



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Adición de caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. Las Torres - Puente Piedra, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Padilla Gonzales, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-7964-7979)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios y también a mi familia ya que gracias a ellos con su apoyo incondicional me dan fuerzas y pude salir adelante y cumplir con cada meta trazada en este largo camino.

Agradecimiento

Agradecer a cada una de las personas que brindaron sus aportes para la elaboración de esta investigación y pudieron hacer posible su culminación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variable y Operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de dato.....	24
3.5. Procedimiento.....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
4.1. Desarrollo del procedimiento.....	29
4.2. Resultados.....	41
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de los neumáticos.....	14
Tabla 2. Propiedades del caucho vulcanizado.....	15
Tabla 3. Muestras.....	23
Tabla 4. Análisis de granulometría.....	31
Tabla 5. Distribución granulométrica.....	32
Tabla 6. Clasificación de suelos.....	32
Tabla 7. Los Límites de Atterberg.....	32
Tabla 8. Denominaciones de las dosificaciones.....	36
Tabla 9. Límites de Consistencia.....	37
Tabla 10. CBR.....	41
Tabla 11. Esfuerzo normal y Esfuerzo de corte.....	42
Tabla 12. Límites de Atterberg.....	44
Tabla 13. Densidad Seca.....	45

Índice de figuras

Figura 1. Deformación del caucho vulcanizado.....	13
Figura 2. Dispositivo de corte directo.....	16
Figura 3. Vidrio molido.....	21
Figura 4. Proceso de trituración del caucho.....	22
Figura 5: Localizacion de la Av. Las Torres, Puente Piedra.....	29
Figura 6: Av. Las Torres.....	29
Figura 7: Calicata C-1.....	30
Figura 8: Preparacion de muestras para los especímenes.....	30
Figura 9: Tamices para el ensayo de granulometría.....	31
Figura 10: Ensayo de Límite Líquido.....	33
Figura 11: Ensayo Proctor Modificado.....	33
Figura 12: Prueba de CBR.....	34
Figura 13: Caucho en polvo.....	36
Figura 14: Vidrio molido.....	36
Figura 15: Mesclado del caucho y vidrio con el suelo natural.....	36

Índice de gráficos

Gráfica 1. Curva granulométrica.....	32
Gráfica 2. Relacion Humedad – Densidad Seca.....	34
Gráfica 3. CBR.....	35
Gráfica 4: Ensayo de corte directo.....	35
Gráfica 5: Densidad Seca – Humedad D1.....	37
Gráfica 6: Densidad Seca – Humedad D2.....	38
Gráfica 7: Densidad Seca – Humedad D3.....	38
Gráfica 8: CBR - D1.....	39
Gráfica 9: CBR - D2.....	39
Gráfica 10: CBR - D3.....	39
Gráfica 11: Ensayo de corte directo - D1.....	40
Gráfica 12: Ensayo de corte directo - D2.....	40
Gráfica 13: Ensayo de corte directo - D3.....	41
Gráfica 14: CBR del suelo natural y con adición de caucho y vidrio molido.....	42
Gráfica 15: Corte directo.....	43
Gráfica 16: Límites de Aterberg.....	44
Gráfica 17: Densidad Seca.....	45

Resumen

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal: Determinar la influencia al adicionar caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. Las Torres, Puente Piedra, el tipo de investigación es aplica, el diseño cuasiexperimental, como población se usó todos los suelos arcillosos de Puente Piedra, la muestra fue extraída de una calicata y está conformada con 31 especímenes, el muestreo fue no probabilístico. El procediendo fue la obtención de muestra y posteriormente realizar ensayos de laboratorio para las distintas dosificaciones. Los principales resultados fueron el incremento al corte directo en un 51.51%, 73.07% y 75.49% mientras que, para el CBR, límites de atterberg y densidad seca las menores disminuciones fueron con la dosificación D1. Verificando que existe una influencia positiva adicionando caucho y vidrio en polvo con respecto al corte directo teniendo como mejor resultado la dosificación D1. Mientras que, para el CBR, límites de atterberg y densidad seca no existe ninguna influencia positiva utilizando estos componentes. Esta situación se presenta porque la dosificación conjunta adoptada para esta investigación con perspectivas positivas no mejora dichas propiedades. Estableciéndose entonces que de acuerdo a los antecedentes se obtendrían mejores resultados con la adición independiente de cada componente.

Palabras clave: Estabilización de suelos, suelos arcillosos, caucho en polvo, vidrio molido

Abstract

The main objective of this research work was to determine the influence of adding rubber powder and ground glass for the stabilization of clayey soils, Las Torres Avenue, Puente Piedra, the type of research is applied, quasi-experimental design, as population all the clayey soils of Puente Piedra were used, the sample was extracted from a test pit and consists of 31 specimens, the sampling was non-probabilistic. The procedure was to obtain the sample and then carry out laboratory tests for the different dosages. The main results were the increase in direct shear by 51.51%, 73.07% and 75.49%, while for CBR, atterberg limits and dry density the smallest decreases were with dosage D1. Verifying that there is a positive influence adding rubber and glass powder with respect to the direct cut, having as best result the D1 dosage. While, for CBR, atterberg limits and dry density there is no positive influence using these components. This situation arises because the joint dosage adopted for this research with positive perspectives does not improve these properties. Therefore, it was established that, according to the background, better results would be obtained with the independent addition of each component.

Keywords: Soil stabilization, clay soils, rubber powder, ground glass.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Realidad problemática, Hoy en día a nivel internacional como nacional la presencia de los suelos arcillosos en la construcción de los pavimentos, sigue siendo un problema de la ingeniería en diversos países por lo cual se impulsan la investigación para mejorar sus propiedades. La estabilización de suelos se entiende como todo aquel proceso de mejoría fundamentalmente las propiedades de la estabilidad, durabilidad, resistencia y plasticidad según (Parra Gómez, 2018, p. 10). El suelo arcilloso es un ejemplo de suelo problemático que varios investigadores han intentado mejorar. Varios enfoques físicos y químicos han sido considerados como uno de los mejores métodos de mejora del suelo de bajo costo por los investigadores. El cemento, el betún, la arena, las fibras, la cal, el caucho y los residuos plásticos son algunos ejemplos de materiales que se han incorporado como aditivos a las mezclas de suelos para mejorar sus propiedades. En el estudio realizado en Saravanampatty, Tamil Nadu, India sobre el efecto de los neumáticos de desecho en el sistema de pavimento flexible. Los trozos de neumático de forma aproximadamente cuadrada y rectangular que se utilizaron provenientes de neumáticos desechados de vehículos, el neumático triturado se mezcló con el suelo en varias proporciones y se probó la resistencia a la compresión y el CBR mostrando una mejora optima en su valor según (Murugadoss, Saranya y Prasanth, 2017, p. 3). Estudios realizados en Estados Unidos y en los Países Bajos examinó la utilización de vidrio en polvo como agente en suelos arcillosos, a diferencia de su uso como agregado. Como objetivo principal de ese estudio es averiguar la viabilidad del uso del vidrio en polvo (PG) como aditivo para la estabilización de suelos según (Bilgen, 2020, p. 3). Mientras que en Egipto se realizó el estudio a la alta plasticidad de los suelos blandos, se estabilizaron utilizando varias dosis de polvo de horno de cemento fresco (CKD) como una alternativa económica a los otros agentes estabilizadores costosos (estabilizadores o aglutinantes) como cal, cemento y otros estabilizadores químicos. La eficacia de este tipo de CKD como agente estabilizador, se observó cambios en las características mineralógicas y microestructurales de suelos estabilizados. El proceso se evaluó mediante límites de Atterberg, resistencia a la compresión no confinada (UCS), rigidez (comportamiento tensión-deformación, pH, conductividad eléctrica (EC), sólidos disueltos totales (TDS), difracción de rayos X (XRD) y barrido de electrones según (Ogila, Wam, 2021, P.1).

A nivel nacional la investigación sobre la estabilidad de suelos arcilloso tiene como objetivo el mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, lo podemos ubicar en el manual de carreteras en la parte de suelos y pavimentos según (MTC,2014, p. 92). En nuestro país como en muchos otros contamos con diversas alternativas como aditivos para la estabilización de suelos como: mazorca de maíz, cascara de coco, bagazo de caña, entre otros. El uso de materiales reciclables como el vidrio molido, el caucho reciclado y el plástico reciclado. En un estudio realizado sobre la aplicación del caucho en polvo como estabilizador de suelos arcillosos ayudara a reducir la contaminación y son usados para mejorar sus propiedades mecánicas y físicas, realizando ensayos con diferentes dosificaciones, aumentan dichas propiedades del suelo según (Alvares y Gutiérrez, 2019, p. 4). Por otro lado, en Huaraz se realizó un estudio utilizando el polvo en vidrio para la estabilización de suelos arcillosos para evaluar los efectos en la densidad máxima y resistencia al corte mediante diferentes porciones de mezclas suelo vidrio según (Poma, 2016, p. 2). En un estudio realizado en Chiclayo se evaluó los efectos al adicionar plástico procedente del reciclaje de botellas de agua y gaseosa en las propiedades mecánicas físicas del suelo arcilloso según (Flores, 2019, p. 2). Mientras en otra investigación realizada en Ayacucho donde se utilizó la ceniza de madera de fondo como aditivo para la estabilización de suelos arcillosos realizando ensayos para evaluar sus propiedades mecánicas y físicas, obteniendo mejoras en las propiedades mecánicas del suelo al usar la ceniza de madera como aditivo estabilizador según (Barriga y Quispe, 2017, p. 15). Gran parte del distrito de Puente Piedra es evidente la falta de pavimento en la mayoría de sus vías que normalmente cuentan con capas solo de afirmado. Ya que es uno de los distritos con mayor diversidad de tipo de suelos entre los cuales están los apto y no apto para la construcción ya sean para viviendas o pavimentos. Debido a los argumentos indicados es necesario evaluar las propiedades de resistencia y compresión de los suelos arcillosos al adicionar el caucho en polvo más el vidrio reciclado en polvo.

El problema general: ¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la estabilización de suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra? **Problemas específicos:** ¿Cuál es la influencia al adicionar el caucho en polvo y vidrio molido en la resistencia al corte de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra? ¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio

molido en el CBR de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra? ¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en el límite de Atterberg de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra? ¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la densidad seca de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra?

La investigación se divide en dos justificaciones las cuales son: prácticas y sociales dentro de las cuales se encuentran los ambientales. La justificación practica de esta investigación es estabilizar el suelo arcilloso con la adición del polvo de caucho y vidrio molido, además la investigación tiene una justificación social por que pretende mejorar las condiciones de vida de la población por medio del transporte, los cuales son alrededor de aprox. 2000 habitantes según (INEI, 2020) y finalmente la justificación medio ambiental puesto que cabe resaltar que, en el año 2016, el parque de automóviles del Perú produjo un aproximado de 1.750.000 neumáticos en desuso anual, que equivalen a 45.000 toneladas de residuos contaminantes según (INEI, 2016) que al utilizar caucho en polvo y el vidrio molido como aditivo a fin de reutilizar dichos materiales mitigamos la contaminación ambiental asiendo de este un proyecto eco-sostenible.

Objetivo general: Determinar la influencia al adicionar caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. Las Torres -Puente Piedra, después de dimensionar las variables se formula los siguientes: **objetivos específicos:** i) Evaluar la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la resistencia al corte de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra. ii) Evaluar la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en el CBR de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra. iii) Evaluar la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en el límite de Atterberg de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra. iiiii) Evaluar la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la densidad seca de los suelos arcillosos, Av. las Torres - Puente Piedra.

Mientras que en nuestra **hipótesis general** es: La adición del caucho en polvo y vidrio molido estabiliza el suelo arcilloso. Av. Las Torres -Puente Piedra. **Las hipótesis específicas:** i) La adición del caucho en polvo y vidrio molido mejora la resistencia al corte del suelo arcilloso. Av. Las Torres -Puente Piedra. ii)

La adición del caucho en polvo y vidrio molido mejora el CBR del suelo arcilloso. Av. Las Torres -Puente Piedra. iii) La adición del caucho en polvo y vidrio molido mejora el Límite de Atterberg del suelo arcilloso. Av. Las Torres -Puente Piedra. iiiii) La adición del caucho en polvo y vidrio molido mejora la densidad seca del suelo arcilloso. Av. Las Torres -Puente Piedra.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes: Valipour, Shourijeh y Mohammadinia (2021) en su artículo científico: Application of Recycled tire polymer fibers and glass fibers for clay reinforcement. El objetivo es investigar los efectos de las fibras de polímero de neumático reciclado (RTPF) y de las fibras de vidrio (GF) en la mejora de las propiedades de resistencia/deformación de las arcillas. Las muestras del suelo arcilloso se tomaron de Shiraz (Irán). Se realizó una serie de ensayos de compactación, compresión no confinada y corte directo en suelos compuestos preparados con precisión que incluían arcilla, con diferentes cantidades (es decir, 0,5, 1,0 y 1,5%) de RTPF y GF con diferentes longitudes (5 y 10 mm). Los resultados del ensayo de corte directo de la mezcla con 55 kpa (0.5%, 1.0%, 1.5%) de RTPF de 10mm nos resulta que para 0.5% aumenta de 55 kpa a 65 kpa para 1.0% se mantiene en 55 kpa y finalmente para 1.5% reduce de 55 kpa a 50 kpa. Mientras que para la GF de 10 mm el resultado óptimo es 1.0 % que alcanza una resistencia de 105 kpa. Se concluye que para para una mayor resistencia del suelo arcilloso lo óptimo es 0.5% de RTPF y 1.0% de GF.

Jara, Barrionuevo y Díaz (2020) en su artículo de Conferencia: Application of glass and fan shells to a clay soil to increase its mechanical properties. Como objetivo, este artículo propone el uso de vidrio reciclado y cáscaras de abanico como materiales de refuerzo. La población del estudio fue la provincia de Talara, Perú. Para evaluar de manera experimental las propiedades mecánicas de un suelo puro y mixto. El suelo arcilloso se mezcló con un 7% de polvo de vidrio (PV) y con un 3%, 6%, 10%, 12% y 15% de conchas de abanico (PCA) debidamente trituradas y pasadas por el tamiz #100. Las pruebas de tamizado granulometría, granulometría de sedimentación, límites de Atterberg, Proctor modificado y corte directo. Según resultado los ensayos realizados, la proporción que tiene un 7% de vidrio y un 6%(M2), de cascara de abanico tiene mejores resultados: En densidad máxima seca (DMS), fue 6% PCA-7% PV aumento en 0,063 g / cm³ con respecto al suelo natural (SN). En el corte directo se observa que la mezcla M2 tiene mejores resultados, Cuando la tensión normal aplicada es de 0.5 kg/cm² (49 KPa), resistencia al corte del suelo con respecto a la mezcla M2 aumenta de 0.32 kg/cm² a 0.41 kg/cm², de la misma manera para la carga aplicada de 1 kg/cm² (98.1 KPa)

la resistencia al corte aumenta de 0.61 kg/cm² a 0.78 kg/cm², y cuando la tensión aplicada es de 2 kg/cm² (196.1 KPa) la resistencia al corte aumenta de 1.16 kg/cm² a 1.35 kg/cm². En conclusión, los resultados verifican que se mejoran las propiedades del suelo arcilloso.

Benny, Jolly, Sebastián y Thomas (2017) en su artículo científico: Effect of glass powder on engineering properties of clayey soil. Como objetivo principal del estudio es investigar el uso de polvo de vidrio en aplicaciones geotécnicas y evaluar los efectos del polvo de vidrio de desecho en la resistencia al corte, la compresibilidad y CBR del suelo arcilloso por medio de pruebas de corte directo, ensayo Proctor estándar y ensayo de CBR. Como resultado el material de vidrio en polvo se añade al suelo en diferentes como 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% resultando que el ángulo de fricción interna(ϕ) es 18, 21, 25, 32, 37 y 37, la densidad seca (gr/cm³) es 1.464 gr/cm³, 1.47 gr/cm³, 1.48 gr/cm³, 1.49 gr/cm³, 1.47 gr/cm³ y 1.46 gr/cm³ respectivamente, mientras que a la resistencia al corte (N/mm²) son 0.058, 0.061, 0.062, 0.065, 0.07 y 0.071 y finalmente los resultados del ensayo CBR Porcentaje de polvo de vidrio añadido (% en peso del suelo) , 2%, 4%, 6% y 8% los resultados fueron 4.38%, 7.29%, 12.8% y 7.2%. Se concluye que el ángulo de fricción interna y los resultados del UCS del del suelo aumentan con la adición de polvo de vidrio hasta un valor óptimo del 8%. Cuando se aumenta el contenido de polvo de vidrio, el valor de la densidad seca del suelo se incrementa aún más. En general, se puede concluir que la estabilización del suelo con polvo de vidrio es una técnica de mejora del suelo buena y económica especialmente en proyectos de ingeniería en suelos débiles.

Shinde, Kamble y Ambi (2019) en su artículo científico: Stabilization of soil and rubber crumb by using CBR test. El objetivo del estudio es la viabilidad al estabilizar el suelo mediante el uso de polvo de caucho para diferentes muestras de suelo. El estudio se realizó en la India ya que es uno de los países que más reutiliza el caucho. Se realizo las pruebas California Bearing Ratio (CBR). Teniendo como resultado la muestra uno: arcilla más polvo de caucho en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% resultado del CBR 8.32%, 8.95%, 9.24%, 8.68% respectivamente. En conclusión, el mayor porcentaje del CBR al mezclar suelo arcilloso más polvo de caucho el porcentaje optimo es 10% de caucho ya que aumentando el porcentaje disminuye al CBR.

Murugadoss, Saranya y Prasanth (2017) en el artículo científico: Soil stabilisation using rubber waste and cement (standard proctor test and CBR). El objetivo del presente estudio, el caucho y el cemento usados se combinan con el suelo y se investigan las propiedades del suelo arcilloso en diferentes proporciones de la mezcla. Con los ensayos de Proctor estándar y el ensayo CBR. Las muestras de suelo se tomaron de Saravanampatty, Tamil Nadu, India. Los resultados Prueba de relación de carga de California se encuentro que el valor de CBR para el suelo normal es 8.23%, con 2.5 mm penetración es 8,32% y penetración de 5 mm como 7,05%. Prueba: suelo + 2% cemento + 5% caucho, El valor CBR del suelo es 9,15% con 2,5 mm penetración es 8.14% y penetración de 5 mm es 9.15%, el Suelo + 4% Cemento + 5% Caucho, el valor CBR para el suelo es 9.29% con una penetración de 2.5 mm como 9.29% y una penetración de 5 mm como 8.14%, el suelo + 2% Cemento + 10% Caucho el valor CBR para el suelo es 10,4% con 2,5 mm penetración es 10,4% y penetración de 5 mm como 10,4%, el suelo + 4% Cemento + 10% Caucho el valor CBR para el suelo es 10,4% con 2,5 mm penetración es 10,4% y penetración de 5 mm como 8,4%, el suelo + 2% cemento + 15% caucho el valor CBR para el suelo es 8,6% con 2,5 mm penetración es 8,6% y penetración de 5 mm es 7,95%, el suelo + 4% cemento + 15% caucho el valor CBR para el suelo es 6.66% con 2.5 mm penetración es 5,92% y penetración de 5 mm es 6,66%. Como conclusiones el valor máximo de CBR se alcanza con una mezcla de 4%. de cemento y 10% de caucho. La disminución de la resistencia se debe a la adición adicional de caucho por encima del 10%, porque, cuando se agrega caucho adicional, el neumático retiene menos cantidad de tierra y la carga se transfiere completamente por el caucho solo y no por el suelo.

Mahdi y Al-Hassnawi (2018) en su artículo científico: Assessment of subgrade soil improvement by waste glass powder. La muestra de suelo poco cohesivo se trajo de un lugar situado en la ciudad de Al-Seniyah, cerca de Al-Diwaniyah en la gobernación de Al-Qadisiyah (180 Km al sur de Bagdad). El objetivo de este estudio experimenta es ver el efecto al adicionar vidrio en polvo en las propiedades del suelo arcilloso. Se realizo diferentes pruebas a la compresión no confinada y la resistencia al cizallamiento y CBR. Como resultado Valores de CBR % para todas las mezclas de suelo-vidrio con porcentaje de 3%, 5%, 7% y

9% los cuales fueron 3.67%, 4.82%, 7.59% y 13.74% respectivamente. Como conclusión se mientras más porcentaje de polvo de vidrio más aumente el CBR.

Kokila, Bhavithra, Hemapriya, Iniya y Madhunigga (2017) en su artículo científico: Experimental investigation on soil stabilisation using rubber crumbs on expansive soil. El objetivo principal es aumentar el valor CBR al suelo usando polvo de caucho. Se realizaron diferentes pruebas como: prueba de compactación Proctor y prueba del CBR. Las pruebas se realizaron con un porcentaje creciente de caucho en polvo generalmente 5%, 10%, 15% junto con 3% de cal como constante. Como resultado se obtuvo con 3% de cal y 5% de caucho en polvo los límites líquidos(LL), límites plásticos(LP), índice de plasticidad(IP), contenido de humedad(CH), densidad seca(DC) Y CBR fueron 46.5%, 30%, 12.5%, 17.5%, 15.79gm/cm³ y 4.9% respectivamente con 3% de cal y 10% de caucho en polvo el LL, LP, IP, CH, DC Y CBR fueron 45%, 33%, 11.75%, 18.32%, 17.20gm/cm³ y 5% respectivamente, con 3% de cal y 15% de caucho en polvo el LL, LP, IP, CH, DC Y CBR fueron 43.5%, 35.5%, 11%, 19.75%, 18gm/cm³ y 5.2% respectivamente. Se concluyeron lo siguiente aumento del valor CBR con el aumento del porcentaje de caucho en polvo con un 3% de cal como constante. El contenido de humedad y la densidad seca aumentan con el porcentaje de polvo de caucho, los límites de atterberg son más aptas con el 5 % de caucho.

