas pequeñas en espacios. Para ello, la prueba de caracterización de tamaño o diámetro de partículas de suelo, siguen distintos métodos de análisis sujetos a las dimensiones evidenciadas en la muestra. En cuanto al análisis de las partículas gruesas se puede emplear el método mecánico (análisis granulométrico con tamiz) y para el análisis de partículas finas se debe desempeñar el método de Sifonado o hidrómetro derivado de la Ley de Stokes. [23]

**Granulometría por tamizado:** “Proceso mecánico de separación de las partículas a través de sus diferencias de tamaño hasta la fracción menor (Tamiz N° 200), como es el suelo limo, Arcilla y Coloide”. [24]

Asimismo, el grupo partículas que presentan mayores dimensiones se le atribuye la denominación de “fracción gruesa”, por estar conformada por partículas mayores a la malla N° 200 (0.074 mm) y en cuanto al grupo de partículas que presentan menores dimensiones atribuidas con la denominación “fracción fina”, por presentar partículas menores a la malla N°200 (0.074 mm)

Además, es importante mencionar que un suelo es considerado grueso cuando más de la mitad del peso de una muestra de suelo queda retenido en la malla N° 200, logrando subdividirse en gravas de símbolo genérico G y arenas, de símbolo genérico S.

Las gravas y arenas, pueden separarse a partir de la malla N°4 (4.76mm). Donde, se considera grava a las partículas que se quedan retenidas en la malla N°4 y las partículas que pasan la malla N°4 y es retenido recién a partir de la malla N° 200 es considerado como arena. Respecto a los grupos G y S, se puede acotar que se encuentran subdivididos en más de cuatro grupos distinguidos en función a su escala de tamaños de los finos y plásticos, asignándoles un símbolo constituido de dos letras mayúsculas.

Los suelos finos pueden ser subdivididos en tres grupos, en función a su índice plástico (IP):

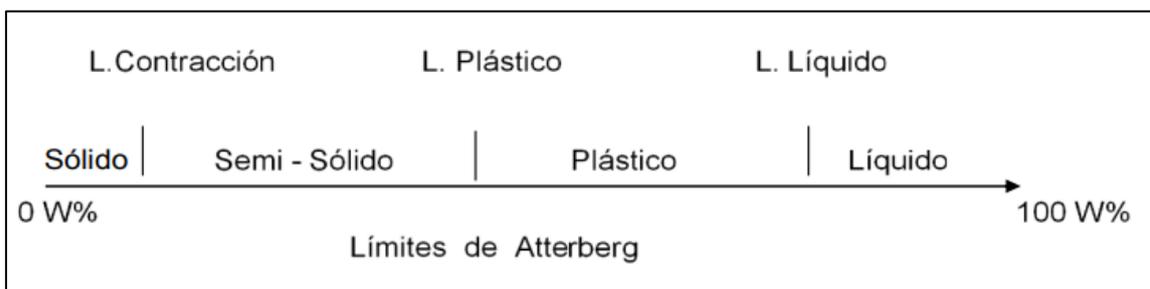
- a) Limos inorgánicos (símbolo genérico M).
- b) Arcillas inorgánicas (símbolo C).
- c) Arcillas y limos orgánicos (símbolo genérico O).

Además, esta segunda letra es asignada respecto a su grado de compresibilidad, dada por el límite líquido (LL). Donde se otorga la letra H si presenta alta compresibilidad y L si en todo caso presenta baja compresibilidad.

**Límites de consistencia de los Suelos (Límites de Atterberg):** Su utilidad radica en la caracterización que se puede someter al comportamiento de los suelos finos. Su nombre es en alusión al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916). Los límites de Atterberg o límites de consistencia alojan su conceptualidad bajo la aseveración que los suelos finos presentes en el medio natural son encontrados en diversos estados bajo la dependencia de contenido de agua. En ese sentido, se diferencian los estados sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

Para el caso de la arcilla, éste pasa de su estado sólido al plástico y luego al estado líquido tan sólo añadiéndole agua. Adicionalmente, es preciso mencionar que el contenido de agua presenta variaciones dependiendo el tipo de suelo

La metodología empleada para realizar las mediciones de límites de humedad dadas por Atterberg son ensayos que definen la plasticidad de los suelos logrando su identificación y clasificación [25].



**Figura 1:** Límites de humedad

Fuente: Crespo, 2004.

**Proctor modificado - MTC E 115:** Comprende procedimientos del ejercicio de compactación a nivel de laboratorio, donde se mide la relación de contenido de agua y peso unitario seco del suelo, dando lugar a la generación de una curva de compactación [26]

**Método A:** Para desarrollar este método, es necesario contar con un molde de 101,6 mm de diámetro (4 pulgadas), realizar un tamizado por 4,75 mm (malla N° 4), considerar 5 capas y 25 golpes por capa. Donde al menos el peso retenido por la malla sea menor al 20%.

Si el desempeño del método no resulta siendo especificado y cumplen los requerimientos de gradación pueden desarrollarse empleando el método B o C.

En los ensayos mencionados requieren del uso de diversos equipos y herramientas, tales como: Martillo compactador, recipientes de metal, guantes, badilejo, probetas, recipientes de plástico, bandeja de metal, tamiz  $\frac{3}{4}$ ", brocha, martillo, molde, horno y balanza.

El ensayo de compactación tipo Proctor (tanto Estándar como Modificado), se aplica únicamente cuando se retiene el 30% del peso en la malla  $\frac{3}{4}$ " (19mm). [27]

Dentro del proceso de ensayo, se selecciona el suelo húmedo y se da inicio a la colocación en capas dentro de un molde, añadiendo a cada capa una determinada cantidad de golpes con la ayuda de un martillo estandarizado, seguidamente se mide la densidad seca y de esa manera se repite el procedimiento empleando diversos porcentajes de contenido de humedad. De esta forma, se logra identificar la correlación dada entre la densidad seca y la humedad. Los datos obtenidos son representados a través de una gráfica denominada "curva de compactación", donde se identificará los máximos valores de densidad seca y humedad.

De tal manera, podemos resumir las ideas precisando que la energía evaluada por el número de capas, peso y altura de la posición de caída del martillo, permitirá reconocer de que tipo de ensayo se trata, si es un ensayo estándar o es un ensayo modificado. Del mismo modo, con el número de golpes, dimensiones de moldes y el tipo de suelo mostrará el método "A", "B" o "C".

**California Bearing Ratio (CBR) - MTC E 132:** El presente método de ensayo de suelo, evalúa su capacidad de resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluso el uso de materiales reciclados suele ser usado para estabilización de suelos que se pretenden pavimentar. [28]

Es relevante mencionar que por cada muestra de suelo se realiza el cálculo de dos CBR, a 0.1" y otro a 0.2" de penetración. Según el manual, se considera tomar los valores CBR de 0.1" siempre y cuando el valor de 0.2" sean inferiores, pero si el valor de CBR para 0.1" resulta mayor se tendría que volver a realizar el ensayo.

Se debe considerar que "el grado de compactación necesario es del 95% de su máxima densidad seca". [29]

**Equipos y herramientas:** En los ensayos mencionados requieren del uso de diversos equipos y herramientas, tales como: Martillo compactador, badilejo, recipientes de plástico y metal, horno de probetas, bandeja de metal, tamiz  $\frac{3}{4}$ ", guantes, molde, brocha y balanza.

**Estabilización por sustitución de los suelos:** Ante la construcción de la subrasante mejorada lograda con la adición de materiales surge la posibilidad de obtener de encontrar dos situaciones (Capa construida de forma directa sobre el propio suelo original o que se extraiga el suelo original y sea sustituido por material de adición. Para el primer caso, el suelo original se deberá realizar la compactación a la densidad especificada para cuerpos de terraplén en una densidad de 15 cm. Una vez se tenga un suelo fortalecido se añadirá materiales que otorgue un nivel exigente en cuanto al ámbito subrasante y densidad, mediante un equipo compactador. Estos materiales previamente mencionados inician su humedecimiento en búsqueda del contenido de humedad más apropiado para realizar la compactación seguido de densificación.

En el segundo caso, hace referencia a la sustitución del suelo original y la adición de materiales considerando el espesor de reemplazo. La determinación del espesor se calcula en función al valor de soporte y sólo se aplicarán cuando se encuentren subrasantes de escasos niveles de estabilidad, es decir suelos con plasticidad media, no expansivos y con CBR entre 3 y 6%. [30]

**Fibra de Vidrio:** Elemento compuesto por sílice, soda y otras sustancias en menores proporciones. Para lograr la obtención de un vidrio es necesario contar con hornos de grandes dimensiones. Por otro lado, el vidrio es un material reciclable que conlleva a ejercer una correcta gestión en su manejo respetando del medio ambiente.

Los componentes más importantes del vidrio son sílice ( $\text{SiO}_2$ ), Sodio (Na) y Calcio (Ca). El sodio facilita el proceso de fusión y el calcio da la estabilidad química. En nuestro estudio investigativo se recolectó vidrio de tipo sódico (silicatos de sodio y calcio), comúnmente utilizados para vidrios planos, botellas, frascos, entre otros. El vidrio contiene 43% de arena formada por la meteorización.

**Vidrio Sódicos:** Es el vidrio comercial más común pues además de ser el más barato, también funde con facilidad. Está compuesto por una mezcla de silicatos de sodio ( $\text{SiO}_2$ ) y (NaO) y calcio ( $\text{CaO}$ ), siendo la sílice la materia prima principal. [31]

**Tabla 1:** Composición química del vidrio

Composición Química	Resultados (%)	Método Utilizado
Óxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ )	78.35	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X de Energía Dispersiva
Óxido de Calcio ( $\text{CaO}$ )	15.48	
Óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ )	3.92	
Óxido de Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	1.55	
Óxido de Zinc ( $\text{ZnO}$ )	0.32	
Óxido de Titanio ( $\text{TiO}_2$ )	0.25	
Óxido de Azufre ( $\text{SO}_3$ )	0.074	
Óxido de Cobre ( $\text{CuO}$ )	0.023	
Óxido de Estroncio ( $\text{SrO}$ )	0.023	

Fuente: Haro, M. (2021)

La Tabla 1, mostró la composición química del vidrio, donde resalta en mayor proporción los valores de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}$ . Los componentes químicos (óxidos), que conforman el vidrio son representados proporcionalmente a su peso, se reconoce que su estabilidad es lograda a temperatura ambiente.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Los estudios investigativos de tipo aplicada, enfocan su conceptualización en la extracción de indicadores que permitan determinar la forma más adecuada para resolver una problemática, considerando un método de desarrollo y ejecución basado en procedimientos que deben ser sistematizados, respetados y no omitidos. [32]

Por ello, la presente investigación fue de tipo aplicada porque se desarrolló el procedimiento experimental, en base a evaluaciones de la eficiencia de tratamientos basados en la utilización de vidrio reciclado pulverizado para la estabilización de suelos arcillosos en carreteras no pavimentadas.

El trabajo de investigación según el diseño fue cuasi experimental, dado que se manipula intencionalmente la variable independiente para luego medir los efectos en la variable dependiente [33], con la finalidad de validar o contradecir las hipótesis planteadas. La presente investigación es cuasi experimental, por lo que se direcciona a la determinación del efecto que ejerce la variable independiente (vidrio reciclado) sobre la variable dependiente (estabilización de suelos arcillosos), diferenciándose del diseño experimental por no considerar grupos de evaluación.

De la misma forma, en la investigación se consideró un diseño cuasi experimental, porque se manipuló intencionalmente los vidrios reciclados (caracterización y dosificación) en la sustitución de porciones de suelo, con la finalidad de evaluar su influencia en la estabilización de suelos arcillosos no pavimentados, teniendo en consideración su caracterización a través de ensayos de contenido de humedad, granulometría, Proctor modificado y California Bearing Ratio (CBR); indicadores seleccionados a partir de estudios previos por parte de diferentes autores (Tesis Pusari y Rodriguez: análisis físico-mecánicos) realizados basándose en el cumplimiento de las normas de Referencia: ASTM D-2216 / MTC E 108-2000, ASTM D-422 / AASHTO T88, ASTM D-1557 / MTC E 115 y ASTM d-1883 / AASHTO t-193 / MTC e 132-2000 respectivamente.

### 3.2. Variables y operacionalización

En cuanto al tema de investigación se planteó:

**Variable Independiente:** Vidrio reciclado

**Definición conceptual:** “La utilización de vidrio reciclado pulverizado multiplica las superficies y velocidades reactivas, que ante la presencia de humedad forma Gel de Silicato de Calcio hidratado, brindándole a los suelos estabilización y capacidad de autorepararse frente a deformaciones” [34]

**Definición operacional:** El vidrio reciclado pulverizado fueron utilizadas como agentes estabilizadores de suelos arcillosos en carreteras no pavimentados, donde se planteó su evaluación respecto a dosificaciones, las cuales fueron: Dosis 1 (4% de vidrio reciclado pulverizado), Dosis 2 (6% de vidrio reciclado pulverizado) y Dosis 3 (8% de vidrio reciclado pulverizado)

**Variable dependiente:** Estabilización de suelos arcillosos.

**Definición conceptual:** “La estabilización de suelos es un método basado en mejorar el estado y las propiedades del suelo al combinarse con otros materiales, teniendo la finalidad de mejorar sus propiedades” [35]

**Definición operacional:** La estabilización de suelos arcillosos, es evaluada por sus propiedades fisicomecánicas, según la norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y el Manual de Carreteras 2013.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

“Es un conjunto de elementos, individuos u objetos, que tienen características generales, susceptibles de ser observados. Al especificar un universo, se debe considerar quienes lo integran, el lugar y el tiempo en el que se llevara a cabo la investigación”. [36]

La **población** estuvo conformada por el Jr. Progreso que cuenta con una longitud de 1.90 km y 6.00 m de ancho, en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo.

## Muestra

“Es la toma de una pequeña fracción de la población, de la cual podremos revelar datos específicos” [37]

Tomando en cuenta lo definido, la **muestra** de esta investigación estuvo compuesta por 850m del Jr. Progreso, que según la norma de pavimentos urbanos aplico realizar 3 calicatas, la cual tuvo la distribución que se puede apreciar en la Tabla 2.

**Tabla 2:** *Distribución de ensayos*

Suelo arcilloso del Jr. Progresos			ENSAYOS				N° muestra
			Ensayo de Granulometría	Ensayo Límites de Atterberg	Ensayo Proctor modificado	Ensayo California Bearing Ratio (CBR)	
Muestra de suelo inicial			3	3	1	1	8
Muestra de suelo Final (después del tratamiento de estabilización)	Dosis 1	4% de vidrio reciclado pulverizado	1	1	1	1	4
	Dosis 2	7% de vidrio reciclado pulverizado	1	1	1	1	4
	Dosis 3	11% de vidrio reciclado pulverizado	1	1	1	1	4
<b>N° total de ensayos</b>							<b>20</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **Muestreo**

En esta investigación se tomó en cuenta un tipo de **muestreo no probabilístico**, ya que, “ya que este depende de la opinión personal del investigador donde el elegirá de manera arbitraria o consciente el tipo de elementos que incluirá en la muestra” [38].

Es decir, se consideró criterios característicos (suelos arcillosos no pavimentados, no tratados y tratados - según dosis) de las muestras en la toma de decisiones.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

“La técnica de recopilación de datos cuantitativos son un aspecto importante, con base en el muestreo aleatorio y las herramientas de recopilación de datos estructurados, que se ajustan a diferentes estilos en categorías de respuesta específica. Generando resultados que llegan a ser factibles de presentar, comparar y generalizar” [39]

Por esta razón, la observación se utilizará como una forma de recopilar información y así lograr proporcionar algunas soluciones posibles además de probar la hipótesis. Por otro lado, se utilizan las fuentes como justificación de cada variable, la información bibliográfica y por último la técnica cuasi-experimental.

A la par se utilizan las normativas establecidas de referencia: AASHTO M-145 / ASTM D-2487 / ASTM D-2216 / MTC E 108-2000, ASTM D-422 / AASHTO T88, ASTM D-1557 / MTC E 115 y ASTM d-1883 / AASHTO t-193 / MTC e 132-2000 respectivamente.

### **INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

Los instrumentos representan la fuente de adquisición de datos, las cuales se encuentran debidamente representados por fichas de registro de datos, que son diseñadas en base a los objetivos planteados en el estudio de investigación, que pueden ser ubicados en los anexos.