Blayia, Sherwania, Ibrahim, Farajc y Daraeia (2020) en su artículo científico: Strength improvement of expansive soil by utilizing waste glass powder. El objetivo es mejorar la propiedad de resistencia del suelo expansivo para este estudio se seleccionó el polvo de vidrio de desecho (WGP). La muestra de suelo fue tomada de la carretera Hamilton Soran-Jundean en la ciudad de Soran/Iraq. El WGP se trituró y se mezcló con la muestra de suelo en varios porcentajes: 2,5 %, 5 %, 10 %, 15 % y 25 % del peso seco del suelo. Se realizaron varias pruebas de laboratorio para el suelo expansivo tratado y no tratado con los diferentes porcentajes de WGP, incluyendo los límites de Atterberg, la compactación, el hinchamiento libre, la resistencia a la compresión (UCS), resistencia al cizallamiento directo, y pruebas de la relación de soporte de California (CBR). Como resultados del estudio una disminución sustancial de los límites de Atterberg. El LL se redujo de 44,20% a 22,28%. Además, el LP se modificó ligeramente de 24,81% a 16,44%. El IP se redujo significativamente del

19,39 % al 5,84 %, cuando el WGP se añadió el 25 % en peso seco del suelo. Los resultados de la resistencia a la compresión de los especímenes aumentan de 205,01 kPa a 360,10 kPa con la cantidad de WGP del 15%. Sin embargo, con 25% de WGP la resistencia a la compresión se desplomó a 332,54 kPa. En conclusión, el porcentaje óptimo de WGP para mejorar la CL (arcilla de baja plasticidad) es de aproximadamente el 15% en peso seco de la muestra de suelo porque las propiedades geotécnicas del suelo expansivo van disminuyendo después de esta cantidad.

Shakri y Kannia (2016) en su artículo científico: *Effect of rubber powder and lime on slope failure in clay soil*. El objetivo de la investigación consiste en mejorar sus propiedades físicas del suelo arcilloso mediante el uso de polvo de caucho y cemento portland como aditivo. La población de estudio fue la autopista Selayang-Rawang, Selangor, Malasia. Se han llevado a cabo dos pruebas, que son la Prueba Proctor Estándar y el Método de Prueba Estándar para la Unidimensionalidad en el suelo arcilloso, con 8% y 16% de polvo de caucho y 4% a 10% de cal. Como resultado la primera muestra de suelo arcilloso, con un 8% de polvo de caucho y 10% de cal, se sometió a la prueba de compactación, y se alcanzado 2,67 g/cm³ (densidad seca máxima) óptimo contenido de humedad (OPM), mientras que, en la segunda muestra de suelo arcilloso, con un 16% de polvo de caucho y 10% de cal, se obtuvo, 2,81 g/cm³ (densidad seca máxima). En conclusión, se demuestra que, en este estudio, una pequeña cantidad de 8% de polvo de caucho y 10% de cal no contribuyó mucho a la mejora de la rigidez del suelo. Sin embargo, cuando se agrega más polvo de caucho y cal en exceso del 16% de polvo de caucho y el 10%, se puede aumentar la rigidez del suelo en comparación con la muestra sin polvo de caucho.

Rathee, Shivdasani, Sharma y Yash (2018), en su artículo de conferencia: *Soil Stabilization using Powdered glass*. El proyecto tiene como objetivo determinar el cambio notable en el comportamiento del suelo después de mezclarlo con algún aditivo. Para este propósito se tomó vidrio roto como aditivo en diferentes balances hasta el 20% del peso total en masa. Se realizaron dos pruebas principales de este proyecto, a saber, la prueba de compactación Proctor y la prueba de la relación de soporte de California, tanto en el suelo no reforzado como en el reforzado con diferentes proporciones de polvo de vidrio. Como

resultados a la densidad seca máxima el Suelo sin refuerzo es 1.761, suelo con 5% de vidrio es 1.827, suelo con 10% de vidrio es 1.864, suelo con 15% de vidrio es 1.819. Los valores del CBR contenido de vidrio (%) para 0% es 23.8%, para 5% es 24.133%, para 10% es 24.32, para 15% es 24.26%. Concluimos que la densidad seca del suelo se incrementó hasta el 10% (máximo) y disminuye aún más en el 15% y después. El mismo resultado se obtuvo para el valor CBR del suelo que resultó ser el más alto en el 10% y luego el valor disminuyó en el 15%.

Como bases teóricas tenemos: La estabilización del suelo es un método para mejorar las propiedades del suelo mediante la mezcla de otros materiales. Las mejoras incluyen el aumento del peso unitario seco, la capacidad de carga de los subsuelos in situ, las arenas y otros materiales de desecho con el fin de reforzar las superficies de las carreteras y otras aplicaciones geotécnicas según (Firoozi, Olgun y Baghini, 2017).

Especificaciones técnicas del vidrio: El vidrio es material inorgánico dura, frágil, amorfa que este compuesto por silicatos sólido y cal $\text{SiO}_2(\text{Na}_2\text{O})_m(\text{CaO})_n$. Para esta investigación se usó el Vidrio sodocálcico según (NTP E040). Este vidrio es el que se utiliza para la fabricación de diferentes tipos de depósitos (botellas, vidrios para ventanas y vidrios laminados), los depósitos fabricados a partir del vidrio sodocálcico son fijos, de modo que no contaminan el contenido del mismo. Son poco resistentes al altercado térmico. Los vidrios sódico-cálcico están conformados sobre todo por sílice, sodio y calcio. La sílice es una porción de la materia prima, el sodio da cierta facilidad de fusión y el calcio suministra la firmeza química. Sin el contenido de calcio el vidrio sería soluble y casi no serviría para nada. Este arquetipo de vidrio se derrite con suma sencillez y es el más económico. La mayoría de los vidrios incoloros y transparentes tiene esta estructura. La mayoría de las ventanas en los proyectos de edificación, desde la más altas hasta la más bajas están conformados por este tipo de vidrio sodocálcico. La diferencia que existe entre una ventana grande de una pequeña son los espesores con los que cada uno cuenta que dependerá del tipo de diseño que se requiera en una obra de edificación. De acuerdo al tipo de construcción se utilizará un tipo de ventana el cual se encuentra en diferentes normativas de acuerdo a la clasificación que se encuentra el vidrio a utilizar según (Tessy López y Ana Martínez, 2020).

Especificaciones técnicas del caucho: El reglamentó técnico para neumáticos nos indica los tipos de neumáticos usados en el Perú por lo cual para esta investigación usaremos el neumático tipo 2 radial que son usados mayormente por automóviles según (RTN, 2008). El proceso de vulcanización fue descubierto por Charles Goodyear en 1880 por el cual el caucho tiene más resistencia y solidez al momento de su proceso de fabricación a neumáticos. Como se muestra en la Figura 1.

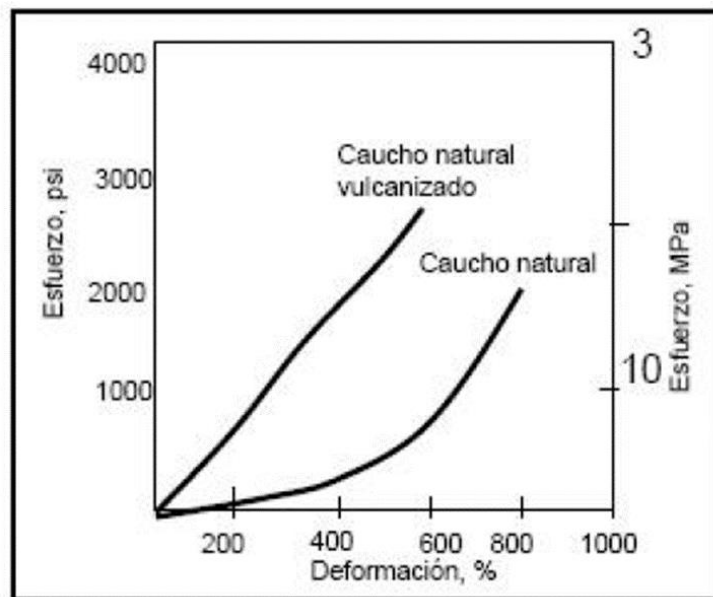


Figura 1. Al realizar el proceso de vulcanización el caucho cambia su estado de ser un material termoplástico a uno elastomérico. Como se observa las deformaciones son muy diferentes.

Hoy en día la mayoría de los neumáticos de vehículos son radiales ya que están compuesto por una estructura de arcos radiales, cinturón de acero lonas de cascara, cinturones estabilizadores, laterales, tela de cuerpo y banda de rodadura. El elemento primordial del neumático de vehículos es el caucho con la mitad de su peso. El caucho es un material polímero cuyas medidas pueden variar dependiendo al tipo de esfuerzo al que son sometidos y vuelven a su estado original después de retirar el esfuerzo. Los diferentes tipos de caucho, tienen propiedades diferente de uno de los otros, pero tienen algo en común que al ser vulcanizados son duraderos por tal motivo su tiempo de desintegración en el medio ambiente es mayor al ser duraderas. Con respecto a la combinación, los cauchos naturales dan elasticidad mientras que los sintéticas dan estabilidad térmica como efecto de esta combinación ayuda a la durabilidad y adaptación de

las exigencias del tránsito. El caucho natural está formado por cis1, cuatro polisopreno mezclado con proteínas en cantidades pequeñas, lípidos y sales inorgánicas entre otros. Los neumáticos son una mezcla de pequeñas porciones del negro de humo que contiene carbono, fibras de refuerzo que son textiles y de acero lo cual dependiendo del fabricante son las cantidades de acero y fibras sintéticas. Los vulcanizantes como el azufre que ayuda a entrelazar la cadena de polímeros, los acelerantes que son agregados órganos sulfurados, benzotiazol, oxido de zinc y ácido esteárico y los retardantes como nitroso difenil amina entre otros según (castro, 2008).

Tabla 1. *Composición de los neumáticos*

Componentes	Tipo vehiculo		Función
	Automóviles % en peso	Camiones % en peso	
Cauchos	48	45	Estructural – deformación
Negro humo	22	22	Mejora oxidación
Óxido de zinc	1,2	2,1	Catalizador
Materia textil	5	0	Esqueleto estructural
Acero	15	25	Esqueleto estructural
Azufre	1	1	Vulcanización
Otros	12		Juventud

Fuente: Castro, 2008

Como se observa en el siguiente cuadro, las propiedades del caucho natural vulcanizado de otros elastómeros sintéticos.

Tabla 2. *Propiedades del caucho natural vulcanizado*

Elastómero	Resist. A la tracc. PSI	Elongamiento %	Densidad g/cm ³
Caucho natural vulcanizado	2,5-3,5	750-85	0,93
SBR	0,2-3,5	400-600	0,94
Neopreno	3-4	800-900	1,25
Silicona	0,6-1,3	100-500	1,1-,16

Fuente: Castro, 2008

En la práctica el uso de neumáticos de desecho, incluidos los trozos de neumáticos, las mezclas de virutas de neumáticos y tierra, pedazos de neumáticos y neumáticos enteros en la utilización de la ingeniería civil. Esta práctica incluye el uso de neumáticos, trozos de neumáticos, y mezclas de virutas de neumáticos y tierra como relleno ligero de terraplenes, relleno ligero de muros de contención, capas de drenaje, aislamiento térmico para limitar la penetración de las heladas debajo de las carreteras, relleno aislante para limitar la pérdida de calor de los edificios y sustitución de tierra o roca en otras aplicaciones de relleno. Es responsabilidad del ingeniero de diseño determinar la conveniencia de utilizar neumáticos de desecho en una aplicación concreta y seleccionar las pruebas y especificaciones aplicables para facilitar la construcción y el resguardo del medio ambiente. Esta práctica tiene por objeto fomentar una mayor utilización de neumáticos de desecho en aplicaciones de ingeniería civil según (ASTM D 6270 – 98 (Reapproved 2004)).

PROPIEDAD DE RESISTENCIA

El ensayo de corte directo, determina la resistencia al corte de los materiales drenados y consolidados. En el ensayo normalmente se utilizan tres o más muestras con diferentes condiciones de carga para determinar la resistencia al corte con el desplazamiento. Resumiendo, este ensayo radica en poner la muestra que se va a ensayar en el instrumento de corte directo y emplear una fuerza predeterminada, humedecido o drenado (o ambos) a la muestra a ensayar. Afianzar la muestra en condiciones de esfuerzo normal, remover los seguros de los marcos que sostienen a la muestra a ensayar y mover un marco horizontal con relación a la otra con una velocidad periódica de alteración por

corde midiendo la fuerza tangencial como también el desplazamiento horizontal de la muestra que fue cortada (Figura 2) (ASTM: 3080-98).

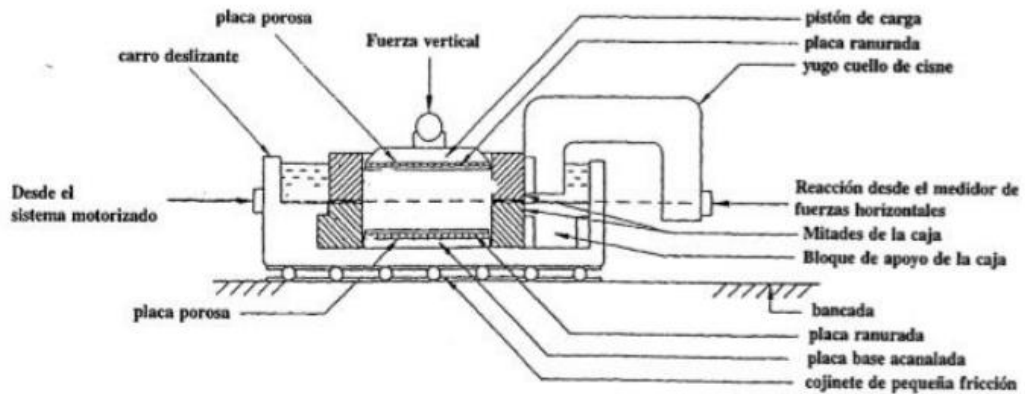


Figura 2. Dispositivo de corte directo

Este método de ensayo sirve para determinar el California Bearing Ratio (CBR) la subrasante del pavimento, la subbase y la base a partir de las muestras compactadas en el laboratorio. El ensayo está destinado primordialmente pero no limitado a estudiar la dureza de los materiales con tamaños máximos de partículas inferiores a 3/4 pulg. (19 mm). El ensayo permite determinar el CBR de un material considerando el contenido óptimo de humedad a partir del ensayo de compactación indicado y un peso unitario seco indicado. Resumen del método, La prueba del coeficiente de soporte de California es aplicar una carga a la superficie de la muestra del suelo y se utiliza en los estudios del suelo como apoyo para la elaboración y diseño de pavimentos. Las pruebas de laboratorio se utiliza un vástago redondo para introducir a un molde de material compactado con una rapidez de introducción periódico. El CBR se enuncia como la relación de la carga unitaria en el vástago necesaria para introducir 0,1 pulgadas (2,5 mm) y 0,2 pulgadas (5 mm) de la muestra del suelo a la carga unitaria necesaria para introducir un material estándar de piedra en grava bien graduada. Corresponde a los organismos solicitantes especificar el alcance del ensayo para satisfacer protocolo de la agencia o los requisitos específicos de diseño. Posible alcance de las pruebas incluye: Los ensayos de penetración CBR se realizan en cada punto de acuerdo con el método C del D 698 o D 1557. El molde del ensayo CBR con el disco espaciador detallado en la norma tiene las mismas

dimensiones internas que un molde de compactación de 6 pulg. (150-mm) de diámetro. Otra alternativa es que el ensayo CBR se realice sobre material compactado a un contenido de agua y densidad específicos. Alternativamente, se puede indicar un rango de contenido de agua para uno o más valores de densidad. Esto requerirá a menudo una serie de muestras preparadas utilizando dos o tres esfuerzos de compactación para el contenido de agua especificado solicitados. Los esfuerzos de compactación se consiguen siguiendo procedimientos de D 698 o D 1557 pero variando los golpes por capa para producir densidades por encima y por debajo de la densidad deseada según (ASTM D 1883 – 07).

PROPIEDAD DE COMPACTACION.

Los Límites de Atterberg son pruebas de laboratorio normalizados los cuales son: límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad los cuales se definirán, Límite líquido (LL) es el contenido de humedad de un suelo en porcentajes, el límite está definido entre los estados semilíquido y plástico, el límite plástico (PL) es el contenido de humedad de suelos en porcentaje, el límite está definida entre los estados plástico y semisólido, el Índice de plasticidad (IP) es el nivel de contenido de humedad donde el suelo se comporta plásticamente. Matemáticamente es la resta entre el límite líquido y plástico. Resumiendo, el ensayo: el espécimen se procesa para eliminar cualquier material detenido en el tamiz número 40. El límite líquido se obtiene realizando pruebas donde se lleva una parte del espécimen en una copa de bronce, dividido en dos por un ranurador luego se deja fluir a causa de los impactos ocasionados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar mientras el límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente en un hilo de 3.2 mm (1/4 pulg.) a una pequeña porción de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduce al punto de quiebre y no pueda ser más re enrollado nuevamente. El contenido de humedad del suelo a este punto se define como el límite plástico y finalmente el índice de plasticidad se puede medir como la resta entre el límite líquido y plástico según (ASTM D 4318 – 05).

El ensayo de Proctor modificado es un método de compactación en laboratorio los cuales determinan la relación del contenido de humedad y la densidad del suelo. Como resumen del ensayo se considera una muestra de suelo con un

contenido de humedad seleccionado el cual se coloca en un molde de medidas dadas en cinco capas. En cada capa es compacta por 25 o 56 golpes de un apisonador de 44.48N dejándolo caer desde una altura de 457.2mm lo cual suelo es sometida a un esfuerzo de compactación de 2700KN/M3. El proceso se repite un número suficiente de contenido de humedad la cual establece la relación entre la densidad y el contenido de humedad de la muestra del suelo. Teniendo los resultados se podrá graficar la llamada curva de compactación. Los resultados del contenido de humedad y densidad modificado se determinan a partir de la curva de compactación según (ASTM D1557 – 12).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipos y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: En cuanto a las investigaciones científicas abarca todos los temas relacionados existentes, de acuerdo al propósito de la investigación pueden clasificarse en investigaciones puras que busca la solución de problemas cognitivos es decir busca la creación de nuevos conocimientos que sea válidos, las aplicadas buscan conocer, actuar y modificar una problemática de la realidad por lo que los proyectos de ingeniería se encuentran en este tipo de investigación y tecnológicas que busca la solución de problemas prácticos que se manifiesta en el diseño de nuevos productos o procedimientos según (Borjas, 2012. p.10). De acuerdo con lo indicado anteriormente por el propósito es una investigación **aplicada**, ya que cuenta con bases teóricas y científicas sobre la estabilización de los suelos por lo que se verá aplicada en la resistencia de los suelos arcillosos adicionado caucho en polvo y vidrio molido.

3.1.2. Nivel de investigación: El nivel de una investigación se entiende por el grado de profundidad con el que aborda un tema u objeto de estudio los cuales se clasifican en exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa que establece la relación causa efecto, según Arias (como se citó en Gallardo, 2017, p. 53). De acuerdo a lo indicado anteriormente el nivel de investigación es **explicativo** ya que pretende explicar la relación causa y efecto de las variables dependiente e independiente.

3.1.3. Diseño de investigación: se entiende por diseño el plan o estrategia para verificar si es o no cierto que el resultado es correcto como también si es bien concebido el diseño el producto último de un estudio (sus resultados) tendrá mayores posibilidades de ser validados, según (Paitán, Dueñas, Vilela y Delgado, 2018, p.349). Se clasifican en dos diseños experimentales son aquella donde la hipótesis se comprueba mediante el manejo de las variables y no experimental no puede probar las relaciones causales entre dos variables o elementos según (Borjas, 2012. p.13-14). Por lo expuesto anteriormente la investigación es **cuasiexperimental** porque se manipula el caucho en polvo y vidrio molido (variable independiente) para luego verificar si hay cambios en la resistencia de los suelos arcillosos (variable dependiente). Además, la muestra es no aleatoria.

3.2. Variable y operacionalización

Las variables son características, propiedades o cualidades que pueda tener el objeto del estudio ya que, de forma directa o indirecta, siendo una propiedad cuyo contenido puede variar y ser susceptible para medirse y observarse según (Borja, 2012, p.22).

3.2.1. Las variables de esta investigación son:

Variable independiente (VI): caucho en polvo y vidrio molido.

Definición conceptual: el vidrio es un material solido de aspecto duro y por lo general es transparente y se diferencia de los cristales debido a que este no presenta subestructuras amorfas según (Peñafiel, 2016, p.34).