- **Ficha N°1: Ficha de recolección de vidrio reciclado - Anexo 3.**

En esta investigación se ejecutarán ensayos de laboratorio para la obtención de los resultados, por lo cual se emplearon los siguientes instrumentos de recolección:

- Guía de Observación
- Fichas de Laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos de laboratorio

**Tabla 3:** *Ensayos de laboratorio*

	Ensayo	Instrumento
<b>Ensayos</b>	Ensayo de Análisis Granulométrico	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo de Límites de Atterberg	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo Proctor Modificado	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo de CBR	Ficha de Resultado del Laboratorio

Fuente: Elaboración propia

### **CONFIABILIDAD**

En cuanto a la confiabilidad del instrumento, se estableció mediante el procesamiento y evaluación de los resultados, ya que un instrumento es confiable cuando al realizarlo en diferentes ocasiones nos arroja los mismos valores, teniendo en cuenta los ítems de la validación de cada instrumento es evaluada por los expertos colegiados.

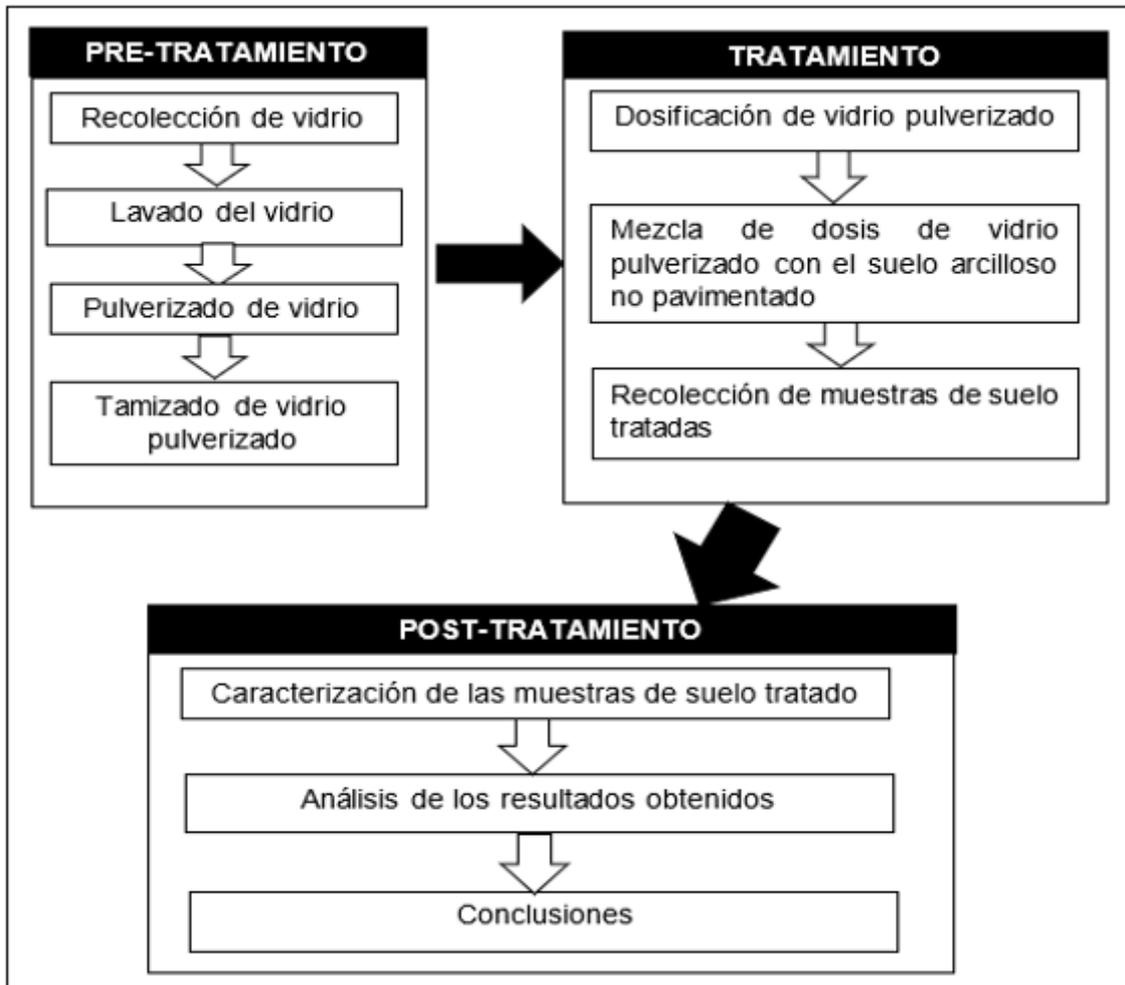
### **VALIDEZ**

“Es el valor en el que el instrumento de medición evalúa efectivamente la variable a tal medida que la prueba sea creada, diseñada, aplicada y mida aquello que pretende medir”. [40]

Asimismo, la validez de los instrumentos de recopilación de datos de esta investigación se consideró con base a las normas vigentes del Perú e investigaciones previas que guardaban relación con los objetivos de la

investigación; además de ser evaluadas por el juicio de expertos o especialistas en la materia, los cuales revisaron y aprobaron el contenido de los instrumentos empleados en esta investigación.

### 3.5. Procedimientos



**Figura 3:** Diagrama del proceso de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6. Método de análisis de datos

“Se basa en categorizar las cualidades esenciales de indagación e investigarlas con la finalidad de responder a las diversas controversias planteadas en la indagación. El análisis de datos es el proceso mediante el cual se descubre un alcance más amplio de la indagación práctica”. [41]

De acuerdo a lo sustentado en el párrafo anterior, la obtención de resultados se desarrolló a través de un análisis en un laboratorio acreditado por INACAL, efectuando óptimamente ensayos de granulometría, Límites de Atterberg, Proctor

modificado y California Bearing Ratio (CBR) mediante normas de Referencia: ASTM D-2216 / MTC E 108-2000, ASTM D-422 / AASHTO T88, ASTM D-1557 / MTC E 115 y ASTM d-1883 / AASHTO t-193 / MTC e 132-2000 respectivamente, los resultados recopilados fueron presentados a través de tablas (cuadros), figuras (gráficos), que fueron analizados estadísticamente.

Para la elaboración de cuadros se tomaron los valores resultantes del análisis de las muestras de suelo sin tratamiento (sin dosificaciones de vidrio reciclado pulverizado) y con tratamiento (incorporando vidrio reciclado pulverizado). Posteriormente, se comparó gráficamente las variaciones de las propiedades fisicomecánicas de los suelos arcillosos no pavimentados considerando las dosis aplicadas en cada tratamiento, logrando identificar la dosis adecuada para su uso.

### **3.7. Aspectos éticos**

“La ética es el juicio crítico donde se sostiene la idea de lo que es bueno o malo, regulado por la conducta con la finalidad de estudiar la moral. A su vez, guarda relación con las acciones humanas en la vida social y de estudio, en ese sentido, se estima un vínculo de influencia entre los quehaceres humanos con los productos científicos” [42]

Por lo tanto, la investigación, se alineó a los aspectos éticos, manteniendo el compromiso de respeto a los resultados obtenidos por parte del laboratorio acreditado por INACAL en los ensayos de laboratorio: granulometría, contenido de humedad, Proctor modificado y California Bearing Ratio (CBR) mediante normas de Referencia: ASTM D-2216 / MTC E 108-2000, ASTM D-422 / AASHTO T88, ASTM D-1557 / MTC E 115 y ASTM d-1883 / AASHTO t-193 / MTC e 132-2000 respectivamente, sin realizar adulteraciones ni falsificaciones de resultados.

En las bases teóricas y metodológicas se recopiló antecedentes que guarden relación con el objetivo de estudio, colocando una cita bibliográfica en cada información expuesta (autor y año) de la publicación correspondiente. También, se respetó el código de ética del reglamento de investigación RR089 y se realizó el correcto procesamiento de filtración del trabajo de investigación apoyados en el software turnítin.

## IV. RESULTADOS

### Nombre de la Tesis:

Aplicación de vidrio reciclado pulverizado para la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.

### Ubicación:

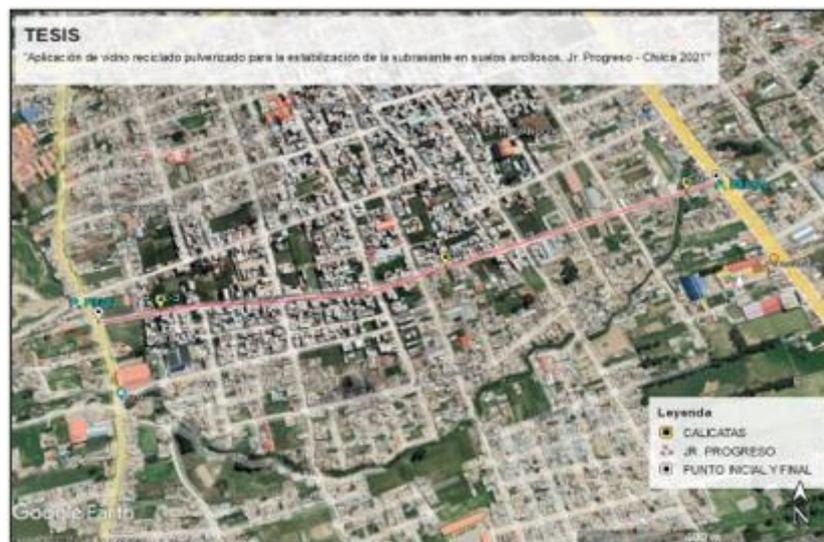
Departamento : Junín  
Provincia : Huancayo  
Distrito : Chilca  
Ubicación : Jr. Progreso entre Ca. Real y Av. Gral. Córdova



**Figura 4:** Mapa del Perú  
Fuente: Google Search



**Figura 5:** Departamento de Junín  
Fuente: Google Search



**Figura 6:** Localización del Jr. Progreso  
Fuente: Google Earth

## TRABAJO DE CAMPO

Las muestras fueron tomadas en el Jr. Progreso. El área de investigación comprende 5100 m<sup>2</sup>, además de ser considerada como una vía colectora según el plano vial urbano distrital de Chilca- Huancayo 2015-2020.



**Figura 7:** Sistema Vial del distrito de Chilca - Huancayo  
Fuente: Plano vial urbano distrital de Chilca - Huancayo

Según la norma técnica CE.010 de Pavimentos Urbanos, se hace referencia el número de puntos de investigación según el tipo de vía, esto nos ayuda a obtener el número de calicatas tal como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4:** Número de puntos de investigación

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: Pavimentos Urbanos CE.010 – Reglamento Nacional de Edificaciones.

Según la tabla anterior, para las vías colectoras el número de puntos de investigación (calicatas) es de 1 por cada 1500 m<sup>2</sup>, por lo cual se determinó la realización de 3 calicatas en las siguientes coordenadas:

#### **Coordenadas UTM: C - 01**

Norte: 8663245  
Este: 478636  
Profundidad: 1.50 m  
Dimensiones: 1.00 x 1.20 m  
Lado de vía: Izquierda



**Figura 8:** Calicata 01  
Fuente: Elaboración propia

#### **Coordenadas UTM: C - 02**

Norte: 8663110  
Este: 478254  
Profundidad: 1.50 m  
Dimensiones: 1.00 x 1.20 m  
Lado de vía: Izquierda



**Figura 9:** Calicata 02  
Fuente: Elaboración propia

#### **Coordenadas UTM: C - 03**

Norte: 8663015  
Este: 477722  
Profundidad: 1.50 m  
Dimensiones: 1.00 x 1.20 m  
Lado de vía: Derecha



**Figura 10:** Calicata 03  
Fuente: Elaboración propia

Se realizó las calicatas de 1.50 m de profundidad en base al procedimiento normado en el Manual de Ensayos de materiales MTC E-101 / ASTM D 420. Las muestras de cada calicata se colocaron en costales de color blanco debidamente identificados y posteriormente trasladados al laboratorio.

Luego se recolectó 60 botellas de vidrio, con ayuda de personal reciclador, los cuales fueron lavados para eliminar las impurezas empleando agua destilada; ni bien secaron las botellas, se procedió con el triturado de forma manual y seguidamente fue llevado al molino de minerales.



**Figura 11:** Reciclaje de botellas de vidrio, triturado y molienda

Fuente: Elaboración propia

Después, de haber terminado el proceso de molienda se realizó el tamizado por la malla N°100 y para finalizar se pesó el polvo de vidrio obtenido hasta recolectar lo requerido por el laboratorio.



**Figura 12:** Tamizado, recolección y pesaje del polvo de vidrio reciclado

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5:** Rendimiento de botellas de vidrio

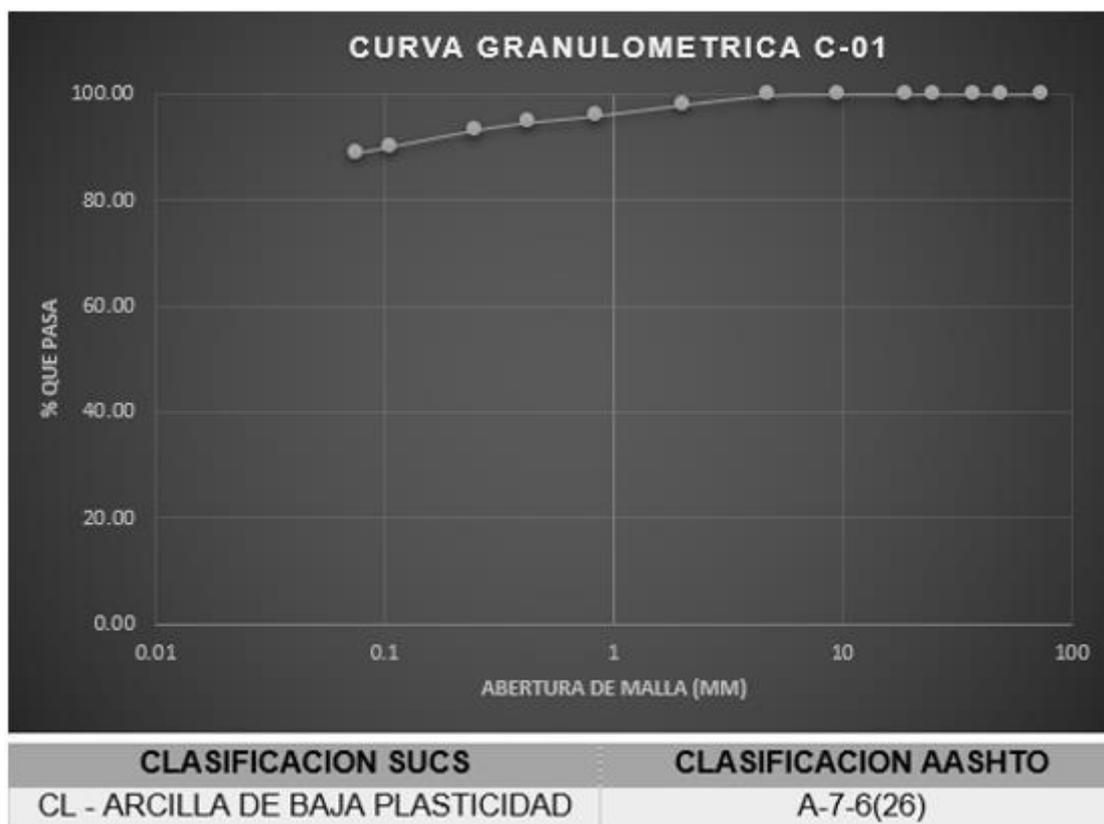
Peso inicial de las botellas de vidrio (g)	Peso final en vidrio pulverizado (g)	Rendimiento (%)
13200	10220	77.42

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** La Tabla 5, mostró el resultado del rendimiento porcentual en relación al peso final (polvo de vidrio reciclado) y peso inicial (60 botellas de vidrio reciclados), obteniéndose un porcentaje de rendimiento total del 77.42%.

### TRABAJOS DE LABORATORIO

En esta etapa se realizó los 3 ensayos granulométricos, el cual tuvo como objetivo identificar el suelo natural más desfavorable y así poder realizar los ensayos correspondientes a lo que se convirtió en la muestra patrón y a la muestra con los porcentajes de dosificación.



**Figura 13:** Análisis granulométrico por tamizado Calicata 01

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Según el ensayo granulométrico por tamizado se pudo mostrar que el material obtenido de la CALICATA 01 logró pasar el 88.81% por el tamiz N°200 mostrando una alta incidencia de finos, un 10.95% de material logró pasar por el tamiz N°4 de material arenoso y por último un 0.24% de grava.