Figura 3. Vidrio molido

La molienda del vidrio es mediante un procedimiento donde se utilizan diferentes equipos en los que se encuentran el molido de bolas o máquina de los ángeles donde a través del apisonamiento es triturado el vidrio por las esferas de plomo según García y Morales (como se cita en Walhoff, Tello. 2017, p.27).

Los cauchos son materiales elastomericos los cuales al ser vulcanizados le da una resistencia y solidez al momento de la fabricación del neumático según (Peláez, Velásquez y Giraldo, 2017, p. 29).

Para la obtención del material molido los neumáticos reciclados pasan directamente por la trituradora donde cuentan con dos rodillos que contiene cuchillas que parten el neumático, luego los trozos pasan a una trituradora granular para luego pasar a separar el material textil y acero según (Huamán y Muguerza, 2019, p.32).



Figura 4. Proceso de trituración del caucho

Variable dependiente (VD): estabilización de suelos.

Definición conceptual: la estabilización de suelos tiene como propósito mejorar las propiedades de resistencia minimizando su sensibilidad al agua y el cambio de volumen. Por ello gracias a la estabilización se puede utilizar los suelos de baja calidad para la realización de construcciones de carreteras o cimentaciones de edificaciones según (Pereyra, 2018, p.41).

3..2.2. Matriz de operacionalización:

La operacionalización de variables es un procedimiento en el cual nos indica y explica cómo se demostrarán las variables (medición) en el cual se dividen en indicadores para poder medirlos según (Borja, 2012, p.22).

La matriz de operacionalización encuentra en el Anexo N°2.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población:

La población es un conjunto finito o infinito de elementos con cualidades o características en común según (Gallardo, 2017, p. 63).

La población de nuestra investigación abarca todos los suelos arcillosos con la adición de caucho en polvo y vidrio molido en el distrito de Puente Piedra.

Muestra:

La muestra es un sub conjunto de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, además tiene que ser representativa de la población según (Hernández et al, 2014, p.173).

La muestra de nuestra investigación se tomará de la avenida las Torres porque según el estudio de sismica y vulnerabilidad realizada por la Municipalidad de Puente Piedra en julio del año 2011 de diferentes tipos de suelo en el distrito la zona elegida tiene presencia de suelos arcillosos siendo un suelo problema tanto para la construcción de viviendas y pavimentos por el cual se realiza la investigación usando material reciclable como aditivo. Se obtuvo como muestra una sección de la av. Las torres el cual se realizó 1 calicata de 1.50 de profundidad de acuerdo al manual de carreteras y una vez obtenida la muestra se realizará los ensayos de laboratorio correspondientes.

Finalmente, la muestra de análisis está definida por:

Tabla 3. Muestras

CODIGO	DOSIFICACION	Nº DE MUESTRAS
D0	SN	7
D1	10%C+10%P	8
D2	13%C+10%P	8
D3	15%C+10%P	8
		31

Fuente: elaboración propia

Muestreo:

El muestreo es un procedimiento que permite la selección de las unidades de estudio que conformaran parte de la muestra, con la finalidad de recoger datos requeridos por la investigación que se desea estudiar según (Palacios, Valdivia, Romero y Ñaupas, 2014).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente el muestreo es no probabilístico por conveniencia de la investigación y está constituida.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Técnicas:

Son un grupo de normas y métodos para establecer un proceso y alcanzar un definido objetivo los cuales pueden ser las técnicas de observación directa, cuestionario, entrevistas, análisis documentario y test según (Palacios, Valdivia, Romero y Ñaupas, 2014, p.273).

En este trabajo de investigación se usó la técnica de observación directa ya se observará como se realizará los ensayos de laboratorio al utilizar el caucho en polvo y vidrio molido para estabilizar los suelos arcillosos, basado en la ficha técnica de recolección de datos.

Instrumento de recolección de datos:

Para la recopilación de datos de los ensayos realizados con la muestra extraída se utilizaron fichas técnicas. Las fichas técnicas servirán para colocar datos generales y características del suelo en combinación con el caucho en polvo y vidrio molido.

Instrumento: son recursos que utiliza el investigador para registrar los datos de las variables a estudiar pueden ser fichas técnicas, guía de entrevista, relación de preguntas, etc. Según (Hernández, 2014). Para el instrumento de recolección de datos se efectuó un formato para medir los ensayos de laboratorio, los instrumentos son dispositivos que nos ayudan a recolectar información de la realidad, los materiales que se usaron en la tesis son: suelo natural (arcilla) caucho en polvo, vidrio molido, fichas técnicas, ensayos.

Para este trabajo de investigación se emplearon protocolos como el ASTM D 1557(ensayo de compactación Proctor modificado), ASTM 3083(corte directo), ASTM D 6270(aplicación del caucho en la ingeniería civil), ASTM C 1012(vidrio reciclado). Generándose las siguientes fichas de recolección de datos:

Ficha N°1: Corte Directo ver en el Anexo N° 3.

Ficha N°2: CBR ver en el Anexo n° 4.

Ficha N°3: Limites de Atterberg ver en el Anexo N° 5.

Ficha N°4: Densidad Máxima ver en el Anexo N° 6.

Validez:

La validez es el grado de un instrumento en que mide realmente la variable que se desea medir, según (Hernández, 2014, p.200). Para la validación de nuestro instrumento de recolección de datos (ficha técnica) se consideró el juicio de experto para evaluar que la información recolectada es consistente a la investigación.

Experto N°1: Elmer Moreno H., CIP: 210906, Nota, Firma, Anexo N° 3,4,5,6 (Fichas).

Experto N°2: Yesenia Cubo B., CIP:115803, Nota, Firma, Anexo N° 3,4,5,6 (Fichas).

Experto N°3: Efran Rodriguez F., CIP:74002, Nota, Firma, Anexo N° 3,4,5,6 (Fichas).

Confiabilidad:

La confiabilidad se refiere a la capacidad del instrumento para votar datos que correspondan a la realidad que pretende conocer, con respecto a la medición cuantitativa se tiene que cumplir tres condiciones: confiabilidad, validez y objetividad, según (Hernández y Mendoza, 2018, p. 323). Para nuestro proyecto los equipos utilizados en los respectivos ensayos de laboratorio de suelos deberán estar calibrados para tener resultados precisos y no erróneos.

Horno eléctrico: certificado de calibración (Anexo 7).

Equipo para ensayos de corte directo: certificado de calibración (Anexo 7).

Equipo de Prensa CBR: certificado de calibración (Anexo 7).

Balanza Eléctrica: certificado de calibración (Anexo 7).

3.5. Procedimiento:

Los procedimientos nos permitirán describir cómo se recolecta la muestra saber cómo se manipula las variables, según (Hernández y Mendoza, 2018). Para esta investigación se dará a conocer todo los procedimientos y detalles que se seguirá para desarrollar el proyecto de investigación.

Fase1: Obtención de la muestra

- Se reconoce el lugar donde se va ubicar la muestra: Avenida Las Torres, Puente Piedra.
- Se realizo la excavación de las calicatas de una profundidad de 1.50m.
- Se obtuvo y transporto la muestra representativa del suelo de la calicata de acuerdo a la norma MTC E 104 (conservación y transporte de muestra del suelo).

Fase 2: Preparación del espécimen

- Se preparo la muestra de suelos de manera adecuada para la realización de los ensayos de laboratorio necesarios de acuerdo a la norma MTC E 105(obtención en laboratorio de muestra representativa- cuarteo).

Fase 3: Ensayos de laboratorio suelo natural (D0)

- Se realizará el ensayo de contenido de humedad natural de la muestra del suelo, el cual se lleva a cabo inmediatamente después de trasportar la muestra al laboratorio.
- Se realizará los ensayos de análisis granulométrico, limite líquido y limite plástico, con la finalidad de poder clasificar la muestra del suelo obtenida de la calicata.
- Se realizará la clasificación de la muestra de suelos utilizando los métodos de sistemas AASTHO M 145 y SUCS ASTM D 2487-11.
- Se realizará el ensayo de compactación del suelo con el ensayo de Proctor modificado para determinar la densidad máxima y contenido de humedad.
- Se realizará el ensayo de CBR para determinar el porcentaje del índice de la resistencia del suelo. Según la ASTM 1883.
- Se realizará el ensayo de Corte Directo para determinar la capacidad de resistencia del suelo. Según la ASTM 3080.

Fase 4: Ensayo de laboratorio a la muestra tratada (caucho en polvo más vidrio molido) (D1, D2, D3)

- Dosificación 10%C +10%V (D1)
- Dosificación 13%C +10%V (D2)

- Dosificación 15%C +10%V (D3)
- Para cada espécimen se le efectuar los ensayos de acuerdo a la normativa.
- Se comenzó realizando los límites de atterberg para determinar de qué manera afecta la plasticidad al suelo.
- Se realizará la prueba de compactación ensayo de Proctor modificado con el fin de calcular los nuevos resultados de la densidad seca máxima y optimo contenido de humedad.
- Se realizará el ensayo de CBR para determinar la resistencia del suelo tratado.
- Se realizo el ensayo de corte directo para determinar capacidad de carga del suelo tratado.

3.6. Método de análisis de datos:

El análisis de datos se entiende por la separación de la información básica y examinarlos con el propósito de responder las distintas preguntas planteadas en la investigación ya que pueden ser de nivel descriptiva e inferencial según (gallardo, 2017, p.81) para nuestra investigación se utilizó el análisis descriptivo porque usaremos cuadros estadísticos y gráficas y comparando resultados.

3.7 Aspectos éticos:

Definición conceptual: en una investigación la ética es importante para los científicos que realizan su estudio necesariamente deben respetar la autoría de otros trabajos mediante estilos de normativas de citación y referenciación según (Salazar, M. et al, 2018, p. 309). En esta investigación, el autor tiene el compromiso de asegurar la veracidad de las fuentes de información utilizada. De tal manera garantiza la óptima manipulación de las técnicas e instrumentos para el cumplimiento de los objetivos propuestos en esta investigación como los derechos de autor, porcentaje de similitud.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Desarrollo del procedimiento

La presente Tesis lleva por nombre “Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos en la Av. Las Torres-Puente Piedra 2021”

Fase1: Obtención de la muestra

El presente proyecto se realizó en el distrito de Puente Piedra, ubicada específicamente en la Av. Las torres con coordenada $11^{\circ}50'30''S$ con $77^{\circ}05'28''W$ con una elevación 194.00 msnm.

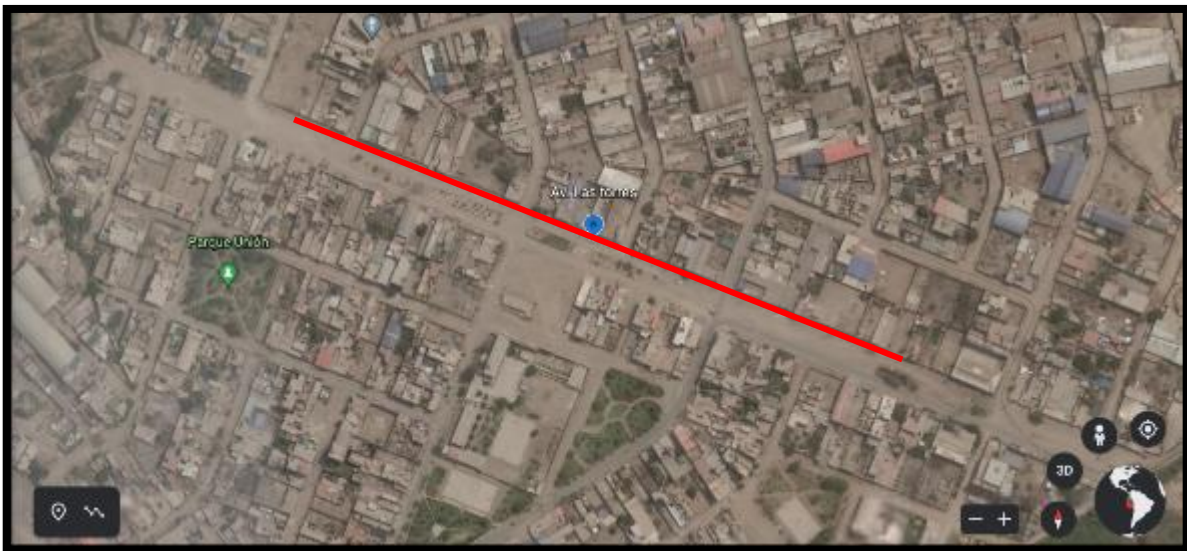


Figura 5. Localización de la Av. Las Torres, Puente Piedra.



Figura 6. Av. Las Torres- Puente Piedra.



Figura 7. Calicata C-1.

Fase 2: Preparación del espécimen del terreno natural (D0)

Después de obtenida la muestra de la calicata (C-1) se realizó la preparación de los especímenes mediante el cuarteo, que se utilizarán para cada ensayo correspondiente. Mediante la MTC E 105 cuarteo.



Figura 8. Preparación de la muestra para los especímenes.

Fase 3: Ensayos de laboratorio suelo natural (D0)

La clasificación de suelos se realizó mediante el ensayo de granulometría (ASTM D2487).

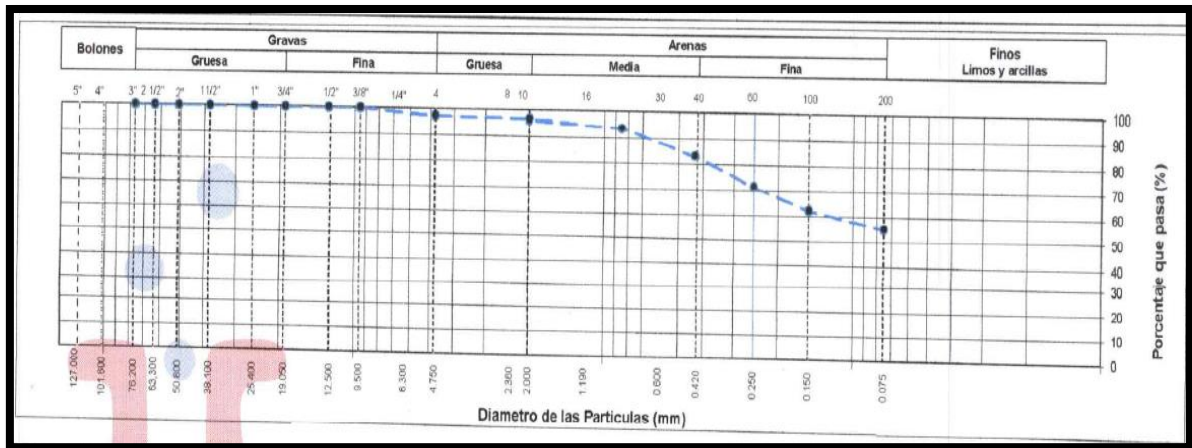


Figura 9. Tamizados para los análisis granulométricos.

Tabla 4. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA
	(mm)	C - 1
3"	76.200	100
2 1/2"	63.500	100
2"	50.800	100
1 1/2"	38.100	100
1"	25.400	100
3/4"	19.000	100
1/2"	12.700	100
3/8"	9.530	100
Nº 4	4.750	97.45
Nº 10	2.000	96.92
Nº 20	0.850	93.91
Nº 40	0.430	83.43
Nº 60	0.250	71.69
Nº 100	0.150	62.18
Nº 200	0.075	55.04
< Nº 200	FONDO	-

Fuente: elaboración propia



Grafica 1. Curva granulométrica

De los resultados obtenidos del ensayo de clasificación de suelos como se observa en la Tabla 5 el resumen de porcentajes correspondientes a grava, arena y finos.

Tabla 5. Distribución granulométrica

MUESTRA	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C - 1	2.6	42.4	55

Fuente: elaboración propia

Con respecto a la clasificación SUCS (ASTM D2487) se determinó que el suelo es CL (arcilla arenosa de baja plasticidad) para la muestra llevada.

Tabla 6. Clasificación de suelos

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (6)
Nombre del Grupo	
Arcilla arenosa de baja plasticidad	

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Los Límites de Atterberg

LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido	38
Límite Plástico	22
Índice de Plasticidad	16

Fuente: elaboración propia

Se observa en la Fig.10 El ensayo de limite liquido con la copa de Casagrande.

Mediante la norma ASTM D4318.

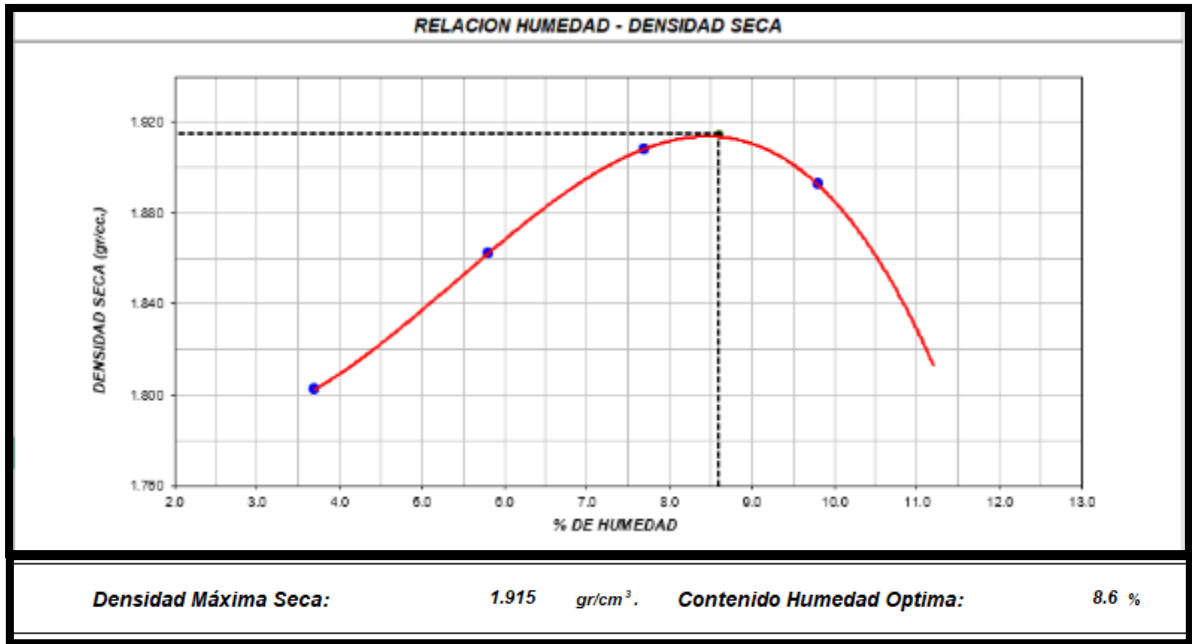


Figura 10. Ensayo de limite líquido.

Se observa en la Fig.11 Ensayo Proctor Modificado bajo la norma ASTM D-1557.



Figura 11. Ensayo Proctor Modificado.

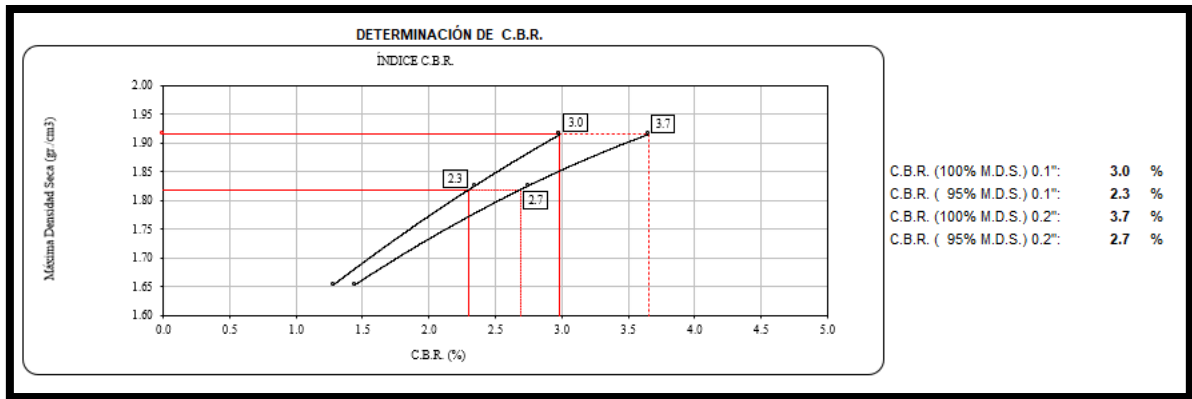


Grafica 2. Relación Humedad - Densidad Seca de la dosificación D0.

En las Fig.12 se muestra el Ensayo del CBR bajo la norma ASTM 1883.