De la muestra extraída de la CALICATA 01 del Jr. Progreso, se pudo demostrar que dada la clasificación SUCS que se realizó en el laboratorio (CENTAURO INGENIEROS) la muestra es una Arcilla de Baja Plasticidad (CL) y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-7-6 (26).

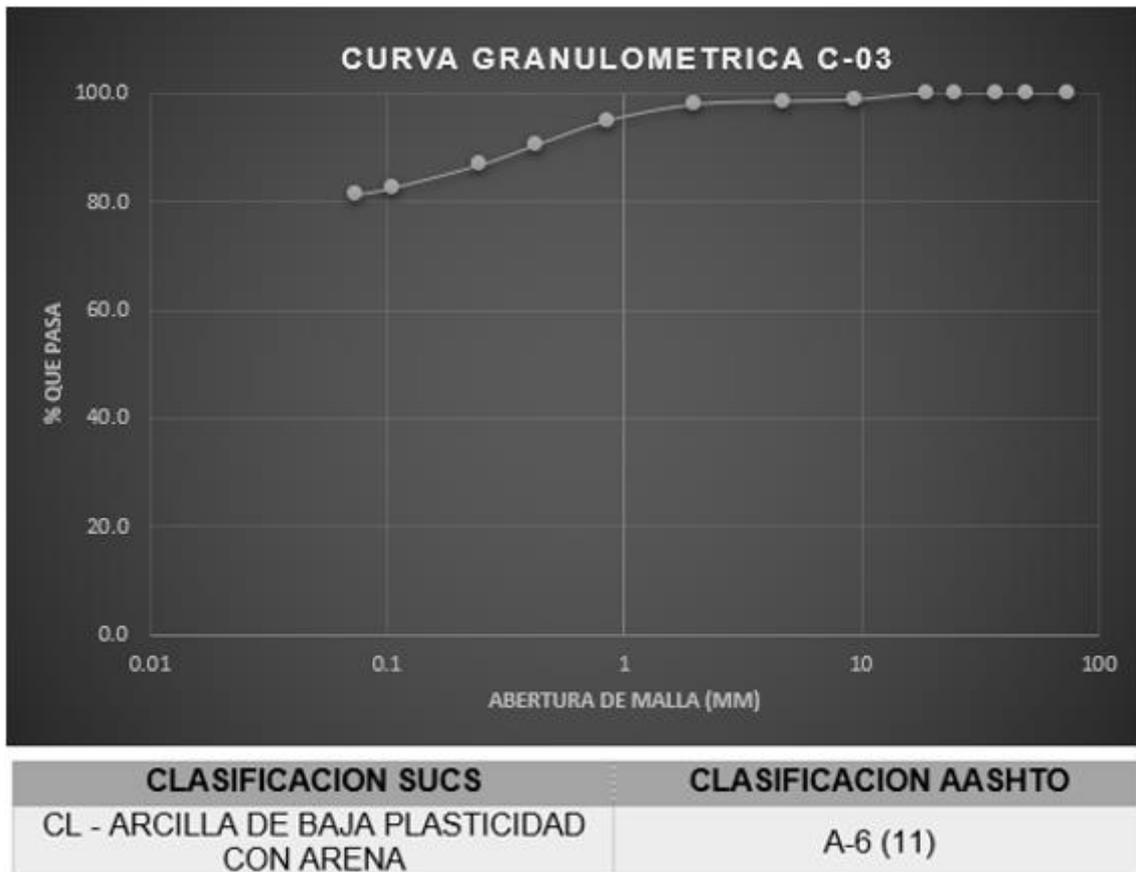


**Figura 14:** Análisis granulométrico por tamizado Calicata 02

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Según el ensayo granulométrico por tamizado se pudo mostrar que el material obtenido de la CALICATA 02 logró pasar el 98.90% por el tamiz N°200 mostrando una alta incidencia de finos, un 1.04% de material logró pasar por el tamiz N°4 de material arenoso y por último un 0.06% de grava.

De la muestra extraída de la CALICATA 02 del Jr. Progreso, se pudo demostrar que dada la clasificación SUCS que se realizó en el laboratorio (CENTAURO INGENIEROS) la muestra es una Arcilla de Baja Plasticidad (CL) y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-6 (19).

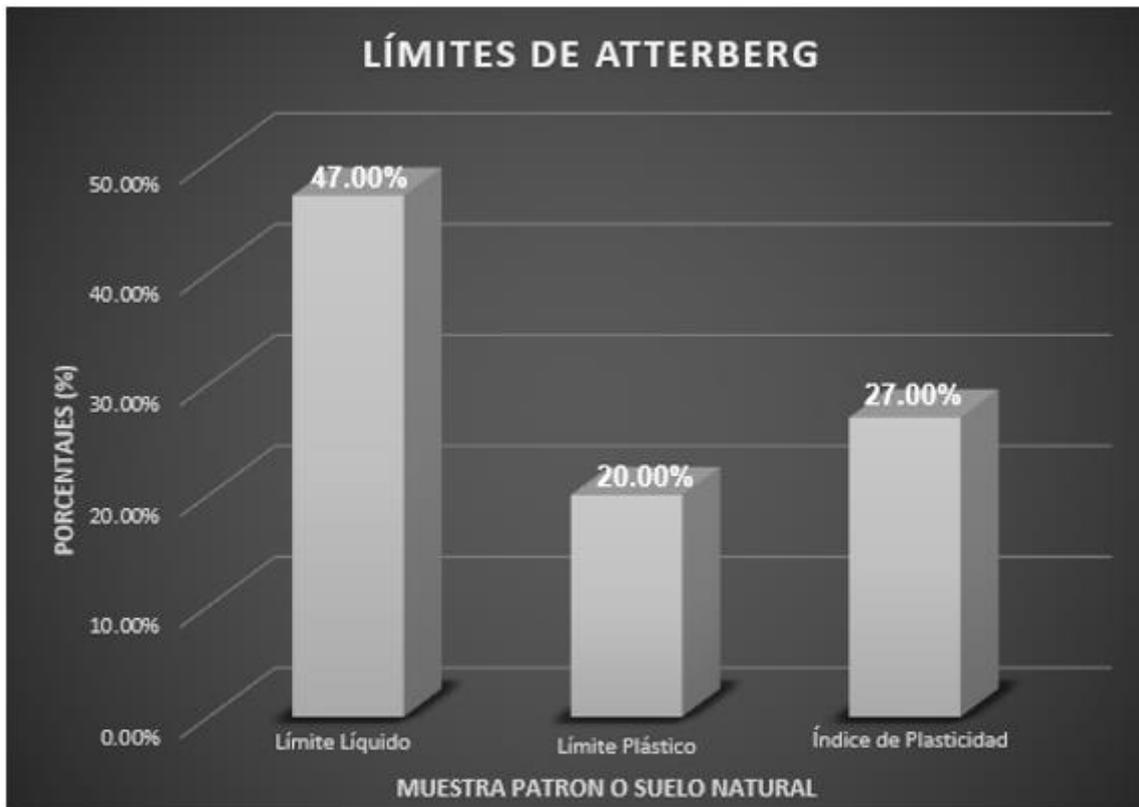


**Figura 15:** Análisis granulométrico por tamizado Calicata 03  
Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Según el ensayo granulométrico por tamizado se pudo mostrar que el material obtenido de la CALICATA 03 logró pasar el 81.19% por el tamiz N°200 mostrando una alta incidencia de finos, un 17.22% de material logró pasar por el tamiz N°4 de material arenoso y por último un 1.59% de grava.

De la muestra extraída de la CALICATA 03 del Jr. Progreso, se pudo demostrar que dada la clasificación SUCS que se realizó en el laboratorio (CENTAURO INGENIEROS) la muestra es una Arcilla de Baja Plasticidad con Arena (CL) y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-6 (11).

Finalmente, la **CALICATA 01** representa el terreno más desfavorable ya que tiene una clasificación de regular a deficiente como subrasante; por lo tanto, se procedió a realizar los ensayos de laboratorio planteados en los objetivos, los cuales fueron: Límites de Atterberg, Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR).



**Figura 16:** Gráfico de Límites de Atterberg de la muestra patrón o suelo natural  
Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se logró visualizar que la muestra patrón - calicata 01 tiene un Límite Líquido de 47.00%, Límite Plástico 20.00% y un Índice de plasticidad de 27.00%, esto debido a la presencia de acequias y ojos de agua a causa de las lluvias, razón por el cual la mayor parte del tiempo se mantiene húmedo. Como se puede observar en los ensayos realizados, la muestra es altamente arcillosa, esto debido a la alta saturación que presentó.



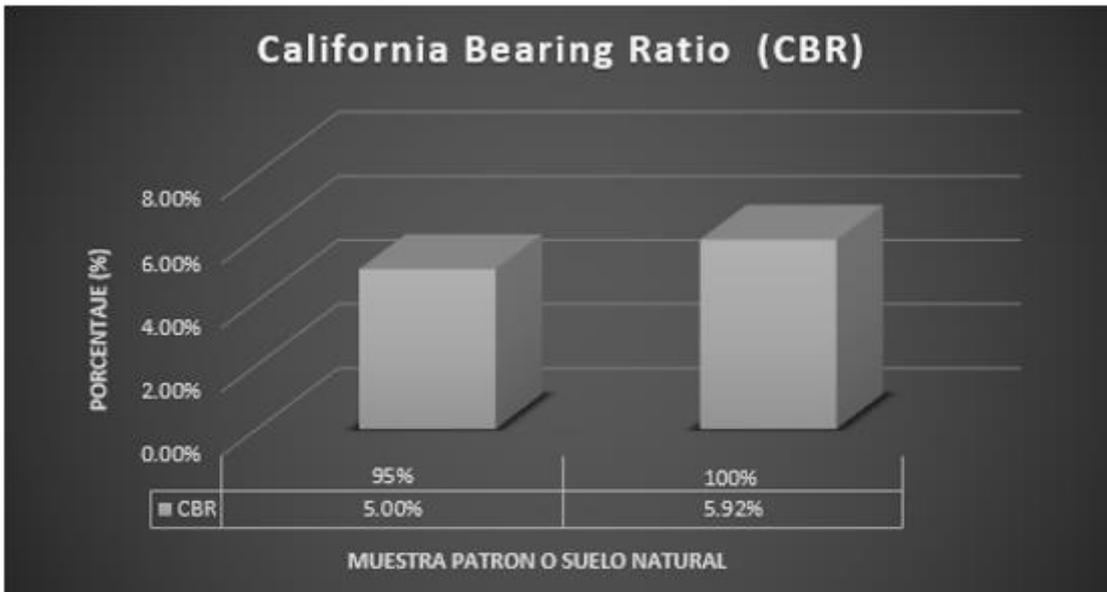
**Figura 17:** Grafico del OCH de la muestra patrón o suelo natural  
Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se logró visualizar en el ensayo de Proctor modificado a la muestra patrón o suelo natural, en el cual se obtuvo un 19.85% de Óptimo Contenido de Humedad.



**Figura 18:** Gráfico de la MDS de la muestra patrón o suelo natural  
Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se logró observar en el ensayo de Proctor Modificado a la muestra patrón o suelo natural, en el cual se obtuvo un resultado de 1.78 g/cm<sup>3</sup> de Máxima Densidad Seca.



**Figura 19:** Gráfico de CBR de la muestra patrón o suelo natural

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se tuvo como punto de referencia en el ensayo de California Bearing Ratio una DMS de 1.78 g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 19.85% de la muestra patrón o suelo natural; para el cálculo del valor de soporte relativo (resistencia), luego de la saturación; obteniendo un CBR al 95% con una penetración al 0.1" de 5.00% y un CBR al 100% con una penetración al 0.1" de 5.92%. El ensayo se realizó para establecer si el suelo natural es apto para subrasante, obteniéndose que es una subrasante pobre.

**Tabla 6:** Cuadro resumen de resultados de la muestra patrón

ENSAYOS		CALICATA 01
CONTENIDO DE HUMEDAD		10%
LIMITES DE ATTERBERG	Limite líquido	47.00%
	Limite plástico	20.00%
	Índice de plasticidad	27.00%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	CL - ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
	AASHTO	A-7-6 (26)
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	19.85%
	Máxima Densidad Seca (MDS)	1.78 g/cm <sup>3</sup>
California Bearing Ratio (CBR)	95%	5.00%
	100%	5.92%

Fuente: Elaboración propia

## Objetivo 1:

**Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.**

**Reseña 1:** El ensayo de Límites de Atterberg, también conocido como Límites de Consistencia, consta en determinar los estados y características del suelo, este ensayo se trabaja con el pasante por la malla N°40 y con el instrumento Copa de Casagrande; De esta manera se halló el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de plasticidad para los siguientes casos: Muestra patrón o Suelos Natural (SN), SN+4% de VRP, SN+7% de VRP y SN+11% de VRP.

## Evidencia:



**Figura 20:** Ensayo de Límites de Atterberg – Patrón (SN)

Fuente: Elaboración propia



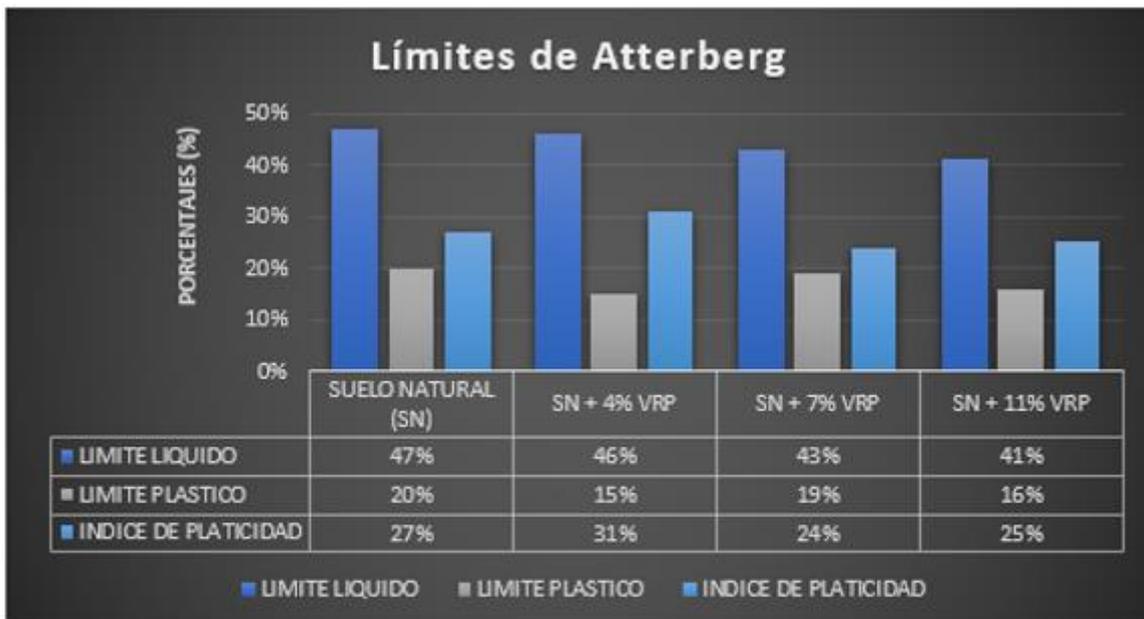
**Figura 21:** Ensayo de Límites de Atterberg – SN+4%VRP

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7:** Cuadro resumen del Ensayo de Límites de Atterberg

MUESTRAS	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
SUELO NATURAL (SN)	47%	20%	27%
SN + 4%	46%	15%	31%
SN + 7%	43%	19%	24%
SN + 11%	41%	16%	25%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 22:** Gráfico de Límites de Atterberg con las dosificaciones de VRP

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Al realizar el ensayo de Límites de Consistencia, los resultados obtenidos con la dosificación en diferentes porcentajes de vidrio reciclado pulverizado (VRP), evidenció resultados positivos para el suelo arcilloso con baja plasticidad (CL), ya que disminuyó el Índice de plasticidad del suelo natural, calicata 01, de 27% a 25% con la dosificación del 11% de VRP; mejorando de esa manera las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.