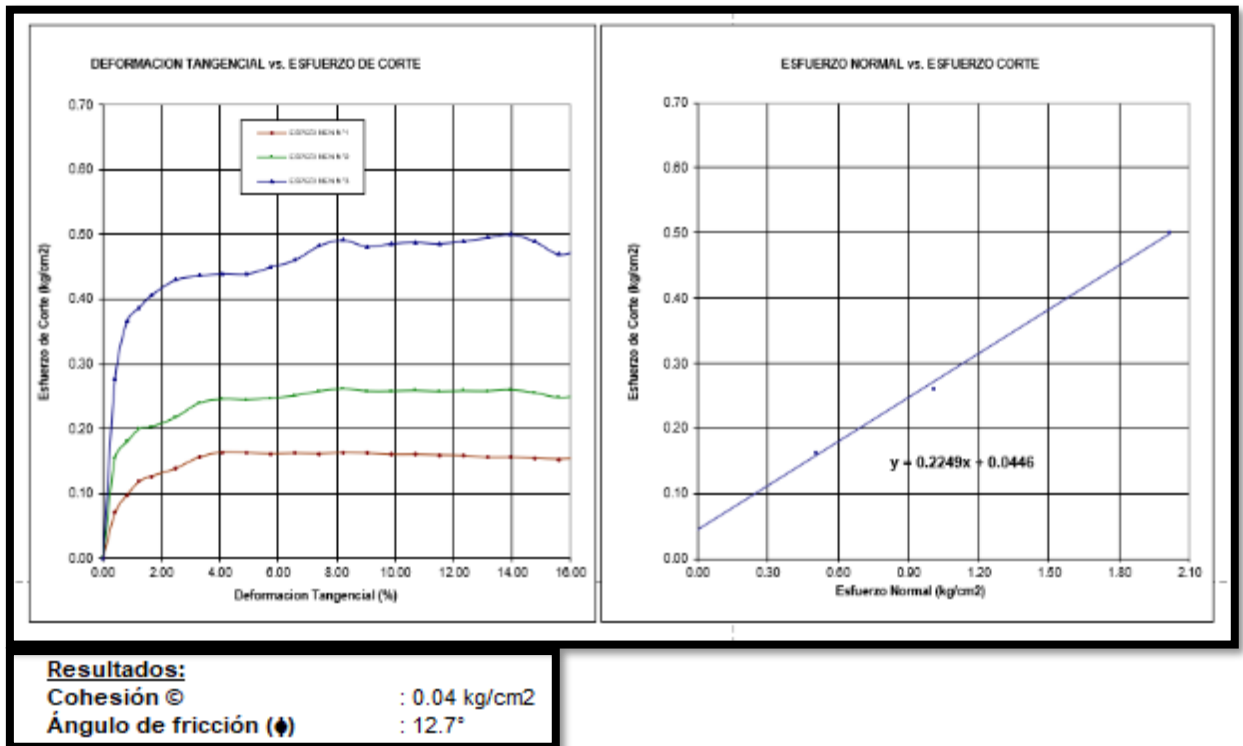


Figura 12. Realizando la prueba de CBR.



Grafica 3. CBR de la dosificación D0.

Resultado del ensayo de corte directo mediante la norma ASTM 3080.



Grafica 4. Resultado de corte directo de la dosificación D0.

Fase 4: Ensayo de laboratorio a la muestra tratada (caucho en polvo más vidrio molido) (D1, D2, D3)

Tabla 8. Denominaciones de las dosificaciones

MUESTRAS	DENOMINACION
SN	D0
10C+10V%	D1
13C+10V%	D2
15C+10V%	D3

Fuente: elaboración propia



Figura 13. Caucho en polvo.



Figura 14. Vidrio molido.



Figura 15. Mesclado del caucho y vidrio con el suelo natural para efectuar las dosificaciones.

Resultado de los límites de consistencia de los especímenes (D1, D2 y D3).

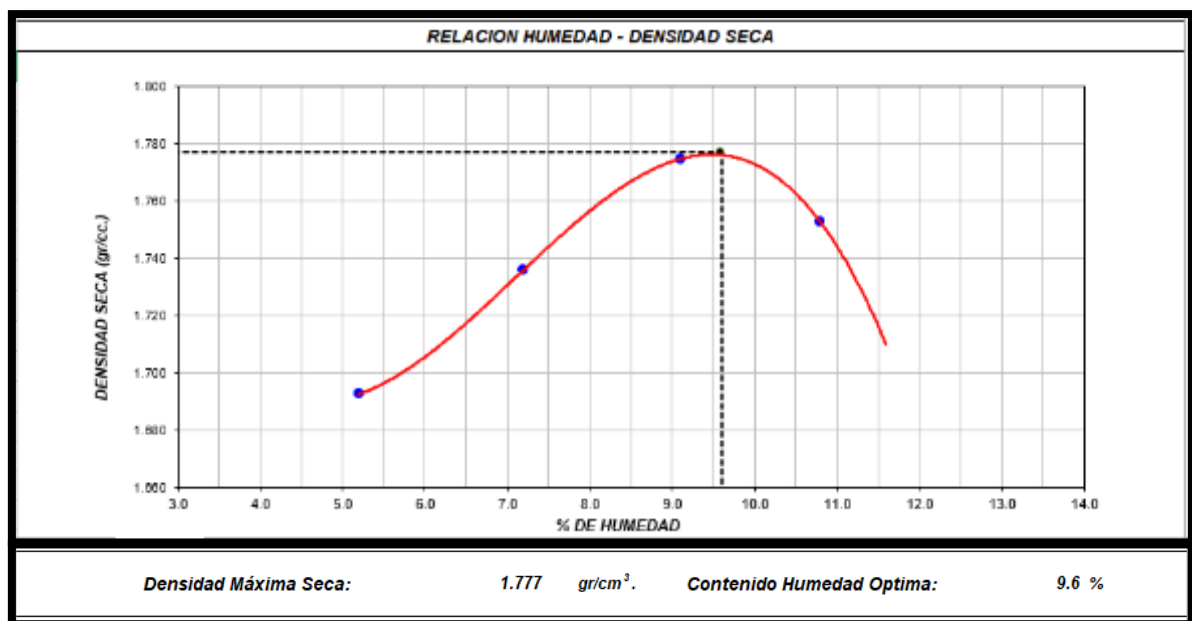
Tabla 9. Límite de consistencia de D1

LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
LIQUIDO	PLASTICO	
27.9	25.1	2.8

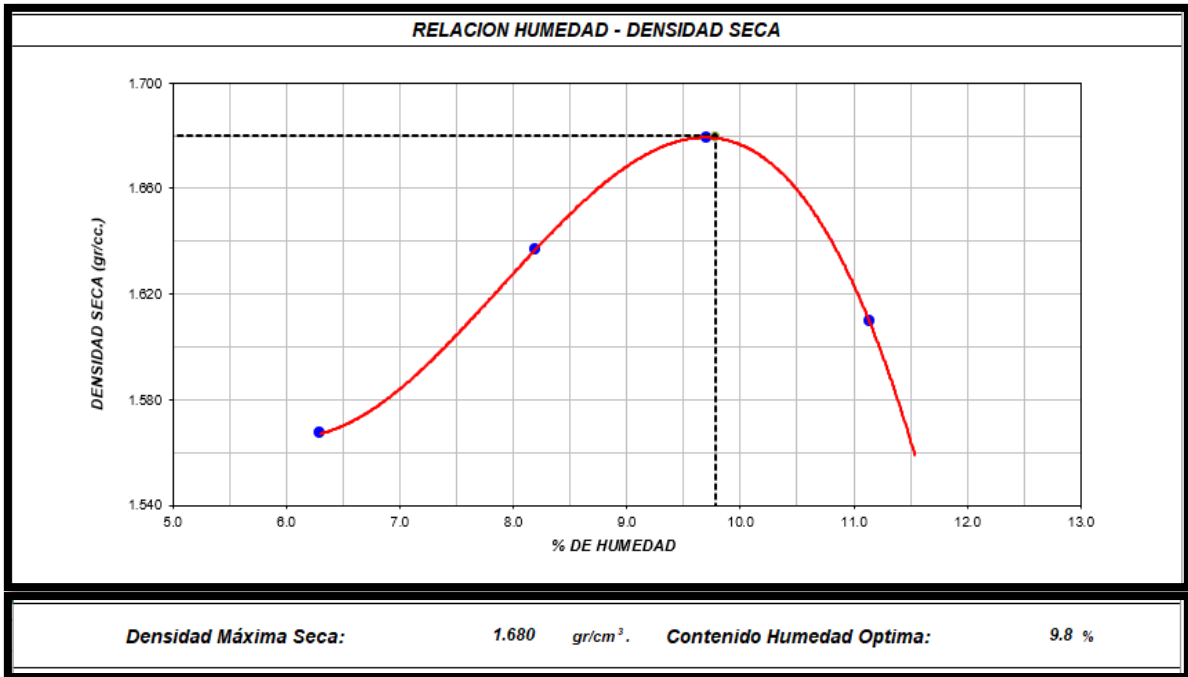
Fuente: elaboración propia

Para las dosificaciones de D2 y D3 como resultado nos indica NP (no plásticos)

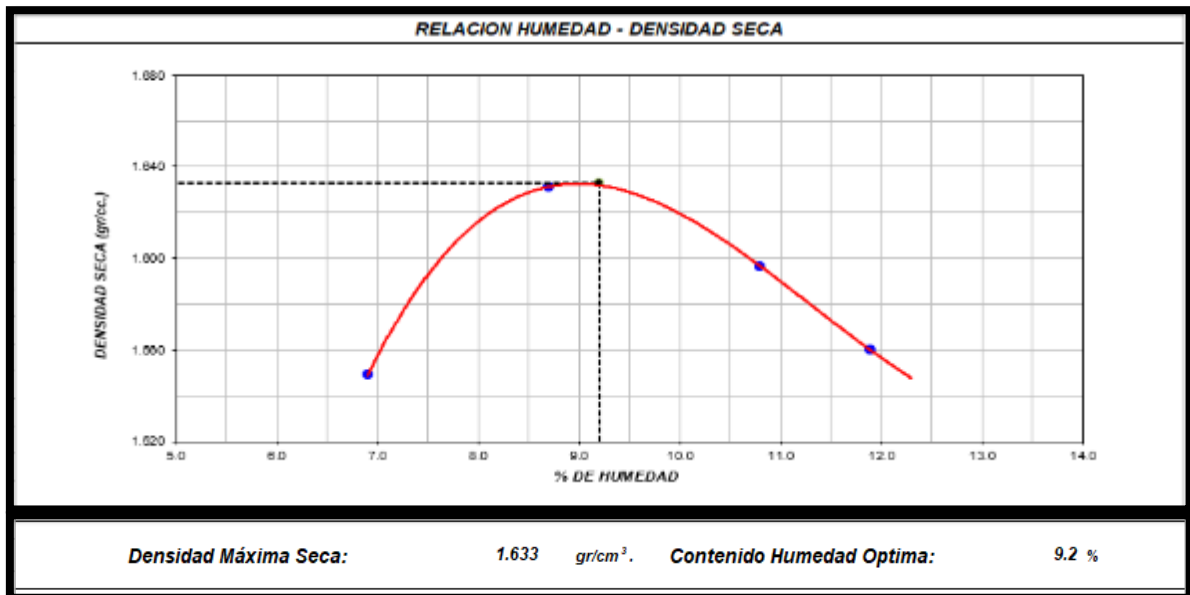
Resultados densidad de los especímenes D1, D2, D3 (Proctor modificado)



Grafica 5. Densidad Seca – Humedad D1.

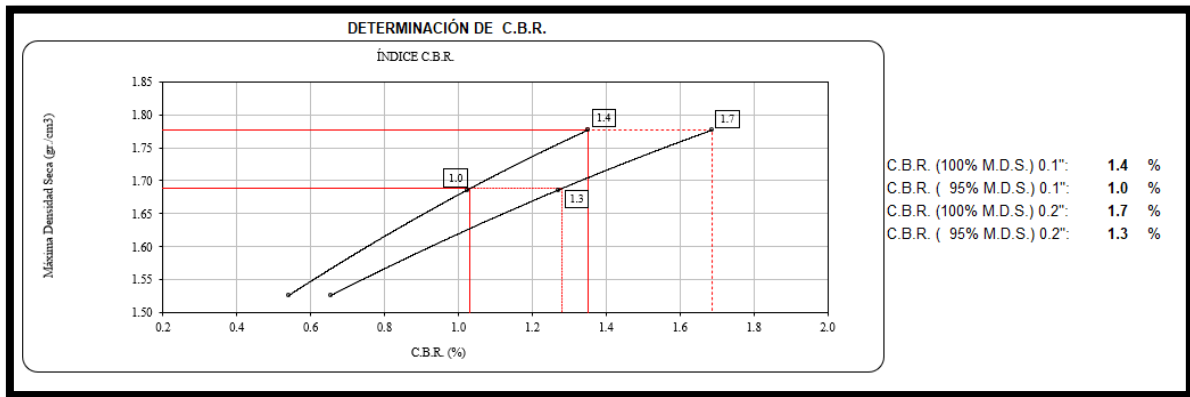


Grafica 6. Densidad Seca – Humedad D2.

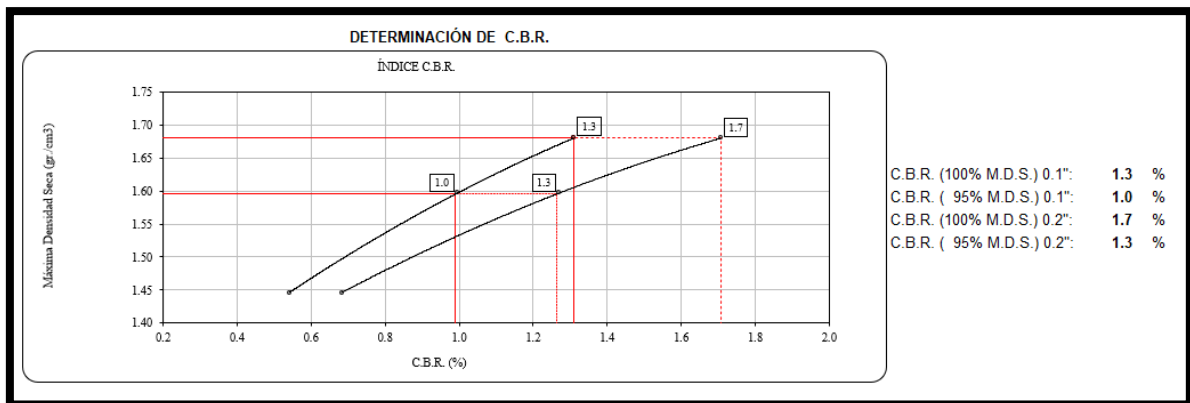


Grafica 7. Densidad Seca – Humedad D3.

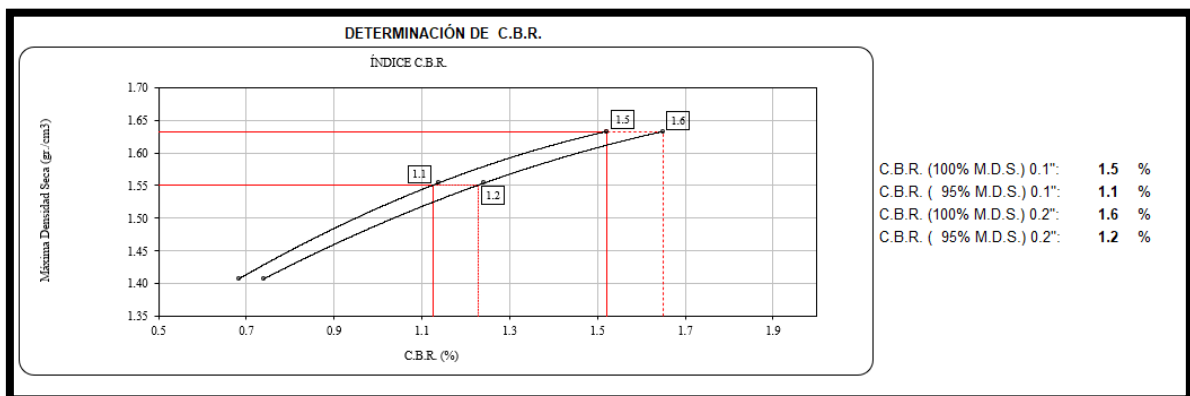
Resultados del ensayo CBR en D1, D2, D3



Grafica 8. CBR - D1.

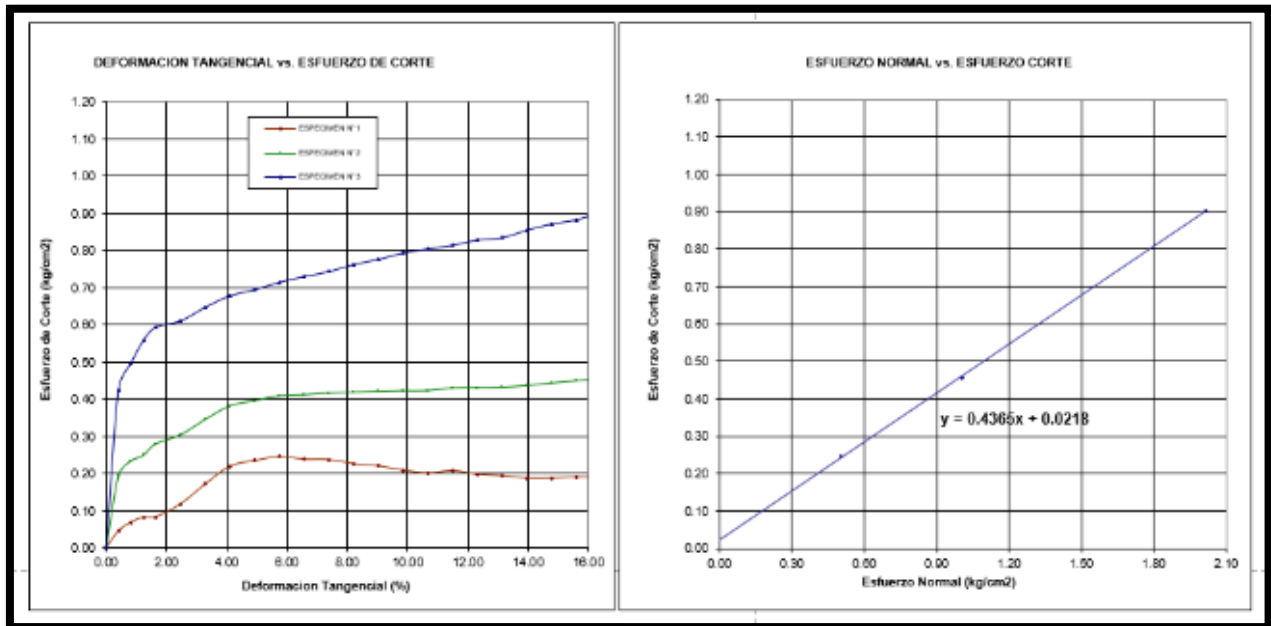


Grafica 9. CBR – D2.



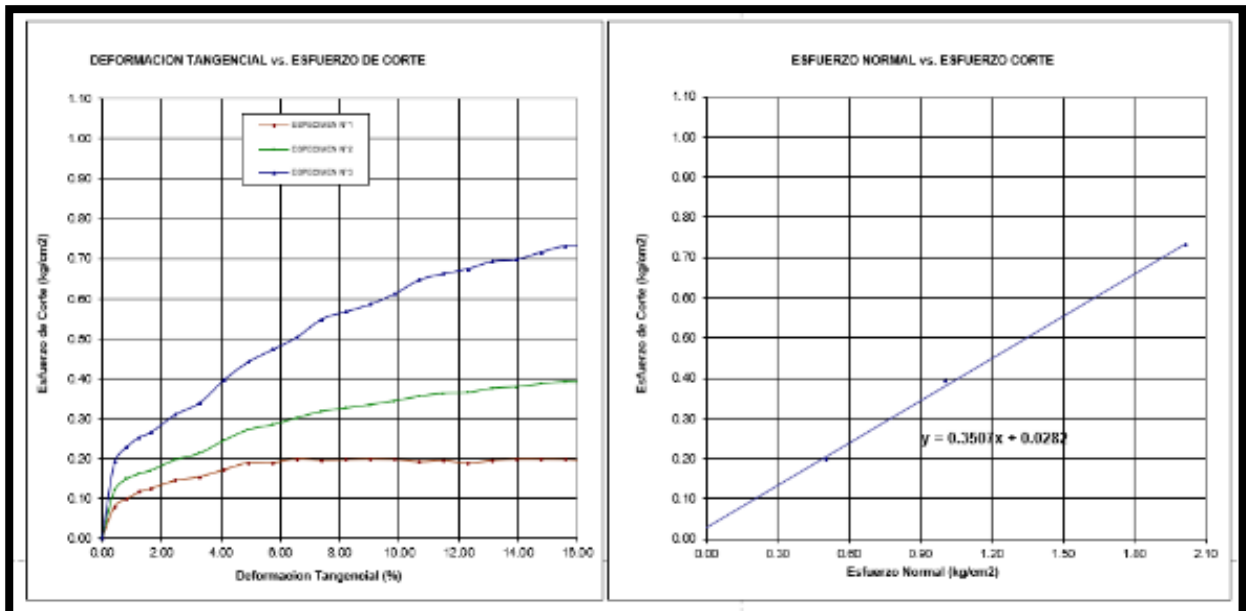
Grafica 10. CBR – D3.