**Objetivo 2:**

**Determinar la influencia del vidrio reciclado en el óptimo contenido de humedad y en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.**

**Reseña 2:** El ensayo de Proctor Modificado sirve para determinar el peso por unidad de volumen en el suelo que ha sido trabajado con el método A, en el cual se utilizó el molde y pisón, la muestra es colocada en capas y con 56 golpes por cada capa. Mediante este ensayo se obtuvo el Óptimo Contenido de Humedad y la Densidad Máxima Seca.

**Evidencia:**



**Figura 23:** Ensayo de Proctor modificado – Patrón (SN)

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24:** Ensayo de Proctor modificado – SN+11%VRP

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8:** Cuadro resumen del Ensayo de Proctor Modificado

MUESTRAS	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	MAXIMA DENSIDAD SECA
SUELO NATURAL (SN)	19.85%	1.78 g/cm <sup>3</sup>
SN + 4% VRP	19.40%	2.01 g/cm <sup>3</sup>
SN + 7% VRP	17.00%	1.97 g/cm <sup>3</sup>
SN + 11% VRP	13.80%	1.93 g/cm <sup>3</sup>

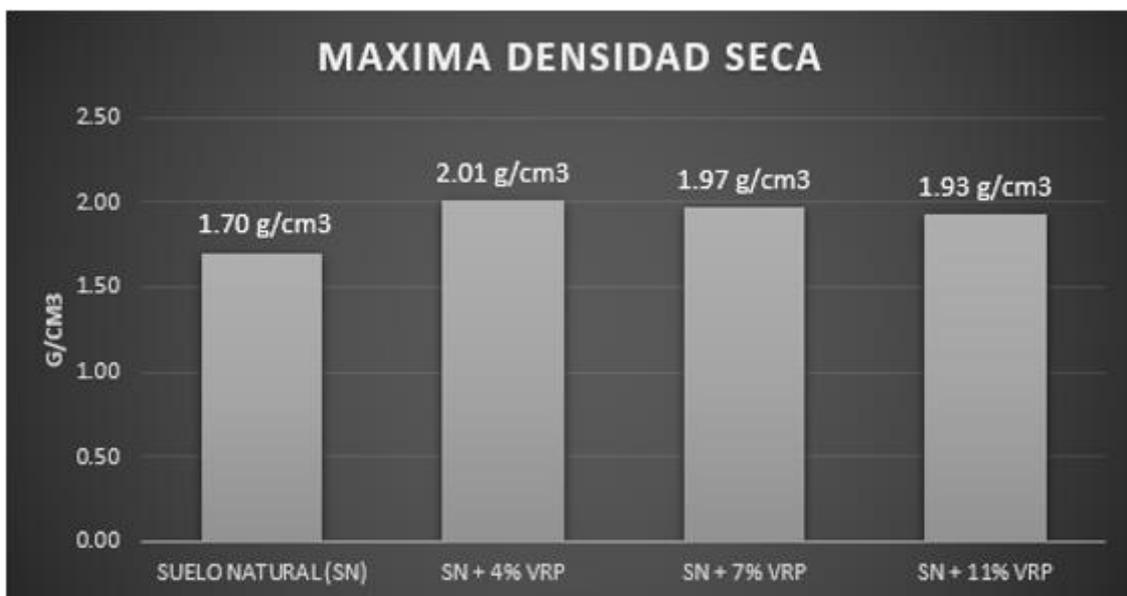
Fuente: Elaboración propia



**Figura 25:** Gráfico de Proctor modificado (OCH) con dosificaciones de VRP

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados obtenidos del Optimo contenido de Humedad del ensayo de Proctor Modificado al incorporar los diferentes porcentajes de vidrio reciclado pulverizado (VRP), mostraron resultados inversamente proporcionales a la adición del VRP, es decir; mientras más VRP se incorporaba menor era el OCH, reduciendo de 19.85% a 13.80% con la dosificación del 11% de VRP; mejorando de esa manera las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.



**Figura 26:** Gráfico de Proctor Modificado (MDS) con dosificaciones de VRP

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** La Máxima Densidad Seca logró alcanzar un pico al adicionar 4% de VRP a la muestra patrón o suelo natural, pasando de 1.78 g/cm<sup>3</sup> a 2.01 g/cm<sup>3</sup>, luego de ello disminuye relativamente, por ejemplo, al adicionar el 11% de VRP paso de 1.78 g/cm<sup>3</sup> a 1.93 g/cm<sup>3</sup>, mostrando en ambos casos resultados positivos para el suelo arcilloso con baja plasticidad (CL); pues aumenta la MDS comprobando la hipótesis planteada.

### Objetivo 3:

**Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.**

**Reseña 3:** El ensayo de California Bearing Ratio (CBR) consiste en obtener el valor de soporte (resistencia) al esfuerzo cortante del suelo en condiciones de compactación saturada, empleando moldes cilíndricos, pisón, centro de saturación y la prensa de carga. Este ensayo se efectuó a la muestra patrón o suelo natural y a las muestras con las dosificaciones planteadas (4%, 7% y 11%).

### Evidencia:



**Figura 27:** Ensayo de CBR – Saturación

Fuente: Elaboración propia



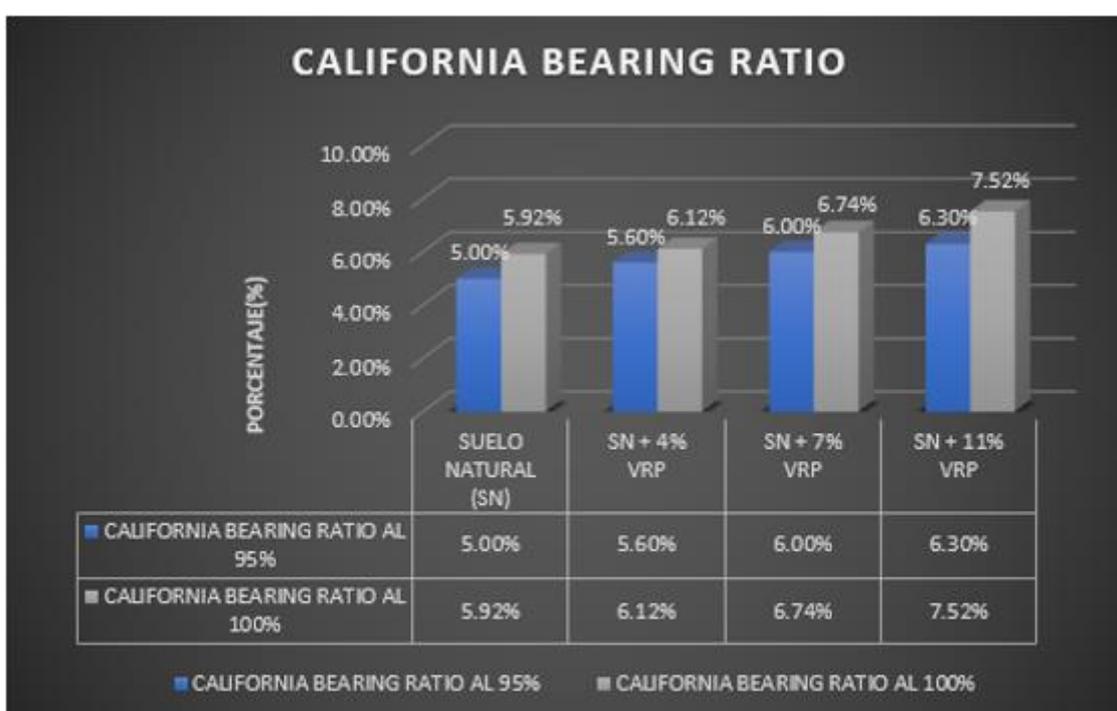
**Figura 28:** Ensayo de CBR - Penetración

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9:** Cuadro resumen del Ensayo de California Bearing Ratio

MUESTRAS	CALIFORNIA BEARING RATIO	
	AL 95%	AL 100%
SUELO NATURAL (SN)	5.00%	5.92%
SN + 4% VRP	5.60%	6.12%
SN + 7% VRP	6.00%	6.74%
SN + 11% VRP	6.30%	7.52%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 29:** Gráfico de California Bearing Ratio con dosificaciones de VRP

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Al realizarse el presente ensayo se obtuvo resultados positivos de la incorporación de vidrio reciclado pulverizado como estabilizante de suelos arcillosos, donde el porcentaje de CBR al 95% y 100% es directamente proporcional a la dosificación de VRP en la muestra patrón; pasando de 5.00% a 6.30% al 95%, de igual manera al 100% de 5.92% a 7.52%. Cambiando de una subrasante pobre a regular.

## V. DISCUSIÓN

**OBJETIVO 1:** Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.

**ANTECEDENTE:** Pusari, O. y Rodríguez, J. (2020) en su investigación utilizó polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno en diferentes dosificaciones (0%, 5%, 6%, 7.5%) a la muestra en estado natural, logrando mejoras en la cohesión del terreno mediante la reducción del índice de plasticidad de 22.70% a 17.20%,

**RESULTADO:** En la presente investigación la muestra patrón o suelo natural se clasificó según el método SUCS como un CL, arcilla de baja plasticidad, y por AASHTO como un suelo A-7-6 (26); y del ensayo de Límites de Atterberg se obtuvo como resultado para la muestra en su estado natural un índice de plasticidad de 27%, que al incorporar el vidrio reciclado pulverizado (VRP) en 4% se obtuvo 31%, adicionando el 7% de VRP se obtuvo 24% y dosificando un 11% de VRP se obtuvo 25%, siendo el que más lo reduce la dosificación de 7% de VRP, el cual logró disminuir un 3% con respecto al índice de plasticidad de la muestra inicial.

**COMPARACIÓN:** Según los antecedentes al incorporar polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno se redujo el índice de plasticidad; lo cual también se demostró en esta investigación ya que al incorporar vidrio reciclado pulverizado (VRP) a la muestra patrón se obtuvieron resultados similares. En pocas palabras, mediante el ensayo de Límites de Atterberg, se comprueba la influencia favorable que tuvo el VRP en el suelo natural, debido a que disminuyó el índice de plasticidad.

**OBJETIVO 2:** Determinar la influencia del vidrio reciclado en el óptimo contenido de humedad y en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.

**ANTECEDENTE:** Pusari, O. y Rodríguez, J. (2020) en su investigación incorporó polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno en diferentes dosificaciones (0%, 5%, 6%, 7.5%) a la muestra en estado natural, obteniendo resultados favorables en el ensayo de Proctor modificado puesto que mejoró la subrasante al disminuir el OCH de 13.1% a 11.1% y al incrementar la MDS de 1.848 gr/cm<sup>3</sup> a 1.876 gr/cm<sup>3</sup>.

**RESULTADOS:** En la presente investigación al realizar el ensayo de Proctor Modificado a la muestra patrón este presentó un Optimo contenido de humedad de 19.85% y una Máxima Densidad seca de 1.78 gr/cm<sup>3</sup>; y al incorporar el vidrio reciclado pulverizado (VRP) en 4% se obtuvo un OCH de 19.40% y un DMS de 2.01gr/cm<sup>3</sup>, adicionando el 7% de VRP se obtuvo un OCH de 17.00% y un DMS de 1.97 gr/cm<sup>3</sup>, y del mismo modo incorporando el 11% de VRP se obtuvo un OCH de 13.80% y un DMS de 1.93 gr/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, se comprobó que la mejor dosificación del VRP fue del 11%, ya que para ambos se obtuvo mejoras, una reducción del 6.05% en el OCH y un aumento de 0.15 g/cm<sup>3</sup> en la MDS, con relación al resultado obtenido en la muestra patrón.

**COMPARACIÓN:** De acuerdo a los antecedentes evaluados se determinó que el polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno mejoró las propiedades mecánicas de la subrasante, disminuyendo el OCH y aumentando la MDS, ello también se demostró en la presente investigación, ya que al incrementar las dosificaciones del VRP en el suelo natural se comprueba que disminuyó el OCH y aumentó la MDS.

**OBJETIVO 3:** Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.

**ANTECEDENTES:** Sánchez, C y Terrones, R. (2020), en su investigación adicionó híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado en un porcentaje de 20%, en el cual se obtuvo un aumento del valor de soporte relativo (CBR) de un 4.90% a un 20%.

**RESULTADOS:** Para nuestra investigación al realizarse el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) a la muestra patrón, se tuvo como resultado un CBR al 95% con una penetración de 1" de 5.00% y un CBR al 100% con una penetración de 1" de 5.92%; y al incorporar el vidrio reciclado pulverizado en 4% se consiguió un CBR al 95% con una penetración de 1" de 5.60% y un CBR al 100% con una penetración de 1" de 6.12%, adicionando el 7% de VRP se consiguió un CBR al 95% con una penetración de 1" de 6.00% y un CBR al 100% con una penetración de 1" de 6.74%, de la misma forma al incorporar el 11% de VRP se consiguió un CBR al 95% con una penetración de 1" de 6.30% y un CBR al 100% con una penetración de 1" de

7.52%. Por lo tanto, se comprobó que la dosificación del 11% de VRP fue la mejor, ya que para el 95% del CBR se obtuvo un aumento del 1.30% y para 100% del CBR se obtuvo un aumento del 1.60%, en relación al resultado con la muestra patrón; pasando de una subrasante pobre a una regular.

**COMPARACIÓN:** Según el antecedente analizado se llegó a determinar que el polvo de concha de Abanico y vidrio reciclado en sus diferentes dosificaciones mejoró favorablemente de forma progresiva el valor de soporte (resistencia). De tal manera, se demostró en esta investigación puesto que al incrementar las dosificaciones del VRP en el suelo natural se aumentó progresivamente el CRB al 95% y 100%.

## VI. CONCLUSIONES

**Objetivo General:** Se evaluó la influencia del vidrio reciclado pulverizado (VRP) en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, del terreno natural encontrado en el Jr. Progreso – Chilca, llegando a obtener mejoras en las propiedades físico mecánicas: al disminuir el índice de plasticidad, al reducir el Optimo Contenido de Humedad e incrementar la Densidad Máxima Seca, y al aumentar el Valor de Soporte Relativo (resistencia).

**Objetivo 1:** Se determinó en el laboratorio que la muestra patrón o suelo natural fue una arcilla de baja plasticidad (CL) según clasificación SUCS, y al incorporarle los porcentajes de vidrio reciclado pulverizado (VRP) en los ensayos de límites de Atterberg, estos porcentajes influyeron en la reducción del índice de plasticidad del 3% comparado con el resultado de la muestra patrón o suelo natural, pasando de 27% a 24% al incorporarse un 7% de VRP, siendo el porcentaje más favorable. Por lo tanto, se concluyó que la influencia de VRP disminuye el índice de plasticidad, lo que quedó confirmado.

**Objetivo 2:** Se estableció que al incorporarle los porcentajes de vidrio reciclado pulverizado (VRP) en los ensayos de Proctor modificado, dosificación del 11%, se logró la reducción del Optimo Contenido de humedad considerablemente del 6.05% con relación al resultado obtenido de la muestra patrón o suelo natural, pasando de 19.85 gr/cm<sup>3</sup> a 13.80 gr/cm<sup>3</sup>; por otro lado, se logró aumentar la Máxima Densidad seca en 0.15 g/cm<sup>3</sup>, pasando de 1.78 gr/cm<sup>3</sup> a 1.93 gr/cm<sup>3</sup>, demostrando que fue el porcentaje más favorable. Por ende, se reflejó la mejora con respecto al Optimo contenido de humedad y Máxima densidad seca al incorporar VRP en sus diferentes dosificaciones, lo cual quedó comprobado.

**Objetivo 3:** Se determinó la importancia del vidrio reciclado pulverizado (VRP) en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) mediante la adición del 11% de VRP, ya que aumentó el valor de soporte relativo (resistencia) al 95% considerablemente de la muestra patrón o suelo natural en 1.30%, pasando de 5.00% a 6.30%; y al 100% aumentó 1.60%, pasando de 5.92% a 7.52%; siendo el porcentaje más favorable. Por lo tanto, se concluyó que el VRP influye positivamente en sus diferentes dosificaciones, lo cual quedó comprobado.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo 1;** En esta investigación al seleccionarse los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado reciclado (VRPP) que iban desde un 4% hasta un 11%, se logró la disminución del Índice de Plasticidad con respecto al resultado de la muestra patrón o suelo natural; para continuar con una futura investigación se recomienda incrementar el porcentaje de dosificación de VRP, mayor al 11%, para corroborar si continúa reduciéndose el Índice de Plasticidad, hasta encontrar el valor tope con el cual empiece el incremento del Índice de Plasticidad.