Resultado del ensayo de Corte directo D1, D2, D3



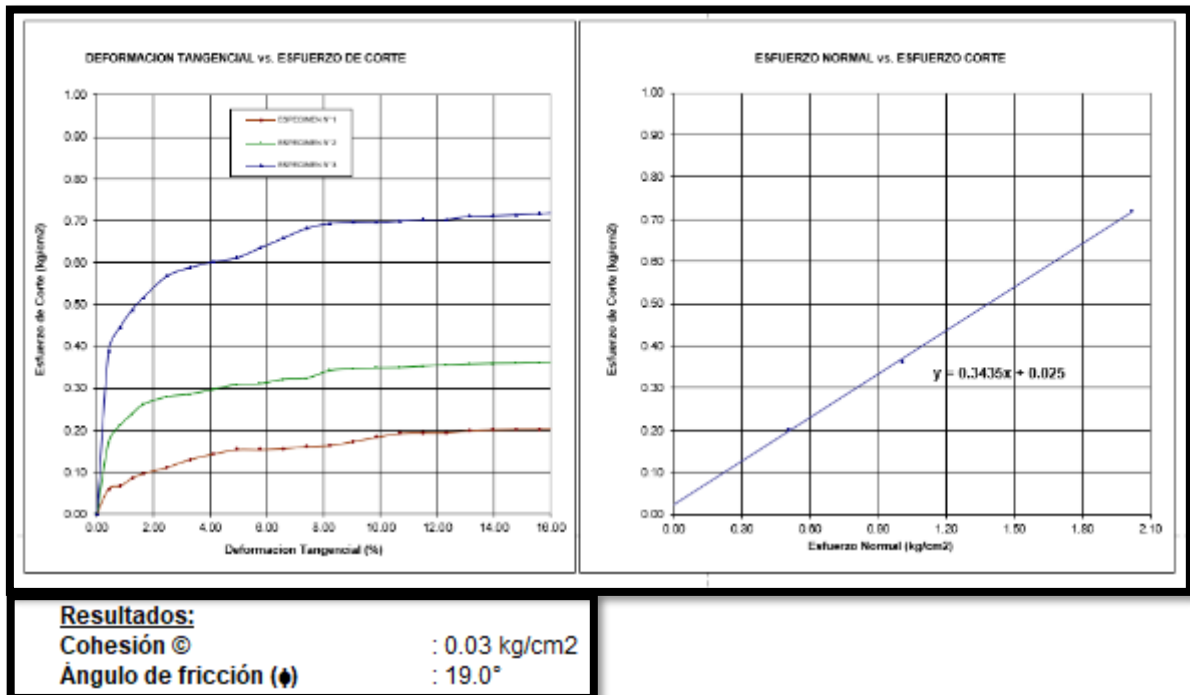
Resultados:
 Cohesión © : 0.02 kg/cm2
 Ángulo de fricción (ϕ) : 23.6°

Grafica 11. Ensayo corte directo – D1



Resultados:
 Cohesión © : 0.03 kg/cm2
 Ángulo de fricción (ϕ) : 19.3°

Grafica 12. Ensayo corte directo – D2.



Grafica 13. Ensayo corte directo – D3.

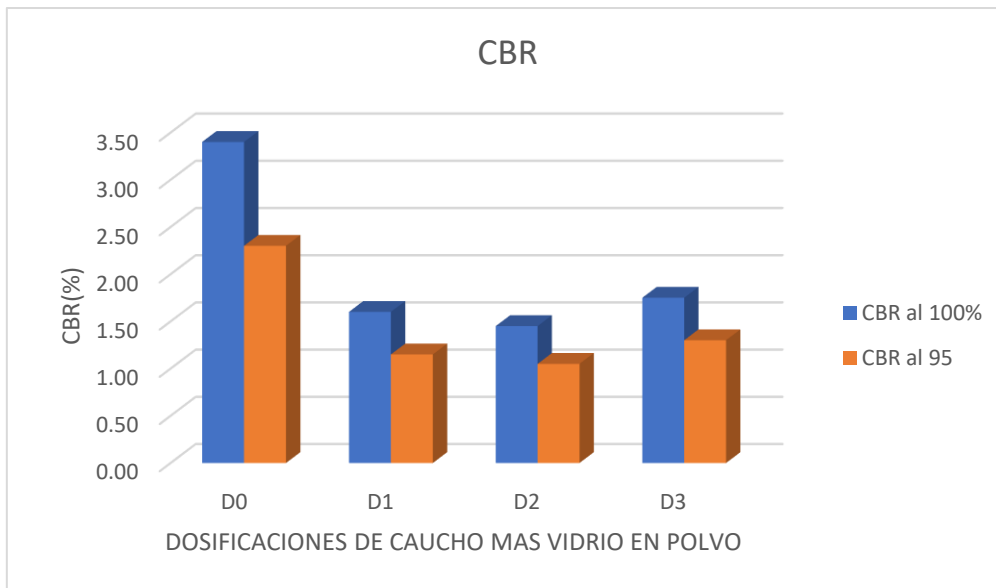
4.2. Resultados

Indicador 1: CBR

Tabla 10. CBR

MUESTRAS	CBR	
	100%	95%
D0=SN	3.40	2.30
D1=10C+10V%	1.60	1.15
D2=13C+10V%	1.45	1.05
D3=15C+10V%	1.75	1.30

Fuente: elaboración propia



Grafica 14. CBR del suelo natural con adición del caucho y vidrio molido.

Interpretación:

Según la Tabla 10 y la Grafica 14 se observa que en relación a las dosificaciones (D1, D2, D3) el mejor comportamiento de CBR se obtiene con la dosificación D3. Mejorando con respecto a la dosificación D1 en un 8.57%. En relación al CBR del suelo patrón(D0) se verifica que existe disminución en todas las dosificaciones siendo la menor disminución con la dosificación D3 en 46.97%.

Contrastación de la hipótesis:

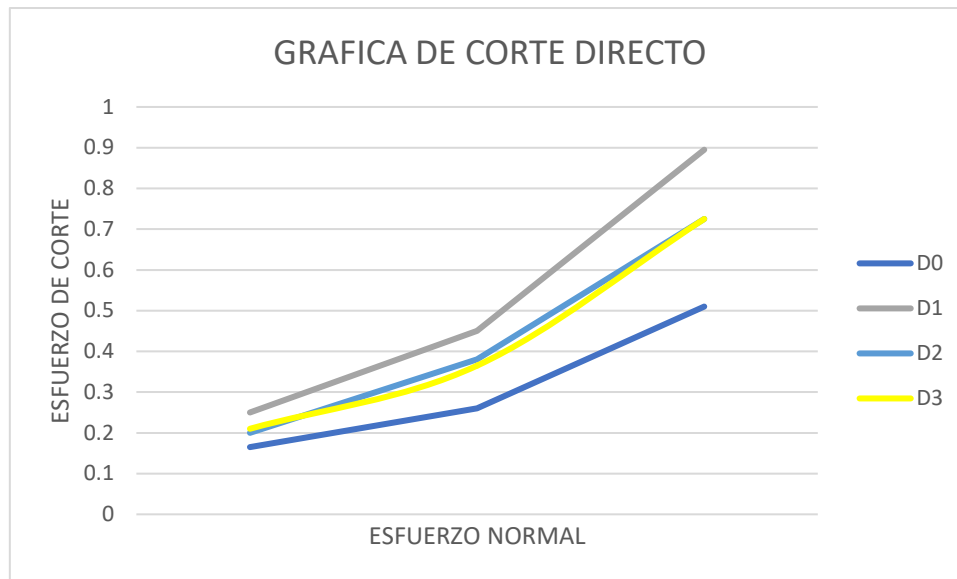
Se rechaza la hipótesis por que se verifica que al aumentar el caucho más vidrio en polvo disminuye el CBR progresivamente a comparación del suelo natural que es mayor.

Indicador 2: RESISTENCIA AL CORTE

Tabla 11. Esfuerzo Normal y Esfuerzo de Corte

ESFUERZO NORMAL	DOSIFICACIÓN			
	0.00%	10C+10V%	13C+10V%	15C+10V%
	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)
0.5kg	0.165	0.25	0.2	0.21
1kg	0.26	0.45	0.38	0.365
2kg	0.51	0.895	0.725	0.725

Fuente: elaboración propia



Grafica 15. Corte directo.

Interpretación:

Según la Tabla 11 y la Grafica 15 se observa que al usar cargas de 0.5kg, 1kg y 2 kg empleados para el ensayo en las dosificaciones D1, D2 y D3 el mejor comportamiento del corte directo se obtiene con la dosificación D1. Mejorando con respecto a la dosificación D0 en un 51.51%, 73.07% y 75.49% en relación con la dosificación D2 disminuyo en un 25%, 15% y 18% mientras que con la dosificación D3 disminuyo en un 16%, 18.8% y 18.9%.

Contrastación de la hipótesis

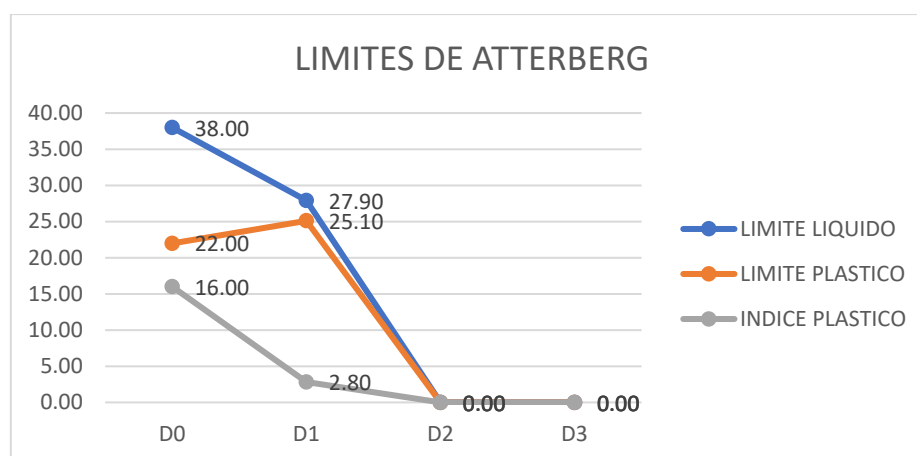
Se acepta la hipótesis por que se verifica que al aumentar el caucho más vidrio en polvo aumenta la resistencia al corte donde el pico máximo es la dosificación D1 alcanzando 0.25 kg/cm², 0.45 kg/cm² y 0.895 kg/cm² mientas que al D2 y D3 fueron disminuyendo, pero son más resistentes que el suelo natural (D0).

Indicador 3: LIMITES DE ATTERBERG

Tabla 12: Limites de Atterberg

MUESTRAS	LIMITES DE CONSISTENCIA		
	LL	LP	IP
SN	38.00	22.00	16.00
10C+10V%	27.90	25.10	2.80
13C+10V%	NP	NP	NP
15C+10V%	NP	NP	NP

Fuente: elaboración propia



Grafica 16: Limites de Atterberg.

Interpretación:

Según la Tabla 11 y la Grafica 16 se observa que en relación a las dosificaciones (D1, D2, D3) el único comportamiento que se obtuvo fue con la dosificación D1 que aumento en un 14% en el límite plástico (LP) y disminuyo en un 26.57% en el límite líquido (LL) con respecto a la dosificación D0. Mientras que con las dosificaciones D2 y D3 los resultados nos indican que son No Plásticos (NP).

Contrastación de la hipótesis

Se rechaza la hipótesis por que se verifica que al aumentar el caucho más vidrio en polvo disminuye los límites de consistencia progresivamente hasta llegar a un no plástico (NP) lo cual sucede porque cuando el límite plástico resulte igual o

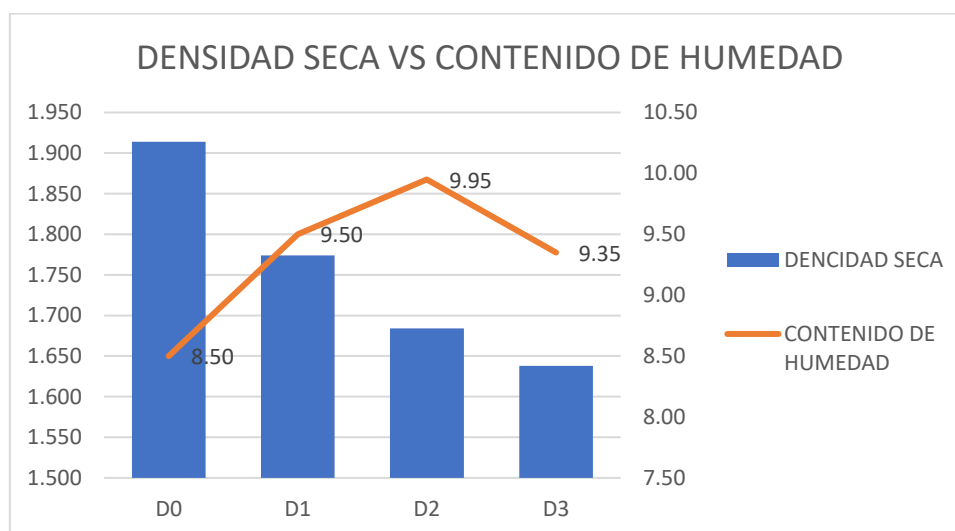
mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (No plástico).

Indicador 4: DENSIDAD SECA

Tabla 13: Densidad Seca

MUESTRAS	DENSIDAD SECA MAXIMA	
	D.C	C.H
SN	1.914	8.50
10C+10V%	1.77	9.50
13C+10V%	1.68	9.95
15C+10V%	1.64	9.35

Fuente: elaboración propia



Grafica 17. Densidad Seca.

Interpretación:

Según la Tabla 12 y la Grafica 17 que en relación a las dosificaciones D1, D2 y D3 el mejor comportamiento de la densidad seca se obtiene con la dosificación D1. Mejorando con respecto a la dosificación D2 en un 5.36%, en relación con la dosificación D3 en un 8% mientras que con relación a la dosificación D0 disminuyo en un 7.5%. Con respecto al contenido de humedad el mejor comportamiento se obtiene con la dosificación D2. Mejorando en un 5% con respecto a las dosificaciones D1 y 6.4% con respecto a D3. En relación con la dosificación DO aumento en un 17%.

Contrastación de la hipótesis

Se rechaza la hipótesis por que se verifica que al aumentar el caucho más vidrio en polvo disminuye la densidad seca a comparación de dosificación D0 (SN) en un 7.5% pero en contraste aumenta el contenido de humedad en la dosificación D2 con respecto a la dosificación D0.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Indicador 1: CBR

En el trabajo de investigación utilizando la combinación caucho en polvo más vidrio para suelos arcillosos se obtuvo los siguientes valores para el CBR al 100% de compactación; para la dosificación D0 se obtuvo 3.40%, para D1 es 1.60%, para D2 es 1.45% y para D3 es 1.75%.

Mientras que para Shinde, Kamble y Ambi (2019). Para las muestras: de arcilla más polvo de caucho en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% se obtuvo como resultado del CBR 8.32%, 8.95%, 9.24%, 8.68% respectivamente. También para Mahdi y Al-Hassnawi (2018), para las mezclas de suelo arcilloso y vidrio con porcentaje de 3%, 5%, 7% y 9% se obtuvo los valores de CBR de 3.67%, 4.82%, 7.59% y 13.74% respectivamente.

Los resultados son diferentes debido a que en el trabajo investigado se utilizó la combinación de polvo de caucho más vidrio mientras que el trabajo de shinde solo utilizo caucho y Mahdi solo vidrio, en toda la dosificación se puede observar que se obtiene mejores resultados cuando los componentes trabajan independientemente

Indicador 2: RESISTENCIA AL CORTE

En el trabajo de investigación utilizando la combinación de caucho en polvo más vidrio para suelos arcillosos se obtuvo los siguientes valores para el ensayo de corte directo realizado con cargas de 0.5kg, 1kg, 2kg para las dosificaciones teniendo como resultado en D0 se obtuvo 0.165kg/cm², 0.26kg/cm², 0.51kg/cm², para D1 es 0.25kg/cm², 0.45kg/cm², 0.895kg/cm², para D2 es 0.2kg/cm², 0.38kg/cm², 0.725kg/cm², para D3 es 0.21kg/cm², 0.365kg/cm², 0.725kg/cm² respectivamente.

Por otro lado, Valipour, Shourijeh y Mohammadinia (2021), utilizando una carga constante de 0.5kg se obtuvo para el suelo patrón es 0.49kg/cm², para 0.5% de RTPF (fibras de polímero de neumáticos reciclados) es 0.61kg/cm², para 1% de RTPF es 0.55 kg/cm² y para 1.5% de RTPF es 0.52. Así mismo Jara, Barrionuevo y Díaz (2020). El suelo arcilloso se mezcló con un 7% de polvo de vidrio (PV) y con un 6%de conchas de abanico (PCA) (M2). En el corte directo

se observa que la mezcla M2 cuando se aplica cargas de 0.5 kg/cm², 1 kg/cm², 2 kg/cm² la resistencia es 0.41 kg/cm², 0.78 kg/cm², 1.35 kg/cm².

Los resultados son similares ya que al usar la combinación caucho en polvo más vidrio molido aumento progresivamente la resistencia al corte mientras que independientemente Valipour solo utilizo fibras de caucho reciclado y Jara solo utilizo vidrio molido obteniendo buenos resultados al utilizar los materiales independientemente.

Indicador 3: Límites de atterberg

En el trabajo de investigación utilizando la combinación de caucho en polvo más vidrio para suelos arcillosos en el ensayo de los límites de consistencia para la dosificación D0 se obtuvo 38%, 22% y 16% para D1 es 27%, 25.10% y 2.80% para D2 y D3 se muestra como no plásticos respectivamente.

Mientras que para Kokila, Bhavithra, Hemapriya, Iniya y Madhunigga (2017) se obtuvo con 3% de cal y 5% de caucho en polvo los límites líquidos (LL), límites plásticos (LP), índice de plasticidad (IP), fueron 46.5%, 30%, 12.5%, respectivamente con 3% de cal y 10% de caucho en polvo el fueron 45%, 33%, 11.75%, respectivamente, con 3% de cal y 15% de caucho en polvo fueron 43.5%, 35.5%, 11%, respectivamente. Así mismo Blayia, Sherwania, Ibrahim, Farajc y Daraeia (2020) el suelo arcilloso más vidrio en polvo en porcentajes de 0% 10% y 25% tuvo una disminución en los límites de consistencia obteniendo para el LL 44.2%, 37.2% y 22,28%, el LP es 24.81%, 22.3% y 16,44% y para IP resultado 19.39%, 16.3% y 5,84 % respectivamente.

Los resultados son similares ya que al usar la combinación caucho en polvo más vidrio molido disminuye progresivamente los límites de consistencia con la diferencia que en nuestra investigación a las dosificaciones D2 y D3 nos registraba como suelos no plásticos (NP). Mientras que para Kokila solo utilizo caucho en polvo y Blayia solo utilizo vidrio molido. En los dos casos disminuyo progresivamente los límites de plasticidad mientras se aumentaban los porcentajes de ambos materiales.

Indicador 4: Densidad seca

En el trabajo de investigación utilizando la combinación de caucho en polvo más vidrio para suelos arcillosos en los resultados de la densidad seca para las dosificaciones D0 es 1.914gr/cm³, para D1 es 1.77gr/cm³, para D2 es 1.68gr/cm³ y para D3 es 1.64gr/cm³ respectivamente.

Por otro lado, Shakri y Kannia (2016) Como resultado la primera muestra de suelo arcilloso, con un 8% de polvo de caucho y 10% de cal, alcanzado 2,67 g/cm³ (densidad seca máxima) mientras que, en la segunda muestra de suelo arcilloso, con un 16% de polvo de caucho y 10% de cal, se obtuvo, 2,81 g/cm³ (densidad seca máxima). Así mismo Rathee, Shivdasani, Sharma y Yash (2018), Como resultados a la densidad seca máxima el Suelo sin refuerzo es 1.761gr/cm³, suelo con 5% de vidrio es 1.827gr/cm³, suelo con 10% de vidrio es 1.864gr/cm³, suelo con 15% de vidrio es 1.819gr/cm³ respectivamente.

Los resultados son diferentes debido a que en el trabajo investigado se utilizó la combinación de polvo de caucho más vidrio mientras que el trabajo de Shakri solo utilizo caucho y Rathee solo vidrio, en toda la dosificación se puede observar que se obtiene mejores resultados cuando los componentes trabajan independientemente.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIÓN

- Del cálculo realizado se ha determinado que existe una influencia positiva dado que se incrementa la resistencia al corte del suelo arcilloso con la adición del caucho en polvo y vidrio molido, de la siguiente manera. Con la dosificación D1 se incrementa en 51.51%, 73.07% y 75.49%, con la D2 en 21.21%, 46.15% y 42.16% con la D3 en 27.27%, 40.38% y 42.16% según se indica en la tabla 11 y grafica 15.
- Del cálculo realizado se ha determinado que no existe una influencia positiva con respecto al CBR del suelo arcilloso con la adición de caucho en polvo y vidrio molido. De tal manera que la menor disminución con respecto al suelo patrón (D0) fue la dosificación D3 con un 46.97% según se indica en la tabla 10 y grafica 14. Estos datos nos indica que se obtiene mejores resultados cuando trabajan de manera independiente la adición de caucho en polvo y vidrio molido.
- Del cálculo realizado se ha determinado que no existe una influencia positiva con respecto a los límites de atterberg del suelo arcillo al adicionar caucho en polvo y vidrio molido. De modo que disminuyo con respecto al suelo patrón y siendo los únicos valores la dosificación D1 aumento en un 14% en el límite plástico y disminuyo en un 26.57% en el límite liquido ya que las dosificaciones D2 y D3 esto nos indica que con la adición de las proporciones indicadas las convierte en suelos no plásticos (NP) según se indica en la tabla 12 y grafica 16. En estas condiciones el suelo deja de ser plástico por lo que es bueno ya que no absorbe agua y se evita los asentamientos
- Del cálculo realizado se ha determinado que no existe una influencia positiva con respecto a la densidad seca del suelo arcillo al adicionar caucho en polvo y vidrio molido. De tal manera que la menor disminución ocurre en la dosificación D1 en un 7.5% con respecto al suelo patrón (D0) según la tabla 13 y grafica 16. Según los antecedentes se puede establecer que se obtendría mejores resultados cuando trabajan independientemente el caucho en polvo y vidrio molido. Estas condiciones hacen que el suelo no tenga una buena compactación.
- Se ha determinado que existe una influencia positiva con la adición del caucho en polvo y vidrio molido presentándose los siguientes resultados;

respecto al corte directo el mejor resultado se obtiene con la dosificación D1. Mientras que, para el CBR, límites de atterberg y densidad seca no existe ninguna influencia positiva con la adición de caucho en polvo y vidrio molido. Esta situación se presenta porque la dosificación conjunta adoptada para esta investigación con perspectivas positivas no mejora dichas propiedades. Estableciéndose entonces que de acuerdo a los antecedentes que se obtienen mejores resultados con la adición independiente.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Para la combinación de caucho en polvo y vidrio molido con respecto al corte directo, es recomendable utilizar como máxima dosificación de caucho el 10%, ya que si se aumenta la dosificación de caucho la resistencia disminuye gradualmente.
- Con respecto a los resultados del CBR, los límites de atterberg y la densidad seca se recomienda que se use combinaciones de hasta el 10% de caucho como máximo y aumentar el porcentaje de vidrio.
- Se recomienda que para futuras investigaciones relacionados a la estabilización de suelos arcillosos con materiales como el caucho y el vidrio en polvo se pueda considerar combinaciones de inferiores al 10% de caucho en polvo y aumentar el porcentaje de vidrio molido. Para obtener mejores resultados empleando los dos materiales propuestos.

REFERENCIAS

1. American Society for Testing and Materials (EE. UU). ASTM 6270: Standard Practice for Use of Scrap Tires in Civil Engineering Applications. EE.UU. 1998. 2 pp.
2. American Society for Testing and Materials (EE. UU). ASTM D 3080: Ensayo de Corte directo. EE.UU.
3. American Society for Testing and Materials (EE. UU). ASTM D 1883. Ensayo de CBR (California Bearing Ratio). EE.UU.
4. American Society for Testing and Materials (EE. UU). ASTM 3080. Ensayo de Corte Directo. EE.UU.
5. American Society for Testing and Materials (EE. UU). ASTM D 4318. Ensayo de los límites de atterberg. EE.UU.
6. American Society for Testing and Materials (EE. UU). ASTM D1557. Ensayo de Proctor modificado. EE.UU.
7. ALVAREZ, Nicols y GUTIERREZ, Julio. Estudio experimental del efecto mecánico de un suelo arcilloso al adicionar polvo de caucho para aplicaciones geotécnica. Tesis (para optar el grado de bachiller en ingeniería civil). Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería civil. 2019. pp. 4. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648723>
8. BARRIGA, Lex y QUISPE, Alejandro. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Lima. Facultad de Ingeniería y Arquitectura escuela profesional de ingeniería civil. 2017. pp. 15. Disponible en: <https://repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3635>
9. BLAYIA, Rizgar, SHERWANIA, Aryan, IBRAHIMB, Hawkar, FARAJC, Rabar y DARAEIA, Ako. Strength Improvement of expansive soil by utilizing waste glass Powder. Case Studies in Construction Materials [en línea]. Abril 2020. Volumen 13. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00427>. ISSN: 2214-5095

10. BENNY, Jinu, JOLLY, Joseph, SEBASTIÁN, Juny y THOMAS, Mariya. Effect of Glass Powder on Engineering Properties of Clayey Soil. Ijert [en línea]. Mayo 2017. Volumen 06, N°5. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.17577/IJERTV6IS050024> . ISSN (en línea): 2278-0181
11. BELGIN, Gasmen. Utilization of Powdered Glass as an Additive in Clayey Soils. Geotechnical and Geological Engineering. [en línea]. Enero 2020. Volumen 38. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10706-020-01215-7> . ISSN: 1573-1529
12. BORJAS, Manuel. Metodología para la investigación científica para ingenieros, Chiclayo, Perú, 2012.
13. CASTRO, Guillermo. Materiales y compuestos para la Industria del neumático. 2008. Disponible en: https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
14. FIROOZI, A, OLGUN, Guney y BAGHINI, M. Fundamentals of soil stabilization. Geo-Engineering [en línea]. Diciembre 2017. Volumen 8, N°26 [fecha de consulta: 11 de mayo del 2021] disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>. ISSN: 2198-2783
15. FLORES, 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 para optar el título de ingeniero civil ambiental. Chiclayo. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería escuela de ingeniería civil y ambiental. 2019. pp. 2. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/2125>
16. GALLARDO, Eliana. Metodología de la investigación. Manual autoformativo interactivo. Huancayo. Universidad continental, 2017. Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/> .ISBN: 978-612-4196-0
17. GOMEZ, Manuel. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Tesis (optar el título profesional en ingeniería civil). Bogotá. Universidad católica de Colombia. Facultad de ingeniería civil. 2018. 10 pp. Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.pdf>

18. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2014. 599 pp. ISBN: 9781456223960
19. HERNANDES, Roberto, FEERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación científica. 6º edición. México: Mc Graw-Hill. 2018. ISBN: 978-1-4562-2396-0
20. HUMBERTO, Ñaupas, Paitán, et.al. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis, 5º edición, Bogotá, 2018. ISBN: 978-958-762-876-0
21. HUAMAN, Ronaldo y MUGUERZA, Kevin. Influencia del caucho granulado en suelos cohesivos relacionado a la propiedad de la resistencia a la penetración (CBR), 2019. Tesis (optar el título de ingeniero civil). Perú. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de ingeniería civil. 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44767>
22. Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI (Perú). Planos estratificados de lima metropolitana 2020. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1655/libro.pdf
23. JARA, Heiner, BARRIONUEVO, Brandon y DÍAZ, Carlos. Application of Glass and Fan Shells to a Clay Soil to Increase its Mechanical Properties. Iopscience [en línea]. Setiembre 2020. Volumen 1054. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1054/1/012004/pdf>
24. KOKILA, L, BHAVITHRA, G, HEMAPRIYA, V, INIYA, C y MADHUNIGGA, P. Experimental Investigation on Soil Stabilisation Using Rubber Crumbs on Expansive Soil. WJRR [en línea]. Abril 2017. Volumen 04, N°4. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: https://www.wjrr.org/download_data/WJRR0404047.pdf .ISSN:2455-3956

25. LOPEZ, Tessi y MARTINEZ, Ana. El mundo mágico del vidrio. 3^oed. Mexico: Fondo de cultura económica, 2008. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/mundoma.html> . ISBN: 968-164695-9
26. MAHDI, Zaid y AL-HASSNAWI, S. Assessment of subgrade soil Improvement by waste glass Powder. Ijci et [en línea]. Octubre 2018. Volumen 09, n° 10. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.iaeme.com/ijci et/issues.asp?JType=IJCIE T&VType=9&ITy pe=10>. ISSN Online: 0976-6316
27. Ministerio de transporte y comunicaciones MTC (Perú). Manual de carretas: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. Lima 2014. Recuperado de: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
28. MURUGADOSS, J, SARANYA, K y PRASANTH, A. Soil Stabilisation using rubber waste and cement (Standard Proctor test and CBR). Ijci et [en línea]. Junio 2017. Volumen 08, N° 6. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.iaeme.com/IJCIE T/issues.asp?JType=IJCIE T&VType=8&ITy pe=6>. ISSN Online: 0976-6316
29. Norma técnica peruana (Perú). NTP E040 - Vidrio
30. Norma técnica peruana (Perú). NTP 339.089 - Cuarteo
31. OGALI, Wam. Effectiveness of fresh cement kiln dust as a soil stabilizer and stabilization mechanism of high swelling clays. Environmental earth sciences. [en línea]. Marzo 2021. Volumen 80. N° 283 [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09589-4>. ISSN: 1866-6299
32. PELAEZ, Gabriel; VELASQUEZ, Sandra y GIRALDO, Diego. Recycled rubber applications: a literature review. Cienc. Ing. Neogranad. [en línea]. Febrero 2017. Volumen 27, N°2, pp.27-50. [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.18359/rcin.2143>. ISSN: 0124-8170

33. PEREYRA, Cesar. influencia del cemento portland tipo i en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector la molina. Tesis (optar el título de ingeniería civil). Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de ingeniería civil. 2018. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2534>
34. PEÑAFIEL, Daniela. Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino. Tesis (optar el título de ingeniero civil). Ecuador. Universidad técnica de Ambato. Facultad de ingeniería civil. 2016. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23038/1/Tesis%20%201011%20-%20Pe%C3%B1afiel%20Carrillo%20Daniela%20Alejandra.pdf>
35. RATHEE, Ajeet, SHIVDASANI, Geet, SHARMA, S. y SHARMA, Yash. Soil Stabilization Using Powdered Glass. Irjet. [en línea]. Mayo 2018. Volumen 05, N° 5. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V5/i5/IRJET-V5I5204.pdf> . e-ISSN: 2395-0056
36. Reglamento técnico de neumáticos (Perú). RTN 2008. Tipos de neumático.
37. SALAZAR, María, ICASA, María, ALEJO, Oscar. La importancia de la ética en la investigación. Revista Universidad y Sociedad, 2018, vol. 10, no 1, p. 305-311. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305
38. SHAKRI, M, y KANNIA, M. Effect of Rubber Powder and Lime on Slope Failure in Clay Soil. Ejge. [en línea]. Enero 2016. Volumen 21, N° 2. [Fecha de consulta:10 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84962426296&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=83770a960262a4b2230500223d9a4a62&sot=b&sdt=b&sl=77&s=TITLE-ABS-KEY%28Effect+of+Rubber+Powder+and+Lime+on+Slope+Failure+in+Clay+Soil%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=> . ISSN: 10893032

39. SHINDE, R, KAMBLE, Divya y AMBI, R. Stabilization of Soil and Rubber Crumb by using CBR Test. Ijresm. [en línea]. Marzo 2019. Volumen 02, N° 3[Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: https://www.ijresm.com/Vol.2_2019/Vol2_Iss3_March19/IJRESM_V2_I3_248.pdf. ISSN (Online): 2581-5792
40. VALIPOUR, Mehdi, SHOURIJEH, Piltan y MOHAMMADINIA, Alireza. Application of Recycled tire polymer fibers and glass fibers for clay reinforcement. Transportation Geotechnics [en línea]. Marzo 2021. Volumen 27. [Fecha de consulta:10 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100474> . ISSN: 2214-3912
41. WALHOFF, Guerson. Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, barranca-2016. Tesis (optar el título de ingeniero civil). Perú. universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de ingeniería civil. 2017. Disponible en: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2120/T033_46910453_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
42. YADAV, JS. y TIWARI, SK. Influence of crumb rubber on the geotechnical properties of clayey soil. Environ Dev Sustain [en línea]. Diciembre 2018. Volumen 20, n°2565–2586. [Fecha de consulta 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0005-y> . ISSN: 1573-2975

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la estabilización de suelos arcillosos, Av. las torres - Puente Piedra?	Determinar la influencia al adicionar caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. las torres- Puente Piedra	La adición del caucho en polvo y vidrio molido estabiliza el suelo arcilloso. Av. Av. las torres- Puente Piedra	VI: ADICION CAUCHO EN POLVO Y VIDRIO MOLIDO	D1: caucho en polvo + vidrio molido	I1: 10% C+10%V
					I2: 13% C+10%V
					I3: 15% C+10%V
				D2: Especificaciones técnicas del caucho en polvo y del vidrio molido	I4: Vidrio sodocálcico
					I5: Neumático tipo 2 convencional
Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la resistencia al corte de los suelos arcillosos, Av. Las torres- Puente Piedra?	Evaluar la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la resistencia al corte de los suelos arcillosos, Av. las torres - Puente Piedra	La adición del caucho en polvo y vidrio molido mejora la resistencia al corte del suelo arcilloso. Av. las torres- Puente Piedra	VD: ESTABILIZAR SUELOS ARCILLOSOS	D1: PROPIEDAD DE RESISTENCIA	I1: RESISTENCIA AI CORTE (kg/cm2)
					I2: CBR (%)
¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en el límite de atterberg de los suelos arcillosos, Av. Las torres - Puente Piedra?	Evaluar la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en el límite de atterberg de los suelos arcillosos, Av. Las torres - Puente Piedra	La adición del caucho en polvo y vidrio molido mejora el límite de atterberg del suelo arcilloso. Av. Las torres- Puente Piedra		D2: PROPIEDAD DE COMPACTACION	I3: LIMITES DE ATTERBERG (%)
					I4: DENSIDAD SECA (gr/cm3)
¿Cuál es la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la densidad seca de los suelos arcillosos, Av. Las torres - Puente Piedra?	Evaluar la influencia de la adición del caucho en polvo y vidrio molido en la densidad seca de los suelos arcillosos, Av. Las torres - Puente Piedra	La adición del caucho en polvo y vidrio molido mejora la densidad seca del suelo arcilloso. Av. Las torres- Puente Piedra			

Anexo N° 2: Matriz de Operacionalización

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente: caucho en polvo y vidrio molido	El caucho en polvo está compuesto principalmente por partículas no esféricas que tienen una dimensión máxima igual o inferior a malla 40. según (ASTM D 6270)	Se efectuará la manipulación de la variable independiente mediante la dosificación simultanea de caucho en polvo y vidrio molido en las siguientes proporciones. Obteniendo especímenes para los ensayos.	Caucho en polvo + vidrio molido	I1: 10% C+10%V	Razón
	El vidrio es un material amorfo no cristalino, que suele ser frágil y ópticamente transparente. Los residuos de vidrio más conocidos son los recipientes para beber y las ventanas, pero la mayoría de los residuos de vidrio disponibles son de vidrio sodocálcico. compuesto por un 75% de sílice (SiO ₂), Na ₂ O, CaO y varios aditivos. según (Olufowobi, Ogundoju, Michael y Aderinlewo, 2014)			I2: 13% C+10%V	
		I3: 15% C+10%V			
			Especificaciones técnicas del caucho en polvo y vidrio molido	Vidrio Sodocálcico Neumático tipo 2 convencional	Razón
Variable Dependiente: estabilización de los suelos arcillosos	La estabilización del suelo es el proceso de mejorar las diferentes propiedades del suelo utilizando diferente material sea reciclado o convencionales como el cemento, cal. según (Firoozi, Olgun, Asghar y Baghini, 2017)	Efectuara el ensayo de los especímenes para evaluar los indicadores de la estabilidad de los suelos arcillosos agrupados en propiedades de resistencia y compactación. Estos resultados se verificarán en las fichas técnicas	Propiedad de resistencia	Corte Directo	Razón
				CBR	Razón
			Propiedad de compactación	Límite de Atterberg	Razón
Densidad seca Máxima	Razón				

Anexo N°3: Ficha técnica



FICHA N°1

INDICADOR: CORTE DIRECTO

Tesis:	Adición de caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. Las Torres, Puente Piedra
---------------	---

Responsable:	Padilla Gonzales Juan Carlos
---------------------	------------------------------

Código	Dosificación	Esfuerzo Normal		Promedio	Esfuerzo Cortante		Promedio
		1	2		1	2	
D0	SN						
D1	10%C+10V						
D2	13%C+10V						
D3	15%C+10V						

Validez de Experto

Nota: N°1	0.9
N°2	0.9
N°3	0.7
Promedio	0.8

Experto N°1:	ELMER MORENO H.	CIP N°:	210906	Firma:	
Experto N°2:	YESENIA CUBO B.	CIP N°:	115803	Firma:	
Experto N°3:	Efran Rodríguez F.	CIP N°:	74002	Firma:	

Anexo N°4: Ficha técnica



FICHA TECNICA N°2

INDICADOR: CBR

Tesis:	Adición de caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. Las Torres, Puente Piedra
---------------	---

Responsable:	Padilla Gonzales Juan Carlos
---------------------	------------------------------

Código	Dosificación	CBR al 100%		Promedio	CBR al 95%		Promedio	Penetración		Promedio
		1	2		1	2		1	2	
D0	SN									
D1	10%C+10V									
D2	13%C+10V									
D3	15%C+10V									

Validez de Experto

Nota: N°1	0.9
N°2	0.9
N°3	0.7
Promedio	0.8

Experto N°1:	ELMER MORENO H.	CIP N°:	210906	Firma:	
Experto N°2:	YESENIA CUBO B.	CIP N°:	115803	Firma:	
Experto N°3:	Efran Rodriguez F.	CIP N°:	74002	Firma:	

Anexo N°5: Ficha técnica



FICHA TECNICA N°3

INDICADOR: LIMITE DE ATTERBERG

Tesis:	Adición de caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. Las Torres, Puente Piedra
---------------	---

Responsable:	Padilla Gonzales Juan Carlos
---------------------	------------------------------

Código	dosificación	Limite Liquido	Promedio	Limite plástico	Promedio
		1		1	
D0	SN				
D1	10%C+10V				
D2	13%C+10V				
D3	15%C+10V				

Validez de Experto

Nota: N°1	0.9
N°2	0.9
N°3	0.7
Promedio	0.8

Experto N°1:	ELMER MORENO H.	CIP N°:	210906	Firma:	
Experto N°2:	YESENIA CUBO B.	CIP N°:	115803	Firma:	
Experto N°3:	Efran Rodriguez F.	CIP N°:	74002	Firma:	

Anexo N°6: Ficha técnica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA TECNICA N°4

INDICADOR: DENCIDAD MAXIMA SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD

Tesis:	Adición de caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de suelos arcillosos, Av. Las Torres, Puente Piedra
---------------	---

Responsable:	Padilla Gonzales Juan Carlos
---------------------	------------------------------

Código	Dosificación	Máxima Densidad Seca (grs/cm3)		Promedio	Humedad Optima		Promedio
		1	2		1	2	
D0	SN						
D1	10%C+10V						
D2	13%C+10V						
D3	15%C+10V						

Validez de Experto

Nota: N°1	0.9
N°2	0.9
N°3	0.7
Promedio	0.8

Experto N°1:	ELMER MORENO H.	CIP N°:	210906	Firma:	
Experto N°2:	YESENIA COBO B.	CIP N°:	115803	Firma:	
Experto N°3:	Efran Rodriguez F.	CIP N°:	74002	Firma:	

Anexo N°7: CERTIFICADO DE CALIBRACIONES DE EQUIPOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-06444-2021

PROFORMA : 2506A

Fecha de emisión : 2021 - 05 - 06

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 284 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO

Marca : PERU TEST

Modelo : PT-CD-500

N° Serie : 1011

Intervalo de indicación : 500 kg

Resolución : 0,01 kg

Procedencia : No indica

Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2021 - 04 - 26

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,9 °C	23,0 °C
HUMEDAD RELATIVA	69,0%	70,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



Certificado : TC-08444-2021

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducera	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	TC-0593-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
10,0	9,60	-0,40	0,1
100,0	99,30	-0,70	0,1
150,0	150,60	0,60	0,1
200,0	199,15	-0,85	0,1
250,0	249,10	-0,90	0,1
300,0	299,15	-0,85	0,1
350,0	348,80	-1,20	0,1
400,0	398,80	-1,20	0,1
450,0	449,10	-0,90	0,1
500,0	498,50	-1,50	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-06445-2021

PROFORMA : 2508A Fecha de emisión : 2021 - 05 - 08 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Aac. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR
Marca : NO INDICA
Modelo : 315-X8
N° Serie : HW0198
Intervalo de indicación : 5000 kg
Resolución : 0,1 kg
Procedencia : No indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2021 - 04 - 28

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	23,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	80,0%	70,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recibir sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0318



Certificado : TC-08445-2021

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducera	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	TC-0593-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
500,0	487,0	-13,0	0,1
1000,0	975,0	-25,0	0,1
1500,0	1458,5	-63,5	0,1
2000,0	1944,0	-68,0	0,1
2500,0	2483,0	-37,0	0,1
3000,0	2984,5	-35,5	0,1
3500,0	3484,5	-35,5	0,1
4000,0	3944,0	-68,0	0,1
4500,0	4434,5	-65,5	0,1
5000,0	4945,3	-54,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 06446 - 2021

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Av. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA

Marca : YF
Modelo : No Indica
N° de Serie : 201251
Intervalo de Indicación : 0 °C a 1300 °C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CPF: 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio Isotermo Termómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1 200 °C	TE-1075-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
1000,0	1000,9	2,9	0,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 294 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC22018
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de AT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II. Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CIP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

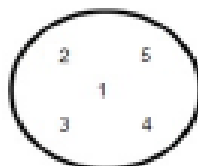
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,5 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2	1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		1 100,00	8	-3	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,99	2	-7	3		2 200,00	7	-2
4		1 100,00	7	-2	4		2 199,99	2	-7
5		1 100,00	8	-3	5		2 200,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4	6		2 200,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3	7		2 199,99	2	-7
8		1 099,99	3	-8	8		2 200,00	7	-2
9		1 100,00	8	-3	9		2 199,99	3	-8
10		1 099,99	2	-7	10		2 199,99	2	-7
Emáx - Emin (mg)				6	Emáx - Emin (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30

Certificado de Calibración
TC - 07121 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					s.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,100	0,10	5	0	700,000	700,01	7	8	8	20
2		0,10	8	-1		699,99	2	-7	-8	
3		0,10	7	-2		700,01	7	8	10	
4		0,10	8	-1		700,02	8	17	18	
5		0,10	5	0		700,01	8	9	9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				s.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	4	1						
1,000	1,00	8	-1	-2	1,00	4	1	0	10
200,000	200,00	8	-1	-2	200,00	4	1	0	10
500,000	500,00	5	0	-1	500,00	4	1	0	10
800,001	800,00	4	0	-1	800,01	9	5	4	20
1 000,001	1 000,00	2	2	1	1 000,01	8	8	5	20
1 200,001	1 200,01	7	7	8	1 200,01	7	7	8	20
1 500,001	1 500,01	9	5	4	1 500,01	8	8	7	20
1 800,002	1 800,01	8	5	4	1 800,01	7	8	5	20
2 000,002	2 000,00	4	-1	-2	2 000,01	8	7	8	20
2 200,002	2 200,00	4	-1	-2	2 200,00	4	-1	-2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R - 8,84 \times 10^{-7} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_{95} = 2 \times \sqrt{2,87 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 1,09 \times 10^{-10} \times R^2}$$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 2 198,98 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



**INFORME DE ENSAYO
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

Código	FOR-LSR-MS-001
Revisión	3
Aprobado	CC-JJG
Fecha	1/01/2021

PROYECTO : Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
SOLICITANTES : Juan Carlos Padilla Gonzales
UBICACIÓN : Av. Las Torres Puente Piedra.