**Objetivo 2;** En esta investigación, al emplearse los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado reciclado (VRPP) que iban desde un 4% hasta un 11%, se obtuvo la reducción del Óptimo Contenido de Humedad y el incremento de la Máxima Densidad Seca en comparación a los resultados de la muestra patrón o suelo natural; para continuar con una próxima investigación se recomienda incrementar el porcentaje de dosificación de VRP, mayor al 11%, para verificar si continúa reduciendo el Óptimo Contenido de Humedad e incrementando la Máxima Densidad Seca hasta encontrar el valor con el cual deje de mejorar los resultados.

**Objetivo 3;** En esta investigación al seleccionarse los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado reciclado (VRPP) que iban desde un 4% hasta un 11%, en todas ellas se logró el incremento del valor de soporte relativo (resistencia) en comparación al resultado de la muestra patrón o suelo natural; para continuar con una futura investigación se recomienda incrementar el porcentaje de dosificación de VRP, mayor al 11%, para corroborar si continúa aumentando el valor de soporte relativo (resistencia) de la subrasante.

## REFERENCIAS

1. MÁRQUEZ Martínez, Diana. Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La Encantada, provincia de Morropon – Piura, 2019. Tesis (Título en ingeniero civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019. Pág. 15. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2241/CIV-MAR-MAR-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. PUSARI Quispe, Oscar y RODRÍGUEZ Machuca, Joao. Estudio experimental de mejoramiento de las propiedades de resistencia al corte de un suelo expansivo con polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno en la ciudad de Talara, departamento de Piura. Tesis (Título en ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. Pág. 12. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653985?show=full>
3. MENDIZABAL Hobispo, Katheryn. Adición del mucilago de penca de tuna para estabilizar suelo arcilloso, Chilca, Tesis (Título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana Los andes, 2018. Disponible en <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/775>
4. PUSARI Quispe, Oscar y RODRIGUEZ Machuca, Joao. Estudio experimental de mejoramiento de las propiedades de resistencia al corte de un suelo expansivo con polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno en la ciudad de Talara, departamento de Piura. Tesis (Título en Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653985?show=full>
5. FLORES León, Paola. Evaluación de la adición de fibras pet provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la Clínica Usat, 2018-2019. tesis (Título en Ingeniería Civil Ambiental). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019. Disponible en [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2125/1/TL\\_FloresLeonPaola.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2125/1/TL_FloresLeonPaola.pdf)

6. SÁNCHEZ, Crosby y TERRONES, Renzo. Estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, Huacacorral. Tesis (Título en Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57413?locale-attribute=es>
7. MORENO Pérez, Emiliano. Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la construcción y demolición. Tesis (Doctor en Ciencias De Los Materiales). México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2018. Disponible en <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2319/Estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20arcillosos%20con%20residuos%20de%20la%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. PÉREZ González, Pablo. Evaluación del comportamiento de áridos reciclados de RCD y residuos de vidrio de TV. CRT en capas estructurales de carreteras. Tesis (Doctoral en Ingeniería de la Construcción). Córdoba: Universidad de Córdoba, 2020. Disponible en <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/20503/2020000002140.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. ARBELAEZ Varon Juan y GÓNGORA Plazas, Daniel. Refuerzo de estructuras terreas utilizando tereftalato de polietileno (PET). Monografía de investigación (Título en Ingeniería civil. Colombia: Universidad de Ibagué, 2019. Disponible en <https://repositorio.unibague.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12313/1069/1/Trabajo%20de%20grado.pdf>
10. SYED Javed and SUDIPTA Chakraborty. Effects of Waste Glass Powder on Subgrade Soil Improvement. World Scientific [en línea]. Dhaka, Bangladesh, 2020, 144(1): 30-42 [fecha de consulta: 19 setiembre de 2020]. Available in <http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-131cc43d-8284-4434-99c5-f7ea64ab8d9f>  
EISSN 2392-2192
11. AKANBI, Do, SULE, E, ACHEMA, F, BAKAM, Va. Performance Evaluation of Crushed Glass in Stabilizing Lateritic Soil for Road Pavement Layers. Saudi J

Eng Technol, Apr, 2021, 6(4): 77-83. Available in [https://saudijournals.com/media/articles/SJEAT\\_64\\_77-83\\_c.pdf](https://saudijournals.com/media/articles/SJEAT_64_77-83_c.pdf)

ISSN 2415-6264

12. GANESH, Pandey. Feasibility Study of Water Based Polymer Modified EICP for Soil Improvement Involving Recycled Glass Aggregate. Thesis (Master in Science). United States: The University of Akron, 2018. Disponible en <https://soilworks.com/reference-library/2018-tpd1806058-feasibility-study-of-water-based-polymer-modified-eicp-for-soil-improvement-involving-recycled-glass-aggregate.aspx>
13. ARRIETA, Jair, DOS SANTOS, Ronaldo, RAFAEL, Érico y LUNDGREN, Juliana. Uso sostenible de polvo de vidrio reciclado en la estabilización del suelo. Revista de materiales en ingeniería civil [en línea]. Mayo de 2020, 32(5). [fecha de consulta: 19 setiembre de 2020]. Disponible en <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0003081>
14. BABATUNDE O., SANI J., SAMBO A. Black Cotton Soil Stabilization using Glass Powder. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology [en línea]. May 2019, 8(5). [fecha de consulta: 19 setiembre de 2020]. Disponible en [http://www.ijirset.com/upload/2019/may/53\\_Black.pdf](http://www.ijirset.com/upload/2019/may/53_Black.pdf)  
  
ISSN(Online): 2319-8753 ISSN (Print): 2347-6710
15. GOPU, Naidu, RAVULAPALLI, Ramakrishna y BABU, Ezri. Fortalecimiento del suelo mediante la adición de cal y fibra de vidrio como materiales estabilizadores para la construcción de edificios de gran altura. Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales [ en línea]. Marzo de 2021, 11(1). Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1126/1/012070>
16. CRESPO, C. Mecánica de suelos y cimentaciones. 4ta ed. Mexico: Limusa, S.A. de C.V, 2004. 4(1): 18. Disponible en <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>

17. JUÁREZ, E. y RICO, A. Mecánica de suelos I, II Fundamentos de la mecánica de suelos (2da ed.). México: Limusa, S.A. de C.V., 2007. 2(1): 1-13, pág. 4. Disponible en [https://www.academia.edu/38530678/Mec%C3%A1nica de suelos Tomo II Eulalio Ju%C3%A1rez Badillo y Alfonso Rico Rodr%C3%ADguez](https://www.academia.edu/38530678/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Tomo_II_Eulalio_Ju%C3%A1rez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodr%C3%ADguez)
18. JUÁREZ, E. y RICO, A. Mecánica de suelos I, II Fundamentos de la mecánica de suelos (2da ed.). México: Limusa, S.A. de C.V., 2007. 2(1): 1-13, pág. 5. Disponible en [https://www.academia.edu/38530678/Mec%C3%A1nica de suelos Tomo II Eulalio Ju%C3%A1rez Badillo y Alfonso Rico Rodr%C3%ADguez](https://www.academia.edu/38530678/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Tomo_II_Eulalio_Ju%C3%A1rez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodr%C3%ADguez)
19. BRAJA, D. (2012). Fundamentos de Ingeniería en Cimentaciones. (7ma ed.). México: CENGAGE Learning. Disponible en [https://issuu.com/gustavochoalongalcivar/docs/fundamentos de ingenieria de ciment](https://issuu.com/gustavochoalongalcivar/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_ciment)
20. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección General de Caminos y ferrocarriles (2015) Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
21. DAS, B. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica. (I. Bernal Carreño, Trad.) D.F., México: Thomson Learning. <https://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/28655/3/11974.pdf>
22. BERRY, P. y REID, D. (1993). Mecánica de Suelos. (B. Caicedo, Trad.) Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Latinoamérica, S.A. Disponible en <https://www.udocz.com/pe/read/24352/mecanica-de-suelos-peter-l-berry-david-reid>
23. BLANCO Rodríguez, M., & MATUZ Lazo, I. (2006). Guías de laboratorio de materiales de construcción. Managua, Nicaragua. Disponible en [https://www.academia.edu/33646192/Guias de Laboratorio de Materiales de Construccion 1](https://www.academia.edu/33646192/Guias_de_Laboratorio_de_Materiales_de_Construccion_1)

24. ASTM International. (2007). ASTM Standard D 1883. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils, Bearing ratio. Pensilvania, Estados Unidos. Disponible en <https://www.astm.org/Standards/D1883>
25. CRESPO Villalaz, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones (4ta ed.). México: Limusa, S.A. de C.V. Disponible en <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
26. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, MTC. pág. 1269. Disponible en [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
27. Pontificia Universidad Católica del Perú (2012). Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos. Disponible en <https://es.scribd.com/document/314758517/MECANICA-DE-SUELOSPUCP-pdf>
28. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, MTC. Disponible en [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
29. RNE. (2010). Reglamento Nacional de Edificaciones. NORMA CE.010. Pavimentos Urbanos. Perú. Disponible en [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma\\_010\\_%20pavimentos\\_urbanos.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf)
30. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de Especificaciones técnicas generales para construcción de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, pág. 155. Disponible en <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>

31. Gutiérrez, V. (2014). Propiedades ópticas de vidrios de alta transmitancia impurificados con cobre: Estados de oxidación y procesos Redox. Disponible en <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5932/Vanessa%20Gutierrez%20Cano.pdf?sequence=4>
32. HERNANDEZ, R. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill Education, 2014. Disponible en <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
33. CRESWELL, John. W. A Concise Introduction to Mixed Methods Research [en línea]. 1 a ed. España: SAGE, 2014 [fecha de consulta 19 de setiembre 2020]. ISBN: 978-1-4833-5904-5. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=51UXBAAQBAJ&dq=introduction+research+methodology+book&lr=&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=51UXBAAQBAJ&dq=introduction+research+methodology+book&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
34. SÁNCHEZ, Crosby y TERRONES, Renzo. Estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, Huacacorral. Tesis (Título en Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57413?locale-attribute=es>
35. HARO, Miguel. Efecto de la adición de Vidrio Reciclado en la estabilización de suelo arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote. Tesis (Título en Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60369#:~:text=Finalmente%20se%20determin%C3%B3%20que%20las,porcentajes%20de%20estabilizaci%C3%B3n%20de%20Subrasantes.>
36. KOTHARI.C.R. Research Methodology: Methods and technique. [en línea] 2ª ed. India: New Age International,2008 [fecha de consulta 18 de setiembre 2020], ISBN (13): 978-81-224-2488-1. Disponible en: <https://upla.edu.pe/wp-content/uploads/2017/12/4-UPLA-Kothari-Research- Methodology.pdf>
37. GARG, R. Methodology for research I.Indian J Anaesth.2016, September, 60(9).640-645. [fecha de consulta 06 de junio 2020]. DOI: 10.4103/0019- 5049.190618.Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5037944/>

38. KABIR, S.M.S. Basic Guidelines for Research: An Introductory Approach for All Disciplines. En: Research Gate. Methodo of data collection [en línea].1a ed. Bangladesh: Book zone, 2016, pp.201- 275. [fecha de consulta 19 de setiembre 2020]. ISBN:978-984-33-9565-8. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/325846997\\_METHODS\\_OF\\_DATA\\_COLLECTION](https://www.researchgate.net/publication/325846997_METHODS_OF_DATA_COLLECTION)
39. MARTÍNEZ Mesa, J., GONZÁLEZ Chica, D.A., BASTOS, J.L., BONAMIGO,R.R. and DUQUIA R.P. Sample size: how many participants do I need in my research? An Dermatol Bras [en línea].2014, May-Jun, 91(3). 326– 330. [fecha de consulta 19 de setiembre 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4938277/>
40. TAHERDOOST, Hamed. Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research. International Journal of Academic Research in Managemen. [en línea] 10 de agosto de 2016, Vol. 5, No. 3, 28-36. pág. 6 [fecha de consulta 10 octubre 2021]. ISSN: 2296-1747. Disponible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3205040](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3205040)
41. SECO, R., RAMIREZ, F., MIQUELEIZ, L., GARCÌA, B. Y PRIETO, E. (2010). The use of nom conventional in marls stabilization. [en línea]. Revista Science Direct. Vol. 51, Irlanda [Consultado 22 de setiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169131711000032>
42. TORRES, Z. Introducción a la ética. México: Instituto Politécnico Nacional, 2014, pág. 10. Disponible en <https://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074381481.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA
V. INDEPENDIENTE	VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO	Según Sánchez y Terrones (2020); La utilización de vidrio reciclado pulverizado multiplica las superficies y velocidades reactivas, que ante la presencia de humedad forma Gel de Silicato de Calcio hidratado, confiriendo a los suelos estabilización y capacidad de autorepararse frente a deformaciones.	Se determinó las dosis de vidrio reciclado pulverizado de 4%, 7% y 11% respecto al peso seco del suelo natural (SN), empleándose para ello 3 combinaciones SN+4%, SN+7%, SN+11% los cuales se deben aplicar para obtener mejores resultados de estabilización.	DOSIFICACION Por peso seco del suelo	4%	RAZON	<p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Explicativa (causa-efecto)</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Cuasi-experimental</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b></p> <p>Jr. Progreso, Chilca - Huancayo</p>
					7%		
					11%		
V. DEPENDIENTE	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS	Según Haro (2021); La estabilización del suelo es un método basado en mejorar las condiciones y características del suelo al mezclarse con otros materiales, con la finalidad de aumentar sus propiedades.	El suelo natural se combina con el VRP para mejorar las propiedades fisicomecánicas de la subrasante, midiendo su calidad mediante los ensayos de laboratorio para la disminución del Índice de plasticidad, reducción del óptimo contenido de humedad y aumento de la máxima densidad seca, y el incremento del valor de soporte relativo (CBR); según la norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y el Manual de Carreteras 2013; logrando la estabilización de suelos arcillosos.	PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS	Índice de Plasticidad (%)	RAZON	<p><b>Muestra:</b></p> <p>Compuesta por 48kg. de suelo arcilloso</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico</p> <p><b>Técnica:</b> Observación Directa</p> <p><b>Instrumento de la investigación:</b></p> <p>Ficha de recolección de datos</p> <p>Ficha resultados de laboratorio Según NTP- ASTM</p>
					Óptimo Contenido de Humedad -Máxima Densidad Seca (% - g/cm3)	RAZON	
					Valor relativo del soporte (CBR) (%)	RAZON	

## Anexo 2. Matriz de Consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>			
¿De qué manera influye la aplicación de vidrio reciclado pulverizado en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021?	Evaluar la influencia de la aplicación de vidrio reciclado pulverizado para la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.	La aplicación de vidrio reciclado pulverizado en porcentajes de 4%, 7% y 11% mejora la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.	<b>VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO</b>	DOSIFICACION Por peso seco del suelo	4%	Ficha de Recolección de Datos Anexo 3
					7%	Ficha de Recolección de Datos Anexo 3
					11%	Ficha de Recolección de Datos Anexo 3
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>DEPENDIENTE</b>			
¿Cuánto influye el vidrio reciclado pulverizado en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021?	Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.	La incorporación de vidrio reciclado pulverizado disminuye el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.	<b>ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS</b>	PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS	Índice de Plasticidad (%)	Ficha Resultado de Laboratorio ASTM D-4318 Anexo 4-A
¿Cuánto influye el vidrio reciclado en el óptimo contenido de humedad y en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021?	Determinar la influencia del vidrio reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.	La incorporación de vidrio reciclado disminuye el óptimo contenido de humedad y aumenta la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.			Óptimo Contenido de Humedad - Máxima Densidad Seca (% - g/cm <sup>3</sup> )	Ficha Resultado de Laboratorio ASTM D-1883 Anexo 4-G
¿Cuánto influye el vidrio reciclado pulverizado en el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021?	Determinar la influencia del vidrio reciclado pulverizado en el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.	La incorporación de vidrio reciclado pulverizado incrementa el valor relativo del soporte (CBR) de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso – Chilca 2021.			Valor relativo del soporte (CBR) (%)	Ficha Resultado de Laboratorio ASTM D-1557 ANEXO 4-K

### Anexo 3. Ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Vidrio Reciclado

"Aplicación de vidrio reciclado pulverizado para la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos, Jr. Progreso, Chilca - 2021"

#### Parte A: Datos generales

Tesista: Katherine Susan Samaniego Socualaya

Fecha: Lima, setiembre 2021.

#### Parte B: Dosificación de vidrio reciclado

4%	OK
7%	OK
11%	OK

Tesis: Pusari, O. y Rodríguez, J. (2020) Dosis de polvo de vidrio reciclado y fibras de propileno: 0%, 5%, 6%, 7.5%.

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Flores Sintecala

Nombres: Pedro Daniel

Título: Ingeniero Civil

Grado: Bachiller

N° Reg. CIP: 122766

Firma:

PEDRO DANIEL FLORES SINTECALA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 122766

Apellidos: Carpio Arroyo

Nombres: Jhonny Christian

Título: Ingeniero Civil

Grado: Bachiller

N° Reg. CIP: 63972

Firma:

JHONNY CHRISTIAN  
CARPIO ARROYO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 63972

Apellidos: Castañeda Gutiérrez

Nombres: Neyder Iván

Título: Ingeniero Civil

Grado: Bachiller

N° Reg. CIP: 147781

Firma:

NEYDER IVAN CASTAÑEDA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 147781

# Anexo 4-A. Ficha de resultados de Granulometría y Límites de Atterberg C-01

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**



**ISO 9001:2015**  
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO LE-141**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo Acreditado

**Informe de ensayo con valor oficial**

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

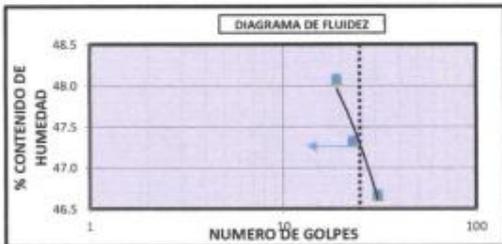
**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 2236-2021-AS REEMPLAZA A EXPEDIENTE 2029-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego11@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : C1 / E2 (0,30 m a 1,50 m)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-11-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-11-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTALES DE COLOR BLANCO

**MÉTODOS DE ENSAYO:**  
 NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
3"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	100.00
Nº4	4.750	99.76
Nº10	2.000	98.00
Nº20	0.850	95.95
Nº40	0.425	94.64
Nº60	0.250	93.19
Nº100	0.150	90.05
Nº200	0.075	88.81



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
88.81%	10.95%	0.24%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ Nº40	5.36
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	47
LÍMITE PLÁSTICO	20
ÍNDICE PLÁSTICO	27
* NO SE REMOVÍO LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-7-6 (20)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

**CONDICIONES AMBIENTALES**  
 Temperatura Ambiente : 21,9 °C  
 Humedad relativa : 34%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos y Concreto

**MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.**  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, FECHA DE MUESTREO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

**INGENIEROS CIVILES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 ING. VICTOR PÉREZ ULLUCAS  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70489



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 2029-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCIALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : C1 / E2 (0,30 m a 1,50 m)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-11-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 12-11-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTALES DE COLOR BLANCO

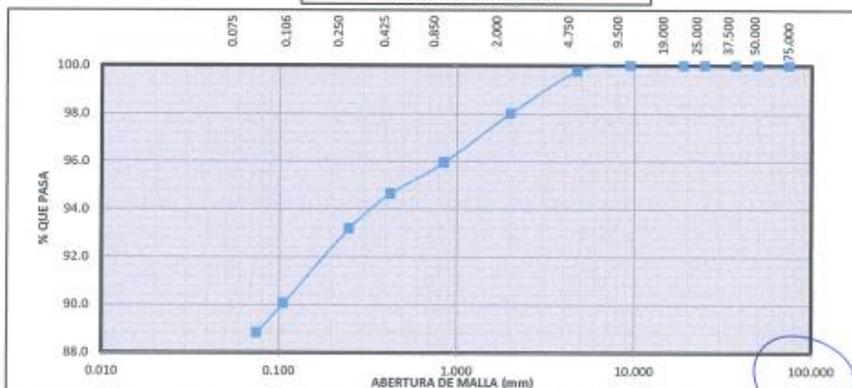
MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 2 DE 2

% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	0.24
% ARENA	AG %	1.76
	AM %	3.36
	AF %	5.83
% FINOS		88.81
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		9.5
Forma del suelo grueso		Sub redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coeficiente de Curvatura		-
Coeficiente de Uniformidad		-

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO	88.81%	ARENA	10.95%	GRAVA	0.24%
------	--------	-------	--------	-------	-------

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CUENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIO LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INGENIERO GENERAL EN PAVIMENTOS  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Ing. V. J. CIP 7149J

# Anexo 4-B. Ficha de resultados de Granulometría y Límites de Atterberg C-02

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-141



### Informe de ensayo con valor oficial

Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

#### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

EXPEDIENTE N° : 2090-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego812@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2021

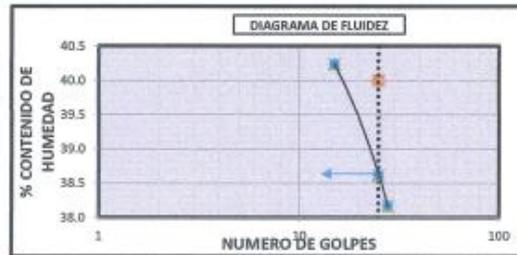
CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021      CÓDIGO DE MUESTRA : C2 / E2 (0,80 m a 1,50 m)      PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50  
 TIPO DE MATERIAL: SUELO      CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA      UBICACIÓN : COORDENADAS: N: 8663110 E: 478254  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-11-2021      FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-11-2021      MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 1 COSTAL DE COLOR BLANCO

#### MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 1 DE 2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	100.00
N°4	4.750	99.94
N°10	2.000	99.81
N°20	0.850	99.69
N°40	0.425	98.59
N°60	0.250	98.48
N°140	0.106	99.14
N°200	0.075	98.90



FINO	ARENA	GRAVA
98.90%	1.04%	0.06%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	0.41

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	39
LÍMITE PLÁSTICO	21
ÍNDICE PLÁSTICO	18

\* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA  
 \* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-6 [19]
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REQUIEREN DEFICIENTE

CONDICIONES AMBIENTALES  
 Temperatura Ambiente : 21,9 °C  
 Humedad relativa : 34%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos II y Concreto

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INGENIERIA GENERAL DE CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor Perla Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70489



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 2030-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO REICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : C2 / E2 (0,80 m x 1,50 m)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N: 8663110 E: 478254
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-11-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-11-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 1 COSTAL DE COLOR BLANCO

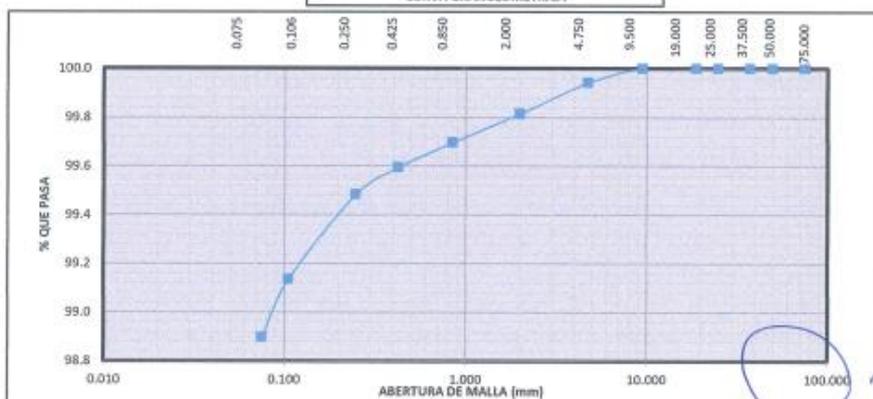
MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e Índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	0.06
	AG %	0.13
% ARENA	AM %	0.22
	AF %	0.70
	% FINOS	98.90
Tamaño Máximo de la Grava (mm)	9.5	
Forma del suelo grueso	Sub redondeada	
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)	0.00	
Coefficiente de Curvatura	-	
Coefficiente de Uniformidad	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO	98.90%	ARENA	1.04%	GRAVA	0.06%
------	--------	-------	-------	-------	-------

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70489

# Anexo 4-C. Ficha de resultados de Granulometría y Límites de Atterberg C-03

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO LE-141



### Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

#### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

EXPEDIENTE N°	: 2031-2021-AS
PETICIONARIO	: KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCULAYLA
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
CONTACTO DE PETICIONARIO	: ksamaniego118@gmail.com
PROYECTO	: APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021
UBICACIÓN	: JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE MUESTREO	: 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021
FECHA DE EMISIÓN	: 12 DE NOVIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : CS / E2 (0,50 m a 1,50 m)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N: 8669015 E: 477722
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-11-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-11-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 1 COSTAL DE COLOR BLANCO

#### MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PAGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75,000	100,00
2"	50,000	100,00
1 1/2"	37,500	100,00
1"	25,000	100,00
3/4"	19,000	100,00
3/8"	9,500	98,74
Nº4	4,750	98,41
Nº10	2,000	97,87
Nº20	0,850	94,84
Nº40	0,425	90,29
Nº60	0,250	86,70
Nº140	0,106	82,41
Nº200	0,075	81,19



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
81,19%	17,22%	1,59%
100,00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ Nº40	9,71

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	33
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE PLÁSTICO	15

\* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA  
 \* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-6 (11)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente : 21,9 °C  
 Humedad relativa : 34%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentas - Suelos II y Concreto

#### MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-016 REV:02 FECHA: 2023/09/21

**MICRONES DE SUELOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
**Ing. Victor Peña Dueñas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70489



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

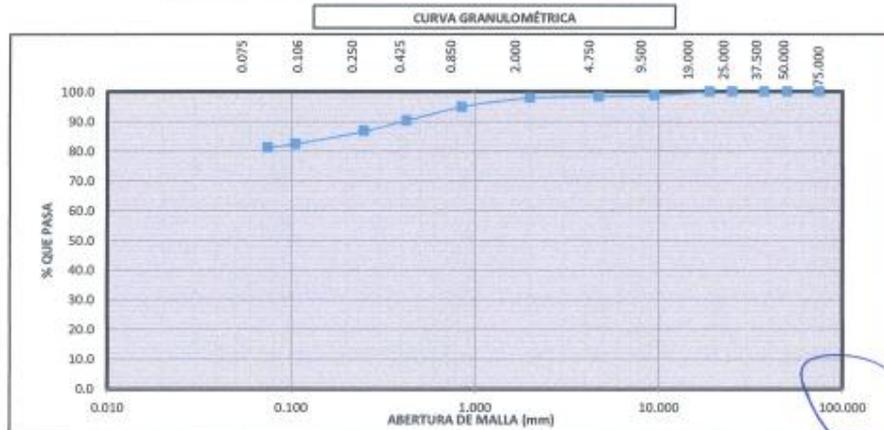
EXPEDIENTE N° : 2031-2021-A5  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : C3 / E2 (0,50 m a 1,50 m)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N: 8663015 E: 477722
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-11-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-11-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 1 COSTAL DE COLOR BLANCO

**MÉTODOS DE ENSAYO:**  
 NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	1.59
% ARENA	AG %	0.54
	AM %	7.59
	AF %	9.09
% FINOS		81.19
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		19
Forma del suelo grueso		Sub redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		-
Coefficiente de Uniformidad		-



FINO	81.19%	ARENA	17.22%	GRAVA	1.59%
------	--------	-------	--------	-------	-------

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CUENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECEBIO LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor P. ...  
 INGENIERO EN ...  
 CIP: 72409

# Anexo 4-D. Ficha de resultados de Granulometría y Límites de Atterberg SN+4%VRP

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Inicio de página

INFORME

EXPEDIENTE N° : 2371-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCIALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : C1/E2 + 4% VIDRIO	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1.50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 10-12-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-12-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTAL DE COLOR BLANCO.

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 3ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	100.00
Nº8	4.750	98.54
Nº10	2.000	96.89
Nº20	0.850	95.16
Nº40	0.425	93.82
Nº60	0.250	92.67
Nº100	0.150	90.50
Nº200	0.075	88.63



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
88.63%	9.91%	1.46%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ Nº80	6.18

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	46
LÍMITE PLÁSTICO	15
ÍNDICE PLÁSTICO	31

\* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA

\* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-7-6 (28)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR-A-DECIENTE

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura Ambiente : 20,7 °C  
 Humedad relativa : 46%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos y Concreto  
 Dirección del Laboratorio : Av. Mariscal Castilla N° 3991 - El Yumbay - Huancayo (Inle 1)

**MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.**

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, FECHA DE MUESTREO. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. Fin de página

  
**INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
**ING. VICTOR ACUÑA**  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP. 70489



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 2371-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCLUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : AFUCCACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : CL/E2 + 4% VIDRIO	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1.50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 10-12-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-12-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTAL DE COLOR BLANCO.

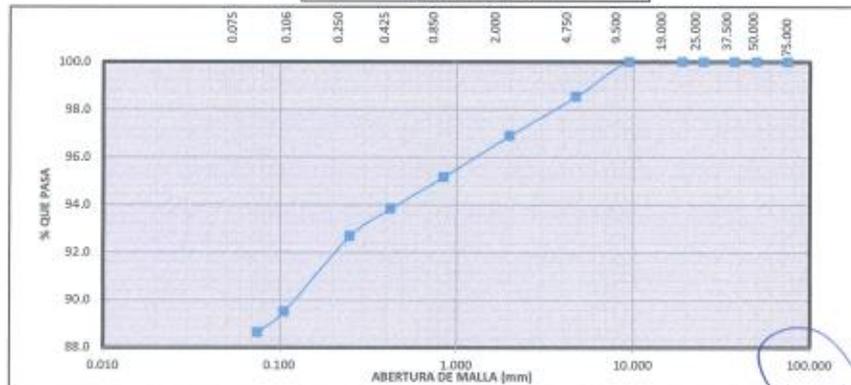
MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 2 DE 2

% GRAVA	IG %	0.00
	GF %	1.46
% ARENA	AG %	1.65
	AM %	3.07
	AF %	5.19
% FINOS		88.63
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		9.5
Forma del suelo grueso		Sub redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		-
Coefficiente de Uniformidad		-

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO	88.63%	ARENA	9.91%	GRAVA	1.46%
------	--------	-------	-------	-------	-------

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**

ING. VICTOR FELIX DUCENY  
 INGENIERO CIVIL  
 INACAL - DA - 141

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, FECHA DE MUESTREO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 HC-AS-034 REV.04 FECHA: 2021/22/19

Fin de página.

# Anexo 4-E. Ficha de resultados de Granulometría y Límites de Atterberg SN+7%VRP

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO LE-141



### Informe de ensayo con valor oficial

Registro INLE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

#### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

EXPEDIENTE N° : 2373-2021-A5  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCIALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego13@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO REICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

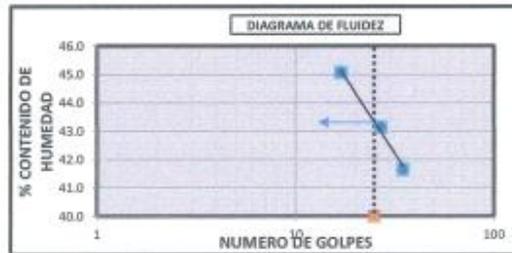
CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : CL/E2 + 7% VIDRIO	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:4786396
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 10-12-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-12-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTAL DE COLOR BLANCO.

#### MÉTODOS USADOS

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 1 DE 2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
5"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
5/8"	9.500	100.00
Nº4	4.750	99.32
Nº10	2.000	97.61
Nº20	0.850	95.79
Nº40	0.425	94.58
Nº60	0.250	92.87
Nº100	0.150	86.37
Nº200	0.075	83.84



FINO	ARENA	GRAVA
83.84%	15.48%	0.68%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ Nº40	5.42

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	43
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE PLÁSTICO	24

\* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA

\* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	AROLLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-7-6 (20)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente : 21,0 °C  
 Humedad relativa : 42%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos II y Concreto  
 Dirección del Laboratorio : Av. Mariscal Castilla N° 890 - El Yumbi - Huancayo (Paseo 1)

#### MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, FECHA DE MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-000 - REV.03 - FECHA: 2021/12/21/20

Fin de página

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70409

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-141



Informe de ensayo con valor oficial

Resolución N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 2373-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO REOCLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : C1/E2 + 7% VIDRIO	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478696
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 10-12-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-12-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTAL DE COLOR BLANCO.

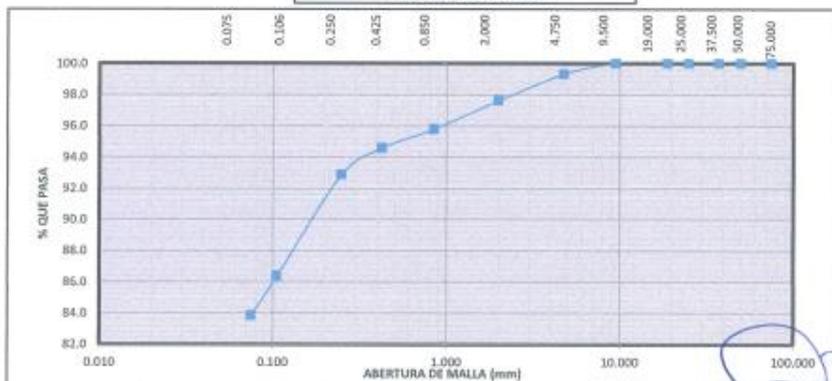
MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

Página 2 de 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0,00
	GF %	0,68
% ARENA	AG %	1,71
	AM %	3,03
	AF %	10,74
% FINOS		83,84
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		9,5
Forma del suelo grueso		Sub redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0,00
Coefficiente de Curvatura		-
Coefficiente de Uniformidad		-

CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Handwritten Signature]*  
 MIB INGENIEROS SALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70469

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, FECHA DE MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFIABILIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS

CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIERON CUALES PUEDEN PROPORCIONARLOS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-45-R66 REV.03 FECHA: 2021/12/18

Fin de página.

# Anexo 4-F. Ficha de resultados de Granulometría y Límites de Atterberg SN+11%VRP

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-141



## Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 2372-2021-A5  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego18@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECYCLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-236-2021      CÓDIGO DE MUESTRA : C1/E2 + 11% VIDRIO      PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50  
 TIPO DE MATERIAL: SUELO      CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA      UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478836  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 10-12-2021      FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-12-2021      MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTAL DE COLOR BLANCO.

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.185 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

Página 1 de 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	100.00
N°4	4.750	99.09
N°10	2.000	95.50
N°20	0.850	94.47
N°40	0.425	92.92
N°60	0.250	91.19
N°100	0.150	87.53
N°200	0.075	79.51



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
79.51%	19.57%	0.91%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°60	7.08

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	41
LÍMITE PLÁSTICO	16
ÍNDICE PLÁSTICO	25

\* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA  
 \* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	AROLLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-7-G (15)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura Ambiente : 19,9 °C  
 Humedad relativa : 49%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos R y Concreto  
 Dirección del Laboratorio : Av. Martical Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancaayo (Sede II)

**MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.**

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, FECHA DE MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SINO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PROYECTO O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-026 REV-01 FECHA: 2021/12/10

**JEFE DE LABORATORIO**  
 ING. Víctor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 70489

Fin de página



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 2372-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego81@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO REICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

CÓDIGO DE TRABAJO : P-228-2021	CÓDIGO DE MUESTRA : C1/E2 + 11% VIDRIO	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): 1,50
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	UBICACIÓN : COORDENADAS N: 8663245 E:478636
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 10-12-2021	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-12-2021	MUESTRA: MUESTRA DE SUELO EN 7 COSTAL DE COLOR BLANCO.

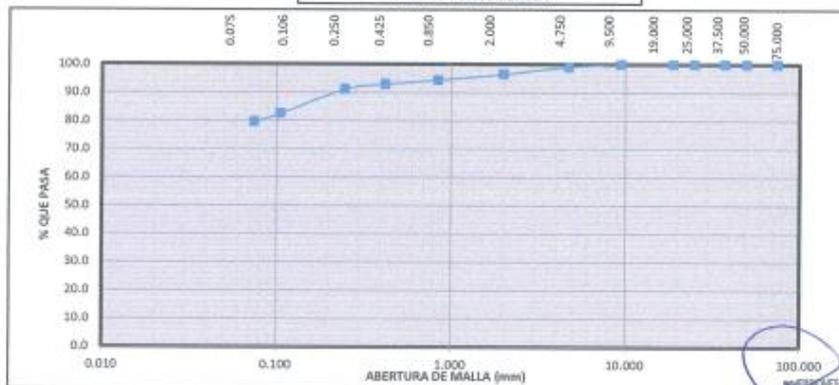
MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

Página 2 de 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	0.91
% ARENA	AG %	2.59
	AM %	3.58
	AF %	13.40
% FINOS		79.51
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		9,5
Forma del suelo grueso		Sub redondeada
Porcentaje retenido en la # 20 (No. 75) (No. 60)		0.00
Coefficiente de Curvatura		-
Coefficiente de Uniformidad		-

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO	79.51%	ARENA	19.57%	GRAVA	0.91%
------	--------	-------	--------	-------	-------

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS SAC  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGEPROSA S.A.  
 CIP: 70489

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, FECHA DE MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS INDICADORES REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIO LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-016 REV.03 FECHA: 2021/12/29

Fin de página.

# Anexo 4-G. Ficha de resultados de Proctor Modificado C-01 (Patrón o SN)

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 2205-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : ksamaniego01@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN DEL PROYECTO : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**  
**CÓDIGO DE TRABAJO** : P-226-2021 **CALICATA** : C1/E2 - PATRÓN **FECHA DE MUESTREO** : 05-11-2021  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO** : 23-11-2022  
**UBICACIÓN DE LA MUESTRA** : COORDENADAS: N:8663245 E:478636 **FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO** : 07-12-2023

### ENSAYO PROCTOR MÉTODO A NTP 339.141 (2019)

Procedimiento utilizado	A		Determinación del material	CL - ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD				
Método de preparación	SECO		Método para hallar la G <sub>o</sub>	A				
Descripción del pistón	MANUAL		Corrección de sobredimensión	NO	%			
Nro de casos:	5.00	Altura de caída del pistón (cm): 45.72	Peso del pistón (Kg): 4.54	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ): 944				
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):	27.5		Número de golpes/capa: 25.00	Gravedad Específica S/tamaño: 2.67				
Masa del suelo húmedo + molde (g)	3439.50	3617.50	3706.00	3667.00				
Masa del molde (g)	1693.50	1693.50	1693.50	1693.50				
Peso suelo húmedo compactado (g)	1746	1924	2013	1974				
Peso volumétrico húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.850	2.038	2.133	2.091				
Recipiente N°	1-7	1-E-07-665	K-78	K-30	1-22	1-7-2	12-17	K-14
Masa del suelo húmedo + tara (g)	610.10	631.10	648.10	649.70	622.30	620.00	602.40	644.80
Masa del suelo seco + tara (g)	564.8	565.5	564.3	567.4	531.3	527	498.9	534.7
Masa del Recipiente (g)	85.90	102.90	81.80	89.70	98.20	86.10	81.80	91.80
Masa del agua (g)	65.30	65.60	83.80	82.10	91.10	93.00	102.50	110.10
Masa del suelo seco (g)	458.90	462.60	482.50	477.90	433.50	440.90	417.10	442.90
Contenido de agua (%)	14.23	14.18	17.37	17.18	21.04	21.09	24.81	24.88
Promedio de contenido de agua (%)	14.21		17.27	21.07		24.84		
Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.620		1.738	1.761		1.675		
Humedad Saturación (%)	5.00		9.00	14.00		28.00		
Contenido de agua atlicionada (%)	11		14	17		20		
Peso Volumétrico Saturación	2.603		2.274	1.974		1.680		

**PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO :** 1.779 g/cm<sup>3</sup> 111.099 lbf/plie<sup>3</sup>  
**CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMO MODIFICADO :** 19.85 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA POR EL MÉTODO:		A
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO(%)	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N#4	0.00	100.00
<N#4	100.00	0.00



**CONDICIONES AMBIENTALES:**  
 TEMPERATURA AMBIENTE : 18.1 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 53%  
 ÁREA DONDE SE REALIZO EL ENSAYO : SUELOS III Y CONCRETO

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.  
 LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

REAPROBES CENTAURO INGENIEROS S.A.C. JEFE DE LABORATORIO

ING. VICTOR PERLA DUCHITS INGENIERO CIVIL CIP-7055

# Anexo 4-H. Ficha de resultados de Proctor Modificado SN+4%VRP

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 2208-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : ksamaniego18@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN DEL PROYECTO : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

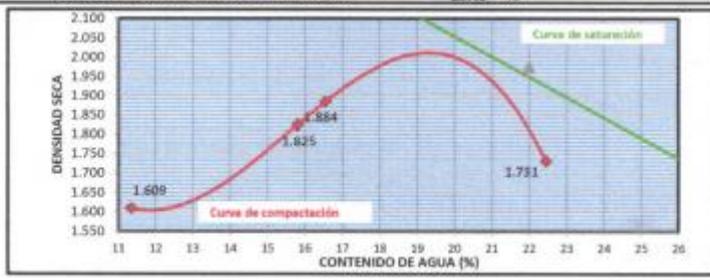
**DATOS DE LA MUESTRA**  
 CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021 CALICATA : C1/E2 + 4% VIDRIO FECHA DE MUESTREO : 05-11-2021  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 11-11-2021  
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 07-12-2021  
 UBICACIÓN DE LA MUESTRA : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

**ENSAYO PROCTOR MÉTODO A NTP 339.141 (2019)**

Procedimiento utilizado		A		Determinación del material		CL - ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
Método de preparación		SECO		Método para hallar la G		A		
Descripción del pistón		MANUAL		Corrección de sobredimensión		NO - %		
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pistón (cm):	45.72	Peso del pistón (Kg):	4.34	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	944	
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):	27.5	Número de golpes/capa:	25.00	Gravedad Específica (tamaño):	2.67			
Masa del suelo húmedo + molde (g)	3385.00		3688.50		3766.50		3694.50	
Masa del molde (g)	1693.50		1693.50		1693.50		1693.50	
Peso suelo húmedo compactado (g)	1691.50		1995		2073		2001	
Peso volumétrico húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.792		2.113		2.196		2.120	
Recipiente N°	T29-05	T20-01	T20-03	T20-09	T20-01	T20-67	T20-05	H-16
Masa del suelo húmedo + tara (g)	678.19	638.80	704.90	714.50	711.70	748.00	670.10	745.00
Masa del suelo seco + tara (g)	615.03	629.47	616.40	624.60	619.6	648.9	658.3	627.1
Masa del Recipiente (g)	56.82	57.21	57.00	55.00	57.20	57.30	57.90	106.50
Masa del agua (g)	63.16	59.43	88.50	89.90	91.90	99.10	111.60	117.90
Masa del suelo seco (g)	558.11	522.26	559.40	569.60	562.60	591.80	501.50	520.60
Contenido de agua (%)	11.27	11.38	15.82	15.78	16.33	16.75	22.25	22.65
Promedio de contenido de agua (%)		11.35	15.80	15.54	16.54	22.45		
Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm <sup>3</sup> )		1.609	1.825	1.884	1.731			
Humedad Saturación (%)		10.00	15.00	22.00	27.00			
Contenido de agua adicionada (%)		8	11	14	17			
Peso Volumétrico Saturación		2.603	2.274	1.974	1.680			

PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO : 2.005 g/cm<sup>3</sup> 125.168 tbf/pie<sup>3</sup>  
 CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMO MODIFICADO : 19.40 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA POR EL MÉTODO:		A	
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO%	PASA (%)	
3"	0.00	100.00	
2"	0.00	100.00	
3/4"	0.00	100.00	
3/8"	0.00	100.00	
Nº4	0.00	100.00	
<Nº4	100.00	0.00	



CONDICIONES AMBIENTALES:  
 TEMPERATURA AMBIENTE : 16.5 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 62%  
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS III Y CONCRETO

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.  
 LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INGENIERO CIVIL  
**Ing. Víctor Peña Dueñas**  
 CIP. 70489

# Anexo 4-I. Ficha de resultados de Proctor Modificado SN+7%VRP

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

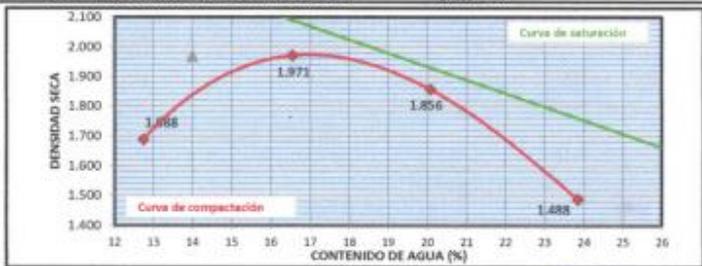
EXPEDIENTE N° : 2210-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : ksamaniego018@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN DEL PROYECTO : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021      **CALICATA** : C1/E2 + 7% VIDRIO      **FECHA DE MUESTREO** : 05-11-2021  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO** : 01-12-2021  
**FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO** : 02-12-2021  
**UBICACIÓN DE LA MUESTRA** : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

ENSAYO PROCTOR MÉTODO A NTP 339.141 (2019)							
Procedimiento utilizado	A		Determinación del material		CL - ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
Método de preparación	SECO		Método para hallar la G <sub>s</sub>		A		
Descripción del platón	MANUAL		Corrección de sobredimensión		NO	-	%
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pistón (cm):	45.72	Peso del pistón (Kg):	4.54	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	944
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):	27.5		Número de golpes/capa:	25.00	Gravedad Específica Sulfato:		
Gravedad Específica Sulfato:	2.67						
Masa del suelo húmedo + molde	(g)	3573.00	2944.00	3880.00	3515.00		
Masa del molde	(g)	1776.00	1776.00	1776.00	1776.00		
Peso suelo húmedo compactado	(g)	1797	3168	2104	1738		
Peso volumétrico húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )	1.904	2.297	2.229	1.842		
Recipiente N°		E-GT-658	J-11	K-28	K-3	L20-07	L20-03
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	782.91	755.66	730.88	660.16	857.27	858.25
Masa del suelo seco + tara	(g)	707.44	682.14	637.68	579.21	726.3	721.52
Masa del Recipiente	(g)	106.20	113.39	81.88	82.21	57.21	56.96
Masa del agua	(g)	75.47	73.52	93.20	80.95	130.97	136.73
Masa del suelo seco	(g)	601.24	568.75	556.70	496.00	669.09	664.56
Contenido de agua	(%)	12.55	12.93	16.77	16.32	19.57	20.57
Promedio de contenido de agua	(%)	12.74		16.55		20.07	23.84
Densidad húmeda del espécimen compactado	(g/cm <sup>3</sup> )	1.688		1.971		1.856	1.488
Humedad Saturación	(%)	10.00		12.00		14.00	27.00
Contenido de agua adicionada	(%)	11		14		17	20
Peso Volumétrico Saturación		2.593		2.267		1.966	1.676

**PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO :** 1.974 g/cm<sup>3</sup>      123.233 lb/ft<sup>3</sup>  
**CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMO MODIFICADO :** 17.66 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA POR EL MÉTODO:		
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO(%)	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.00	100.00
<Nº4	100.00	0.00



**CONDICIONES AMBIENTALES:**  
 TEMPERATURA AMBIENTE : 16.3 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 62%  
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS III Y CONCRETO

MUESTREO e IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.  
 LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDER ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**ING. VICENTE PERLA ALFARO**  
**JEFE DE LABORATORIO**

# Anexo 4-J. Ficha de resultados de Proctor Modificado SN+11%VRP

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 2212-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN DEL PROYECTO : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 CÓDIGO DE TRABAJO : P-226-2021      CALICATA : CL/E2 + 11% VIDRIO      FECHA DE MUESTREO : 05-11-2021  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 13-11-2021  
 UBICACIÓN DE LA MUESTRA : COORDENADAS: N:8663245 E:478636      FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 07-12-2021

### ENSAYO PROCTOR MÉTODO A NTP 339.141 (2019)

Procedimiento utilizado	A		Determinación del material	CL - ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD					
Método de preparación	SECO		Método para hallar la G <sub>c</sub>	A					
Descripción del pistón	MANUAL		Corrección de sobredimensión	NO	%				
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pistón (cm):	45.72	Peso del pistón (Kg):	4.54	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	944		
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):	27.5		Número de golpes/capa:	25.00		Gravedad Específica γ <sub>s</sub> /tamaño:	2.67		
Masa del suelo húmedo + molde	(g)	3562.50		3722.50		3722.50	3705.00		
Masa del molde	(g)	1693.50		1693.50		1693.50	1693.50		
Peso suelo húmedo compactado	(g)	1869		2029		2084	2012		
Peso volumétrico húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )	1.980		2.149		2.208	2.131		
Recipiente N°		L-9	L-12	TM-69	TM-73	L-05	L-28	L2-8	L-30
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	654.50	885.30	634.50	639.10	598.40	617.50	665.10	643.70
Masa del suelo seco + tara	(g)	607.3	812.7	574.2	579.5	532.2	549	578.4	561.2
Masa del recipiente	(g)	84.10	103.00	88.50	85.20	95.10	99.60	83.80	91.20
Masa del agua	(g)	47.20	72.60	60.30	59.60	66.20	68.50	87.00	82.50
Masa del suelo seco	(g)	523.20	709.79	485.70	494.30	437.10	449.40	494.30	469.50
Contenido de agua	(%)	9.02	10.23	12.42	12.06	15.15	15.24	17.60	17.57
Promedio de contenido de agua	(%)	9.63		12.24		15.19		17.59	
Densidad húmeda del espécimen compactado	(g/cm <sup>3</sup> )	1.806		1.915		1.916		1.812	
Humedad Saturación	(%)	5.00		9.00		14.00		21.00	
Contenido de agua adicionada	(%)	9		12		15		18	
Peso Volumétrico Saturación		2.593		2.267		1.969		1.676	

PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO : 1.933 g/cm<sup>3</sup>      120.673 lbf/pie<sup>3</sup>  
 CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMO MODIFICADO : 13.80 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA POR EL MÉTODO:		A
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO%	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
Nº4	0.00	100.00
<Nº4	100.00	0.00



CONDICIONES AMBIENTALES:  
 TEMPERATURA AMBIENTE : 16.4 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 58%  
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS III Y CONCRETO

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.  
 LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**ING. VICIBAR PEÑA DÍAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 17449

## Anexo 4-K. Ficha de resultados de California Bearin Ratio C-01 (Patrón o SN)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 2206-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-226-2021 CALICATA : C1/E2 - PATRÓN--  
 CANTERA : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

#### CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	14.205	17.274	21.066	24.837
Peso volumetrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.620	1.738	1.761	1.675

ETAPA DE COMPACTACIÓN			
IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	12.00	26.00	55.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	7896	8253	8710	8979	9452	9235
Masa del molde	3976.0	3976.0	4308.0	4308.0	4512.0	4512.0
Masa del suelo humedo	3920.0	4277.0	4402.0	4671.0	4940.0	4723.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.693	1.847	1.901	2.017	2.133	2.039
% de humedad	19.85	19.85	19.85	19.85	19.85	19.85
Densidad seca	1.412	1.541	1.586	1.683	1.780	1.702
Tara N°	1-3	H-7	L-57	TM-01	S-7	EGT-665
Tara + suelo humedo	764.9	705	574	1230.4	692.8	1218.2
Tara + suelo seco	654.1	596.4	498.3	1023.8	506.72	1030.01
Masa del agua	110.8	108.6	75.7	206.6	36.1	188.2
Masa de la tara	86.0	91.1	97.2	86.1	90.11	103.12
Masa del suelo seco	568.1	505.3	401.1	937.7	506.6	926.9
% de humedad	19.50	21.49	18.87	22.03	18.97	20.30

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : % 5.92  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : % 5.00  
 MDS : GR/CM3 1.78  
 OCH : % CH 19.85

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.  
 HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**INGENIEROS ASISTENTES CENTAURO INGENIEROS S.L.C.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70483

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE Nº : 2206-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego618@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

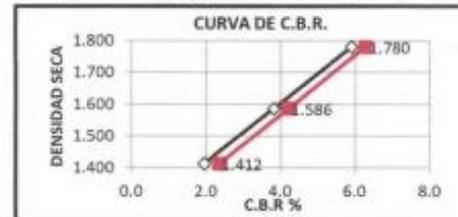
ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.044	9.81	3.27
0.070	15.72	5.24
0.173	38.81	12.94
0.260	58.43	19.48
0.354	81.80	27.27
0.465	104.54	34.85
0.617	138.75	46.40
0.819	184.04	61.35
0.980	220.35	73.45
1.117	251.03	83.68

C.H.	DENS. SECA
14.21	1.620
17.27	1.738
21.07	1.761
24.84	1.675



ESPECIMEN II (26)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.086	19.22	6.41
0.119	26.86	8.95
0.338	75.07	25.36
0.509	114.52	38.17
0.713	160.32	53.44
0.911	204.90	68.30
1.210	271.98	91.21
1.605	360.73	120.24
1.921	431.89	143.96
2.189	492.01	164.00

Nº GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
12.00	1.9	2.4	1.412
26.00	3.8	4.2	1.586
55.00	5.9	6.3	1.780



MDS	1.779
95%MDS	1.690

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	5.9	6.28
CBR AL 95%	5.0	5.35

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

INGENIERO GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO

## Anexo 4-L. Ficha de resultados de California Bearin Ratio SN+4%VRP

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 2209-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-226-2021 CALICATA : C1/E2 + 4% VIDRIO  
 CANTERA : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

#### CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	11.348	15.802	16.543	22.450
Peso volumetrico seco	g/cm3	1.609	1.825	1.884	1.731

ETAPA DE COMPACTACIÓN			
IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	12.00	26.00	55.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	7796	8156	9110	9479	10077	10358
Masa del molde	3875.0	3875.0	4189.0	4189.0	4532.0	4532.0
Masa del suelo humedo	3921.0	4281.0	4921.0	5290.0	5545.0	5826.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.693	1.848	2.125	2.284	2.394	2.516
% de humedad	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40
Densidad seca	1.418	1.548	1.780	1.913	2.005	2.107
Tara N°	K-12	L-32	TM-02	TM-05	S-16	EGT-660
Tara + suelo humedo	914.46	992.6	733.04	1270.22	928.3	1046.5
Tara + suelo seco	779.4	834.5	628.3	1050.3	793.47	869.57
Masa del agua	135.1	158.1	104.7	219.9	134.8	177.0
Masa de la tara	86.0	91.1	97.2	86.1	90.37	106.53
Masa del suelo seco	693.4	743.4	531.1	964.2	703.1	763.0
% de humedad	19.48	21.27	19.72	22.81	19.17	23.19

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : 6.12 %  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : 5.60 %  
 MDS : 2.01 GR/CM3  
 OCH : 19.40 % CH

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.  
 HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

MANEJO GENERAL DE CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**Jefe de Laboratorio**  
 ING. VICTOR PASCAL DUEÑAS  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70489

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 2209-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.052	11.77	3.92
0.084	18.86	6.29
0.207	46.57	15.52
0.312	70.11	23.37
0.437	98.16	32.72
0.558	125.45	41.82
0.741	166.52	52.33
0.982	220.85	73.62
1.176	264.42	88.14
1.340	301.23	100.41

C.H.	DENS. SECA
11.35	1.609
15.80	1.825
16.54	1.884
22.45	1.731



ESPECIMEN II (26)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.103	23.07	7.69
0.143	32.23	10.74
0.406	91.29	30.43
0.611	137.42	45.81
0.856	192.39	64.13
0.994	223.40	74.47
1.452	326.37	102.47
1.926	432.87	144.29
2.126	477.92	159.31
2.247	505.13	168.38

N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
12.00	2.3	2.8	1.418
26.00	4.6	5.2	1.780
55.00	6.1	6.6	2.005



ESPECIMEN III (55)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.176	39.46	13.15
0.365	81.96	27.32
0.613	137.90	45.97
0.817	183.75	61.25
1.156	259.75	86.59
1.274	286.29	95.43
1.696	381.19	124.42
2.139	480.93	160.31
2.448	550.31	183.44
2.757	619.70	206.57

MDS	2.005
95%MDS	1.905

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	6.1	6.56
CBR AL 95%	5.6	6.09

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 70462

# Anexo 4-M. Ficha de resultados de California Bearin Ratio SN+7%VRP

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 2211-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-226-2021 CALICATA : C1/E2 + 7% VIDRIO  
 CANTERA : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

#### CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	12.739	16.546	20.074	23.840
Peso volumetrico seco	g/cm3	1.688	1.971	1.856	1.488

ETAPA DE COMPACTACIÓN			
IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	12.00	26.00	55.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	7456	7748	8656	8926	9294	9375
Masa del molde	3976.0	3976.0	4308.0	4308.0	3946.0	3946.0
Masa del suelo humedo	3480.0	3772.0	4348.0	4618.0	5348.0	5429.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.503	1.629	1.877	1.994	2.309	2.344
% de humedad	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Densidad seca	1.284	1.392	1.605	1.708	1.974	2.004
Tara N°	E-23	J-20	L-40	TM-30	S-15	EGT-66484
Tara + suelo humedo	740.5	765.3	748.59	1046.53	744.4	1036.3
Tara + suelo seco	649.2	649.4	654.3	873.7	648.98	865.99
Masa del agua	95.3	115.9	94.3	172.8	95.4	170.3
Masa de la tara	87.0	92	103	105.2	96.01	103.92
Masa del suelo seco	558.2	557.4	551.3	768.5	563.0	762.1
% de humedad	17.07	20.79	17.10	22.49	16.94	22.35

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : 6.74  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : 6.00  
 MDS : GR/CM3 : 1.97  
 OCH : % CH : 17.00

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

*[Firma manuscrita]*  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 70420

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 2211-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego18@gmail.com

PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA

UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

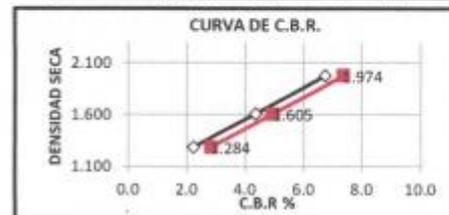
ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.050	11.18	3.73
0.080	17.92	5.97
0.197	44.25	14.75
0.296	66.61	22.20
0.415	93.25	31.08
0.530	119.18	39.73
0.704	158.19	49.36
0.933	209.81	69.94
1.117	251.20	83.73
1.271	286.17	95.39

C.H.	DENS. SECA
12.74	1.688
16.55	1.971
20.07	1.856
23.84	1.488



ESPECIMEN II (25)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.097	21.91	7.30
0.136	30.62	10.21
0.386	86.72	28.31
0.581	130.55	43.52
0.813	182.77	60.92
0.944	212.23	70.74
1.379	310.05	103.23
1.829	411.23	137.08
2.020	454.03	151.34
2.135	479.87	159.96

N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S
12.00	2.2	2.8	1.284
26.00	4.4	4.9	1.605
55.00	6.7	7.4	1.974



MDS	95%MDS
1.974	1.875

2.54 mm (0.1") 5.08 mm (0.2")	
CBR AL 100%	6.7 7.36
CBR AL 95%	6.0 6.66

ESPECIMEN III (55)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.193	43.41	14.47
0.401	90.16	30.05
0.675	151.69	50.56
0.899	202.12	67.37
1.271	286.74	95.25
1.401	314.91	104.97
1.865	419.31	134.40
2.353	529.02	176.34
2.693	605.35	201.78
3.032	681.67	227.22

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**INGENIEROS SOCIALES DE COSTA RICA S.A.S.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor P. Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70480

# Anexo 4-N. Ficha de resultados de California Bearin Ratio SN+11%VRP

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 2213-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-226-2021 CALICATA : C1/E2 + 11% VIDRIO  
 CANTERA : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

#### CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	9.626	12.236	15.194	17.586
Peso volumetrico seco	g/cm3	1.806	1.915	1.916	1.812

ETAPA DE COMPACTACIÓN			
IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	12.00	26.00	55.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	8041	8474	8792	9004	8910	9225
Masa del molde	3976.0	3976.0	4308.0	4308.0	3816.0	3816.0
Masa del suelo humedo	4064.5	4498.0	4483.5	4695.5	5094.0	5409.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.755	1.942	1.936	2.027	2.199	2.335
% de humedad	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
Densidad seca	1.542	1.707	1.701	1.782	1.933	2.052
Tara N°	K-23	Q-20	L-37	TM-14	S-14	EGT-670 #10
Tara + suelo humedo	884.2	948.63	635.6	937.3	787.7	685.8
Tara + suelo seco	794.3	474.5	572.9	808.3	784.35	594.06
Masa del agua	89.9	94.1	62.7	129.0	83.3	91.8
Masa de la tara	74.0	92.1	93.5	87.4	85.27	100.09
Masa del suelo seco	720.3	382.4	479.4	720.9	619.1	494.0
% de humedad	12.48	19.39	13.08	17.89	13.46	18.78

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : 7.52  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : 6.30  
 MDS : 1.93 GR/CM3  
 OCH : 13.80 % CH

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE RECIBIÓ.  
 HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Poma Fuentes  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70425

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 2213-2021-AS  
 PETICIONARIO : KATHERINE SUSAN SAMANIEGO SOCUALAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ksamaniego818@gmail.com  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE VIDRIO RECICLADO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS, JR. PROGRESO - CHILCA 2021  
 UBICACIÓN : JR. PROGRESO - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021

UBICACIÓN : COORDENADAS: N:8663245 E:478636

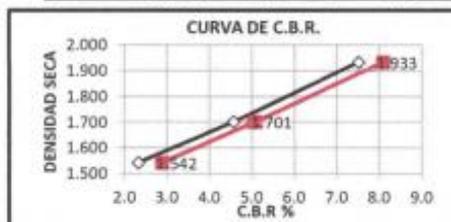
ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.052	11.74	3.91
0.084	18.82	6.27
0.207	46.46	15.49
0.311	69.94	23.31
0.436	97.91	32.64
0.557	125.14	41.71
0.732	166.10	53.15
0.960	220.30	73.43
1.173	263.76	87.92
1.337	300.48	100.16

C.H.	DENS. SECA
9.63	1.806
12.24	1.915
15.19	1.916
17.59	1.812



ESPECIMEN II (26)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.102	23.01	7.67
0.143	32.15	10.72
0.405	91.06	30.35
0.610	137.08	45.69
0.854	191.91	63.97
0.991	225.84	74.28
1.448	325.86	105.89
1.921	431.79	143.93
2.121	476.73	158.91
2.241	503.86	167.95

Nº GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
12.00	2.3	2.9	1.542
26.00	4.6	5.1	1.701
55.00	7.5	8.1	1.933



MDS	1.933
95%MDS	1.836

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	7.5	8.10
CBR AL 95%	6.3	7.00

ESPECIMEN III (55)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.222	49.92	16.64
0.461	103.68	34.56
0.776	174.45	58.15
1.004	225.70	75.23
1.462	328.60	109.53
1.611	362.15	120.72
2.145	482.20	161.45
2.706	608.38	202.79
3.097	696.15	232.05
3.487	783.92	261.31

HC-AS-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**MINISTROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70439

## Anexo 5. Panel Fotográfico



Foto 1: Realización de Calicatas



Foto 2: Traslado de muestras



Foto 3: Reciclaje de botellas de vidrio



Foto 4: Triturado de botellas



Foto 5: Tamizado de VRP



Foto 6: Tamizado de muestras



Foto 7: Granulometría SN+4%VRP



Foto 8: Límite Líquido SN+11%VRP



Foto 9: Mezcla de SN + 4%VRP para Ensayo de Proctor modificado.



Foto 10: Compactación de Proctor modificado + 4%VRP



Foto 11: Enrasado del molde para el Proctor modificado.

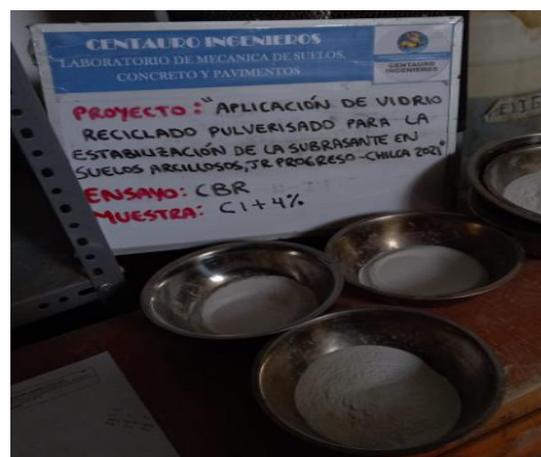


Foto 12: Dosificaciones de VRP para CBR.



Foto13: Pesaje del SN+7%VRP para CBR.



Foto 14: Compactación a 25 golpes para el CBR.



Foto 14: Saturación de los moldes de CBR.



Foto 14: Lectura del Dial luego de las 96 horas de saturación.



Foto 16: Penetración del SN+4%VRP