Calicata : - **Muestreado por:** WILL
Muestra : - **Ensayado por:** CJRT
Profundidad : 1.50 m **Fecha de ensayo:** 4/08/2021

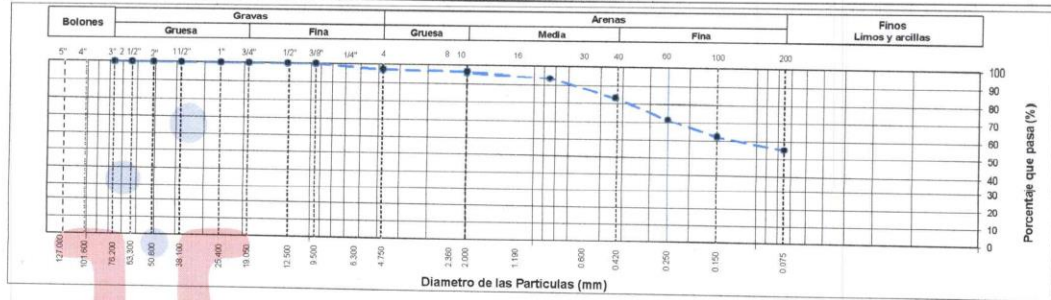
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%)	6.7
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)	38
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP)	22
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP)	16
1/2"	12.700	100.00		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)	
3/8"	9.530	100.00		Grava (%)	2.6
Nº 4	4.750	97.45		Arena (%)	42.4
Nº 10	2.000	96.92		Finos (%)	55.0
Nº 20	0.850	93.91		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Nº 40	0.430	83.43		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL
Nº 60	0.250	71.69		Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (6)
Nº 100	0.150	62.18		Nombre del Grupo	
Nº 200	0.075	55.04		Arcilla arenosa de baja plasticidad	

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 CL Arcilla arenosa de baja plasticidad

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5 °C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- 3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a
- 4)

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (patrón)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m


Fecha de ensayo: 05/08/2021

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caps:	60.8	mm	Lado de caps:	60.8	mm	Lado de caps:	60.8	mm
Area Inicial:	29.1	cm ²	Area Inicial:	29.1	cm ²	Area Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.542	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.541	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.541	gr/cm ³
Humedad Inic.:	5.1	%	Humedad Inic.:	5.0	%	Humedad Inic.:	5.1	%
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal:	2.02	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.16	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.26	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.50	kg/cm ²

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v/o)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v/o)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v/o)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.07	0.18	0.41	0.18	0.20	0.41	0.28	0.17
0.82	0.10	0.24	0.82	0.18	0.23	0.82	0.37	0.23
1.23	0.12	0.30	1.23	0.20	0.25	1.23	0.39	0.24
1.64	0.13	0.31	1.64	0.20	0.25	1.64	0.41	0.25
2.47	0.14	0.34	2.47	0.22	0.27	2.47	0.43	0.26
3.29	0.16	0.38	3.29	0.24	0.29	3.29	0.44	0.27
4.11	0.16	0.40	4.11	0.25	0.30	4.11	0.44	0.27
4.93	0.16	0.39	4.93	0.24	0.29	4.93	0.44	0.26
5.75	0.18	0.38	5.75	0.25	0.29	5.75	0.45	0.27
6.58	0.16	0.38	6.58	0.25	0.30	6.58	0.46	0.27
7.40	0.16	0.38	7.40	0.26	0.30	7.40	0.46	0.28
8.22	0.16	0.38	8.22	0.26	0.30	8.22	0.49	0.29
9.04	0.16	0.37	9.04	0.26	0.30	9.04	0.48	0.28
9.86	0.16	0.37	9.86	0.26	0.29	9.86	0.49	0.28
10.69	0.16	0.36	10.69	0.26	0.29	10.69	0.49	0.28
11.51	0.16	0.36	11.51	0.26	0.29	11.51	0.49	0.27
12.33	0.16	0.36	12.33	0.26	0.29	12.33	0.49	0.27
13.15	0.16	0.34	13.15	0.26	0.28	13.15	0.50	0.27
13.97	0.16	0.34	13.97	0.26	0.28	13.97	0.50	0.27
14.80	0.15	0.33	14.80	0.26	0.28	14.80	0.49	0.26
15.62	0.15	0.33	15.62	0.25	0.26	15.62	0.47	0.25
16.44	0.15	0.33	16.44	0.25	0.27	16.44	0.48	0.25

OBSERVACIONES:

Muestra remodelada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA SAC
--	--	---

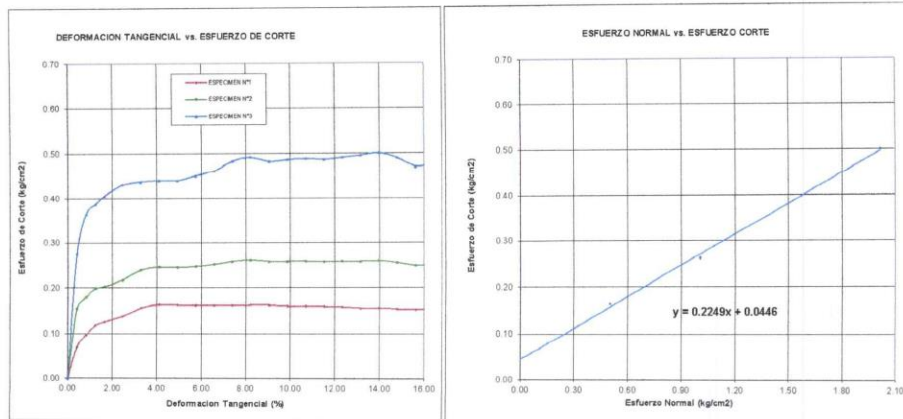
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (patrón)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 05/08/2021	

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
Cohesión c : 0.04 kg/cm²
Ángulo de fricción ϕ : 12.7°

OBSERVACIONES:

Muestra remoldeada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC 	Aprobado por: JJ GEOTECNIA SAC
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 10% caucho)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 05/08/2021	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm
Area Inicial:	29.1	cm ²	Area Inicial:	29.1	cm ²	Area Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.293	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.290	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.285	gr/cm ³
Humedad Inic.:	10.6	%	Humedad Inic.:	10.5	%	Humedad Inic.:	10.8	%
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal:	2.02	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.25	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.46	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.90	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (súo)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (súo)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (súo)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.05	0.11	0.41	0.19	0.24	0.41	0.43	0.27
0.82	0.07	0.17	0.82	0.23	0.29	0.82	0.50	0.31
1.23	0.08	0.21	1.23	0.25	0.31	1.23	0.56	0.35
1.64	0.08	0.21	1.64	0.28	0.35	1.64	0.59	0.37
2.47	0.12	0.29	2.47	0.30	0.37	2.47	0.61	0.36
3.29	0.17	0.42	3.29	0.34	0.42	3.29	0.65	0.40
4.11	0.22	0.53	4.11	0.38	0.46	4.11	0.68	0.41
4.93	0.23	0.56	4.93	0.39	0.47	4.93	0.69	0.42
5.75	0.25	0.58	5.75	0.41	0.49	5.75	0.71	0.43
6.58	0.24	0.56	6.58	0.41	0.49	6.58	0.73	0.43
7.40	0.24	0.56	7.40	0.42	0.49	7.40	0.74	0.43
8.22	0.23	0.52	8.22	0.42	0.49	8.22	0.76	0.44
9.04	0.22	0.51	9.04	0.42	0.48	9.04	0.78	0.45
9.86	0.21	0.48	9.86	0.42	0.48	9.86	0.79	0.45
10.69	0.20	0.45	10.69	0.42	0.48	10.69	0.80	0.45
11.51	0.21	0.46	11.51	0.43	0.48	11.51	0.81	0.46
12.33	0.20	0.44	12.33	0.43	0.48	12.33	0.83	0.46
13.15	0.19	0.43	13.15	0.43	0.47	13.15	0.83	0.46
13.97	0.19	0.41	13.97	0.44	0.47	13.97	0.86	0.46
14.80	0.19	0.40	14.80	0.44	0.48	14.80	0.87	0.47
15.62	0.19	0.41	15.62	0.45	0.48	15.62	0.88	0.47
16.44	0.19	0.40	16.44	0.46	0.48	16.44	0.90	0.48

OBSERVACIONES:

Muestra remoldeada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

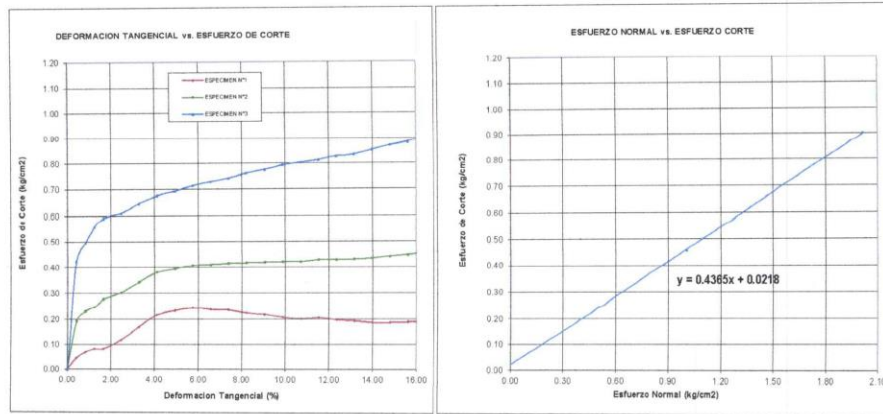
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 10% caucho)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 05/08/2021	

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080


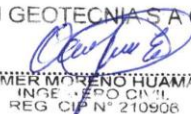

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
Cohesión c : 0.02 kg/cm²
Ángulo de fricción (ϕ) : 23.6°

OBSERVACIONES:

Muestra remodelada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210908 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA SAC  Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080


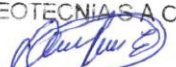

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 13% caucho)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 05/08/2021	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de copa:	60.8	mm	Lado de copa:	60.8	mm	Lado de copa:	60.8	mm
Área Inicial:	29.1	cm ²	Área Inicial:	29.1	cm ²	Área Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.250	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.250	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.249	gr/cm ³
Humedad Inic.:	8.3	%	Humedad Inic.:	8.1	%	Humedad Inic.:	8.3	%
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal:	2.02	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.20	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.39	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.73	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.08	0.20	0.41	0.12	0.15	0.41	0.19	0.12
0.82	0.10	0.24	0.82	0.15	0.18	0.82	0.23	0.14
1.23	0.11	0.29	1.23	0.16	0.20	1.23	0.25	0.16
1.64	0.12	0.31	1.64	0.17	0.21	1.64	0.26	0.16
2.47	0.14	0.36	2.47	0.20	0.24	2.47	0.31	0.19
3.29	0.15	0.37	3.29	0.21	0.26	3.29	0.34	0.21
4.11	0.17	0.42	4.11	0.24	0.30	4.11	0.40	0.24
4.93	0.19	0.45	4.93	0.27	0.33	4.93	0.44	0.27
5.75	0.19	0.45	5.75	0.28	0.34	5.75	0.47	0.28
6.56	0.20	0.47	6.56	0.30	0.36	6.56	0.50	0.30
7.40	0.19	0.46	7.40	0.32	0.37	7.40	0.55	0.32
8.22	0.20	0.45	8.22	0.32	0.38	8.22	0.57	0.33
9.04	0.20	0.46	9.04	0.33	0.38	9.04	0.59	0.34
9.86	0.20	0.45	9.86	0.34	0.39	9.86	0.61	0.35
10.69	0.19	0.43	10.69	0.35	0.40	10.69	0.65	0.36
11.51	0.19	0.43	11.51	0.36	0.40	11.51	0.66	0.37
12.33	0.19	0.42	12.33	0.36	0.40	12.33	0.67	0.37
13.15	0.19	0.43	13.15	0.37	0.41	13.15	0.69	0.38
13.97	0.20	0.43	13.97	0.38	0.41	13.97	0.70	0.38
14.80	0.20	0.43	14.80	0.39	0.41	14.80	0.72	0.39
15.62	0.20	0.42	15.62	0.39	0.42	15.62	0.73	0.39
16.44	0.19	0.41	16.44	0.39	0.41	16.44	0.73	0.39

OBSERVACIONES:

Muestra remoldeada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

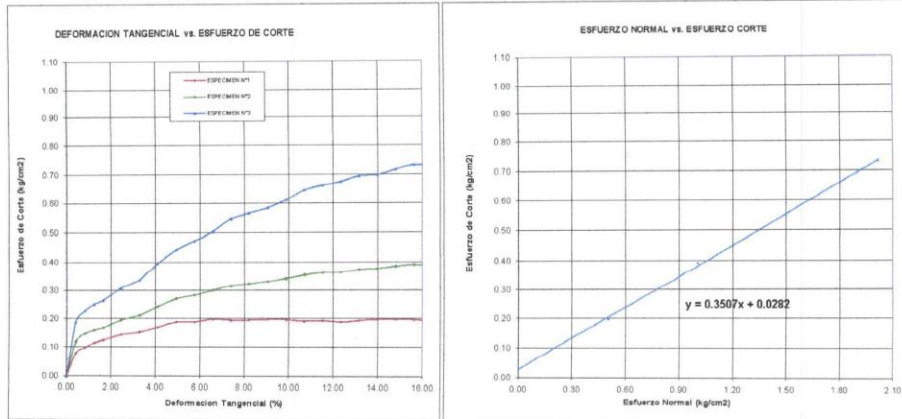
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 13% caucho)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 05/08/2021	

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
Cohesión @ : 0.03 kg/cm2
Ángulo de fricción (φ) : 19.3°

OBSERVACIONES:

Muestra remoldeada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALIGATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 15% caucho)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m




Fecha de ensayo: 05/08/2021

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm
Area Inicial:	29.1	cm ²	Area Inicial:	29.1	cm ²	Area Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.206	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.206	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.212	gr/cm ³
Humedad Inic.:	7.9	%	Humedad Inic.:	7.8	%	Humedad Inic.:	7.8	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	2.02	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.20	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.36	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.72	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.08	0.16	0.41	0.17	0.21	0.41	0.39	0.24
0.82	0.07	0.17	0.82	0.21	0.26	0.82	0.45	0.28
1.23	0.09	0.21	1.23	0.24	0.30	1.23	0.49	0.30
1.64	0.10	0.24	1.64	0.26	0.32	1.64	0.52	0.32
2.47	0.11	0.27	2.47	0.28	0.34	2.47	0.57	0.35
3.29	0.13	0.32	3.29	0.29	0.35	3.29	0.59	0.36
4.11	0.14	0.35	4.11	0.30	0.36	4.11	0.60	0.36
4.93	0.15	0.37	4.93	0.31	0.37	4.93	0.61	0.37
5.75	0.15	0.37	5.75	0.31	0.37	5.75	0.63	0.38
6.58	0.16	0.37	6.58	0.32	0.38	6.58	0.66	0.39
7.40	0.16	0.38	7.40	0.32	0.38	7.40	0.68	0.40
8.22	0.16	0.38	8.22	0.34	0.40	8.22	0.69	0.40
9.04	0.17	0.40	9.04	0.35	0.40	9.04	0.70	0.40
9.86	0.16	0.42	9.86	0.35	0.40	9.86	0.70	0.40
10.69	0.19	0.44	10.69	0.35	0.39	10.69	0.70	0.39
11.51	0.19	0.44	11.51	0.35	0.39	11.51	0.70	0.39
12.33	0.19	0.43	12.33	0.35	0.39	12.33	0.70	0.39
13.15	0.20	0.44	13.15	0.36	0.39	13.15	0.71	0.39
13.97	0.20	0.44	13.97	0.36	0.39	13.97	0.71	0.39
14.80	0.20	0.44	14.80	0.36	0.39	14.80	0.71	0.38
15.62	0.20	0.43	15.62	0.36	0.38	15.62	0.72	0.38
16.44	0.20	0.43	16.44	0.36	0.38	16.44	0.72	0.38

OBSERVACIONES:

Muestra remoldeada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MORENO HUAMAN INSE - SPO CIV I REG. CIP N° 21096	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S A C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

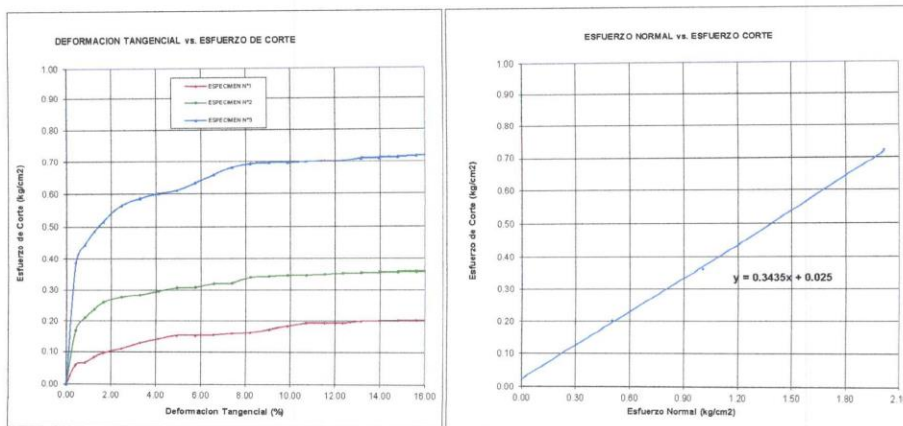
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 15% caucho)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

Fecha de ensayo: 05/08/2021

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
Cohesión c : 0.03 kg/cm²
Ángulo de fricción ϕ : 19.0°

OBSERVACIONES:

Muestra remodelada en laboratorio.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC 	Aprobado por: JJ GEOTECNIA SAC
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

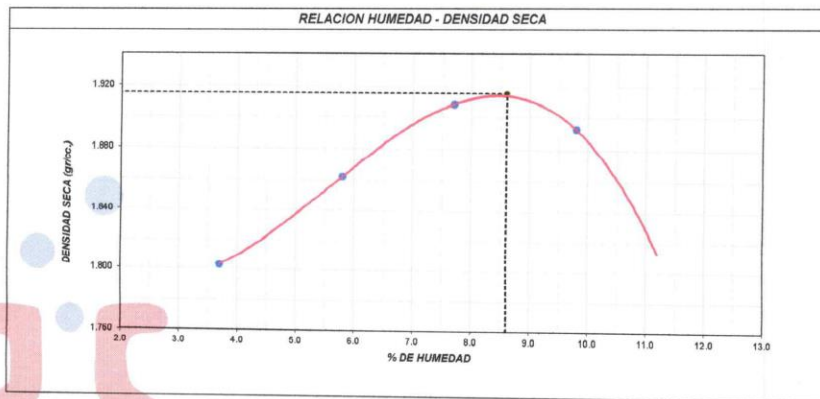
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO : Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN : Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA : C-1 Fecha de ensayo: 02/08/2021
MUESTRA : M-1 (Patrón)
PROFUNDIDAD : 1.50 m

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,468	10,682	10,862	10,010	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,955	4,169	4,349	4,397	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,869	1,970	2,055	2,078	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	589.2	615.1	624.3	578.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	568.2	581.4	579.7	527.0	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	21.0	33.7	44.6	51.6	
Peso del suelo seco	gr.	568	581	580	527	
Contenido de agua	%	3.7	5.8	7.7	9.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.802	1.862	1.908	1.893	

Densidad Máxima Seca:	1.915	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	8.0	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OIP N° 210906	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio			
SOLICITANTE : Juan Carlos Padilla Gonzales			
TESIS : Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.			
UBICACIÓN : Av. Las Torres, Puente Piedra.			
CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 6/08/2021			
MUESTRA : M-1 (Patrón)			
PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	A		B		C	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,956		13,125		12,432	
Peso molde (gr.)	8,545		8,935		8,848	
Peso suelo compactado (gr.)	4,411		4,190		3,784	
Volumen del molde (cm ³)	2,116		2,115		2,108	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,085		1,981		1,795	
Humedad (%)	8.4		8.6		8.8	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,923		1,826		1,653	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	658.9		782.1		756.4	
Tara+suelo seco (gr.)	607.8		720.8		696.5	
Peso de agua (gr.)	51.1		61.3		59.9	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	607.8		720.8		696.5	
Humedad (%)	8.4		8.5		8.6	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
3-Ago	09:20:00	24	80	2.03	1.74	90	2.29	1.96	96	2.44	2.09
4-Ago	09:20:00	48	96	2.44	2.09	112	2.84	2.44	115	2.92	2.51
5-Ago	09:20:00	72	115	2.92	2.51	125	3.18	2.73	132	3.35	2.88
6-Ago	09:20:00	96	129	3.28	2.81	135	3.43	2.85	138	3.51	3.01

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	A				B				C			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		8	0.4			6	0.3			7	0.3		
0.050		18	0.9			13	0.7			11	0.6		
0.075		30	1.5			22	1.1			15	0.8		
0.100	70.307	43	2.2	2.1	3.0	32	1.6	1.7	2.3	19	1.0	0.9	1.3
0.150		63	3.2			48	2.4			25	1.2		
0.200	105.460	77	3.9	3.9	3.7	58	2.9	2.9	2.7	29	1.5	1.5	1.4
0.300		103	5.2			77	3.9			37	1.9		
0.400		128	6.4			94	4.6			44	2.2		
0.500		149	7.6			112	5.7			50	2.5		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
JJE Jefe de Laboratorio	JJ GEOTECNIA SAC ELMER MAREÑO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	JJ GEOTECNIA SAC Control de Calidad JJ GEOTECNIA

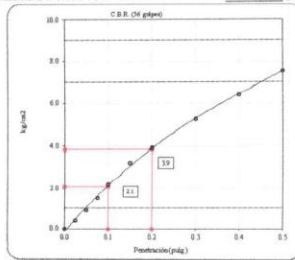
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales		
TESIS	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.		
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	6/08/2021
MUESTRA	: M-1 (Patrón)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra

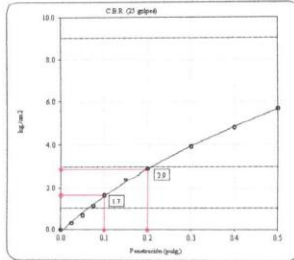
Máxima Densidad Seca 1.915 gr./cm^3
Máxima Densidad Seca al 95% 1.819 gr./cm^3

Óptimo Contenido de Humedad

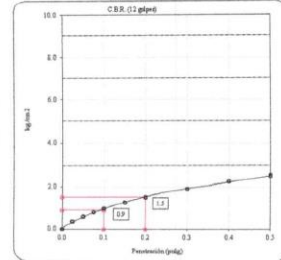
8.80 %



C.B.R. (0.1*) 56 GOLPES : 3.0 %

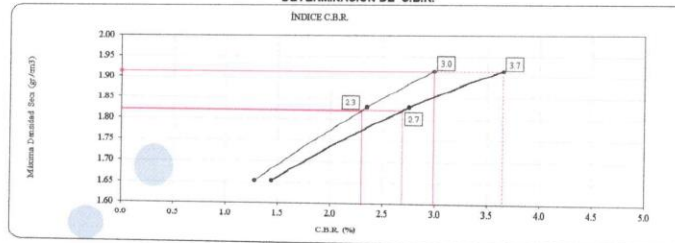


C.B.R. (0.1*) 25 GOLPES : 2.3 %



C.B.R. (0.1*) 12 GOLPES : 1.3 %


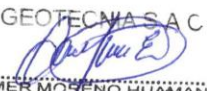
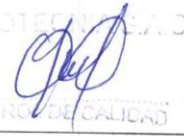
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1%: 3.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1%: 2.3 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2%: 3.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2%: 2.7 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER MORENO HUAMAN ING. EPO CIVIL REG. CP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

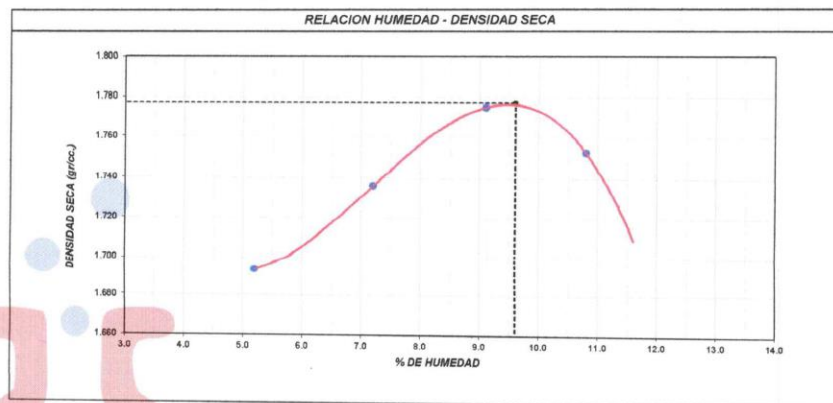
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Juan Carlos Padilla Gonzales
PROYECTO : Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
UBICACIÓN : Av. Las Torres, Puente Piedra.
CALICATA : C-1 Fecha de ensayo: 02/08/2021
MUESTRA : M-1 (10% vidrio, 10% caucho)
PROFUNDIDAD : 1.50 m

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
		Peso Suelo + Molde	gr. 10,281	10,451	10,610	10,622
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 3,768	3,936	4,097	4,109		
Peso Volumetrico Humedo	gr. 1,781	1,861	1,936	1,942		
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 654.8	684.6	624.7	598.3		
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 622.4	638.6	572.6	540.0		
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr. 32.4	46.0	52.1	58.3		
Peso del suelo seco	gr. 622	639	573	540		
Contenido de agua	% 5.2	7.2	9.1	10.8		
Densidad Seca	gr/cc 1.693	1.736	1.775	1.753		

Densidad Máxima Seca:	1.777	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	9.6 %
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C ELMER MOSENO HUAMAN INGE. TEPON REG. OIP N° 210906	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Juan Carlos Padilla Gonzales TESIS : Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra. UBICACIÓN : Av. Las Torres, Puente Piedra. CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 6/08/2021 MUESTRA : M-1 (10% vidrio, 10% caucho) PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	D		E		F	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,390		12,093		11,630	
Peso molde (gr.)	8,251		8,170		8,089	
Peso suelo compactado (gr.)	4,139		3,923		3,541	
Volumen del molde (cm ³)	2,131		2,123		2,119	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,942		1,848		1,671	
Humedad (%)	9.4		9.6		9.5	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,775		1,686		1,526	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	678.5		589.6		612.2	
Tara+suelo seco (gr.)	620.1		538.0		559.1	
Peso de agua (gr.)	58.4		51.6		53.1	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	620.1		538.0		559.1	
Humedad (%)	9.4		9.6		9.5	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
3-Ago	09:20:00	24	78	1.98	1.70	86	2.16	1.88	92	2.34	2.01
4-Ago	09:20:00	48	85	2.10	1.85	105	2.67	2.29	114	2.90	2.49
5-Ago	09:20:00	72	103	2.62	2.24	113	2.87	2.47	126	3.20	2.75
6-Ago	09:20:00	96	115	2.92	2.51	128	3.25	2.79	131	3.33	2.86

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	D				E				F			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		8	0.4			6	0.3			3	0.2		
0.050		12	0.6			9	0.4			4	0.2		
0.075		15	0.7			11	0.6			6	0.3		
0.100	70.907	18	0.9	1.0	1.4	14	0.7	0.7	1.0	7	0.3	0.4	0.5
0.150		26	1.3			20	1.0			10	0.5		
0.200	105.460	35	1.8	1.8	1.7	28	1.3	1.3	1.3	13	0.7	0.7	0.7
0.300		51	2.6			38	1.9			19	1.0		
0.400		63	3.2			47	2.4			24	1.2		
0.500		73	3.7			55	2.8			28	1.4		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

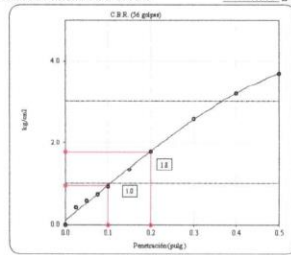
 Elaborado por:	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Juan Carlos Padilla Gonzales	
TESIS		: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Punte Piedra.	
UBICACIÓN		: Av. Las Torres, Punte Piedra.	
CALICATA		: C-1	
MUESTRA		: M-1 (10% vidrio, 10% caucho)	
PROFUNDIDAD		: 1.50 m	
		Fecha de ensayo : 6/08/2021	

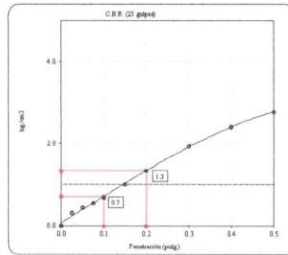
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca — 1.777 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% — 1.686 gr./cm³

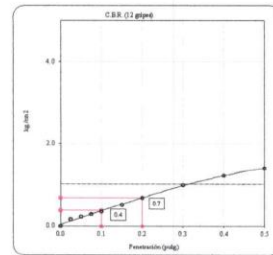
Óptimo Contenido de Humedad — 9.60 %



C.B.R. (0.1*) 56 GOLPES : 1.4 %

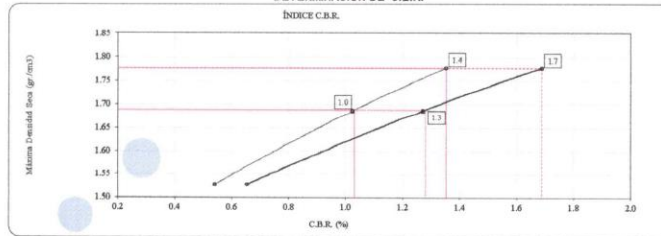


C.B.R. (0.1*) 25 GOLPES : 1.0 %



C.B.R. (0.1*) 12 GOLPES : 0.5 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 1.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 1.0 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 1.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 1.3 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

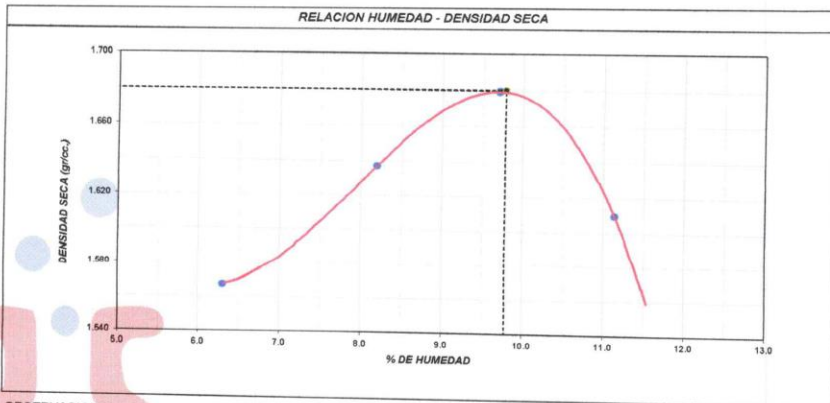
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : Juan Carlos Padilla Gonzales
 PROYECTO : Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.
 UBICACIÓN : Av. Las Torres, Puente Piedra.
 CALICATA : C-1
 MUESTRA : M-1 (10% vidrio, 13% caucho)
 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 Fecha de ensayo: 02/08/2021



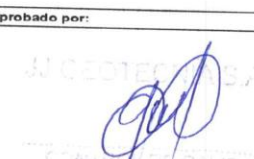
Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,038	10,261	10,411	10,298	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,525	3,748	3,898	3,785	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,866	1,771	1,842	1,789	
Recipiente Número		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	681.2	733.0	684.6	678.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	040.6	077.5	024.1	010.5	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	40.4	55.5	60.5	68.0	
Peso del suelo seco	gr.	641	677	624	611	
Contenido de agua	%	6.3	8.2	9.7	11.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.567	1.637	1.679	1.609	

Densidad Máxima Seca:	1.680	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	9.8	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  EL MER MORENO HUAMAN INGE. EN SUELOS CIVIL REG. C.I.E.N.º 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	1/01/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1893 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales		
TESIS	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.		
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	8/08/2021
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 13% caucho)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	10	11	12
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,272	12,251	11,802
Peso molde (gr.)	8,338	8,507	8,510
Peso suelo compactado (gr.)	3,936	3,744	3,392
Volumen del molde (cm ³)	2,135	2,135	2,140
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,843	1,754	1,585
Humedad (%)	9.0	9.0	9.0
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,682	1,597	1,446

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	567.6	645.1	589.8
Tara+suelo seco (gr.)	517.9	587.5	538.1
Peso de agua (gr.)	49.7	57.6	51.7
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	517.9	587.5	538.1
Humedad (%)	9.6	9.8	9.6

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
3-Ago	09:20:00	24	78	1.98	1.70	86	2.18	1.88	92	2.34	2.01
4-Ago	09:20:00	48	93	2.36	2.03	103	2.62	2.25	111	2.82	2.42
5-Ago	09:20:00	72	103	2.62	2.25	112	2.84	2.44	128	3.25	2.79
6-Ago	09:20:00	96	116	2.95	2.53	128	3.25	2.79	130	3.30	2.83

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 10				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		4	0.2			3	0.1			1	0.1		
0.050		8	0.4			6	0.3			3	0.2		
0.075		13	0.7			10	0.5			5	0.3		
0.100	70.307	18	0.9	0.9	1.3	14	0.7	0.7	1.0	7	0.4	0.4	0.5
0.150		28	1.4			21	1.1			11	0.6		
0.200	105.460	36	1.8	1.8	1.7	27	1.4	1.3	1.3	15	0.7	0.7	0.7
0.300		52	2.6			39	2.0			21	1.0		
0.400		64	3.3			48	2.4			26	1.3		
0.500		77	3.9			58	2.9			31	1.6		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

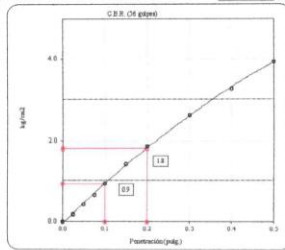
Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales		
TESIS	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.		
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	6/08/2021
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 13% caucho)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

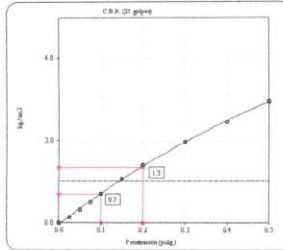
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.000 gr/cm^3
Máxima Densidad Seca al 95% 1.598 gr/cm^3

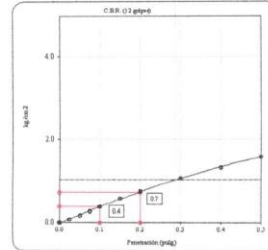
Óptimo Contenido de Humedad 9.78%



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 1.3 %

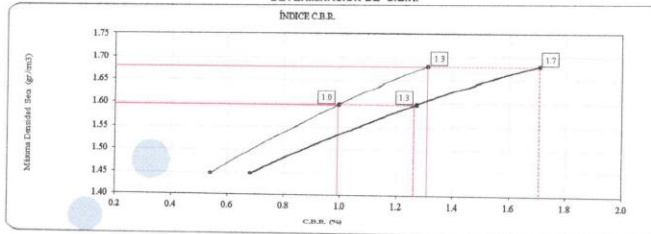


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 1.0 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 0.5 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 1.3 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 1.0 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 1.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 1.3 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA




Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INGE. EN CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales		
TESIS	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.		
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	6/08/2021
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 15% caucho)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	13		14		15								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12,421		12,062		11,419								
Peso molde (gr.)	8,607		8,449		8,129								
Peso suelo compactado (gr.)	3,814		3,613		3,290								
Volumen del molde (cm ³)	2,137		2,129		2,141								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.785		1.697		1.536								
Humedad (%)	9.1		9.2		9.2								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.636		1.554		1.407								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	556.7		628.1		598.6								
Tara+suelo seco (gr.)	510.3		575.2		548.2								
Peso de agua (gr.)	46.4		52.9		50.4								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	510.3		575.2		548.2								
Humedad (%)	9.1		9.2		9.2								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
3-Ago	09:20:00	24	78	1.98	1.70	88	2.18	1.88	91	2.31	1.98		
4-Ago	09:20:00	48	93	2.36	2.03	109	2.77	2.38	113	2.87	2.46		
5-Ago	09:20:00	72	103	2.62	2.25	113	2.87	2.46	128	3.25	2.79		
6-Ago	09:20:00	96	118	3.00	2.57	128	3.25	2.79	136	3.45	2.97		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde Nº 13				Molde Nº 14				Molde Nº 15			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección		
0.025		12	0.6			9	0.4			5	0.3		
0.050		15	0.7			11	0.6			7	0.3		
0.075		18	0.9			13	0.7			8	0.4		
0.100	70.307	21	1.0	1.1	1.5	15	0.8	0.8	1.1	9	0.5	0.5	0.7
0.150		27	1.4			20	1.0			12	0.8		
0.200	105.460	33	1.7	1.7	1.6	25	1.3	1.3	1.2	15	0.8	0.8	0.7
0.300		45	2.3			34	1.7			20	1.0		
0.400		55	2.8			41	2.1			25	1.3		
0.500		63	3.2			47	2.4			28	1.4		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

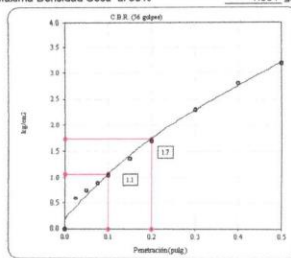
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MORENO HUAMAN INGE. ESPECIALISTA REG. CIP Nº 210906	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Juan Carlos Padilla Gonzales	
TESIS		: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.	
UBICACIÓN		: Av. Las Torres, Puente Piedra.	
CALICATA		: C-1 Fecha de ensayo : 6/08/2021	
MUESTRA		: M-1 (10% vidrio, 15% caucho)	
PROFUNDIDAD		: 1.50 m	

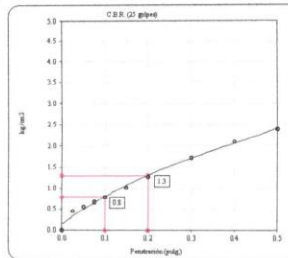
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.833 gr/cm^3
Máxima Densidad Seca al 95% 1.551 gr/cm^3

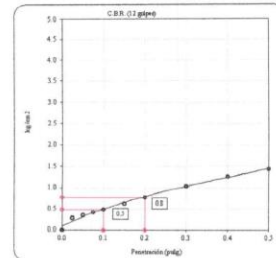
Óptimo Contenido de Humedad 9.20%



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 1.5 %

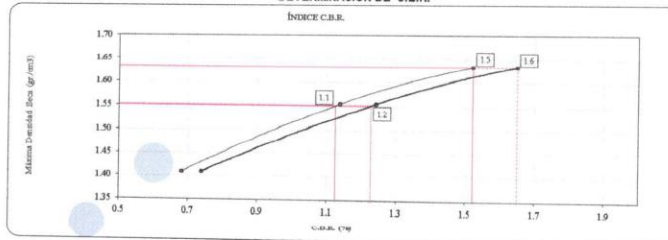


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 1.1 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 0.7 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 1.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 1.1 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 1.6 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 1.2 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INSE - INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

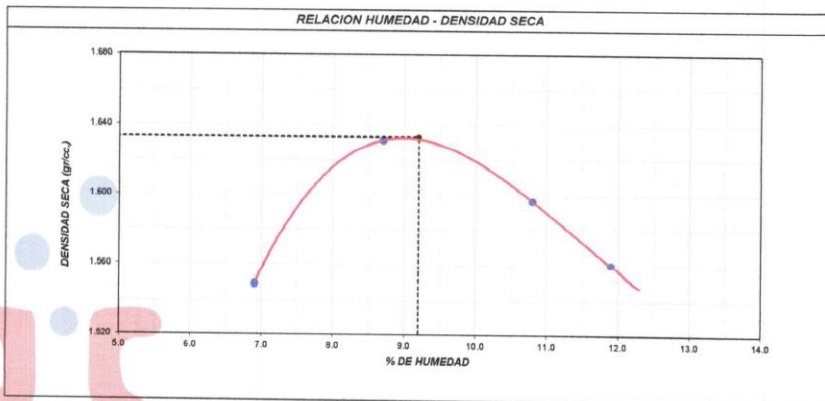
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Juan Carlos Padilla Gonzales	
PROYECTO	: Adición del caucho en polvo y vidrio molido para la estabilización de los suelos arcillosos en la Av. Las Torres Puente Piedra.	
UBICACIÓN	: Av. Las Torres, Puente Piedra.	
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo: 02/08/2021
MUESTRA	: M-1 (10% vidrio, 15% caucho)	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

Volumen Molde 2116 cm³
Peso Molde 6513 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,017	10,265	10,256	10,206	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,504	3,752	3,743	3,693	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,656	1,773	1,769	1,745	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	724.0	770.1	712.5	754.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	677.8	715.8	643.1	674.1	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	46.8	62.3	69.4	80.2	
Peso del suelo seco	gr.	678	716	643	674	
Contenido de agua	%	6.9	8.7	10.8	11.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.549	1.631	1.596	1.580	

Densidad Máxima Seca: 1.633 gr/cm³. Contenido Humedad Optima: 9.2 %



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN ING. GEÓLOGO CIVIL REG. CIPAN° 210906	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA