



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización con polvo de vidrio en la subrasante para el
pavimento flexible en la carretera Chacas - Acochaca,
Asunción, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

DÍAZ SALAS Eder Melanio (0000-0002-0190-6205)

LEÓN SILVA Edin Jhon (0000-0002-3308-0823)

ASESOR:

Mg. German Sagastegui Vásquez (0000-0003-3182-3352)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ – PERU

2021

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedico a toda mi familia quienes me han apoyado en esta etapa de mi formación profesional a todos ellos mil gracias este es el principio de muchas metas más.

Este proyecto va dedicado especialmente a toda las personas que me ayudaron a seguir desarrollando la tesis y me dijeron que no me de por vencido para terminar la tesis lo cual me parecia imposible y muy especialmente a mi madre que siempre me dijo que estudiara y terminara la carrera cuando yo ya no queria hacerlo todo el esfuerzo lo hice por ella y tengo el fruto de todo los esfuerzo

Dedico este trabajo principalmente al Señor, por darme la vida y permitirme llegar a este momento crucial de mi formación profesional. A mis padres, por ser el pilar más importante y siempre mostrarme su amor y apoyo incondicional.

Agradecimiento

Queremos agradecer a dios por iluminar nuestras vidas ,por darnos la inspiracion y la fortaleza para poder cumplir nuestras metas,asi en momentos dificiles de nuestras vidas.

Al señor todopoderoso por guiarme y también por iluminar mi mente y la buena salud que me has dado para poder alcanzar mi meta de cumplir mi carrera.

Doy gracias a todos los que me han ayudado y apoyado en mis momentos de necesidad; pero sobre todo agradezco a mis padres, hermanos y abuela, por el tremendo apoyo que me han brindado.

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
1.1. Variables y Operacionalización	10
3.2. Población y Muestra	11
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.4. Procedimientos	12
3.5. Método de Análisis de datos.....	12
3.6. Aspectos éticos.....	12
IV. RESULTADOS.....	13
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIÓN	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
IX. ANEXOS.....	49

Índice de Tablas

Tabla 1 Granulometría y Clasificación de la Muestra N°01	14
Tabla 2. Curva Granulometría de la Muestra N°01-Huanunga.....	15
Tabla 3. Granulometría de la muestra N° 02.....	16
Tabla 4. Curva Granulometría de la muestra N° 02	17
Tabla 5 .Límites de consistencia muestra N°01.....	17
Tabla 6. Límite plástico de la muestra N°01	18
Tabla 7. Contenido de Humedad.....	18
Tabla 8. constantes físicas de la muestra N°01	18
Tabla 9. Límites de consistencia Muestra N°02	19
Tabla 10. Límites de Líquido muestra N°02.....	19
Tabla 11- Contenido de Humedad	20
Tabla 12. Constantes físicas de la muestra N°02.....	20
Tabla 13. Composición Química del vidrio	22
Tabla 14. Composición Química en Óxidos del vidrio	22
Tabla 15. Densidad seca y promedio de Humedad.....	31
Tabla 16. Penetración Muestra N°01 Suelo Patron Huanunga	31
Tabla 17. Penetración Muestra N°01 al 5%	32
Tabla 18. Penetración Muestra N°02 al 5%	32
Tabla 19. Penetración Muestra N°01 al 10%	33
Tabla 20. Penetración Muestra N°02 al 10%	33
Tabla 21. Comparación De CBR De Las Muestras 1 y 2	34
Tabla 22. Penetración Muestra 1 y 2.....	34
Tabla 23. CBR Muestra N°02 al 5%.....	35
Tabla 24. Penetración Muestra N°02 al 10%	35
Tabla 25. Penetración Muestra N°01 al 10%	36
Tabla 26. Penetración Muestra N°01 al 10%	37
Tabla 27. Hoja de cálculo parámetros de diseño	38
Tabla 28. Resultados de diseño de pavimento método AASHTO	39

Índice de Gráficos

Grafico 1. Proctor de la Muestra N°01 suelo patron Huanunga	23
Grafico 2. Proctor de la Muestra N°02 suelo Patron Tuma	23
Grafico 3. Proctor de la Muestra N°01 Con Adicion del 5%	24
Grafico 4. Proctor de La Muestra N°02 Con Adicion Del 5%.....	24
Grafico 5. Proctor de la Muestra N°01 con Adicion del 10%	25
Grafico 6. Proctor de la Muestra N°02 con Adicion del 10%	26
Grafico 7. Cuadro de Comparacion de Resultados Proctor	26
Grafico 8. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°01 suelo Patron.....	27
Grafico 9. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°02 suelo Patron.....	28
Grafico 10. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°01 al 5%	28
Grafico 11. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°02 al 5%	29
Grafico 12. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°01 al 10%.....	29
Grafico 13. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°02 al 10%.....	30

RESUMEN

La presente investigación se centra en el objetivo de : conseguir La estabilización con polvo de vidrio será óptimo para el pavimento flexible en la carretera Chacas – Acochaca, Asunción,2021.el tipo de investigación es aplicada con un diseño experimental por que se plantea la adición del polvo de vidrio al terreno natural y luego comprar los resultado para poder definir si es factible o no el planteamiento.

Las muestras son tomadas de la carretera Chacas – Acochaca de forma aleatoria las cuales arrojaron resultados favorables La muestra de la calicata N°01 con adición del 5% con polvo de botella de vidrio bordalesa posee una densidad máxima seca de 1.806 gr/cc, humedad optima de 15.9 % del ensayo de C.B.R. del cual obtuvimos los siguientes resultados C.B.R al 100% a 0.1” de 81.7% y a 0.2”de 102.2 y C.B.R. al 95% a 0.1” de 49.8% y a 0.2” de 66.8%.en cuanto la muestra de la calicata N°02 posee una densidad máxima seca de 2.029gr/cc, humedad optima de 11.5 % del ensayo de CBR, se obtuvo los siguientes resultados C.B.R al 100% a 0.1” de 28.6% y a 0.2” de 24.7%, C.B.R. al 95% a 0.1”de 15.3% y a 0.2”de 13.8%.del análisis de los resultados se concluye que con la adición del 5% de polvo de botella de vidrio la muestra de la calicata N°01 según los resultados obtenidos se vuelve más estable que el suelo de la muestra N°02,La muestra de la calicata N°01 con adición del 10% con polvo de botella de vidrio bordalesa posee una densidad máxima seca de 1.819 gr/cc, humedad optima de 15.9 %, del ensayo de C.B.R. de la muestra se obtuvo los siguientes resultados C.B.R al 100% a 0.1” de 83.3% y a 0.2”de 107.7 y C.B.R. al 95% a 0.1” de 50.8% y a 0.2” de 69.0%.en cuanto la muestra de la calicata N°02 posee una densidad máxima seca de 2.001 gr/cc, humedad optima de 9.4 %, del ensayo de C.B.R. de la muestra se obtuvo los siguientes resultados C.B.R al 100% a 0.1” de 48.8% y a 0.2”de 55.7 y C.B.R. al 95% a 0.1” de 20.6% y a 0.2” de 32.4%.del análisis de los resultados se concluye que con la adición del 10% de polvo de botella de vidrio la muestra de la calicata N°01 según los resultados obtenidos se estabiliza mejor que la muestra N°02.

Palabras claves:estabilizacion de taludes

ABSTRACT

This research focuses on the objective of: achieving stabilization with glass powder will be optimal for flexible pavement on the Chacas - Acochaca highway, Asunción, 2021. The type of research is applied with an experimental design because the addition from glass powder to natural terrain and then compare the results to be able to define whether or not the approach is feasible.

The samples are randomly taken from the Chacas – Acochaca highway, which yielded favorable results. The sample from pit No. 01 with the addition of 5% with Bordeaux glass bottle powder has a maximum dry density of 1,806 gr/cc, humidity optima of 15.9 % of the CBR test from which we obtained the following results C.B.R at 100% at 0.1” of 81.7% and at 0.2” of 102.2 and C.B.R. at 95% at 0.1” of 49.8% and at 0.2” of 66.8%. As the sample from pit No. 02 has a maximum dry density of 2.029gr/cc, optimum humidity of 11.5%. From the CBR test, it was obtained the following results CBR at 100% at 0.1” of 28.6% and at 0.2” of 24.7%, CBR 95% to 0.1” from 15.3% and 0.2” from 13.8%. From the analysis of the results, it is concluded that with the addition of 5% of glass bottle powder, the sample of pit No. 01, according to the results obtained, becomes more stable than the soil of sample No. 02, The sample from pit No. 01 with the addition of 10% with Bordeaux glass bottle powder has a maximum dry density of 1,819 gr/cc, optimum humidity of 15.9%, of the CBR assay of the sample, the following results were obtained C.B.R at 100% at 0.1” of 83.3% and at 0.2” of 107.7 and C.B.R. at 95% at 0.1” of 50.8% and at 0.2” of 69.0%. As the sample from pit No. 02 has a maximum dry density of 2.001 gr/cc, optimum humidity of 9.4%, from the C.B.R. of the sample, the following results were obtained C.B.R at 100% at 0.1” of 48.8% and at 0.2” of 55.7 and C.B.R. at 95% at 0.1” of 20.6% and at 0.2” of 32.4%. From the analysis of the results, it is concluded that with the addition of 10% of glass bottle powder, the sample of pit No. 01 stabilizes according to the results obtained. better than sample N°02

Keywords: slope stabilization

I. INTRODUCCIÓN

El suelo juega un papel muy importante en la realización de todo tipo de construcción, en las cuales se levantan las obras de ingeniería más importantes que han pasado por la historia y que hoy nos fascinan y nos animan a mejorar. estructuras y para reducir riesgos durante su construcción y operación. De vez en cuando nos damos cuenta de que es necesario mejorar las condiciones que la naturaleza le da al terreno, nos referimos a mejorar las características de los problemas más difíciles en la ejecución de las obras; Este proceso se llama estabilización. Crespo (2004)

El presente estudio mostró el efecto del polvo de vidrio en suelos con alta plasticidad, mejorar la propiedad de resistencia mecánica (C.B.R), ductilidad y expansión, en suelos de la provincia de Asunción Chacas. En este estudio, se realizaron comparaciones entre la resistencia mecánica del suelo (CBR), los valores de plasticidad y expansión de suelos convencionales y estabilizados con polvo de vidrio esmerilado en carreteras con baja intensidad de tráfico vehicular en el área provincial de Asunción Chacas.

La estructura del pavimento flexible depende básicamente del suelo, por lo que el desarrollo de investigaciones sobre la estabilidad de suelos arcillosos con la adición de polvo de vidrio, especialmente en la vía Chacas Acochaca provoca fallas sobre arcilla. al tener una alta ductilidad, no es favorable para la estructura del pavimento plástico, causando diversos daños, como asentamiento, agrietamiento, separación y deslizamiento, lo que resulta en un alto costo de reparación

Por otro lado se puede ver que en el Perú es importante tener una buena carretera por la gran necesidad del incremento de los vehículos que se ven a cada día en las distintas ciudades del País, las carreteras tienen que tener resistencia y durabilidad para la buena transitabilidad y el funcionamiento de los vehículos; es por esta razón que optamos añadir polvo de vidrio para estabilizar los suelos cohesivos, plásticos y que tengan otras propiedades similares que sean perjudiciales para la estabilidad de los suelos.

Por otro lado Considerando la escasez de suelos a nivel internacional, nacional y local, se decidió estudiar el tipo de suelo y mejorar las propiedades físicas y químicas con estabilidad, y las propiedades del suelo. El suelo no siempre es adecuado, como lo es el suelo. de la comuna de Chacas, que es una arcilla altamente plástica que no es favorable para la estructura de pavimentos flexibles, es por esta razón que nos motivó hacer el estudio en dicha zona por los diferentes estratos ya que encontramos suelos inestables. Por otro lado, en el Perú se utiliza mucha cantidad de papeles ya sea para el estudio, en el trabajo, etc. Como contraparte a este suceso, se está generando un problema de contaminación emergente constituido por los depósitos de botellas reciclado tanto en nuestro país como en diferentes países y así mismo están contaminando el medio ambiente. Por lo tanto, está destinado a ser utilizado de manera útil para dichos desechos usándolo como estabilizador, para lo cual el polvo de botella reciclado se triturará hasta encontrar la homogeneidad, y luego se combinará. Incorporado al suelo para mejorar las propiedades mecánicas, para ser evaluado por Proctor y CBR. De esta forma, contribuye al respeto por el medio ambiente, proporciona una alternativa más para el aprovechamiento de los residuos mencionados y minimiza el uso de materiales prestables en la construcción de carreteras. En base a lo anterior, planteamos el siguiente problema de investigación.

Teniendo en cuenta el hecho que existe un problema en la carretera Chacas – Acocahca surge la pregunta ¿Cómo estabilizar con polvo de vidrio para pavimento flexible en la carretera Chacas-Acochaca, Asunción,2021?.

El presente informe de investigación es con el objetivo de plantear y comparar las propiedades mecánicas para la construcción, como en las carreteras, hace necesario tomar prestados materiales para reemplazar estos suelos deficientes, lo que hace que sus costos de construcción sean altos debido al transporte de estos materiales. sin embargo, hoy en día este recurso ya no es una fuente inagotable, por lo que existen preocupaciones sobre su sostenibilidad. En lo cual, se propone utilizar la estabilización del suelo oriundo de la zona. Para ellos, era necesario utilizar componentes nuevos y modernos con óptimas propiedades mecánicas y físicas para obtener la mejora del suelo con los que buscamos ejecutar los trabajos.

Se pretende aprovechar las sustancias restantes utilizándolas como estabilizantes, para lo cual utilizaremos polvo de botellas de vidrio reciclado, que se triturarán hasta homogeneizar, y luego se mezclarán con el suelo para mejorar sus propiedades mecánicas, para ser evaluado por un supervisor y CBR. De esta forma, contribuye al respeto por el medio ambiente, proporciona una alternativa más para el aprovechamiento de los residuos antes mencionados y minimiza el uso de materiales prestables en la construcción de carreteras. La estabilidad del suelo está presente en diversas disciplinas de la ingeniería, principalmente en la construcción de pavimentos, donde es necesario mejorar las propiedades del suelo, ya sea resistencia al esfuerzo cortante, capacidad de deformación, porosidad de incrustaciones y huecos, en presencia de agua, logrando así un mejor pavimento. rendimiento durante su vida útil.

Por tanto se plantea como Objetivo General :Determinar la estabilización con polvo de vidrio en la subrasante para el pavimento flexible en la carretera Chacas – Acochaca, Asunción,2021

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes: determinación de los parámetros mecánicos del suelo de la carretera entre la provincia de asunción chacas y el distrito de acochaca,Realizar un diseño método AASHTO,Determinar y comparar los resultados de resistencia del suelo al 5% y 10% botellas de polvo reciclado con suelo patron.

Se plantea como hipótesis-La estabilización con polvo de vidrio será óptimo para el pavimento flexible en la carretera Chacas – Acochaca, 2021

II. MARCO TEÓRICO

Para comprender mejor el tema de investigación, se revisaron las siguientes investigaciones como, Johnson, Solomon y Olukorede (2012). El análisis de las propiedades geotécnicas de suelos mixtos de laterita pobre con proporciones variables de ceniza de coco se realizó de acuerdo con los métodos de análisis de suelos BS 1377 (1997) y Chief (1990) para ingenieros civiles. Las pruebas muestran que la ceniza de coco tiene un efecto sobre los estudios del límite de Atterberg, la compresión y la tasa de carga del suelo de California. Agregar ceniza de coco aumenta el límite de plasticidad, pero reduce el índice de plasticidad de los suelos de laterita. Las tasas de escases en California para suelos de laterita también aumentaron constantemente con el aumento de ceniza de coco, así mismo Pérez (2010); Por otro lado, en el trabajo "Estabilización de suelos para uso de pavimento: arena, limo y arcilla con ceniza de arroz y cal", se reportan buenos resultados en cuanto a mejora de CBR, hinchamiento de arena y arcilla, y muestran mayor resistencia en la compresión limitada. prueba, pero recomiendan que el estabilizador incorporado no sea inferior al 5% ni superior a 15 % del peso del suelo, del mismo modo, Soil Stabilizers concluyó que con la meta establecida al inicio del estudio utilizando el método propuesto se encontró la dosis óptima de la muestra de suelo, resultados más importantes de la metodología, se realiza el examen para determinar los límites de Atterberg para una plasticidad índice de 18.

25. Debido a que tiene un índice de plasticidad mayor a 10, se ha determinado que es un suelo y aglutinante plástico que reacciona con este material y se asocia a menores costos que la cal. De tal manera que, Genaro José Altamirano y Axell Exequiel Díaz Sandino (2015) en su tesis Estabilización de suelos cohesivos con cal en Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio de Potosí Rivas Tutor. Concluyó que durante el análisis de estas muestras se obtuvo como principal suelo el tipo A_{7,6}, que según la normativa AASHTO es un suelo con poca capacidad portante, alto índice de plasticidad; además del alto porcentaje de expansión por cambios de humedad. Estos datos de laboratorio se presentan en la Tabla 6.13; Sin embargo, la capa 1 del pozo es suelo A₆, aunque no tiene las mismas propiedades que el suelo descrito anteriormente, sigue siendo un suelo con condiciones no deseables en un proyecto. Después de definir y clasificar este suelo,

mezclar 5 muestras correspondientes a la clasificación A76, determinar el índice de plasticidad; A partir de este momento, se han sugerido dosificaciones. Debido a que había tantos ensayos por hacer, los porcentajes en los que se repitió el mayor cambio fueron 3, 6, 9 y 12 %. De los porcentajes anteriores se determinó que con 9 % de cal se lograron las mejores condiciones del suelo, respetando la mayoría de las propiedades propuestas adición de cal. Así como también, Moale Quispe, Alexandra Brigitte Y Rivera Justo, Ebdy Josias (2019) en su tesis Estabilización química de arcillas con cal para uso como subrasante vial en la ciudad de Villa Rica. concluyó que las propiedades físicas del suelo estudiado fueron: densidad 2.63, tasa de grava 8.3%, porcentaje de arena 23.15% y contenido de grano fino 68.2% de índice de plasticidades y 13%, y realizó la clasificación de suelos por el método AASHTO ET SUCS y concluyó que la investigación la muestra es arcilla de baja plasticidad CL según SUCS y arcilla plástica con índice de grupo 8; A6 (8) por AASHTO. Como base para obras viales, se califica de bueno a malo. La densidad seca máxima (MDS) y la humedad óptima del suelo se determinaron con diferentes dosificaciones de cal aplicando el método Proctor A modificado. La MDS fue de 1,85 g/cm³, lograda con una concentración La humedad óptima es de 13,0%. Con los valores obtenidos de la prueba de Proctor, el valor CBR estimado, en el estado natural del suelo, es igual a 3,3% a 95° de máxima densidad seca, por lo que cualitativamente tiene baja capacidad portante. De los estudios realizados se encuentra que con la adición de 15cal al suelo natural, la CBR aumenta en un 78,8%, esto quiere decir que el nuevo valor de CBR a 95 MDS para este suelo estable es de 5,9%. • En estudios anteriores, la densidad seca máxima disminuyó a medida que aumentó el porcentaje de cal, pero en este estudio aumentó. De hecho, la proporción de cal utilizada es superior a la del suelo.

También se revisó los estudios de José Johel López Suarriva y Grely Ortiz Pinares (2018) en su tesis sobre la estabilidad de suelos arcillo-calcáreos para tratamiento de soleras en las calles urbanizadas de San Luis de Abancay. concluyeron que la cantidad de cal requerida para mejorar la CBR en ambos suelos fue de 8 l de peso seco del suelo. Se ha comprobado y concluido que cuando se realiza la prueba de Eades y Grim y se añade cal al suelo, el pH del suelo sube por encima de 10,5, lo que ayuda a descomponer las partículas de arcilla y así formar productos cohesivos que contribuyen a la durabilidad. del suelo Por otro lado, según la prueba de Eades

y Grim, la proporción de cal necesaria para estabilizar el suelo, para la muestra 01 se necesita agregar 3 cal para estabilizar y para la muestra 02 se necesita agregar 5 cal. para estabilizarlo. Mediante la realización de pruebas de pH de Eades y Grim, se determinó la cantidad de cal requerida para responder a la reacción inmediata de la cal con el suelo. Esta prueba nos proporciona la cal necesaria para crear las condiciones adecuadas para la reacción puzolánica a largo plazo, que conduce al desarrollo de la dureza. Se analizan muestras de la urbanización de San Luis Baja para convertirse en vías urbanas amparadas por la normativa de construcción de aceras urbanas específica del país CE.010, que establece que el CBR para la subcapa es del 80% y el CBR para el fondo es del 100%. Por lo tanto, el CBR del suelo natural no cumple porque su valor CBR no es suficiente para ser utilizado como subbase o base. Es por ello que mediante el uso de cal se ha estabilizado químicamente el suelo para aumentar su capacidad portante en CBR. En base a los resultados obtenidos del laboratorio de suelos se concluyó que para la muestra 01 se debe adicionar 8cal al suelo para aumentar el CBR de 1 5.00 y así ser utilizado como base para el pavimento. Mientras que en la muestra 02, por tratarse de suelo arenoso mezclado con humus, el suelo no tiene mayor capacidad portante debido a que la adición de 8cal solo aumenta el CBR en 68,00, lo que no está de acuerdo con lo establecido en las normas CE 010. Tenga en cuenta que de acuerdo con las recomendaciones del material de referencia estándar e investigado, este suelo reacciona mejor al cemento. También se puede concluir que el suelo estabilizado con cal puede ser utilizado en caminos vecinales y caminos urbanos, siendo requisito indispensable que las diferentes capas de la estructura del pavimento tengan la resistencia suficiente para cumplir con lo establecido en dicha normatividad vigente. como documentos de orientación del Ministerio de Transporte y reglamentos nacionales de construcción. Cabe señalar que existen diferentes métodos para estabilizar la arcilla, pero en este proyecto de tesis se ha estudiado el uso de la cal debido a su mayor comercialización y bajo costo, y la arcilla tiende a mejorar sus propiedades, como se ha demostrado. Este es un proyecto de tesis, además de que la arcilla exhibe mejores propiedades, mejor trabajabilidad y reacción química inmediata. La estabilización con cal que mejora en la textura y estructura del suelo al reducir la ductilidad y aumentar la repelencia al agua. En la cáscara de espéculo, este cambio se realiza utilizando un 60%, lo que aumenta el

valor de CBR de la arcilla y mejora su calidad para que pueda usarse como un buen sustrato. La adición de conchas trituradas a arcillas altamente dúctiles reduce su capacidad de absorber agua por capilaridad, como consecuencia de la reducción de la plasticidad del suelo estable. A su vez, las válvulas en abanico son del tipo 60 que más reducen la absorción capilar en comparación con las válvulas de concha de pato, posiblemente por su mayor aspereza y aspereza. Así mismo, Palli Apaza Edwin Ever (2015) en su tesis *The Ultimate Guide to Limestone Stabilization on Low Vehicle Density Roads in San Roman Province* concluyó que la cal como estabilizador de suelos si mejora las propiedades mecánicas del suelo, esto se debe a que cuando el suelo es calcáreo, se produce una rápida reacción de floculación e intercambio de iones, seguida de una reacción muy lenta, de tipo puzolánica, con la formación de formaciones rocosas. Nuevos productos químicos, la cal al combinarse con el silicio, el aluminio en el suelo y las partículas de agua crean cemento. -tales como silicato y alúmina; Esto produce un aumento significativo en el valor relativo del soporte CBR en el suelo, ya que es adecuado para su uso en la estructura de afirmación bajo EG2013. Para la carrera n.º 1 (Chullunquiani), el porcentaje óptimo de Cal para la mejora de CBR y considerado adecuado para el entrenamiento afirmativo es del 2 %. Para la Cantera #2 (Taparachi), la relación de cal óptima para el mejoramiento de CBR y considerada adecuada para el entrenamiento de aserción es de 1%. Y por otro lado, la cal como estabilizador de suelos reduce ligeramente el límite líquido y aumenta. Así mismo que, Denis Rubin Ruano-López (2012) concluyó en su disertación sobre la estabilidad de suelos cohesivos con arena volcánica y cal viva que las propiedades de la arena volcánica utilizada en el estudio presentaban cualidades positivas. La mina se ha utilizado con éxito en la construcción en varios campos, como el vertido de hormigón y la fabricación de tejas de hormigón. La cal viva tiene un bajo costo en el mercado en comparación con la cal apagada y su uso ha demostrado ser muy efectivo para estabilizar suelos cohesivos donde se puede lograr una estabilización de bajo costo mezclándola con arena, sílice y arena verde. Las playas donde hay bancos de arena utilizados para la estabilización tienen una ubicación privilegiada, estando a sólo 26 kilómetros de la Ciudad de Guatemala, apenas unos kilómetros de arena silíceo y 22 kilómetros de arena verde, ambos se encuentran a pocos kilómetros de la carretera de la capital a Agua Caliente por la Carretera del

Atlántico. La arena de sílice y la arena verde se explotan ampliamente para estabilizar el terreno para la construcción de las obras civiles necesarias, lo que brinda a las personas una gran confianza cuando se usa de manera continua en el futuro. Diferentes edificios en áreas urbanas. Se ha determinado que al utilizar arena, sílice o verde se obtienen valores de CBR muy similares, sin embargo, se obtiene un mayor valor de densidad y un mayor valor para la composición mineral de la arena verde. Un poco más que arena de sílice. El gráfico muestra los resultados de cada edificio utilizado en los dos procesos de consolidación del suelo.

En la investigación se utilizaron dos tipos de muestras de suelo, tomadas del norte de Guatemala, estos suelos tienen propiedades consistentes y pueden ser considerados como referencia para la estabilización de otros suelos del mismo tamaño. tamaño o características similares en otras partes de la provincia o estado. Tenga en cuenta que la arena debe trasladarse a un lugar estable.

EL SUELO En el sentido técnico general, el suelo se define como una masa no fermentada de partículas minerales y material orgánica en descomposición (partículas sólidas), así como líquidos y gases que ocupan los espacios entre las partículas sólidas (Braja, 1999). Es un conjunto de partículas con una organización definida y varias propiedades de "método vectorial". Verticalmente, sus propiedades tienden a cambiar mucho más rápido que horizontalmente (Juárez,

La falta de resistencia se presenta con mayor frecuencia en suelos orgánicos. Los efectos de la materia orgánica a menudo se manejan mal, ya que la compactación se usa como una forma de estabilización mecánica para aumentar la resistencia del suelo en algunos casos. Sin embargo, el resultado deseado se puede lograr por compactación, solo por un corto tiempo, ya que el efecto de la descomposición de la materia orgánica volverá a reducir la resistencia del suelo en cuestión (Roldan, 2009). Usar una resistencia a la compresión más alta tampoco ayudará a lograr valores de resistencia más altos y más largos. Algunos de los métodos más utilizados para aumentar la resistencia del suelo son: compactación, vibro flotación, La precarga, El drenaje, Estabilidad mecánica a mezclas de otros suelos. Estabilizadores químicos que incluyen cemento, cal o aditivos líquidos que funcionan como cemento.

La estabilización de suelos es el proceso natural mediante el cual los suelos son sometidos a una determinada manipulación o tratamiento para que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniendo un sustrato estable y duradero, resistente al impacto, al movimiento, a la dinámica del tráfico y al esfuerzo. y así garantizar geotécnicamente el funcionamiento de la explanada (Valle, 2010).

Para la estabilización de suelos existen dos opciones de implementación, mezcla en planta central o móvil, y mezcla en sitio (Valle, 2010).

El suelo estabilizado "in situ" se define como una mezcla homogénea y homogénea de su propio suelo en una disposición adecuadamente compactada, con el fin de reducir la sensibilidad del suelo al agua o aumentar la resistencia del suelo.

Cemento: suelo estable, que es una mezcla de agua, tierra y una cantidad medida de cemento Portland, cuidadosamente mezclado y compactado a una alta densidad, luego se endurece durante un período de tiempo y resiste el clima húmedo.

El cemento para suelos es una sustancia endurecedora obtenida por compactación mecánica de una mezcla de suelo fino, agua y una cantidad de cemento Portland que permite que la mezcla cumpla con ciertos requisitos de resistencia.

Cemento: La tierra tratada es una mezcla semisólida o no sólida de agua, cemento Portland y tierra finamente molida. Esta mezcla contiene menos cemento que la mezcla de suelo y cemento.

El Cemento Plástico para Pisos (Pavimento de Cemento Plástico) es una sustancia endurecedora que se obtiene mezclando tierra fina, cemento Portland y una cantidad de agua tal que al mezclarlo y fraguar tenga una consistencia similar a la del mortero. Suelo de piedra caliza (suelo de piedra caliza), que es una mezcla de cal, agua y suelo de grano fino. Si el suelo contiene sílice y alúmina, se produce una reacción puzolánica que da como resultado la formación de un material cohesivo. Los minerales arcillosos, el cuarzo y el feldespato son posibles fuentes de sílice y alúmina en suelos típicos de grano fino (Garber y Lester, 2009).

Si se van a mejorar las propiedades estructurales, se debe usar un aditivo para suelos que contenga más del 25% de finos cohesivos. Estos aditivos también deben ser agentes de desempolvado.

El vidrio forma un grupo familiar de la cerámica. La nobleza del vidrio radica en un conjunto de cualidades que son la transparencia óptica, la resistencia, el aislamiento y la facilidad de fabricación. Todos lo conocemos por su fragilidad, transparencia, peso, diferentes formas y colores. Por tanto, la decisión sobre el tipo de vidrio a utilizar, su espesor, tamaño, color, proporciones y forma, merece un cuidadoso estudio caso por caso, teniendo en cuenta los siguientes datos: Aislamiento acústico necesario para su diseño.

Actualmente, hay cristales de 6 mm. de espesor, completamente incoloro, filtra hasta 70° de radiación infrarroja y 99,5° de radiación ultravioleta; o cristal de 12 mm. Que intercepta un proyectil de calibre 9 mm.

El vidrio es por tanto la solución a los problemas de: Aislamiento térmico.

(cristales es un material resistente, pero también es frágil y peligroso cuando se rompe.

Es habitual ver estas combinaciones en muebles como mesas de cristal, puertas o ventanas. Una de las combinaciones más populares en el estilo industrial es el vidrio y el hormigón. Este conjunto de materiales recuerda a las antiguas fábricas y otros entornos de trabajo.

El metal y el vidrio van bien juntos desde que se generalizó el uso de ambos materiales. Es una combinación elegante y sencilla; que dependiendo del acabado y textura del vidrio puede crear un aspecto más o menos moderno.

El comportamiento del vidrio ante los diversos tipos de esfuerzos mecánicos a los que puede estar sometido durante su uso (tracción, compresión, torsión, impacto, pinchazo) constituye a menudo una importante limitación para algunas de sus aplicaciones. Si su dureza y, por tanto, su resistencia al rayado lo sitúa en una posición ventajosa frente a otros materiales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación:

La siguiente investigación es científica es aplicada por que proponemos transformar un conocimiento. Se analizarán las características mecánicas del suelo como son estabilidad. Con ello poder mejorar el tipo de suelo natural que se encuentre.

La investigación será de tipo explicada porque se determinará cómo se comporta el suelo a consecuencia de la adición de un 5% y 10% de polvo de botella reciclada.

Diseño de investigación

La investigación es de diseño experimental Porque se busca descubrir cómo es la estabilización cuando adicionamos un porcentaje de polvo de botella reciclada.

Que conlleve a tener posibilidad de mejorar las propiedades del suelo para así poder estabilizarlo al suelo que se encuentra en la provincia de asunción chacas.

Por tanto, los resultados obtenidos de los dos ensayos de estudio se denominan: Se comparan con el suelo patrón y el grupo de los suelos del experimento, correspondiendo al siguiente diagrama.

1.1. **Variables y Operacionalización**

Como variable de investigación se tiene determinar la estabilización con polvo de vidrio en la subrasante para el pavimento flexible en la carretera Chacas – Acochaca, Asunción, 2021

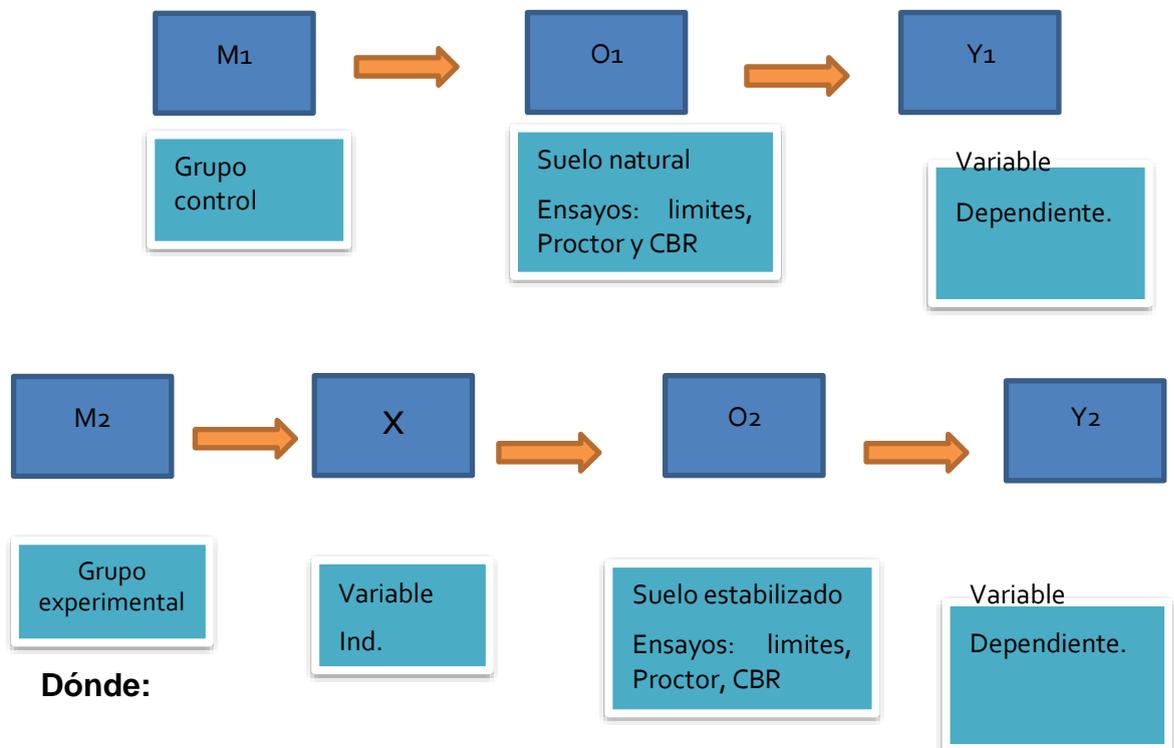
Definición conceptual: Según Este es el esfuerzo máximo que el material puede soportar bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).

Definición Operacional: Esa es la limitación del índice de plasticidad modificado, CBR y Proctor

Es la adición del polvo de botella reciclada en 5% y 10% al material de afirmado de la plataforma de rodadura.

Indicador: los indicadores serán determinados por los resultados de Porcentajes 5% y 10 % de la adición del polvo de vidrio

Escala de medición: será nominal



Dónde:

M1: Muestra de Proceso del suelo natural

M2: Muestra de Proceso del suelo con estabilización de polvo de botella reciclada

X: Variable independiente: suelo con adición de 5% y 10% de polvo de botella vidrio reciclado

O1: Posibles resultados del suelo natural

O2: Posibles resultados del suelo natural con polvo de botella vidrio reciclado

Y1: Variable dependiente: estabilización del suelo natural

Y2: Variable dependiente: estabilización del suelo con polvo de botella reciclada

3.2. Población y Muestra

Población: El suelo natural de tipo arcilloso del distrito de Acochaca de la provincia de asunción chacas.

Muestra: Para los ensayos respectivos en el estudio, se utilizará 50 kilos de suelo arcilloso por tratamiento, es decir 100 kilos de suelo arcilloso por repetición (2 tratamientos); finalmente para todo el proyecto será necesario 200 kilos de suelo natural tipo arcilloso, ya que se hará dos de los tratamientos. Estas muestras de suelos han sido tomadas de diferentes puntos (2 calicatas) de la carretera Chacas - Acochaca y en forma aleatoria. Para el material fino de polvo de botella reciclada se utilizarán 9.788 kg por iteración; Al final, todo el proyecto requerirá 19.575 kg.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de información: "LA OBSERVACION".

Nuestra guía de monitoreo incluirá las siguientes pruebas AASHTO, prueba de tamaño de partículas, prueba de límite líquido, prueba de límite plástico, prueba Proctor modificada y prueba CBR. En el caso de nuestro campo, este sería en el grupo control y experimental.

Para el proceso de investigación, en primer lugar, se necesita un docente para que pueda culminar los datos obtenidos como resultado durante la investigación, como se menciona en el anexo.

3.4. Procedimientos

Luego de realizar las pruebas de tamaño de partícula, Proctor modificado, CBR respectivamente, se realizará el procesamiento de datos con los programas Excel y SPSS.

Para el análisis de datos se desarrollarán tablas, gráficos, porcentajes, media y una prueba de hipótesis.

3.5. Método de Análisis de datos

"La selección de información se hará por observación directa, a través de ellas nos permitirá visualizar cada prueba, la prueba de laboratorio y anotando las correspondientes, necesarias para nuestros resultados y contrastarlos con la hipótesis." [29]

3.6. Aspectos éticos

"Según los autores del estudio, este proyecto de investigación es un antónimo de fraude e imitación, por lo que contiene reproducibilidad porque esta investigación está basada en la comunidad y está estrechamente

vinculada a los investigadores científicos para confirmar y no publicar una fuente, eventualmente serán comparados por la herramienta web de Turnitin".

IV.RESULTADOS

Objetivo N° 1 determinar las propiedades mecánicas del suelo de la carretera entre la Provincia de Asunción Chacas y el Distrito de Acochaca.

Granulometría de la muestra N° 01 de la calicata Tejeria don Bosco.

La extracción del material se dio a una Profundidad = 1.50 mts.

El peso inicial para empezar la granulometría fue de 47,215.8 gramos, con el que se hizo el lavado del material obteniendo un nuevo resultado de 43,958.3 después del lavado se procedió con la granulometría obteniendo nuevos resultados

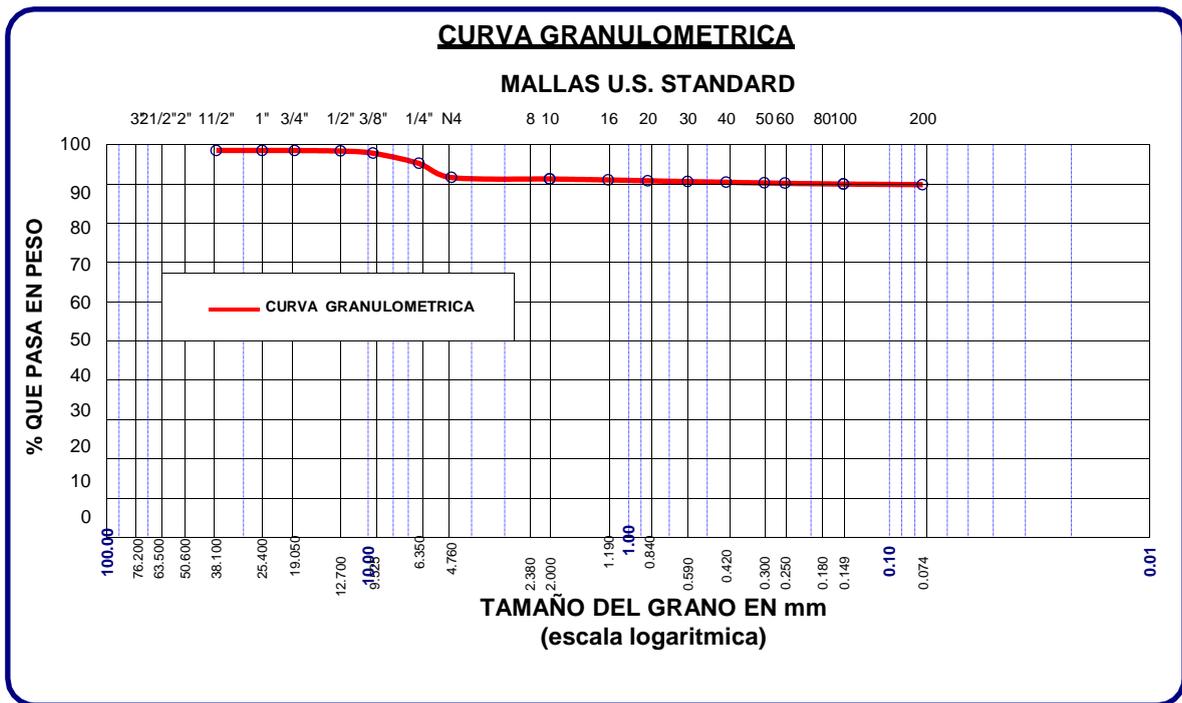
Granulometría de la muestra N° 1 Huanunga – Tejeria don Bosco

Tabla 1 Granulometría y Clasificación de la Muestra N°01

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.2					GRAVA GRUESA	CALICATA N° 01 Profundidad = 1.50 mts. Límites de Consistencia: LL = 36.96 % LP = 23.49 IP = 13.46 Peso de la Muestra: 47215.8 gr.
2 1/2"	63.5	0	0	0	100		
2"	50.6	0	0	0	100		
1 1/2"	38.1	0	0	0	100		
1"	25.4	0	0	0	100		
3/4"	19.05	0	0	0	100	GRAVA FINA	
1/2"	12.7	69.5	0.15	0.15	99.85		
3/8"	9.525	264	0.56	0.71	99.29	ARENA GRUESA	% Humedad 6.2% CLASIFIC. (AASHTO): tipo de suelo Arcilla
1/4"	6.35	1232	2.61	3.32	96.68		
No4	4.76	1692	3.58	6.9	93.1		
No8	2.38						
No10	2	166.3	0.35	7.25	92.75		
No16	1.19	122	0.26	7.51	92.49		
No20	0.84	99.6	0.21	7.72	92.28		
No30	0.59	99.6	0.21	7.93	92.07		
No40	0.42	81.1	0.17	8.1	91.9		
No 50	0.3	82.4	0.17	8.28	91.72		
No60	0.25	43	0.09	8.37	91.63		
No80	0.18						
No100	0.149	89.9	0.19	8.56	91.44		
No200	0.074	70.4	0.15	8.71	91.29		
<N°200	FONDO	43104	91.29			LIMOS	OBSERVACIONES La muestra corresponde a un estrato de suelo arcilloso -1.50 m de profundidad.
BASE		43858.3	92.89	100	0		
TOTAL		47215.8	100				

Fuente elaboración propia

Tabla 2. Curva Granulometría de la Muestra N°01-Huanunga



Fuente elaboración propia

Granulometría de la muestra N° 02 de la calicata Tuma.

La extracción del material se dio a una Profundidad = 1.50 mts.

El peso inicial para empezar la granulometría fue de 40,500.0gramos, con el que se hizo el lavado del material obteniendo un nuevo resultado de 31,105.0 después del lavado se procedió con la granulometría obteniendo nuevos resultados

Límites de Consistencia:

LL = 24.40 %

LP = 18.37

GRAVA 23.2 %

ARENA 76.8 %

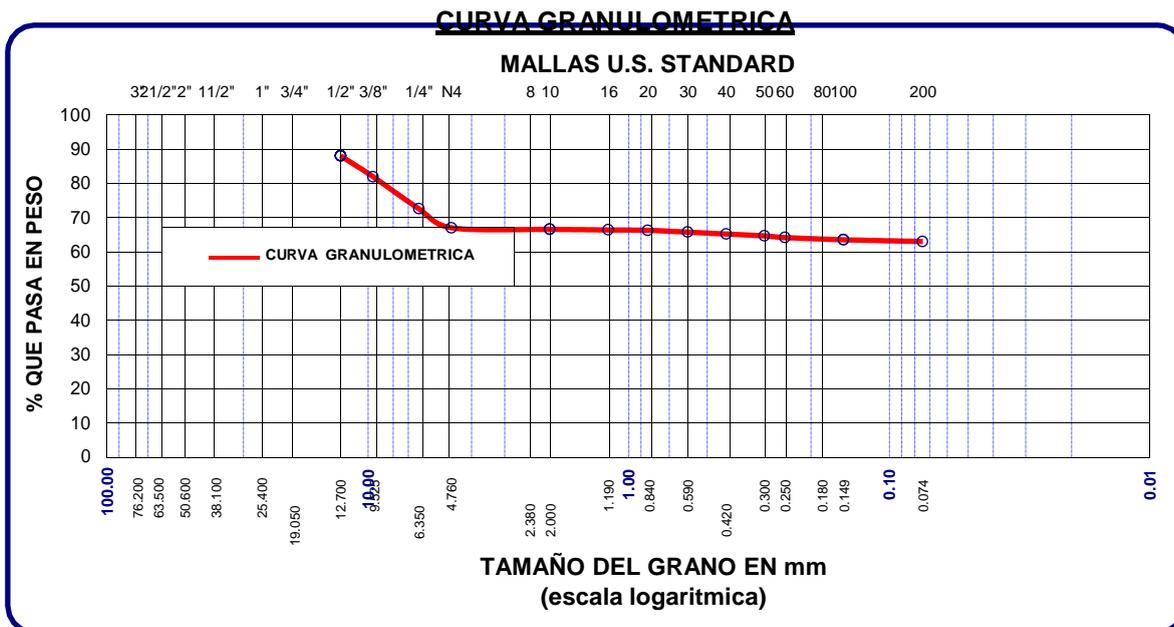
% Humedad 2.2%

Tabla 3. Granulometría de la muestra N° 02

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.2					GRAVA GRUESA	CALICATA N° 02 Profundidad = 1.50 mts. Límites de Consistencia: LL = 24.4 % LP = 18.37 IP = 6.03 Peso de la Muestra: 40500 gr. GRAVA 23.2 % ARENA 76.8 % % Humedad 2.2% <u>CLASIFIC.</u> <u>(AASHTO):</u> limo baja plasticidad arcilla baja plasticidad <u>OBSERVACIONES</u> La muestra corresponde a un estrato de suelo limoso a-1.50 m de profundidad.	
2 1/2"	63.5							
2"	50.6							
1 1/2"	38.1							
1"	25.4							
3/4"	19.05					GRAVA FINA		
1/2"	12.7	870	2.15	2.15	97.85			
3/8"	9.525	2475	6.11	8.26	91.74	ARENA GRUESA		
1/4"	6.35	3800	9.38	17.64	82.36			
No4	4.76	2250	5.56	23.2	76.8			
No8	2.38							
No10	2	168.8	0.42	23.61	76.39			
No16	1.19	78.5	0.19	23.81	76.19			ARENA MEDIA
No20	0.84	43.5	0.11	23.92	76.08			
No30	0.59	216.1	0.53	24.45	75.55			
No40	0.42	219.4	0.54	24.99	75.01			ARENA FINA
No 50	0.3	218.1	0.54	25.53	74.47			
No60	0.25	204.6	0.51	26.03	73.97			
No80	0.18							
No100	0.149	260.1	0.64	26.68	73.32			
No200	0.074	207.2	0.51	27.19	72.81	ARENA		
<N°200	FONDO	29488.7	72.81					
BASE		31105	76.8	100	0	LIMOS		
TOTAL		40500	100					

Fuente elaboración propia

Tabla 4. Curva Granulometría de la muestra N° 02



Fuente elaboración propia

LIMITES DE CONSISTENCIA – PASA MALLA N°40

Calicata N°01 zona Huanunga altura de la Tejeria don Bosco

Tabla 5 .Límites de consistencia muestra N°01

LÍMITE LIQUIDO				
N° TARRO		11	5	34
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	51.30	55.70	56.30
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	44.40	48.02	48.50
PESO DE AGUA	(g)	6.90	7.68	7.80
PESO DEL TARRO	(g)	26.20	27.10	26.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.20	20.92	21.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.91	36.71	35.62
NUMERO DE GOLPES		17	28	35

Fuente elaboración propia

El resultado del límite líquido es de 36.96

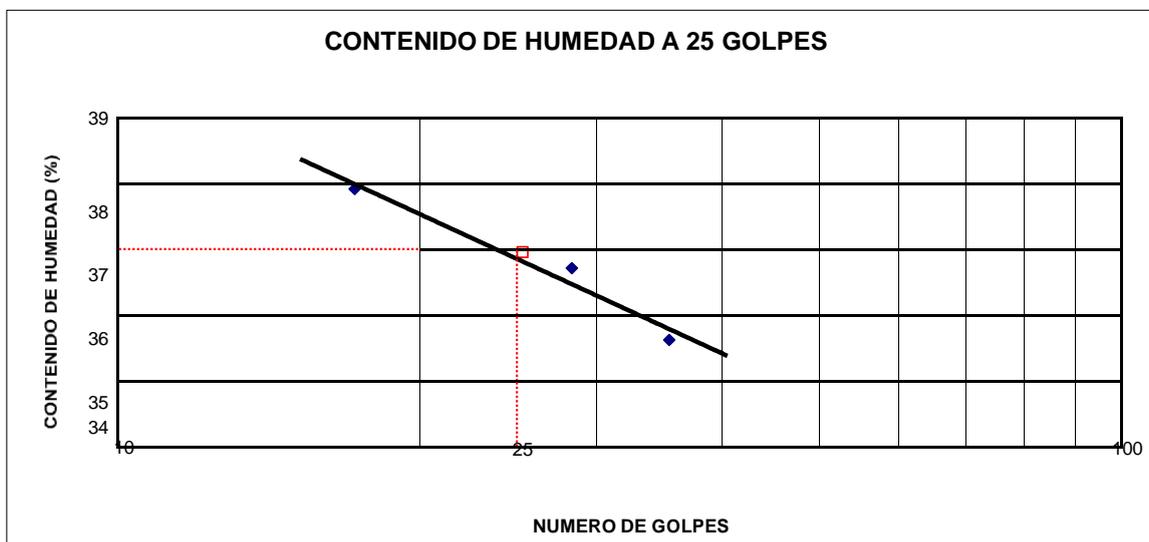
Límite plástico: se obtuvo un resultado de 23.49

Tabla 6. *Limite plastico de la muestra N°01*

LIMITE PLASTICO			
N.º TARRO		32	33
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.70	31.70
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.50	30.60
PESO DE AGUA	(g)	1.20	1.10
PESO DEL TARRO	(g)	27.30	26.00
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.20	4.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.08	23.91

Fuente elaboración propia

Tabla 7. *Contenido de Humedad*



Fuente elaboración propia

Tabla 8. *constantes físicas de la muestra N°01*

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36.96
LIMITE PLASTICO	23.49
INDICE DE PLASTICIDAD	13.46

Fuente elaboración propia

Para el índice de plasticidad se hizo la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico obteniendo un resultado de 13.46

LIMITES DE CONSISTENCIA – PASA MALLA N°40

Calicata N° 02 zona Tuma

Tabla 9. *Limites de consistencia Muestra N°02*

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		10	17	12
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	56.24	57.34	58.17
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	50.11	51.39	52.35
PESO DE AGUA	(g)	6.13	5.95	5.82
PESO DEL TARRO	(g)	26.13	26.92	27.20
PESO DEL SUELO SECO	(g)	23.98	24.47	25.15
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.56	24.32	23.14
NUMERO DE GOLPES		18	26	32

Fuente elaboración propia

El resultado del límite líquido es de 24.40

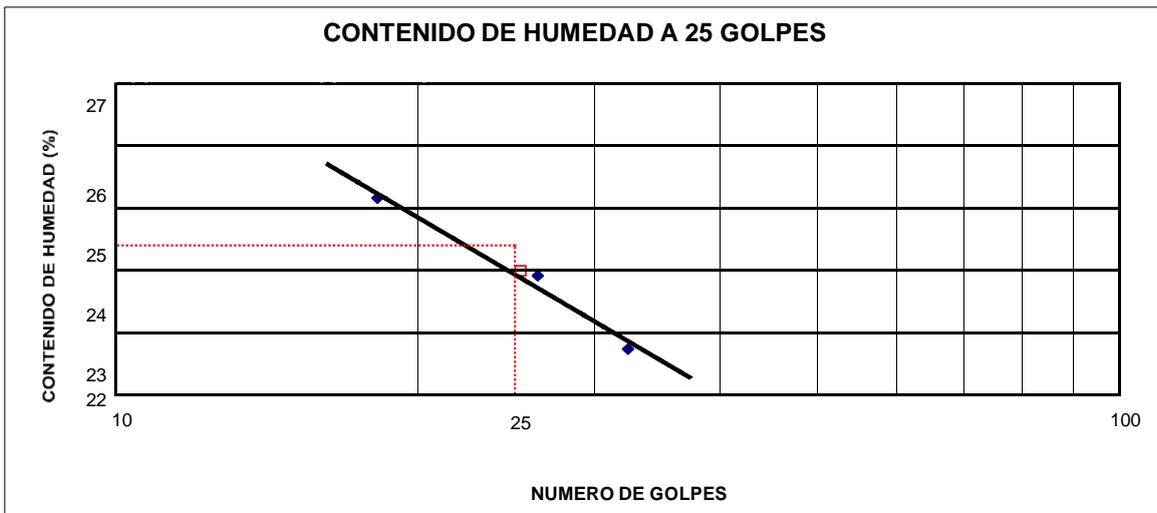
Tabla 10. *Limites de Liquido muestra N°02*

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO		4	34
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.32	31.37
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.44	30.63
PESO DE AGUA	(g)	0.88	0.74
PESO DEL TARRO	(g)	26.71	26.55
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.73	4.08
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	18.60	18.14

Fuente elaboración propia

Límite plástico: se obtuvo un resultado de 18.37

Tabla 11 - Contenido de Humedad



Fuente propia

Contenido de humedad con 25 golpes

Tabla 12. Constantes físicas de la muestra N°02

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.40
LIMITE PLASTICO	18.37
INDICE DE PLASTICIDAD	6.03

Fuente elaboración propia

Para el índice de plasticidad se hizo la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico obteniendo un resultado de 6.03

Objetivo 02.Determinar las propiedades químicas del polvo de vidrio reciclado



300g de muestra de polvo de vidrio bordalesa reciclada.

Fuente elaboracion propia



Espectrometro de fluorescenciade rayos x de energia dispersiva.

Fuente elaboracion propia

Analisis de composicion quimica elemental

Tabla 13. Composición Química del vidrio

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio (Si)	69.222	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Calcio (Ca)	24.796	
Hierro (Fe)	3.861	
Potasio (K)	1.049	
Cromo (Cr)	0.559	
Azufre (S)	0.413	
Estroncio (Sr)	0.099	

Fuente elaboración propia

Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos x.

Análisis semi cuantitativo en atmósfera de aire.

Análisis de composición química expresado en óxidos

Tabla 14. Composición Química en Óxidos del vidrio

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de silicio (SiO ₂)	79.523	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Óxido de calcio (CaO)	13.451	
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	3.639	
Óxido de potasio (K ₂ O)	2.832	
Óxido de cromo (Cr)	0.463	
Óxido de azufre (SO ₃)	0.050	
Óxido de estroncio (SrO)	0.043	

Fuente elaboración propia

Objetivo 03. Realizar un diseño método AASHTO con los resultados de los ensayos de CRB y Proctor.

Determinar y comparar los resultados de la capacidad portante del suelo con 5% y 10 % de polvo de botella reciclada con un suelo patrón.

Ensayo de Proctor modificado suelo patrón Huanunga

Grafico 1. Proctor de la Muestra N°01 suelo patron Huanunga



Interpretación: En el grafico se puede observar que la densidad máxima del suelo patrón es de 1.946 y la humedad óptima es de 12%

Grafico del Proctor modificado con 5% de polvo de botella de vidrio zona Tuma

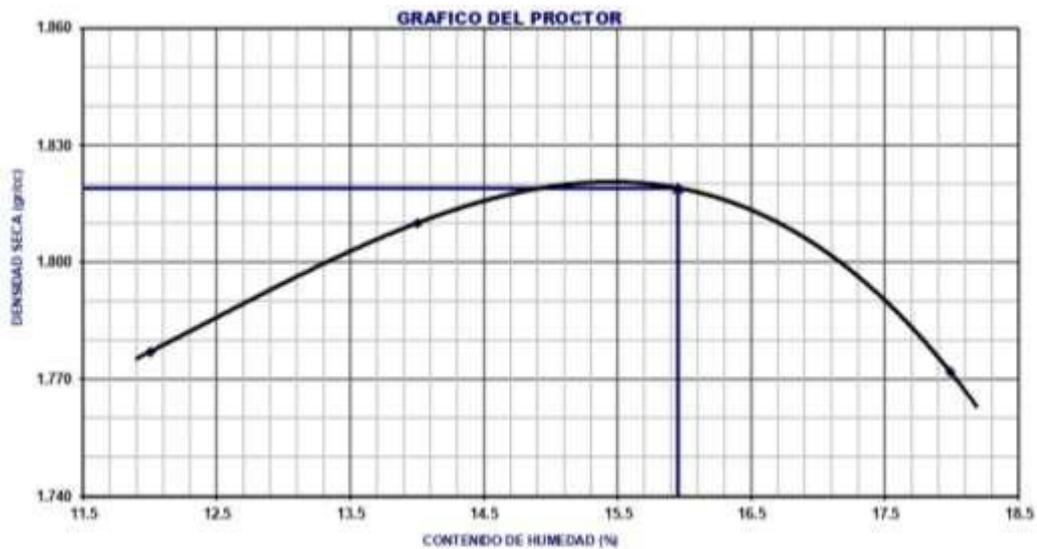
Grafico 2. Proctor de la Muestra N°02 suelo Patron Tuma



Fuente elaboración propia

Interpretación: se desarrollaron cuatro ensayos por muestra, en la zona tuma la densidad máxima seca con un 5% de polvo de botella de vidrio es de 2.029 y la humedad optima es de 11.9.

Grafico 3. Proctor de la Muestra N°01 Con Adicion del 5%

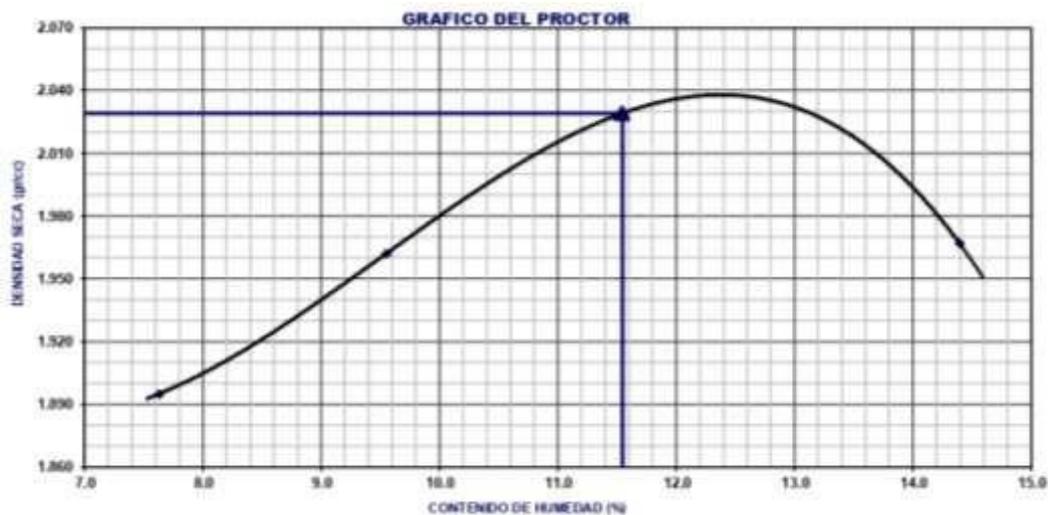


Fuente elaboración propia

Interpretación: se desarrollaron cuatro ensayos por muestra, en la zona Huanunga la densidad máxima seca con un 5% de polvo de botella de vidrio es de 1.819 y la humedad optima es de 15.9

Ensayo de Proctor modificado con suelo patrón zona Tuma

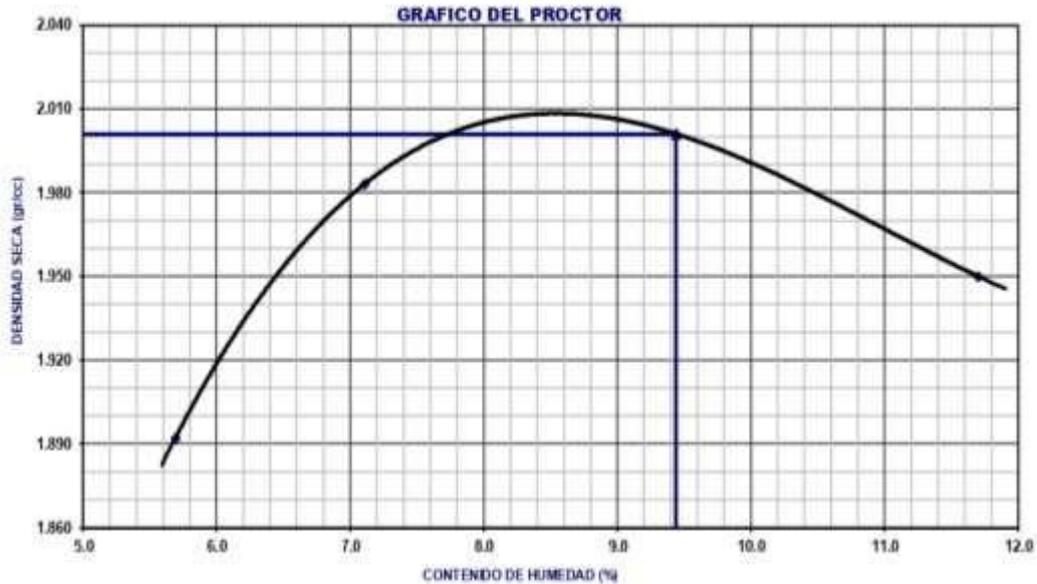
Grafico 4. Proctor de La Muestra N°02 Con Adicion Del 5%



Interpretación: se desarrollaron cuatro ensayos por muestra, en la zona Tuma la densidad máxima seca es de 2.029 y la humedad optima es de 11.5

grafico del Proctor modificado con 10% de polvo de botella de vidrio bordelesa zona Tuma

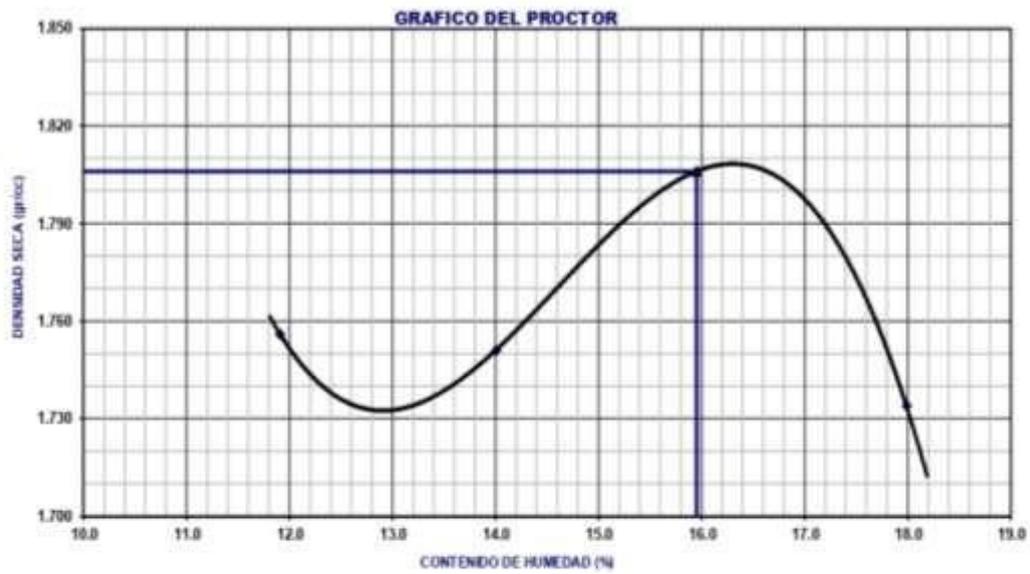
Grafico 5. Proctor de la Muestra N°01 con Adición del 10%



Interpretación: se desarrollaron cuatro ensayos por muestra, en la zona huanunga la densidad máxima seca con un 10% de polvo de botella de vidrio es de 2.001 y la humedad optima es de 9.4

Grafico del Proctor modificado con 10% de polvo de botella de vidrio bordelesa zona Huanunga.

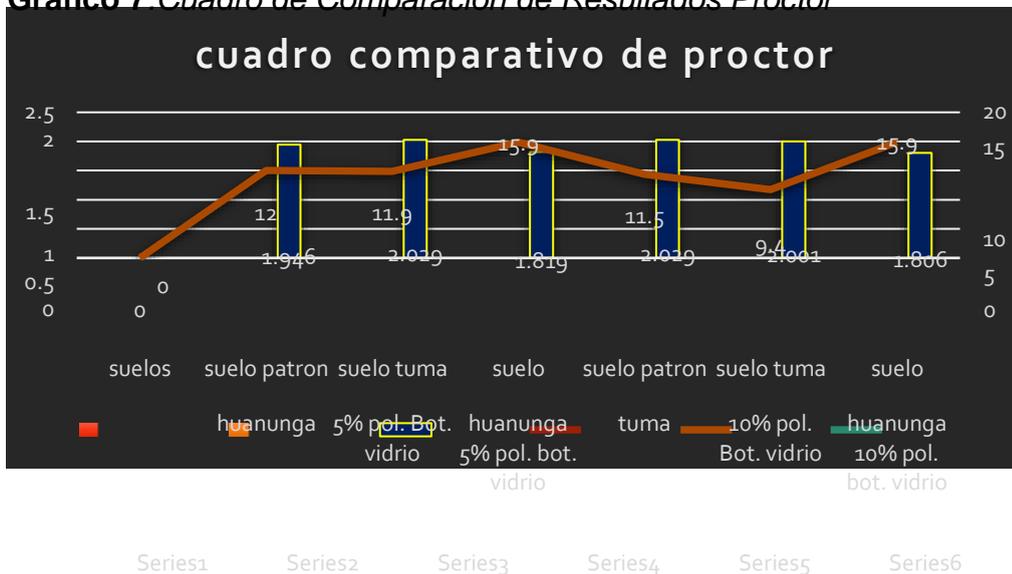
Gráfico 6. Proctor de la Muestra N°02 con Adición del 10%



Interpretación: se desarrollaron cuatro ensayos por muestra, en la zona Huanunga la densidad máxima seca con un 10% de polvo de botella de vidrio es de 1.806 y la humedad óptima es de 15.9

cuadro comparativo de los resultados de Proctor modificado

Gráfico 7. Cuadro de Comparación de Resultados Proctor



Interpretación: se desarrolló el cuadro estadimétrico comparativo para ver el resultado del suelo patrón con la adición del polvo de botella de vidrio bordelesa al 5% y 10%,

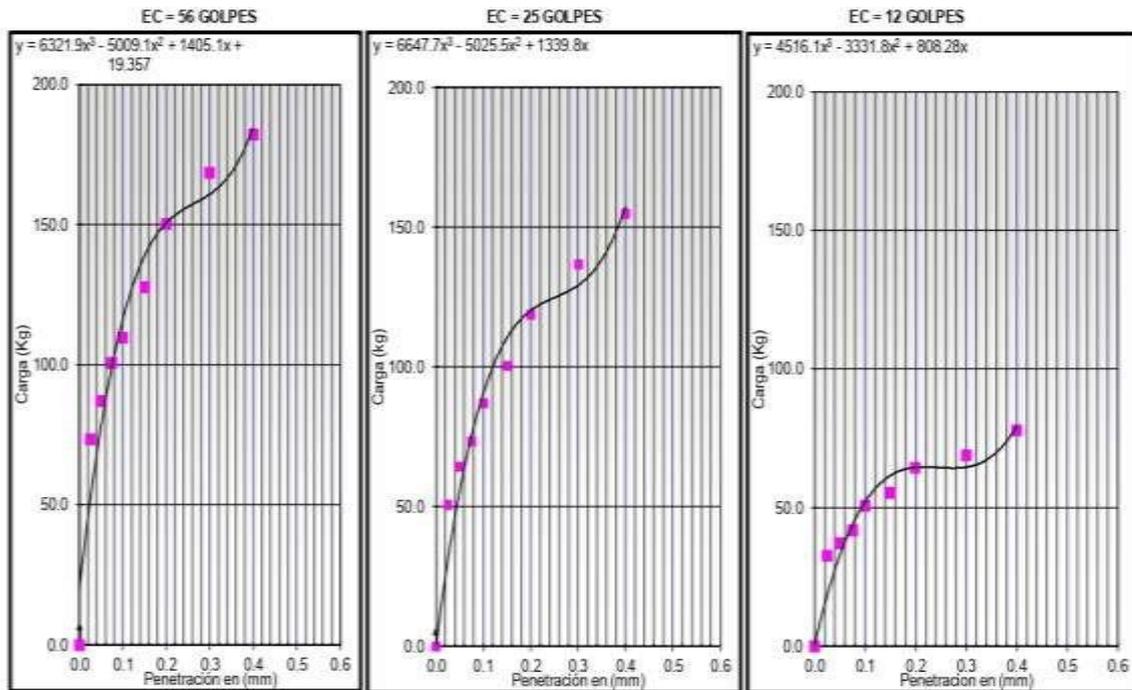
El suelo patrón de Huanunga tienen una densidad seca de 1.946 y al añadirle el

5% y 10% de polvo de botella bordalesa disminuye su densidad en los dos casos,

lo mismo pasa con el suelo de Tuma al empezar la muestra patrón tienen una densidad de 2.029 y al añadirle el 5% de polvo de botella bordalesa la densidad no bajo ni subió se mantuvo con 2.029 y al añadirle el 10% de polvo de botella disminuyó en 1.379% que es igual a 2.001 de densidad.

Grafico de ensayo de CBR suelo patrón Huanunga.

Grafico 8. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°01 suelo Patrón

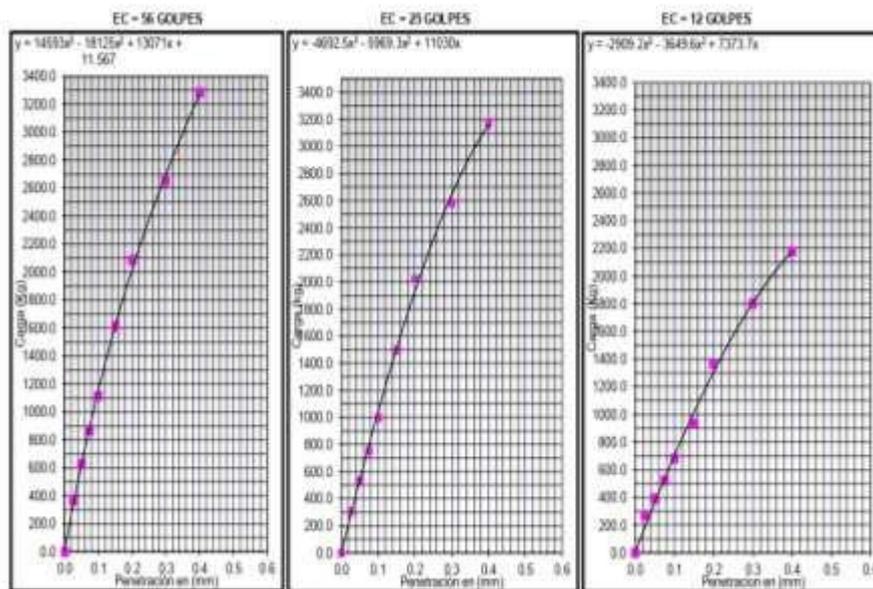


Fuente elaboración propia

Interpretación: a mayor número de golpes aumenta la capacidad de carga y la penetración es de cuatro milímetros en los tres casos.

Grafico de ensayo de CBR con 5% de polvo de botella de vidrio bordalesa en suelo de huanunga.

Grafico 9. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°02 suelo Patron

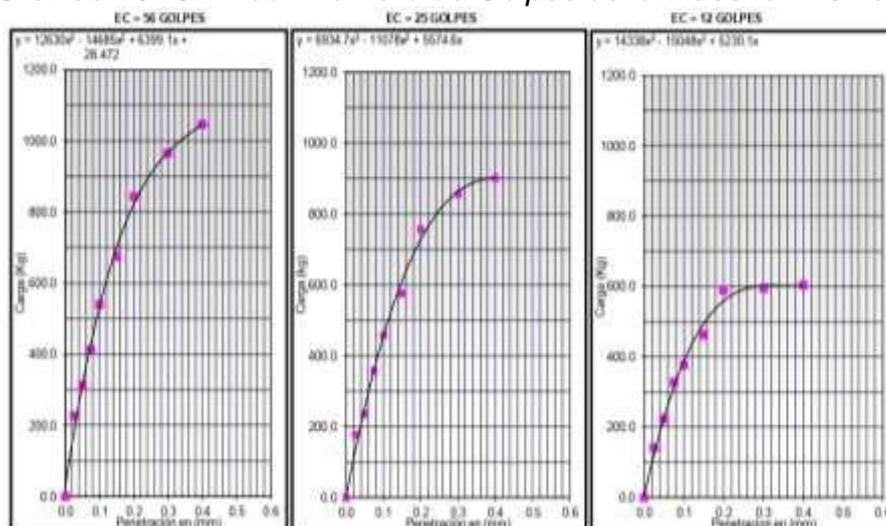


Fuente elaboracion propia

Interpretacion: con la adision del 5% de polvo de botella de vidrio bordalese y a mayor numero de golpes aumenta la capacidad de carga y la penetracion es de cuatro milimetros en los tres casos.

Grafico de ensayo de CBR con 5% de polvo de botella de vidrio bordalese en suelo de tuma.

Grafico 10. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°01 al 5%

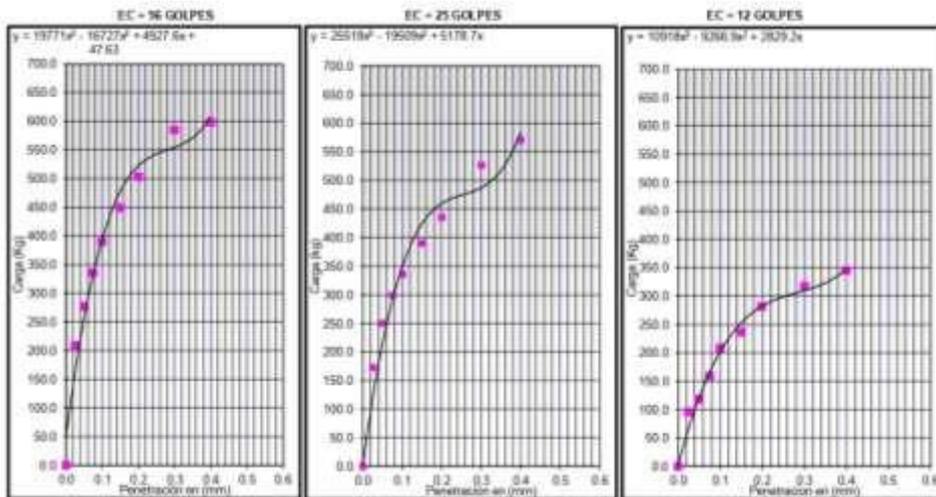


Fuente elaboracion propia

Interpretacion: con la adision del 5% de polvo de botella de vidrio bordalese y a mayor numero de golpes aumenta la capacidad de carga y la penetracion es de cutro milimetros en los tres casos.

Grafico de ensayo de CBR con suelo patron de tuma.

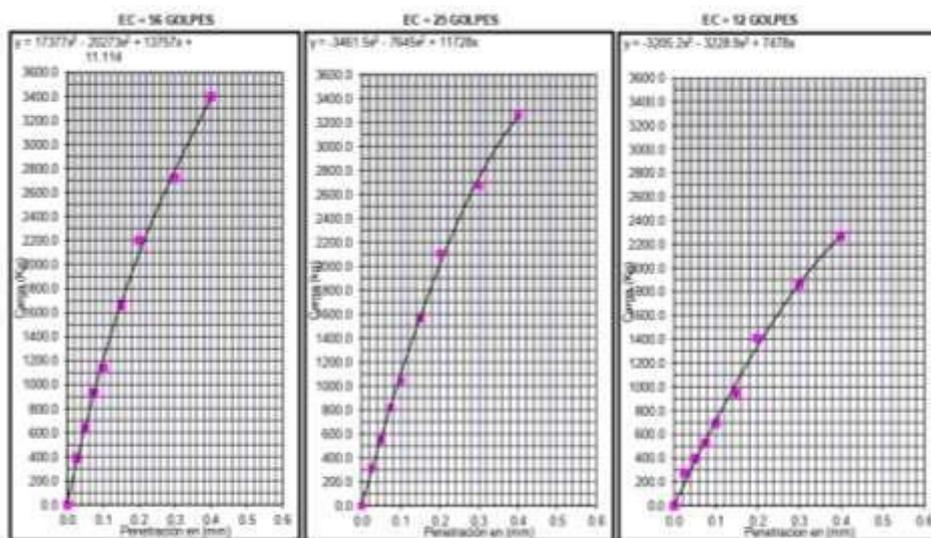
Grafico 11. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°02 al 5%



Interpretacion: a mayor numero de golpes aumenta la capacidad de carga y la penetracion es de cutro milimetros en los tres casos.

Grafico de ensayo de CBR con 10% de polvo de botella de vidrio bordalese en suelo de Huanunga.

Grafico 12. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°01 al 10%

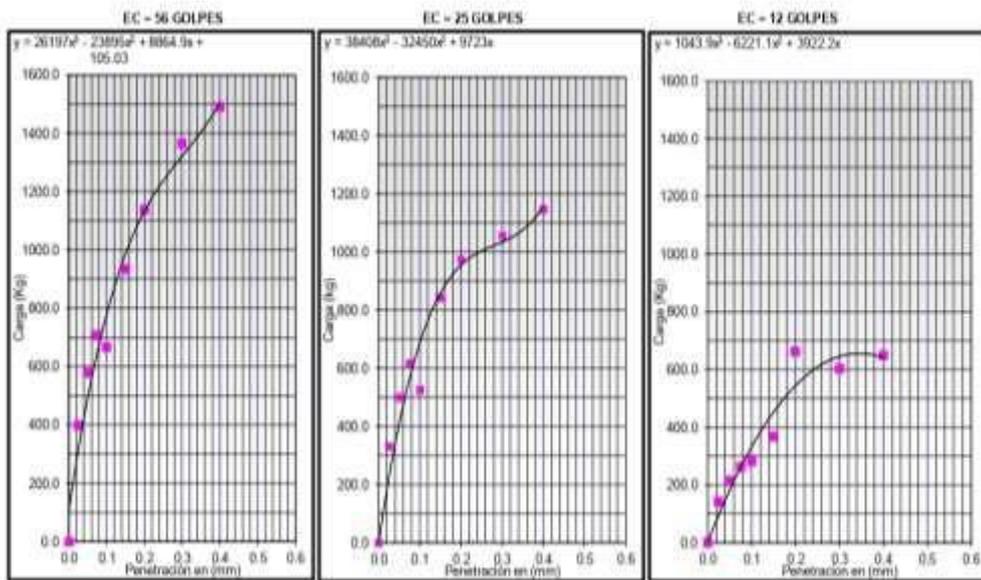


Fuente elaboracion propia

Interpretacion: con la adision del 10% de polvo de botella de vidrio bordelesa y a mayor numero de golpes aumenta la capacidad de carga y la penetracion es de cuatro milímetros en los tres casos.

Grafico de ensayo de CBR con 10% de polvo de botella de vidrio bordalese en suelo de tuma.

Grafico 13. CBR con Numero de Golpes de la Muestra N°02 al 10%



Fuente elaboracion propia

Interpretacion: con la adision del 10% de polvo de botella de vidrio bordelesa y a mayor numero de golpes aumenta la capacidad de carga y la penetracion es de cuatro milímetros en los tres casos.

Tabla 15. Densidad seca y promedio de Humedad

Cond. de la muestra	11		12		10	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	11		12		10	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12589	12603	12443	12596	12289	12489
Peso de molde (gr)	7961	7961	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4608	4732	4471	4624	4318	4518
Volumen del molde (cm ³)	2037	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.262	2.323	2.219	2.296	2.116	2.214
Humedad (%)	11.89	15.25	11.88	15.23	11.91	15.28
Densidad seca (gr/cm ³)	2.022	2.016	1.963	1.992	1.891	1.921
Tarro Nº	1	49	39	37	19	24
Tarro + Suelo húmedo (gr)	1037.0	802.0	1101.0	1168.0	1019.0	1030.0
Tarro + Suelo seco (gr)	944.0	716.0	1002.1	1036.0	928.0	916.0
Peso del Agua (gr)	93.00	84.00	98.90	132.00	91.00	114.00
Peso del tarro (gr)	162.00	167.20	169.40	169.20	163.80	170.00
Peso del suelo seco (gr)	762.0	550.8	832.7	866.8	764.2	746.0
Humedad (%)	11.89	15.25	11.88	15.23	11.91	15.28
Promedio de Humedad (%)	11.89	15.25	11.88	15.23	11.91	15.28

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede observar la comparación que la densidad seca no saturada y la saturada según el número de golpes, también se puede apreciar el promedio de Humedad

Tabla 16. Penetracion Muestra N°01 Suelo Patron Huanunga

PENETRACION												
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 11			MOLDE Nº 12			MOLDE Nº 10				
		Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %		
0.000		0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00		
0.252		15	73.3	3.79	10	50.7	2.62	6	32.9	1.68		
0.500		18	86.9	4.49	13	64.3	3.32	7	37.1	1.92		
0.752		21	100.5	5.19	15	73.3	3.79	8	41.6	2.15		
1.000	70.50	23	108.6	5.66	18	86.9	4.49	10	50.7	2.62	3.71	
1.500		27	127.7	6.60	21	100.5	5.19	11	55.2	2.85		
2.000	105.5	32	150.3	7.77	25	118.6	6.13	13	64.3	3.32	3.15	
2.500		36	166.4	8.70	29	136.7	7.06	14	68.8	3.55		
3.000		39	182.0	9.40	33	154.8	8.00	16	77.8	4.02		
3.937		45	209.2	10.81	39	182.0	9.40	19	91.4	4.72		
5.000		53	245.4	12.68	45	209.2	10.81	21	100.5	5.19		

Fuente elaboración propia

Interpretación: se puede apreciar en la tabla que por mayor número de golpes realizados el suelo mejora su capacidad portante, en este caso para una carga de 70.50 kg/cm² la penetración será de 1.000mm y para una carga de 105.5 kg/cm² la penetración será de 2.000 mm a lo cual se puede decir que a mayor número de golpes el suelo mejora sus propiedades mecánicas.

Tabla 17. Penetración Muestra N°01 al 5%

		11		9		8	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12349	12409	12237	12362	12029	12237
Peso de molde	(gr)	7961	7961	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo	(gr)	4388	4448	4265	4390	4058	4266
Volumen del molde	(cm ³)	2037	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda	(gr/cm ³)	2.154	2.184	2.117	2.179	1.988	2.090
Humedad	(%)	13.85	17.78	13.78	17.94	13.86	17.74
Densidad seca	(gr/cm ³)	1.892	1.854	1.861	1.848	1.746	1.775
Tarro N°		48	33	45	45	33	48
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	1040.0	950.0	1064.0	910.8	896.0	1012.0
Tarro + Suelo seco	(gr)	934.0	831.5	956.0	798.5	807.0	884.9
Peso del Agua	(gr)	106.00	118.50	108.00	112.30	89.00	127.10
Peso del tarro	(gr)	168.50	165.00	172.50	172.50	165.00	168.50
Peso del suelo seco	(gr)	765.5	666.5	783.5	626.0	642.0	716.4
Humedad	(%)	13.85	17.78	13.78	17.94	13.86	17.74
Promedio de Humedad	(%)	13.85	17.78	13.78	17.94	13.86	17.74

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede observar la comparación que la densidad seca no saturada y la saturada según el número de golpes, también se puede apreciar el promedio de Humedad

Tabla 18. Penetración Muestra N°02 al 5%

PENETRACION															
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 9				MOLDE N° 8					
		Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)		kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg		kg/cm ²			
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00			
0.252		80	367.7	19.03		67	308.8	15.95		58	268.0	13.85			
0.500		137	625.7	32.33		117	535.2	27.65		85	390.3	20.16			
0.752		190	885.6	44.72		165	752.5	38.87		114	521.6	26.95			
1.000	70.50	245	1114.5	57.58	81.67	220	1001.4	51.73	73.38	149	680.0	35.13	49.83		
1.500		355	1612.1	83.29		330	1499.0	77.45		205	933.5	48.23			
2.000	105.5	460	2086.9	107.82	102.20	446	2023.6	104.55	99.10	300	1363.3	70.43	66.76		
2.500		585	2651.9	137.01		570	2584.1	133.50		397	1802.1	93.10			
3.000		725	3284.3	169.68		700	3171.4	163.85		480	2177.3	112.49			
3.937		1015	4593.2	237.30		940	4254.9	219.82		655	2968.1	153.35			
5.000		1365	6125.9	316.49		1174	5310.3	274.35		824	3731.3	192.77			

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede apreciar que al añadirle el 5% de polvo de botella de vidrio aumenta su capacidad portante, y a mayor número de golpes realizados el suelo aumenta considerablemente su CBR, en este caso para una

carga de 70.50 kg/cm² la penetración será de 1.000mm y para una carga de 105.5 kg/cm² la penetración será de 2.000 mm a lo cual se puede decir que a mayor número de golpes el suelo mejora sus propiedades mecánicas.

Tabla 19. Penetración Muestra N°01 al 10%

		7		9		8	
Molde N°		56		25		12	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12575	12711	12385	12526	12120	12239
Peso de molde	(gr)	7995	7995	7972	7972	7961	7961
Peso del suelo húmedo	(gr)	4580	4716	4413	4554	4159	4278
Volumen del molde	(cm ³)	2024	2024	2015	2015	2037	2037
Densidad húmeda	(gr/cm ³)	2.263	2.330	2.190	2.260	2.042	2.100
Humedad	(%)	11.89	13.49	11.84	13.96	12.32	13.60
Densidad seca	(gr/cm ³)	2.023	2.053	1.958	1.983	1.818	1.849
Tarro N°		33	36	35	47	4	44
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	946.8	929.9	813.5	938.8	853.5	870.3
Tarro + Suelo seco	(gr)	863.7	838.8	744.8	844.4	778.1	786.4
Peso del Agua	(gr)	83.10	91.10	68.70	94.40	75.40	83.89
Peso del tarro	(gr)	165.00	163.50	164.80	168.00	165.90	169.50
Peso del suelo seco	(gr)	698.7	675.3	580.0	676.4	612.2	616.9
Humedad	(%)	11.89	13.49	11.84	13.96	12.32	13.60
Promedio de Humedad	(%)	11.89	13.49	11.84	13.96	12.32	13.60

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede observar la comparación con la densidad seca no saturada y la saturada según el número de golpes, también se puede apreciar el promedio de Humedad.

Tabla 20. Penetración Muestra N°02 al 10%

PENETRACION															
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 7				MOLDE N° 9				MOLDE N° 8					
		Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)	kg	kg/cm ²			Dial (div)	kg	kg/cm ²			Dial (div)	kg	kg/cm ²	
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00			
0.252		49	227.3	11.76		38	177.5	9.17		30	141.3	7.30			
0.500		68	313.3	16.19		51	236.3	12.21		48	222.8	11.51			
0.752		90	412.9	21.33		78	358.6	18.53		71	326.9	16.89			
1.000	70.50	118	539.7	27.88	39.55	100	458.2	23.67	33.58	82	376.7	19.46	27.61		
1.500		148	675.5	34.90		126	575.9	29.75		101	462.7	23.91			
2.000	105.5	185	843.0	43.55	41.28	166	757.0	39.11	37.07	129	589.5	30.46	28.87		
2.500		212	965.2	49.86		188	856.6	44.25		130	594.0	30.69			
3.000		230	1046.6	54.07		198	901.8	46.59		132	603.1	31.16			
3.937		268	1218.6	62.96		225	1024.0	52.90		148	675.5	34.90			
5.000		315	1431.2	73.94		252	1146.2	59.22		162	738.9	38.17			

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede apreciar que al añadirle el 5% de polvo de botella de vidrio aumenta su capacidad portante, y a mayor número de golpes realizados el suelo aumenta considerablemente su CBR, en este caso para una carga de 70.50 kg/cm² la penetración será de 1.000mm y para una carga de 105.5 kg/cm² la penetración será de 2.000 mm a lo cual se puede decir que a mayor número de golpes el suelo mejora sus propiedades mecánicas.

Tabla 21. Comparación De CBR De Las Muestras 1 y 2

Molde Nº	4		7		10	
	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12555	12570	12367	12445	12219	12280
Peso de molde (gr)	7984	7984	7995	7995	7975	7975
Peso del suelo húmedo (gr)	4571	4586	4372	4450	4244	4305
Volumen del molde (cm ³)	2069	2069	2024	2024	2050	2050
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.209	2.217	2.160	2.199	2.070	2.100
Humedad (%)	10.90	12.61	11.19	12.71	10.70	12.80
Densidad seca (gr/cm ³)	1.992	1.969	1.943	1.951	1.870	1.862
Tarro Nº	16	44	8	40	42	40
Tarro + Suelo húmedo (gr)	959.2	884.1	1020.7	906.7	1054.7	906.7
Tarro + Suelo seco (gr)	881.2	804.1	934.8	824.7	977.6	822.4
Peso del Agua (gr)	78.00	80.00	85.90	84.00	87.10	84.30
Peso del tarro (gr)	165.70	169.50	166.90	163.90	163.50	163.80
Peso del suelo seco (gr)	715.5	634.6	767.9	660.8	814.1	658.6
Humedad (%)	10.90	12.61	11.19	12.71	10.70	12.80
Promedio de Humedad (%)	10.90	12.61	11.19	12.71	10.70	12.80

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede apreciar la comparación de la densidad seca no saturada y la saturada según el número de golpes, también se puede apreciar el promedio de Humedad

Tabla 22. Penetración Muestra 1 y 2

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 10					
		Lectura	Carga Ensayo	CBR	Lectura	Carga Ensayo	CBR	Lectura	Carga Ensayo	CBR			
		Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg/cm ²			
0.000		0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00			
0.252		45	209.2	10.63	37	173.0	8.94	20	96.0	4.96			
0.500		60	277.1	14.32	54	249.9	12.91	25	118.6	6.13			
0.752		73	336.0	17.36	65	299.7	15.48	34	159.4	8.23			
1.000	70.50	85	390.3	20.16	28.60	73	336.0	17.36	24.62	45	209.2	10.81	15.33
1.500		98	449.2	23.21	65	300.3	20.16	51	236.3	12.21			
2.000	105.5	110	503.5	26.01	24.66	95	435.6	22.50	21.33	61	281.6	14.55	13.79
2.500		128	585.0	30.22	115	526.1	27.18	69	317.9	16.42			
3.000		131	588.6	30.92	125	571.4	29.52	75	345.0	17.83			
3.937		155	707.2	36.54	128	585.0	30.22	91	417.5	21.57			
5.000		180	820.3	42.38	148	675.5	34.90	105	480.9	24.94			

Fuente elaboración propia

Interpretación: se puede apreciar en la tabla que por mayor número de golpes realizados aumenta el CBR y el suelo mejora su capacidad portante, en este caso para una carga de 70.50 kg/cm² la penetración será de 1.000mm y para una carga de 105.5 kg/cm² la penetración será de 2.000 mm a lo cual se puede decir que a mayor número de golpes el suelo mejora sus propiedades mecánicas.

Tabla 23. CBR Muestra N°02 al 5%

Molde N°	4		9		8	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12473	12620	12198	12260	12135	12420
Peso de molde (gr)	7984	7984	7975	7975	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4489	4636	4223	4285	4164	4449
Volumen del molde (cm ³)	2069	2069	2050	2050	2041	2041
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.170	2.241	2.060	2.090	2.040	2.180
Humedad (%)	9.72	10.46	9.59	10.65	9.86	9.97
Densidad seca (gr/cm ³)	1.978	2.029	1.880	1.889	1.857	1.982
Tarro N°	8	34	23	31	37	5
Tarro + Suelo húmedo (gr)	918.4	888.3	976.4	850.6	890.3	856.2
Tarro + Suelo seco (gr)	851.8	819.5	905.5	784.4	825.5	793.6
Peso del Agua (gr)	66.60	68.80	70.90	66.15	64.75	62.56
Peso del tarro (gr)	166.90	161.50	166.50	163.30	168.80	166.10
Peso del suelo seco (gr)	684.9	658.0	739.0	621.1	656.7	627.5
Humedad (%)	9.72	10.46	9.59	10.65	9.86	9.97
Promedio de Humedad (%)	9.72	10.46	9.59	10.65	9.86	9.97

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede apreciar la comparación de la densidad seca no saturada y la saturada según el número de golpes, también se puede apreciar el promedio de Humedad

Tabla 24. Penetracion Muestra N°02 al 10%

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 9				MOLDE N° 8			
		Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %
		Dial (div)	kg			Dial (div)	kg			Dial (div)	kg		
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		87	399.4	20.67		72	331.4	17.12		30	141.3	7.30	
0.500		127	580.4	29.99		109	499.0	25.78		46	213.7	11.04	
0.752		155	707.2	36.54		135	616.7	31.86		57	263.5	13.61	
1.000	70.50	146	686.5	34.43	48.84	115	526.1	27.18	38.56	61	281.6	14.55	20.64
1.500		205	933.5	48.23		165	843.0	43.55		80	367.7	18.99	
2.000	105.5	250	1137.1	58.75	55.69	214	974.2	50.33	47.71	145	661.9	34.20	32.41
2.500		300	1363.3	70.43		232	1055.7	54.54		132	603.1	31.16	
3.000		328	1490.0	76.98		252	1146.2	59.22		142	648.3	33.50	
3.937		375	1702.6	87.96		272	1236.7	63.89		148	675.5	34.90	
5.000		532	2412.4	124.63		300	1363.3	70.43		160	729.8	37.71	

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede apreciar que al añadirle el 10% de polvo de botella de vidrio aumenta su capacidad portante, y a mayor número de golpes realizados el suelo aumenta considerablemente su CBR, en este caso para una carga de 70.50 kg/cm² la penetración será de 1.000mm y para una carga de 105.5 kg/cm² la penetración será de 2.000 mm a lo cual se puede decir que a mayor número de golpes el suelo mejora sus propiedades mecánicas.

Tabla 25. Penetracion Muestra N°01 al 10%

Cond. de la muestra	11		9		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	11		9		8	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12289	12340	12112	11990	11909	12120
Peso de molde (gr)	7961	7961	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4328	4379	4140	4018	3938	4149
Volumen del molde (cm ³)	2037	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.125	2.150	2.055	1.994	1.929	2.033
Humedad (%)	14.00	17.96	13.84	17.92	13.98	17.93
Densidad seca (gr/cm ³)	1.864	1.823	1.805	1.691	1.692	1.724
Tarro N°	48	33	45	45	33	48
Tarro + Suelo húmedo (gr)	950.0	1070.0	911.0	1033.0	935.5	1055.1
Tarro + Suelo seco (gr)	854.0	932.2	821.2	902.3	841.0	920.3
Peso del Agua (gr)	96.00	137.80	89.80	130.75	94.48	134.80
Peso del tarro (gr)	168.50	165.00	172.50	172.50	165.00	168.50
Peso del suelo seco (gr)	685.5	767.2	648.7	729.8	676.0	751.8
Humedad (%)	14.00	17.96	13.84	17.92	13.98	17.93
Promedio de Humedad (%)	14.00	17.96	13.84	17.92	13.98	17.93

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede apreciar la comparación de la densidad seca no saturada y la saturada según el número de golpes, también se puede apreciar el promedio de Humedad.

Tabla 26. Penetración Muestra N°01 al 10%

PENETRACION															
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 9				MOLDE N° 8					
		Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)		kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg		kg/cm ²			
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00			
0.252		85	390.3	20.20		69	317.9	16.42		60	277.1	14.32			
0.500		140	639.3	33.03		121	553.3	28.58		87	399.4	20.63			
0.752		205	933.5	48.23		180	820.3	42.38		116	530.6	27.42			
1.000	70.50	250	1137.1	58.75	83.33	230	1046.6	54.07	76.70	152	693.6	35.83	50.83		
1.500		365	1657.3	85.62		345	1566.9	80.95		208	947.1	48.93			
2.000	105.5	485	2199.9	113.66	107.73	465	2109.5	108.99	103.30	310	1408.6	72.77	68.98		
2.500		600	2719.7	140.51		590	2674.5	138.17		410	1860.8	96.14			
3.000		750	3397.2	175.51		720	3261.7	168.51		500	2267.7	117.16			
3.937		1050	4751.1	245.46		970	4390.2	226.82		700	3171.4	163.85			
5.000		1445	6531.3	337.43		1200	5427.9	280.40		845	3826.1	197.67			

Fuente elaboración propia

Interpretación: en esta tabla se puede apreciar que al añadirle el 10% de polvo de botella de vidrio aumenta su capacidad portante, y a mayor número de golpes realizados el suelo aumenta considerablemente su CBR, en este caso para una carga de 70.50 kg/cm² la penetración será de 1.000mm y para una carga de 105.5 kg/cm² la penetración será de 2.000 mm a lo cual se puede decir que a mayor número de golpes el suelo mejora sus propiedades mecánicas.

Diseño de pavimento flexible método ASHTO con los resultados de la Muestra N°01 de la calicata de Huanunga con adición del 10% de polvo de vidrio con CBR 83.3%. Para lo cual nos apoyamos con una hoja de cálculo.

Tabla 27. Hoja de cálculo parámetros de diseño

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures

DATOS:

ESAL DE DISEÑO	5,000,000.00	<input type="checkbox"/>
CONFIABILIDAD	75%	<input type="checkbox"/>
DESVIACION	-0.674	<input type="checkbox"/>
SERV INICIAL (Po)	4.20	<input type="checkbox"/>
SERV FINAL (Pt)	2.00	<input type="checkbox"/>
DELTA PSI	2.20	<input type="checkbox"/>
So	0.45	<input type="checkbox"/>

DATOS DE SUELO

CBR BASE (%)	80	<input type="checkbox"/>
CBR SUBBASE (%)	30	<input type="checkbox"/>
CBR SUBRASANTE (%)	83.3	<input type="checkbox"/>
ESTABILIO MARSHALL (N)	9000	<input type="checkbox"/>
Fc (Mpa)	4.2	<input type="checkbox"/>

Modulo Resiliente (Psi)



$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_p + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$\log_{10}(W_{18})$

=

NUMERO ESTRUCTURAL (ITERAR)

ITERAR

DISMINUIR

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPEJOR (Pulg)	Número Estructural de Capa (SN)	ESPEJOR (cm)	Número Estructural de Capa (SN)
Adoquin	0.44	1	4.00	1.700	10.00	4.400
Base Granular	0.13	1	8.00	1.040	22.00	2.861
Sub Base Granular	0.11	1	10.00	1.107	25.00	2.767

SN (Calculado)

SN (Requerido)

3.907

3.898

OK

10.028

9.900

OK

REPORTE

Fuente elaboración propia

Tabla 28. Resultados de diseño de pavimento metodo AASHTO

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures

Empresa: UNIVERSIDAD CERSAR VALLEJO
Cliente: EDER DIAZ SALAS - EDINSON LEON SILVA
Descripcion del Proyecto: Estabilización con polvo de vidrio en la subrasante para el pavimento flexible en la carretera Chacas - Acochaca, Asunción 2021
Ubicacion: HUANUNGA CALICATA N°01 AL 10% CON ADICION DE VIDRIO
Diseño: EDER DIAZ SALAS – LEON SILVA EDIN JHON

Diseño de Pavimento Flexible

Número Estructural	3.89764708	Módulo Resiliente (Psi)	43,334.8
Design ESALs	5,000,000.0	Serviciabilidad Inicial	4.20
Confiabilidad	75%	Serviciabilidad Final	2.00
Desviación Estandar	-0.674		

Diseño de Espesores de Pavimento

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficient e de Drenaje (m)	ESPESO R (Pulg)	Numero Estructura l de Capa (SN)	ESPESO R (cm)	Numero Estructura l de Capa (SN)
Asfalto	0.44	1	4	1.76	10	4.400
Base Granular	0.13	1	8	1.04	22	2.861
Sub Base Granular	0.11	1	10	1.107	25	2.767
				3.907		10.028

Fuente elaboración propia.

V. DISCUSION

En el presente estudio tiene el objetivo de determinar la estabilización del suelo con polvo de vidrio de la carretera de la provincia de asunción chacas al distrito de Acochaca adicionando el 5% y 10 % de polvo de botella bordelesa reciclada frente a un suelo patrón.

mediante estudios de Granulometría, Proctor, CBR, compresión basada en la norma estudios a flexión y realizando el diseño de pavimento usando el meto AASHTO 93, con el resultado más favorable en este caso con la muestra N°01 de Huanunga con la adicción del 10%, basada en la norma ASTM C78 y ensayos a tracción, cumpliendo con la norma

ASTM C496.se han determinado las siguientes características de los suelos en el estudio.

encontrando que el suelo patrón de la calicata N°01 es un suelo limo de baja plasticidad con una humedad de 6.2%, índice de plasticidad de 13.46, limite plástico de 23.49, limite liquido de 36.96, el cual nos muestra que es un suelo arcilloso el cual con la adición del polvo de botella bordalesa se requiere estabilizar con la adición del polvo de vidrio.

encontrando que el suelo patrón de la calicata N°02 es un suelo limo de baja plasticidad con una humedad de 2.2%, índice de plasticidad de 6.03, limite plástico de 18.37, limite liquido de 24.40, el cual nos muestra que es un suelo con presencia de limo de baja plasticidad el cual con la adición del polvo de botella bordalesa se requiere estabilizar con la adición del polvo de vidrio.

Del análisis del suelo patrón de la calicata N°01 se realizó el ensayo de PROCTOR MODIFICADO con 56 golpes a 5 capas con un peso del martillo de 4.54 obteniendo como resultado la densidad máxima seca de 1.946 gr/cc, humedad optima de 12.0 % del mismo modo se realizó el ensayo de C.B.R. al suelo patrón obteniendo un resultado de C.B. R al 100% a 0.1" de 8.0% y a 0.2" de 7.4%, C.B.R.al 95% a 0.1" de 3.7% y a 0.2" de 3.1%. del ensayo de la relación de soporte de C.B.R(penetración) con una carga estándar de 70.50kg/cm² a un 1.00mm de profundidad se obtuvo un C.B.R. de 8.03% del mismo modo a una profundidad de 2.00mm con una carga estándar de 105.5 se obtuvo un C.B.R de 7.36%

Del análisis del suelo patrón de la calicata N°02 se realizó el ensayo de PROCTOR MODIFICADO con 56 golpes a 5 capas con un peso del martillo de 4.54 obteniendo como resultado la densidad máxima seca de 2.029gr/cc, humedad optima de 11.5 %.del mismo modo se realizó el ensayo de CBR, con los datos obtenidos del Proctor modificado, teniendo como resultado C.B.R al 100% a 0.1" de 28.6% y a 0.2" de 24.7%, C.B.R. al 95% a 0.1"de 15.3% y a 0.2"de 13.8%. del ensayo de la relación de soporte de C.B.R(penetración) con una carga estándar de 70.50kg/cm² a un 1.00mm de profundidad se obtuvo un C.B.R. de 28.60% del mismo modo a una profundidad de 2.00mm con una carga estándar de 105.5 se obtuvo un C.B.R de 24.66%

De la adición del 5% del polvo de botella de vidrio bordalesa al suelo de la calicata N°01 se realizó el ensayo de PROCTOR MODIFICADO con 56 golpes a 5 capas con un peso del martillo de 4.54 obteniendo como resultado la densidad máxima seca de 1.806 gr/cc, humedad optima de 15.9 %.del ensayo de C.B.R. de la muestra se obtuvo los siguientes resultados C.B.R al 100% a 0.1" de 81.7% y a 0.2"de 102.2 y C.B.R. al 95% a 0.1" de 49.8% y a 0.2" de 66.8%. del ensayo de la relación de soporte de C.B.R(penetración) con una carga estándar de 70.50kg/cm² a un 1.00mm de profundidad se obtuvo un C.B.R. de 81.67% del mismo modo a una profundidad de 2.00mm con una carga estándar de 105.5 se obtuvo un C.B.R de 102.20%.

De la adición del 10% del polvo de botella de vidrio bordalesa al suelo de la calicata N°01 se realizó el ensayo de PROCTOR MODIFICADO con 56 golpes a 5 capas con un peso del martillo de 4.54 obteniendo como resultado la densidad máxima seca de 1.819 gr/cc, humedad optima de 15.9 %, del ensayo de C.B.R. de la muestra se obtuvo los siguientes resultados C.B.R al 100% a 0.1" de 83.3% y a 0.2"de 107.7 y C.B.R. al 95% a 0.1" de 50.8% y a 0.2" de 69.0%. del ensayo de la relación de soporte de C.B.R(penetración) con una carga estándar de 70.50kg/cm² a un 1.00mm de profundidad se obtuvo un C.B.R. de 83.33% del mismo modo a una profundidad de 2.00mm con una carga estándar de 105.5 se obtuvo un C.B.R de 107.73%.

De la adición del 5% del polvo de vidrio bordalesa al suelo de la calicata N°02 se realizó el ensayo de PROCTOR MODIFICADO con 56 golpes a 5 capas con un peso del martillo de 4.54 obteniendo como resultado la densidad máxima seca de 2.029 gr/cc, humedad optima de 11.9 %.del mismo modo se realizó el ensayo C.B.R con la Adición de 5% de polvo de botella de vidrio bordalesa del cual se obtuvo un resultado de C.B.R.al 100% a 0.1" de 39.6% y a 0.2" de 41.3%,C.B.R al 95% a 0.1" de 27.6% y a 0.2"de 8.9%. del ensayo de la relación de soporte de C.B.R(penetración) con una carga estándar de 70.50kg/cm² a un 1.00mm de profundidad se obtuvo un C.B.R. de 39.55% del mismo modo a una profundidad de 2.00mm con una carga estándar de 105.5 se obtuvo un C.B.R de 41.28%

De la adición del 10% del polvo de botella de vidrio bordalesa al suelo de la calicata N°02 se realizó el ensayo de PROCTOR MODIFICADO con 56 golpes a 5 capas con un peso del martillo de 4.54 obteniendo como resultado la densidad máxima seca de 2.001 gr/cc, humedad optima de 9.4 %, del ensayo de C.B.R. de la muestra se obtuvo los siguientes resultados C.B.R al 100% a 0.1" de 48.8% y a 0.2"de 55.7 y C.B.R. al 95% a 0.1" de 20.6% y a 0.2" de 32.4%.del ensayo de la relación de soporte de C.B.R(penetración) con una carga estándar de 70.50kg/cm² a un 1.00mm de profundidad se obtuvo un C.B.R. de 48.84% del mismo modo a una profundidad de 2.00mm con una carga estándar de 105.5 se obtuvo un C.B.R de 55.69%.

De los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio se realizó el diseño con la muestra N°01 de la calicata de Huanunga el cual es el resultado más favorable para hacer el diseño debido a que sus propiedades como el CBR y el Proctor son mejores que las de Tuma y las adiciones al 5% de ambas muestras.

VI.CONCLUSION

La propuesta para la estabilización de la subrasante para el pavimento flexible en la carretera Chacas - Acochaca, provincia de Asunción con la adición de polvo de botella de vidrio bordelesa si se estabilizará, dando buenos resultados en este caso con la adición al 10% se obtiene mejores resultados.

Con el análisis de los resultados se concluye que con la adición del 10% de polvo de botella de vidrio la muestra del suelo de Tuma se ve según los resultados obtenidos se estabiliza menos que la muestra del suelo de Huanunga con el cual se ha realizado el diseño del pavimento teniendo como resultado de diseño de la base granular un espesor de 0.22 cm siendo este resultado el más favorable para nuestro diseño.

La propuesta para la estabilización de la subrasante para el pavimento flexible en la carretera Chacas - Acochaca, provincia de Asunción con la adición de polvo de botella de vidrio bordelesa si se estabilizará, dando buenos resultados.

VII. RECOMENDACIONES

Para el diseño de pavimentos en terrenos arcillosos se recomienda hacer los estudios correspondientes para poder mejorar la sub rasante y así garantizar un buen diseño de pavimentos.

Realizar estudios adecuados para mejorar la estabilización de la sub rasante de la carretera Chacas - Acochaca.

Uso del polvo de vidrio en suelos arcillosos para la mejora de las condiciones mecánicas y físicas del material como alternativa económica y sustentable

Uso del polvo de vidrio en suelos arcillosos para la mejora de las condiciones mecánicas y físicas del material como alternativa económica y sustentable

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BOTASSO H. G., FENSEL E. A., RICCI L.A. Centro de Investigaciones Viales LE Mac, UTN. La Plata, Argentina. (2003). Estabilizantes iónicos de suelos para la construcción. (estabilizantes iónicos)

Denis R. L. (2012). Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva

Genaro J. Altamirano y Axell E. Díaz (2015) Estabilización de suelos cohesivos con cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, ciudad de Potosí Rivas Tutor.

Instituto nacional de vías, especificaciones generales de construcción de carreteras. Ministerio de transporte.

Johnson, Solomon & Olukorede (2012), "Effects of Coconut Husk Ash on Stabilization of Poor Lateritic Soils", Pacific journal of science and technology, Vol.:13, pp. 499-507.

José Johel López Suarriva y Grely Ortiz Pinares (2018) Estabilización de arcillas con cal para el tratamiento de suelos en las calles urbanizadas de San Luis de Abancay Manual Técnico de Procedimientos Laboratorio de Suelos y Pavimentos. Universidad San Pedro

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. (s.f.) Norma Técnica CE 020 Estabilización de suelos y taludes

Moale Quispe, Alexandra Brigitte Y Rivera Justo, Ebdy Josias (2019) Estabilidad química de arcilla con cal para su uso como firme en la ciudad de Villa Rica.

- ASTM. (2018). *D-1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))*.
- ASTM. (2018). *D-1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory Compacted Soils*.
- ASTM. (2018). *D-7263: Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density (Unit Weight) of Soil Specimens*.
- Braja, D. (2013). *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.
- Espinoza, D. (2019). *Consideraciones éticas en el proceso de una publicación científica*. Madrid: Revista Médica Clínica Las Condes.
- Espinoza, T., & Honores, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación*. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Farfan, P. (2015). *Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas*. Piura: Universidad de Piura.
- Garro, T., & Prado, J. (2021). *Impactos ambientales del cultivo de concha de abanico en la Bahía de Samanco-Perú*. World Acuaculture.
- Gowtham, S. (2018). *Stabilization of Clay Soil by Using Glass and Plastic Waste Powder*. Manalmedú: College of Engineering and Technology.
- Guamán, I. (2016). *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Llique, R. (2014). *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Macías, A. (2018). *Mecánica de Suelos*. Alicante: Ingeniería y Tecnología.
- Mantilla, F. (2011). *Mecánica de suelos técnica para el ingeniero civil*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Mantilla, F. (2012). *Mecánica de suelos elemental en la Ingeniería Civil*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

- Mas, M. (2016). *Análisis de la viabilidad ambiental de la utilización de morteros fabricados con polvo de vidrio reciclado en la estabilización de suelos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Medina, M. (2016). *Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales en la productividad de los suelos*. Remedaciones. Bogotá: Revista Colombiana de ciencia animal.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, geología y pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Nureña, J. (2017). *Influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo, Trujillo*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Ordoñez, J. (2014). *Subsoil Characterization and Analysis of Geotechnical Risks Associated to the Expansive Clays of Tuxtla Gutiérrez City*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peralta, P., & Velasquez, H. (2020). "Estabilización del suelo con adición de concha de abanico en la subrasante del tramo Chimbote – Tangay - Áncash-2020". Chimbote: Universidad César Vallejo.
- Perez, E., & Cardona, R. (2004). *Desarrollo de propuestas de investigación en las ciencias de la salud*. San Juan: Universidad de Puerto Rico.
- Ponce, D. (2018). *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande - Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Rico, A. (1982). *La Ingeniería de suelos en las vías terrestres*. México: Limusa.
- Rizgar, B. (2020). *Strength improvement of expansive soil by utilizing waste glass powder*. Soran: Soran University.
- Romero, V., & Solar, H. (2020). *Influencia del porcentaje de cenizas de cáscara de arroz y residuos de concha de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de LLoc*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.

- Sotil, A. (2014). *Propuesta de sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales*. Lima: *Infraestructura Vial*.
- Tolentino, M. (2018). *Permeabilidad del suelo con adición del 10% de ceniza de concha de abanico, Carretera Cambio Puente - Cascajal*. Chimbote: *Universidad San Pedro*.
- Tumbajulca, M. (2019). *Influencia de usar conchas de abanico triturado para mejorar la subrasante en la av. Jesus de Nazareth, Trujillo 2019*. Lima: *Universidad César Vallejo*.
- Velarde, A. (2015). *Aplicación de metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento*. Puno: *Universidad Nacional del Altiplano*.
- Vikas, R. (2014). *Experimental Study of Stabilization of B.C. Soil by Using Slag and Glass Fibers*. Aurangabad: *Government College Of Engineering*.
- Yanguatin, H. (2016). *Pozzolanic reactivity of kaolin clays, a review*. Colombia: *Universidad Nacional de Colombia*

IX.ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONALIZACION	DIMENCION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
V.D. Estabilización de suelo V.I. polvo de botella reciclada	Este es el esfuerzo máximo que el material puede soportar bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Esa es la limitación del índice de plasticidad modificado, CBR y Proctor. Es la adición del polvo de botella reciclada en 5% y 10% al material de afirmado de la plataforma de rodadura.	grado de penetración	Plasticidad Capacidad portante m2 Porcentaje 5% y 10 %	nominal

Fuente elaboración propia

Anexo 02. Operacionalización de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	POBLACION
<p>problema general ¿Cómo es la estabilización con polvo de vidrio para el pavimento flexible en la carretera Chacas-Acochaca, Asunción, ¿2021?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la estabilización con polvo de vidrio en la subrasante para el pavimento flexible en la carretera Chacas – Acochaca, Asunción, 2021. Realizar un diseño método AASHTO. Determinar las propiedades químicas del polvo de vidrio reciclado. Determinación de las propiedades mecánicas y físicas del polvo de vidrio reciclado.</p>	<p>hipótesis general La estabilización con polvo de vidrio será óptima para el pavimento flexible en la carretera Chacas – Acochaca, provincia de Asunción, Huaraz, 2021</p>	<p>El tipo de investigación científica aplicada que ofrecemos para transformar el conocimiento. Se analizarán las propiedades mecánicas del suelo, como la estabilidad. porque se desea mejorar el tipo de suelo natural que se encuentre.</p>	<p>El suelo natural de tipo arcilloso del Distrito de Acochaca de la Provincia de Asunción Chacas.</p>

CERTIFICADO

DE CALIDAD

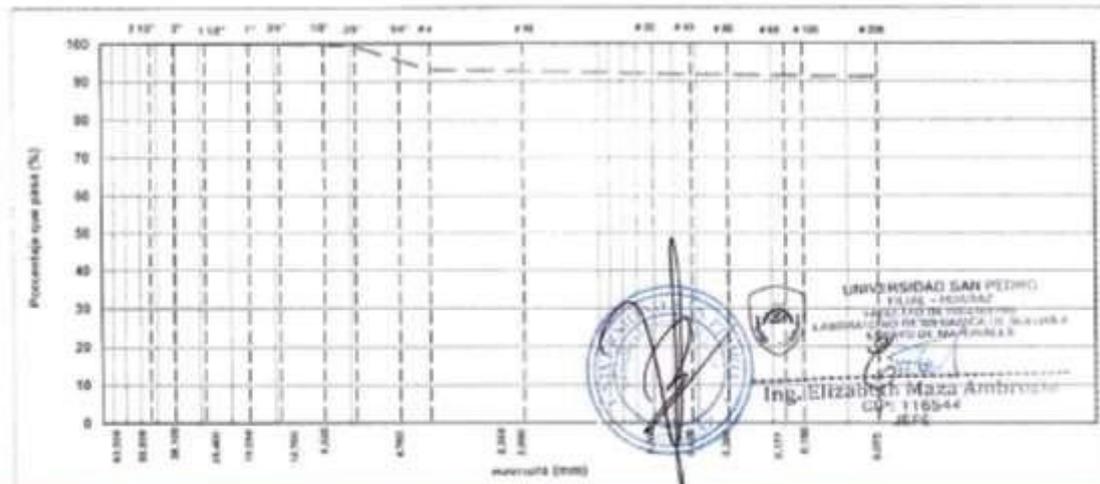
(ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO)



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
TEBIS :	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chucas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huancuz, 2021"								
SOLICITA :	BACH. LEON SILVA, Eder Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio								
ELEMENTO :	Sectas				HECHO POR :	LAB. USP			
CANTERA :					ING. RESP. :	E.M.A			
PROG. (KM.) :					FECHA :	15-06-21			
DATOS DE LA MUESTRA									
CALCATA :	1.0				TAMAÑO MÁXIMO :	3/4"			
MUESTRA :	01 ZONA HUANCUNGA - ALTURA DE LA TEJERISA CON BOSCO				PESO INICIAL :	47.215,8 g			
RA :					FRACCIÓN LAVABLE :	43.258,3			
PROFUND. :	1.0 m								
TAMIZ	ABRIGO P.P.	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	APROXIMACIONES	FORMULA DE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	MOJULADO	QUE PASA	WESER	TRABAJO		
3 1/2"	80.00							% Peso Piedra	6.9%
2"	76.200							% Peso arena	93.1%
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			Limon Líquido (L.L.)	36.96
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			Limon Plástico (L.P.)	23.89
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			Indio Plástico (I.P.)	13.48
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0			Clasificación (C.C.)	03
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0			Clasificación (C.C.)	4-4 (F)
1/2"	12.700	89.8	0.1	0.1	99.9			% Humedad	6.2%
3/8"	9.525	264.8	0.6	0.7	99.3			OBSERVACIONES: ARELLA	
1/4"	6.325	1232.0	2.6	3.3	96.7				
# 4	4.750	1692.0	3.6	6.9	93.1				
# 10	2.000	186.3	0.4	7.3	92.7				
# 15	1.180	122.0	0.3	7.5	92.5				
# 20	0.840	96.6	0.2	7.7	92.3				
# 30	0.600	85.6	0.2	7.9	92.1				
# 40	0.420	81.1	0.2	8.1	91.9				
# 50	0.300	82.4	0.2	8.3	91.7				
# 60	0.250	43.0	0.1	8.4	91.6				
# 100	0.150	89.9	0.2	8.6	91.4				
# 200	0.075	79.4	0.1	8.7	91.3				
+ N° 200	FONDO	43.194.0	91.3	100					
FRACCIÓN		43.258.3							
TOTAL		47.215.8							

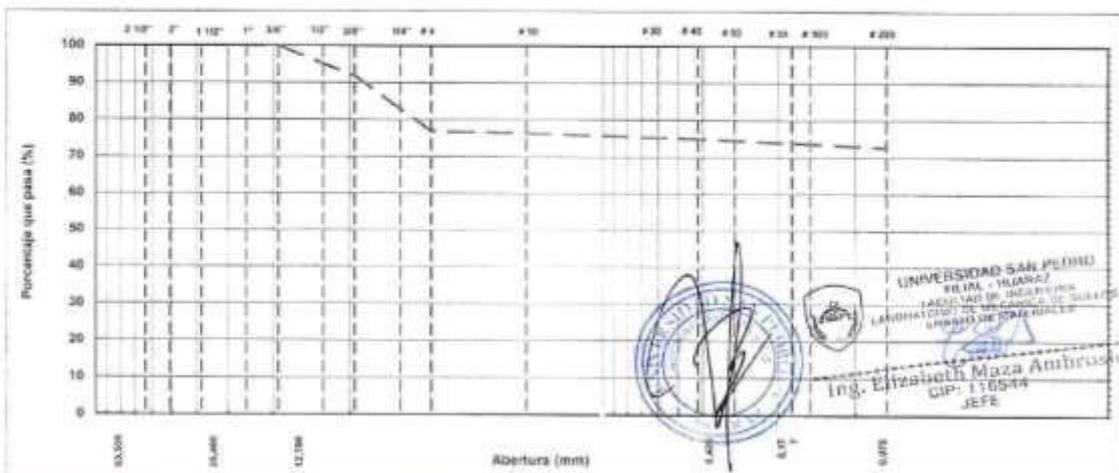
CURVA GRANULOMÉTRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO									
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
TESIS :	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asuncion, Huaraz, 2021"								
SOLICITA :	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio								
ELEMENTO :	Suelos				HECHO POR :	LAB USP			
CANTERA :					ING. RESP. :	E M A			
PROG (KM) :					FECHA :	15-Sep-21			
DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA :	2.0				TAMAÑO MÁXIMO :	3/4"			
MUESTRA :	01 ZONA TUMBA				PESO INICIAL :	40,505.0 g			
KM :					FRACCIÓN LAVADA SECA :	31,105.0			
PROFUND. :	1.5 m								
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES N° 5	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3 1/2"	89.25							%Peso Piedra: 23.2%	
3"	76.200							% Peso arena: 76.8%	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			Límite Líquido (LL): 24.89	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			Límite Plástico (LP): 18.37	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			Índice Plástico (IP): 6.03	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0			Clasificación(SUCS): ML-CL	
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0			Clasificación(AASHTO): A-4 (F)	
1/2"	12.700	970.0	2.1	2.1	97.9			% Humedad: 2.2%	
3/8"	9.525	3475.0	8.1	8.3	91.7				
1/4"	6.325	3890.0	9.4	17.6	82.4				
# 4	4.750	2255.0	5.6	23.2	76.8				
# 10	2.000	188.8	0.4	23.6	76.4				
# 16	1.190	78.5	0.2	23.8	76.2				
# 20	0.840	43.5	0.1	23.9	76.1				
# 30	0.600	216.1	0.5	24.5	75.5				
# 40	0.420	219.4	0.5	25.0	75.0			OBSERVACIONES : LIMO BAJA PLASTICIDAD ARCILLA BAJA PLASTICIDAD	
# 50	0.300	219.1	0.5	25.5	74.5				
# 80	0.177	204.6	0.5	26.0	74.0				
# 100	0.150	260.1	0.6	26.7	73.3				
# 200	0.075	297.2	0.5	27.2	72.8				
< N° 200	FONDO	29,488.7	72.8	100					
FRACCIÓN		31,105.0							
TOTAL		40,505.0							

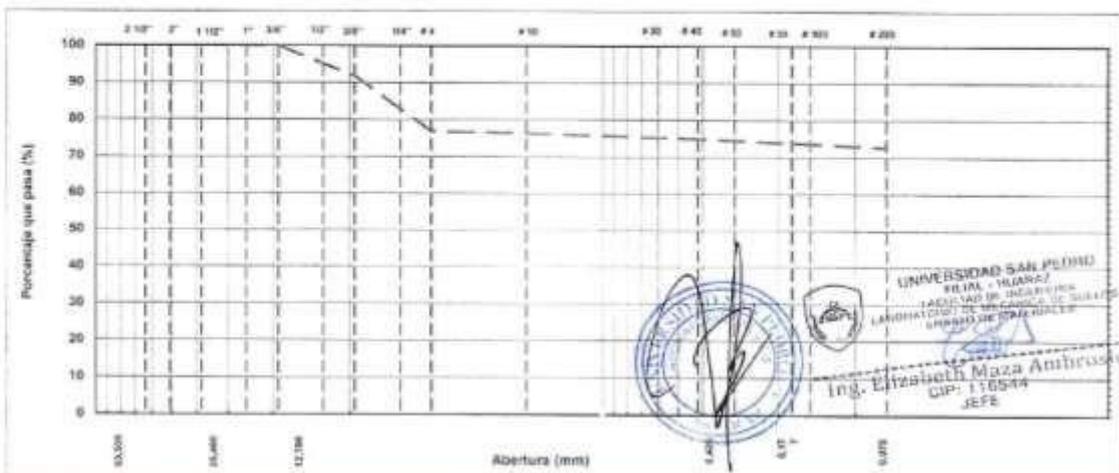
CURVA GRANULOMÉTRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO									
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
TESIS :	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asuncion, Huaraz, 2021"								
SOLICITA :	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio								
ELEMENTO :	Suelos				HECHO POR :	LAB USP			
CANTERA :					ING. RESP. :	E M A			
PROG (KM) :					FECHA :	15-Sep-21			
DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA :	2.0				TAMAÑO MÁXIMO :	3/4"			
MUESTRA :	01 ZONA TUMBA				PESO INICIAL :	40,505.0 g			
KM :					FRACCIÓN LAVADA SECA :	31,105.0			
PROFUND. :	1.5 m								
TAMIZ	AASHTO T.27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES N° 5	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3 1/2"	89.25							%Peso Piedra: 23.2%	
3"	76.200							% Peso arena: 76.8%	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			Límite Líquido (LL): 24.89	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			Límite Plástico (LP): 18.37	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			Índice Plástico (IP): 6.03	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0			Clasificación(SUCS): ML-CL	
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0			Clasif. (AASHTO): A-4 (F)	
1/2"	12.700	970.0	2.1	2.1	97.9			% Humedad: 2.2%	
3/8"	9.525	3475.0	8.1	8.3	91.7				
1/4"	6.325	3890.0	9.4	17.6	82.4				
# 4	4.750	2255.0	5.6	23.2	76.8				
# 10	2.000	188.8	0.4	23.6	76.4				
# 16	1.190	78.5	0.2	23.8	76.2				
# 20	0.840	43.5	0.1	23.9	76.1				
# 30	0.600	216.1	0.5	24.5	75.5				
# 40	0.420	219.4	0.5	25.0	75.0			OBSERVACIONES : LIMO BAJA PLASTICIDAD ARCILLA BAJA PLASTICIDAD	
# 50	0.300	219.1	0.5	25.5	74.5				
# 80	0.177	204.6	0.5	26.0	74.0				
# 100	0.150	260.1	0.6	26.7	73.3				
# 200	0.075	297.2	0.5	27.2	72.8				
< N° 200	FONDO	29,488.7	72.8	100					
FRACCIÓN		31,105.0							
TOTAL		40,505.0							

CURVA GRANULOMÉTRICA



CERTIFICADO

DE CALIDAD

(ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA)



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

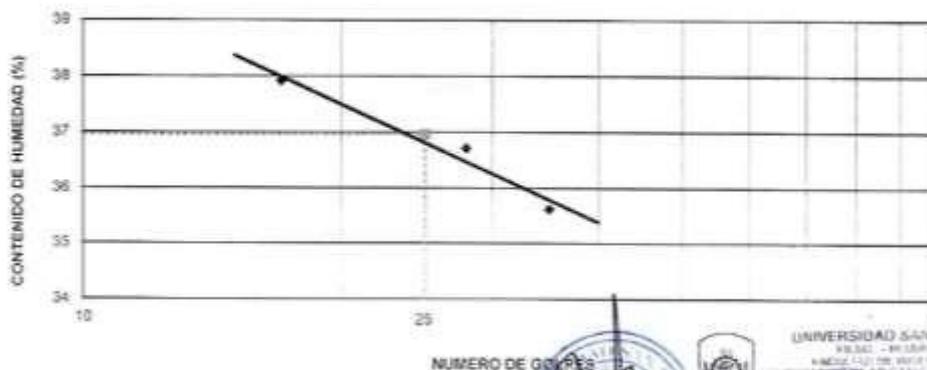
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asuncion, Huaraz, 2021"		
SOLICITA:	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio		
DISTRITO:	CHACAS	HECHO	USP
PROVINCIA:	ASUNCION	FECHA	15/09/2021
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 01
MUESTRA	: N° 01 ZONA HUANUNGA - ALTURA DE LA TEJERIA DON BOSCO
PROF. (m)	: 1.50

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		11	5	34	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		51.30	55.70	56.30	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		44.40	48.02	48.50	
PESO DE AGUA (g)		6.90	7.68	7.80	
PESO DEL TARRO (g)		28.20	27.10	26.60	
PESO DEL SUELO SECO (g)		18.20	20.92	21.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		37.91	36.71	35.62	
NUMERO DE GOLPES		17	28	35	

LIMITE PLASTICO					
N° TARRO		32	33		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		33.70	31.70		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		32.50	30.60		
PESO DE AGUA (g)		1.20	1.10		
PESO DEL TARRO (g)		27.30	26.00		
PESO DEL SUELO SECO (g)		5.20	4.60		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		23.08	23.91		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36.96
LIMITE PLASTICO	23.49
INDICE DE PLASTICIDAD	13.46



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
MATERIALES DE CONSTRUCCION

Ing. Elizabeth Maza Ambrósio
CIP: 1185-44
JEFE



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Estabilizacion con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asuncion, Huaraz, 2021"		
SOLICITA:	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	15/09/2021
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :			
MUESTRA :	N° 01	ZONA TUMA	
PROF. (m) :			

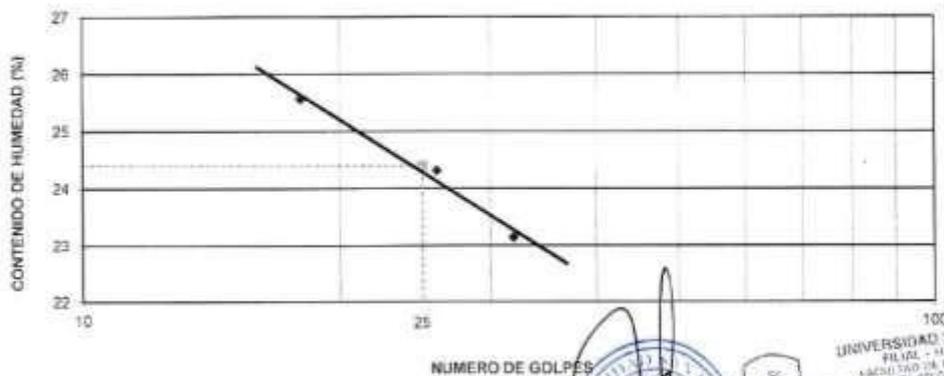
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		10	17	12
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	56.24	57.34	58.17
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	50.11	51.39	52.35
PESO DE AGUA	(g)	6.13	5.95	5.82
PESO DEL TARRO	(g)	26.13	26.92	27.20
PESO DEL SUELO SECO	(g)	23.98	24.47	25.15
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.95	24.32	23.14
NUMERO DE GOLPES		16	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	34
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.32	31.37
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.44	30.83
PESO DE AGUA	(g)	0.88	0.74
PESO DEL TARRO	(g)	26.71	26.55
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.73	4.08
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	18.60	18.14

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.40
LIMITE PLASTICO	18.37
INDICE DE PLASTICIDAD	6.03



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA Y
PAVIMENTOS

Ing. Elizabeth María Ambrosio
CIP: 116944
JEFE

CERTIFICADO

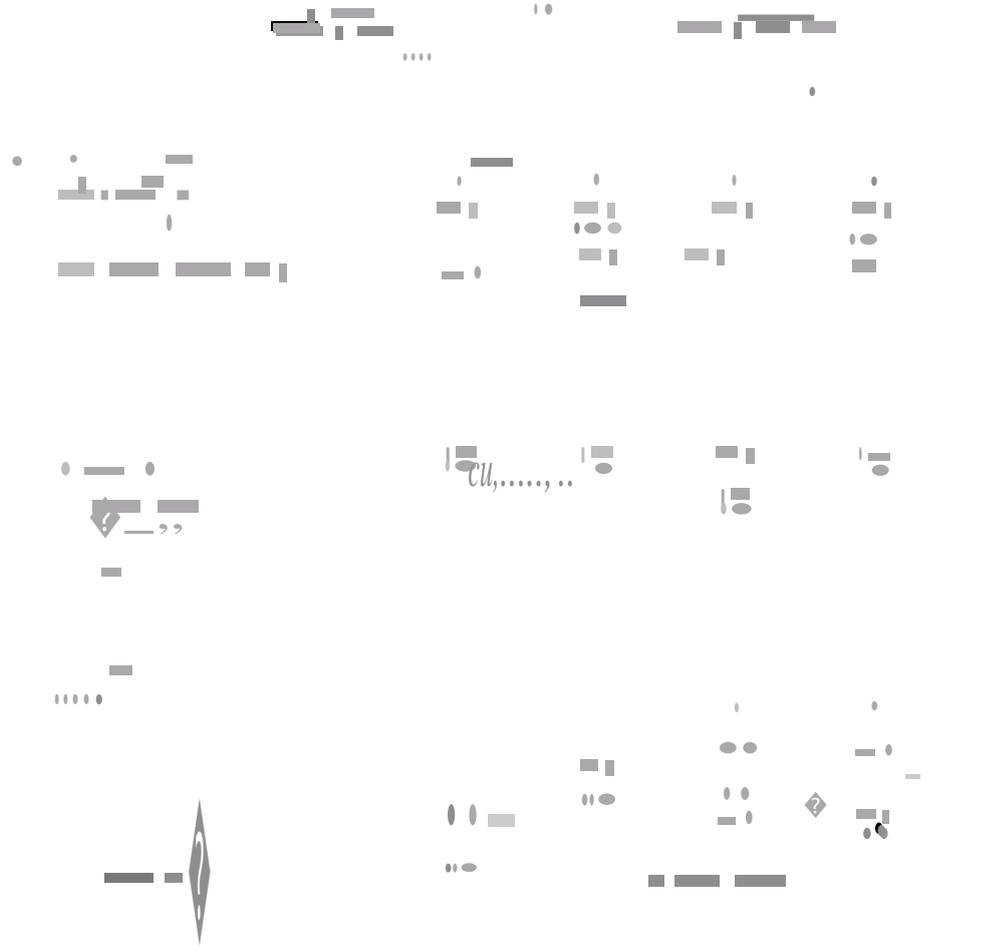
DE CALIDAD

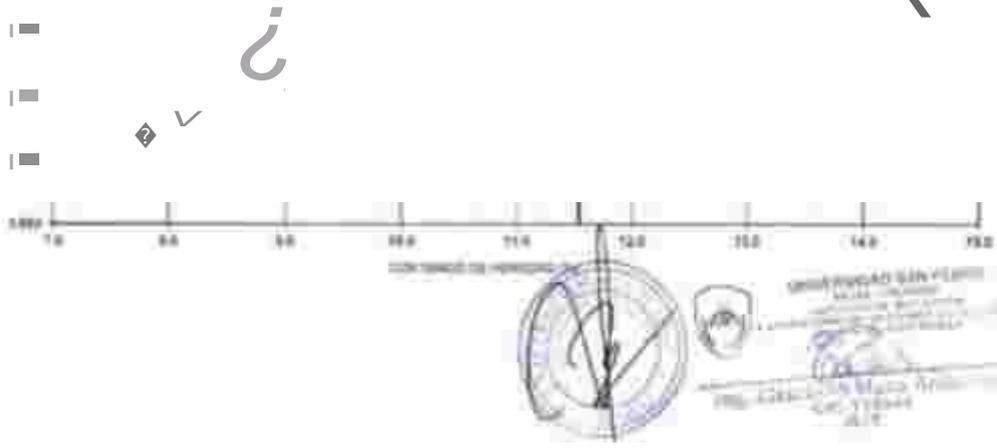
(ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO)

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



...ctl.u.O,SIL>A.Uio —
 IM:M. DIU \$A1.U, E'át —





t.UIP III _____ IIU • < . ICTCOUN • > , , - - : , ff . . ; .
 e, " < > e" , , , < >



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

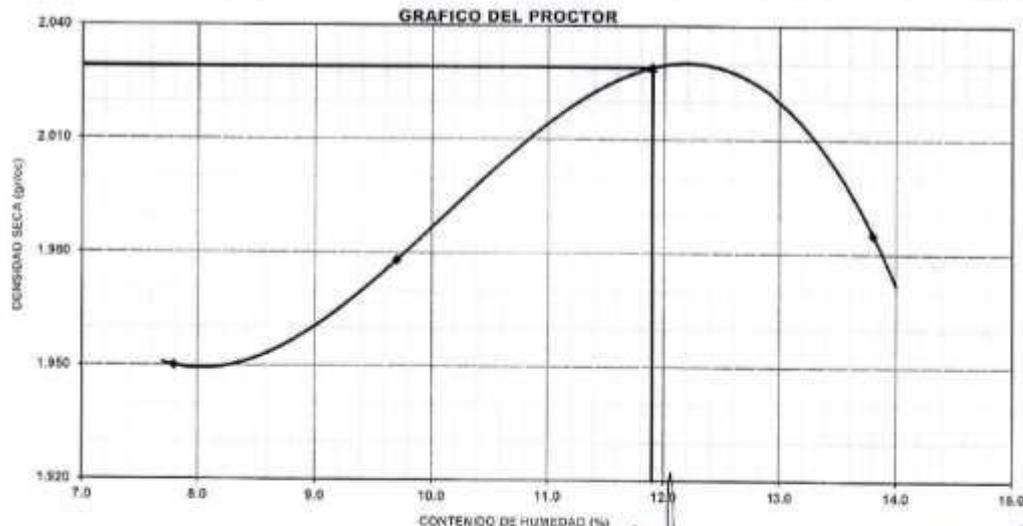
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557

PROYECTO	: "Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asuncion, Huaraz, 2021"	LAB-SEPTIEMBRE-2021
SOLICITA	: BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha : 15/09/2021
MATERIAL	: 5% DE PÓLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA	Realizado por :
CALIGATA	: N° 02	Revisado por :
UBICACIÓN	: ZONA TUMA	Certificado N° : USP-LAB

Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.51	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas:	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm ³):	919.00

METODO : "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO DEL MOLDE (gr.)				
929	1	2	3	4	4192
NUMERO DE ENSAYOS					
PESO SUELO + MOLDE (gr)	6145.00	6208.00	6301.00	6291.00	
PESO DEL MOLDE (gr)	4192.00	4192.00	4192.00	4192.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	1953.00	2016.00	2109.00	2099.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³):	2.102	2.170	2.270	2.259	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³):	1.950	1.978	2.029	1.985	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	814.80	888.92	883.82	889.07	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	767.70	818.20	789.80	802.50	
PESO DE LA TARA (gr)	163.50	165.50	169.50	175.20	
PESO DE AGUA (gr)	47.10	72.72	73.82	86.57	
PESO DE SUELO SECO (gr)	604.20	749.70	620.30	627.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.80	9.70	11.90	13.80	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.950	1.978	2.029	1.985	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.029	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA: 11.9		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD - HUARAZ
ANEXO DE INVESTIGACION
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
HIDRAULICA
Ing. Elizabeth Maza Ambrósio
CIP: 1165-44
JEFE



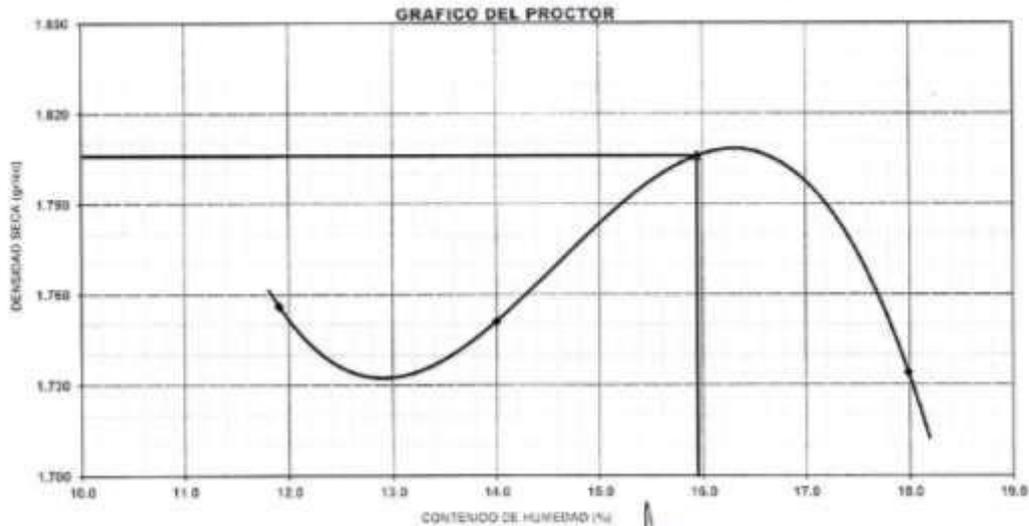
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557

PROYECTO	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huaraz, 2021"	LAB-SEPTIEMBRE-2021
SOLICITA	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha: 15/09/2021
MATERIAL	10% DE POLVO DE BOTELLA DE VIDRIO BORDELESA	Realizado por:
CALICATA	N° 01	Revisado por:
UBICACIÓN	ZONA HUANUNGA - ALTURA DE LA TEJERIA DON BOSCO	Certificado N°: USP-LAB

Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas:	5	Diametro de Molde (cm):	11.2	Volumen de molde (cm ³):	919.00

MÉTODO "A"						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	919	PESO DEL MOLDE (gr):				4005
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)		5812.00	6640.00	5030.00	5886.00	
PESO DEL MOLDE (gr)		4006.00	4006.00	4006.00	4006.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)		1806.00	1834.00	1924.00	1880.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		1.965	1.996	2.054	2.045	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.756	1.751	1.806	1.734	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE No.		1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)		906.20	893.50	1103.00	1034.00	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)		910.00	895.80	974.20	902.20	
PESO DE LA TARA (gr)		169.20	156.40	168.80	169.40	
PESO DE AGUA (gr)		86.20	97.90	126.80	131.80	
PESO DE SUELO SECO (gr)		740.80	699.20	807.80	732.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.51	14.00	15.95	17.99	
PESO VOLUMETRICO SECO		1.756	1.751	1.806	1.734	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.806	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:		15.9	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FISMA - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
LIGERO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557

PROYECTO	: "Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huaraz, 2021"	LAB-SEPTIEMBRE-2021
SOLICITA	: BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha : 15/09/2021
MATERIAL	: 10% DE POLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA	Realizado por :
CALICATA	: N° 02	Revisado por :
UBICACIÓN	: ZONA TUMA	Certificado N° : USP-LAB

Golpes / Capas:	50	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas:	5	Diametro de Molde (cm):	10.2	Volumen de molde (cm ³):	929.00

METODO : "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	929.00		PESO DEL MOLDE (gr) :		4152
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	6050.00	6165.00	6220.00	6215.00	
PESO DEL MOLDE (gr)	4152.00	4192.00	4192.00	4192.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	1898.00	1973.00	2028.00	2023.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.000	2.124	2.189	2.178	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.892	1.983	2.001	1.950	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	962.00	811.84	892.47	829.33	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	919.10	862.20	829.50	758.80	
PESO DE LA TARA (gr)	105.20	196.40	188.50	184.50	
PESO DE AGUA (gr)	42.90	49.64	62.97	89.53	
PESO DE SUELO SECO (gr)	753.90	695.80	663.00	564.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.69	7.11	9.44	11.70	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.892	1.983	2.001	1.950	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.001	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:		9.4



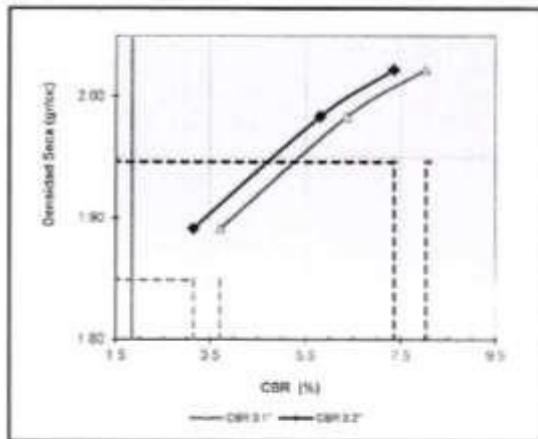

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUANCAHUAS - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE TERRENS Y
 GRUPO DE INVESTIGACION
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 Cnt. 116044
 2021

**CERTIFICADO DE
CALIDAD
(ENSAYO DE CBR)**

ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chuacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huancuz, 2021"	Informe N°:	LAB-SEPTIEMBRE-2021
SOLICITA	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha:	15-09-21
MATERIAL	: SUELOS PATRON	Realizado por:	
CALICATA	: N° 01	Revisado por:	
UBICACIÓN	: 01 ZONA HUARINGA - ALTURA DE LA TEJERÍA DON BOSCO	Certificado N°:	USP LAB.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



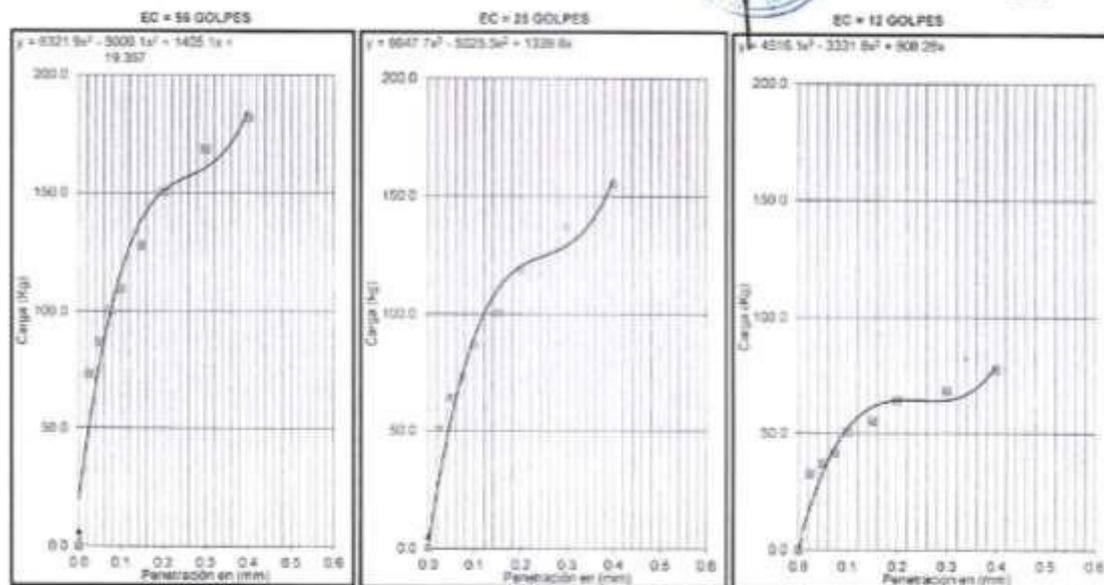
C.B.R. AL 100% DE M.O.S. (%)	0.1"	8.0	0.2"	7.4
C.B.R. AL 95% DE M.O.S. (%)	0.1"	3.7	0.2"	3.1

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.948 gr/cc
Optimo Humedad	11.97 %

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUANUCU - PERU
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
SALVADOR DE GARCERAN
SALVADOR DE GARCERAN
Ing. Elizabeth Maza Ambrósio
CNP: 1103-44
JEFE



ENSAYO OE C8R ARBITO 1-190	
PROYECTO	"Explotación del Polvo de Vidrio en la Refinería, con el Propósito de Reducir el Consumo de Gasolina y Aceite, en el Centro de Estudios Científicos, Peruvia de Muzo, (Horario 24/7)"
ALUMNO	BACH. LEON SELVA, Luis Juan BACH. DIAZ SALAS, Eder Néstor
NACIONAL	■■■■■
GRUPO	●●
SECCION	■■■■■

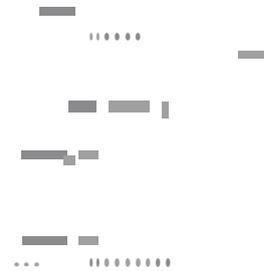
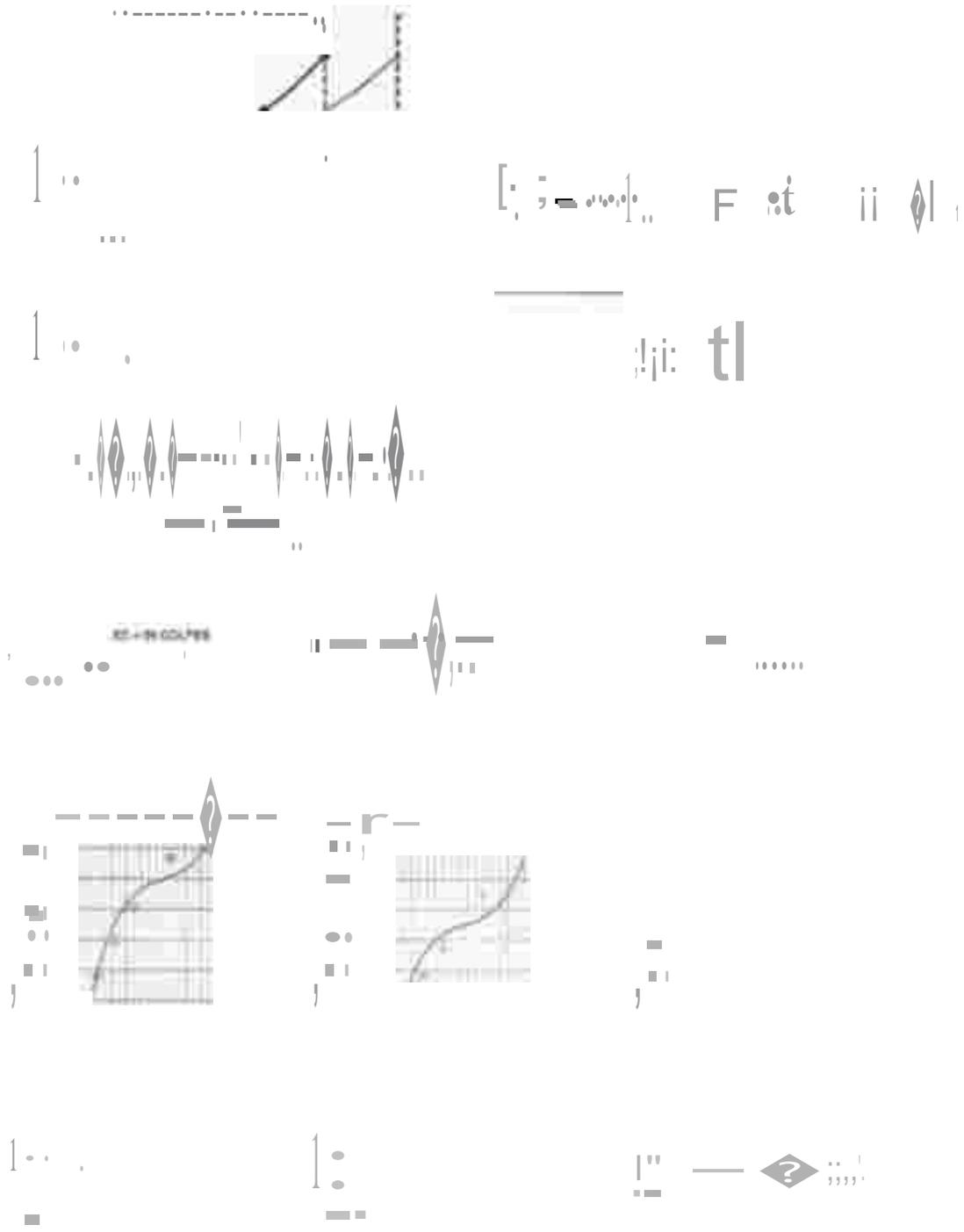


GRAFICO DE PENETRACION DE CIIR

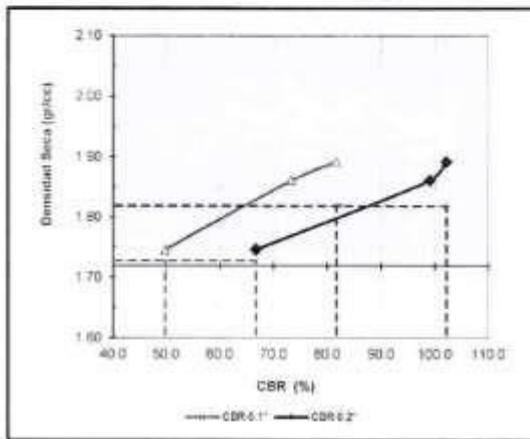




ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacras - Acochaca, Provincia de Asunción, Huaraz, 2021"	Informe N°: LAB-SETIEMBRE-2021
SOLICITA	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha: 15-Set-21
MATERIAL	: 5% POLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA	Realizado por:
CALICATA	: N° 01	Revisado por:
UBICACION	: 01 ZONA HUANUNGA - ALTURA DE LA TEJERIA DON BOSCO	Certificado N°: USP-LAB

GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



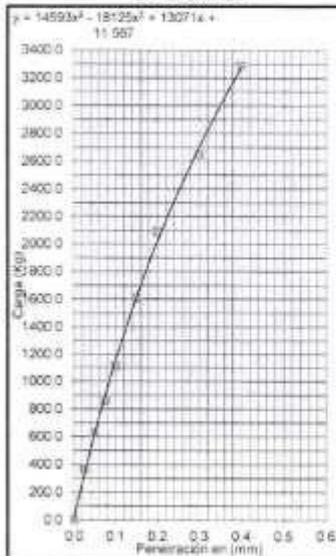
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	81.7	0.2"	102.2
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	49.8	0.2"	66.0

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.819 gr/cc
Optimo Humedad	15.95 %

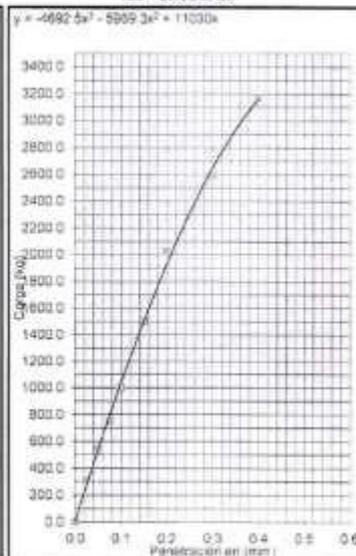
OBSERVACIONES:



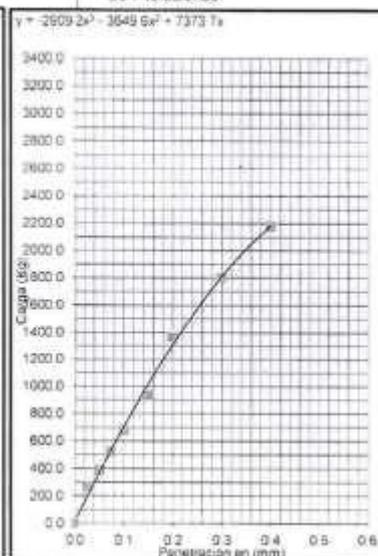
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



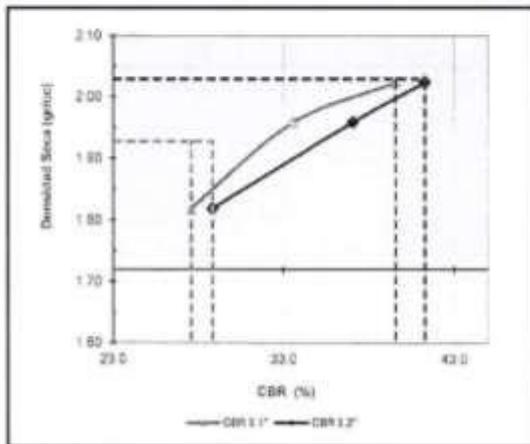
EC = 12 GOLPES



ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huaraz, 2021"	Informe N° : LAB-SEPTIEMBRE-2021
SOLICITA	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha : 15-09-21
MATERIAL	: 8% DE POLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA	Realizado por :
CALIGATA	: N° 02	Revisado por :
UBICACIÓN	: ZONA TUMA	Certificado N° : USP-LAB

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



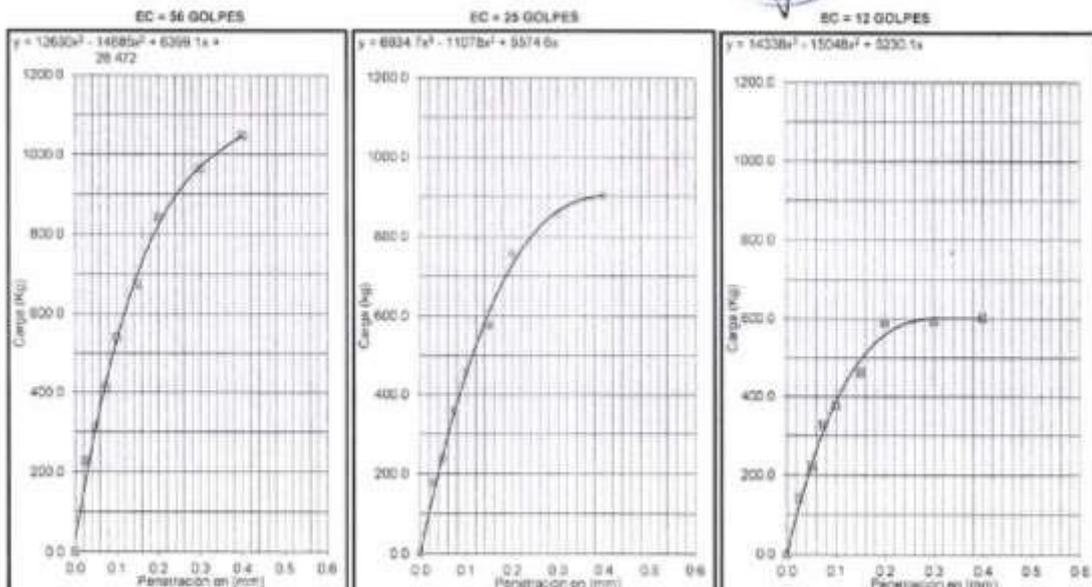
C B R AL 100% DE M O S (%)	0.1"	39.6	0.2"	41.3
C B R AL 95% DE M O S (%)	0.1"	27.6	0.2"	28.8

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.028	g/cm ³
Optimo Humedad	11.90	%

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FISICA - TUMBA
CARRILLO DE TUMBA
LABORATORIO DE SALGAMA DE ALI
ENCARGO DE SALGAMA DE ALI
Ing. Elizabeth Maza Ambros
CIP: 330544
JEFE



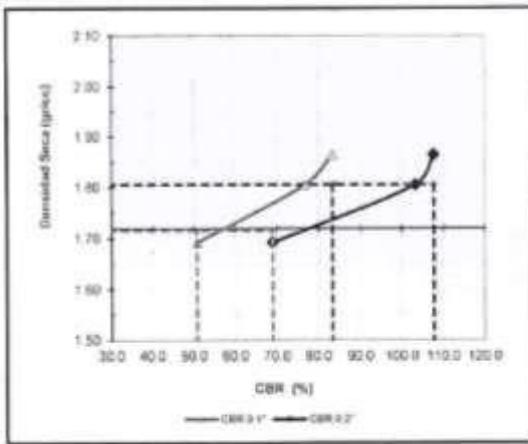


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Hunza, 2021"	Informe N°: LAB-SEPTIEMBRE-2021
SOLICITA	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha: 15-08-21
MATERIAL	: 10% DE POLVO DE BOTELLA DE VIDRIO BORDELESA	Realizado por:
CALICATA	: N° 01	Revisado por:
UBICACION	: ZONA HUANUNGA - ALTURA DE LA TEJERIA DON BOSCO	Certificado N°: USP-LAB

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	83.3	0.2"	107.7
CBR AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	59.8	0.2"	69.0

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.806 gr/cc
Optimo Humedad	15.95 %

OBSERVACIONES:



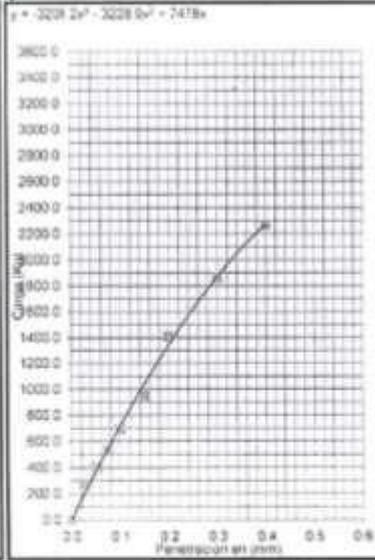
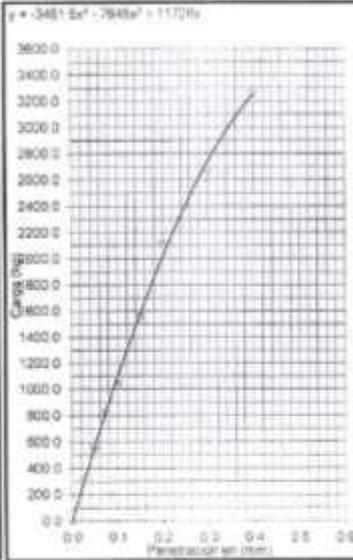
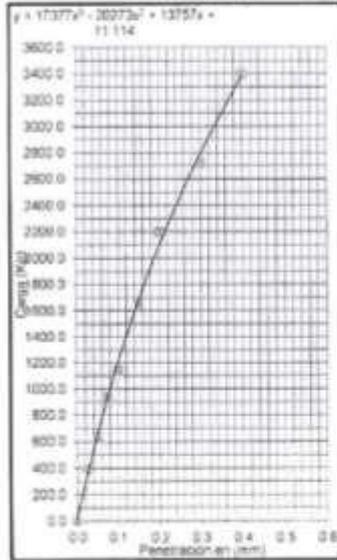
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENLACE DE CARRETERAS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 1165-44
JEFE

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES

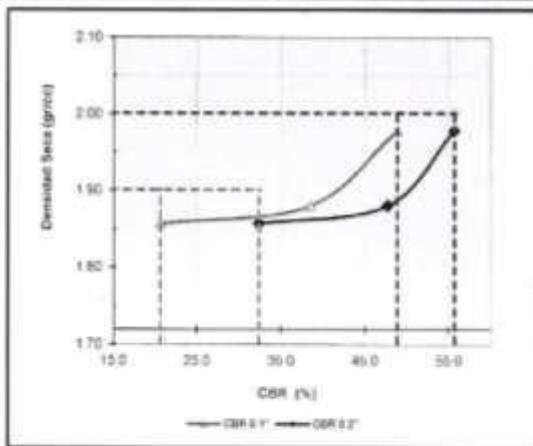




ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chuacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huaraz, 2021"	Informe N°	LAB-SEPTIEMBRE-2021
SOLICITA	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha	15-Set-21
MATERIAL	: 10% DE POLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA	Realizado por	
CALICATA	: N° 02	Revisado por	
UBICACIÓN	: ZONA TUMA	Certificado N°	USP-LAB

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



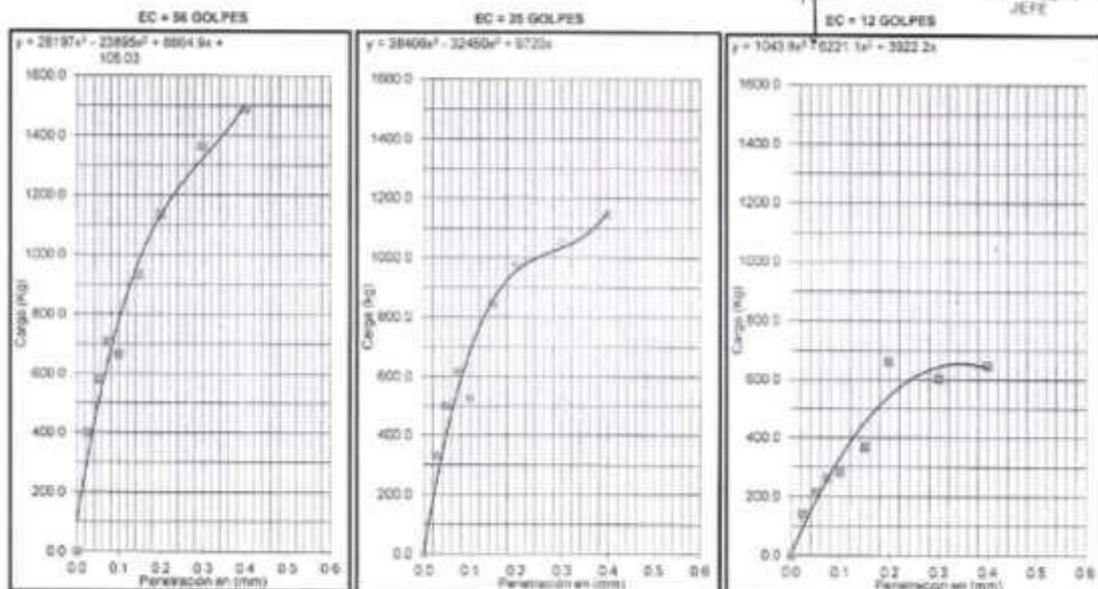
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	48.8	0.2"	55.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	20.8	0.2"	32.4

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.001 gr/cc
Optimo Humedad	9.44 %

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - PERU
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambro
CIP: 110544
JEFE



CERTIFICADO

DE CALIDAD

(ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR)



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO: "Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huancu, 2021" Informe N°: LAB-967898RE-04

SOLICITA: **BACH. LEON SILVA, Edin Jhon** Fecha: 15/09/2021

BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio

MATERIAL: SUELOS PATRON Realizado por:

CALIGATA: N° 91 Revisado por:

UBICACIÓN: 01 ZONA HUAMUNGA - ALTURA DE LA TEJERIA DON BOSCO Certificado N°: USP LAB.

		11		12		10	
		5	50	5	25	5	12
Molde N°		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa							
Grupos por capa N°							
Cond. de la muestra							
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12568	12653	12443	12596	12285	12499
Peso de molde (gr)		7981	7981	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)		4588	4732	4471	4624	4318	4518
Volumen del molde (cm ³)		2037	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (g/cm ³)		2.262	2.323	2.219	2.295	2.118	2.214
Humedad (%)		11.89	15.25	11.88	15.23	11.81	15.28
Densidad seca (g/cm ³)		2.022	2.016	1.993	1.992	1.891	1.921
Tarro N°		1	49	39	37	19	24
Tarro + Suelo húmedo (gr)		1027.0	892.0	1101.0	1188.0	1019.0	1030.0
Tarro + Suelo seco (gr)		844.8	718.0	1002.1	1039.8	928.9	916.0
Peso del Agua (gr)		93.00	84.00	98.90	132.00	91.00	114.00
Peso del tarro (gr)		102.00	107.20	102.40	105.20	103.85	170.00
Peso del suelo seco (gr)		782.0	550.8	832.7	898.8	764.2	745.0
Humedad (%)		11.89	15.25	11.88	15.23	11.91	15.28
Promedio de humedad (%)		11.89	15.25	11.88	15.23	11.91	15.28

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 12				MOLDE N° 10			
		Lectura Div (psi)	Carga Ensayo kg	CBR %	kg/cm ²	Lectura Div (psi)	Carga Ensayo kg	CBR %	kg/cm ²	Lectura Div (psi)	Carga Ensayo kg	CBR %	kg/cm ²
0.000		0	0.0	0.00		0.0	0.00		0	0.0	0.00		
0.252		16	73.3	3.79		30.7	2.60		8	32.0	1.69		
0.504		31	86.9	4.49		64.3	3.30		17	37.1	1.90		
0.756		47	100.5	5.19		73.3	3.79		24	41.6	2.15		
1.008	70.9	62	116.9	5.96	8.03	86.9	4.49	8.37	33	50.7	2.60	3.71	
1.506		77	127.7	6.80		100.5	5.19		41	55.2	2.89		
2.004	108.5	92	180.3	7.77	7.26	118.6	6.13	9.81	53	64.3	3.30	3.15	
2.502		106	188.4	8.72		136.7	7.08		64	68.9	3.59		
3.000		121	182.0	9.40		154.8	8.00		73	77.9	4.00		
3.907		141	205.7	10.81		182.0	9.40		87	91.4	4.72		
5.000		161	240.4	12.88		209.2	10.81		101	100.5	5.19		



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO	"Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chuquis - Acochauc, Provincia de Asunción, Huancá, 2021"	Informe N°:	LAB-DEPT/008/RE
SOLICITA	BACH. LEON SILVA, Edin Jhon BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio	Fecha:	15/08/2021
MATERIAL	SUELOS PATRON	Realizado por:	
CALIGATA	N° 92	Revisado por:	
UBICACIÓN	ET ZONA TUMA	Certificado N°:	USP LAB

	4		7		10	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		7		10	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12535	12373	12367	12446	12219	12200
Peso de molde (gr)	7664	7584	7090	7065	7975	7975
Peso del suelo húmedo (gr)	4571	4588	4372	4450	4244	4305
Volumen del molde (cm ³)	2089	2089	2024	2024	2090	2050
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.209	2.217	2.180	2.190	2.078	2.100
Humedad (%)	10.90	12.61	11.19	12.71	10.70	12.80
Densidad seca (g/cm ³)	1.992	1.968	1.943	1.951	1.870	1.862
Tarro N°	18	44	8	40	42	40
Tarro + Suelo húmedo (gr)	959.2	884.1	1020.7	908.7	1064.7	906.7
Tarro + Suelo seco (gr)	881.2	804.1	934.8	824.7	977.6	822.4
Peso del Agua (gr)	78.00	80.00	85.90	84.00	87.10	84.30
Peso del tarro (gr)	100.70	100.90	100.90	100.90	103.50	103.90
Peso del suelo seco (gr)	715.5	634.6	767.9	690.8	814.1	658.6
Humedad (%)	10.90	12.61	11.19	12.71	10.70	12.80
Promedio de Humedad (%)	10.90	12.61	11.19	12.71	10.70	12.80

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 7				MOLDE N° 10			
		Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %
		Del dial	kg			Del dial	kg			Del dial	kg		
0.000			0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00	
0.250			209.2	10.83			173.0	8.64			96.0	4.98	
0.500			277.1	14.32			249.9	12.61			118.0	6.15	
0.750			326.0	17.38			299.7	15.45			158.4	8.23	
1.000	70.00	85	380.3	20.16	28.00	95	330.0	17.36	24.82	40	204.2	10.81	16.35
1.500		95	449.2	23.21		95	390.3	20.16		97	236.3	13.21	
2.000	100.00	110	503.5	26.01	24.00	95	436.6	22.50	21.30	97	281.6	14.35	19.70
2.500		126	585.0	30.23		110	506.1	27.18		96	317.9	16.42	
3.000		151	688.8	35.80		120	571.4	30.32		79	345.0	17.83	
3.500		150	707.2	36.34		120	595.0	30.22		97	417.9	21.87	
4.000		160	800.3	42.39		160	675.0	34.90		100	480.0	24.94	



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO: "Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacras - Acachaca, Provincia de Asunción, Huanc. 2021" Informe N° : LAB-SEPTIEMBRE-21

SOLICITA: BACH. LEON SILVA, Edin Jhon Fecha : 15/09/2021

MATERIAL: 9% POLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA Medizado por :

CALICATA: N° 01 Revisado por :

LUBICACIÓN: 01 ZONA HUANKINGA - ALTURA DE LA TEJERIA DON BOSCO Certificado N° : USP-LAB

Molde N°	11		9		8			
	5		5		5			
N° Capa	56		25		12			
Golpes por capa N°	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Cond. de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12348	12409	12227	12312	12025	12237		
Peso de molde (gr)	7961	7961	7972	7972	7971	7971		
Peso del suelo húmedo (gr)	4388	4448	4255	4340	4058	4266		
Volumen del molde (cm ³)	2037	2037	2015	2015	2041	2041		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.154	2.194	2.117	2.170	1.989	2.090		
Humedad (%)	13.85	17.78	13.78	17.94	13.85	17.74		
Densidad seca (gr/cm ³)	1.892	1.854	1.861	1.848	1.745	1.775		
Tarro N°	48	33	45	45	33	48		
Tarro + Suelo húmedo (gr)	1049.8	859.8	1064.0	919.8	896.0	1012.0		
Tarro + Suelo seco (gr)	934.9	831.5	956.0	798.5	807.0	864.9		
Peso del Agua (gr)	100.00	118.50	108.00	112.30	89.00	127.10		
Peso del tarro (gr)	168.50	165.00	172.50	172.50	165.00	168.50		
Peso del suelo seco (gr)	793.5	688.5	783.5	626.0	642.0	716.4		
Humedad (%)	13.85	17.78	13.78	17.94	13.95	17.74		
Promedio de Humedad (%)	13.85	17.78	13.78	17.94	13.85	17.74		

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 9				MOLDE N° 8			
		Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %
		Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg		
0.000		0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.252		31	997.7	19.03		308.8	19.95			289.0	13.88		
0.500		131	625.7	30.33		539.2	27.85			390.3	20.16		
0.752		192	525.9	44.72		455	25.87			321.6	20.95		
1.000	70.50	245	1114.5	57.58	81.67	320	1007.4	51.73	73.38	149	693.0	35.13	49.83
1.500		395	1632.1	89.29		370	1469.0	77.45		305	935.5	48.23	
2.000	105.5	440	2066.9	107.80	102.20	440	2029.6	104.96	99.10	303	1363.3	70.43	66.76
2.500		585	2551.9	137.91		572	2384.1	133.50		387	1802.1	93.10	
3.000		727	3284.3	169.68		700	3171.4	163.85		489	2177.5	112.49	
3.637		870	4590.2	237.30		840	4254.9	219.82		595	2998.1	150.35	
4.000		1005	6123.9	316.45		1174	5310.2	274.30		824	3731.3	192.77	



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO: "Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Azuay, Huaraz, 2021" Informe N°: LAB-SEPTIEMBRE
SOLICITA: BACH. LEON SILVA, Edin Jhon Fecha: 16/09/2021
MATERIAL: 8% DE POLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA Realizado por:
CALICATA: N° 02 Revisado por:
UBICACIÓN: ZONA TUMA Certificado N°: USP-LAB

		7		9		8	
		5	5	5	5	5	5
Molde N°		58		25		12	
N° Capa							
Golpes por capa N°							
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12575	12711	12395	12526	12129	12239
Peso de molde (gr)		7995	7965	7972	7972	7961	7961
Peso del suelo húmedo (gr)		4580	4746	4413	4554	4168	4278
Volumen del molde (cm ³)		2024	2024	2015	2015	2037	2037
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.263	2.330	2.190	2.260	2.042	2.100
Humedad (%)		11.89	13.49	11.84	13.96	12.32	13.60
Densidad seca (gr/cm ³)		2.023	2.053	1.956	1.963	1.818	1.849
Tarro N°		33	36	35	47	4	44
Tarro + Suelo húmedo (gr)		945.8	929.9	813.5	838.8	863.5	870.3
Tarro + Suelo seco (gr)		863.7	838.8	744.8	844.4	778.1	786.4
Peso del Agua (gr)		82.10	91.10	68.70	94.40	75.40	83.98
Peso del tarro (gr)		185.00	183.50	184.80	186.00	185.90	189.50
Peso del suelo seco (gr)		668.7	675.3	580.0	676.4	612.2	676.9
Humedad (%)		11.89	13.49	11.84	13.96	12.32	13.60
Promedio de Humedad (%)		11.89	13.49	11.84	13.96	12.32	13.60

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 7				MOLDE N° 9				MOLDE N° 8			
		Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %
		Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg		
0.002		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		40	227.3	11.76		36	177.5	9.17		30	141.3	7.30	
0.502		60	313.3	16.90		50	236.3	12.21		40	222.8	11.51	
0.752		70	412.9	21.33		70	358.9	18.53		50	326.5	16.85	
1.000	10.50	116	538.7	27.86	39.55	100	488.2	23.67	30.58	80	376.7	19.45	27.81
1.500	18.0	140	675.3	34.90		120	576.9	29.79		100	482.7	25.91	
2.000	20.5	160	843.0	43.95	47.28	140	757.0	39.11	37.07	120	589.5	30.48	28.87
2.500		170	955.2	49.80		160	855.0	44.25		130	594.0	30.89	
3.000		170	1048.6	54.07		160	901.8	46.98		130	603.1	31.16	
3.957		200	1218.6	62.96		200	1024.0	52.90		140	675.5	34.90	
5.000		210	1431.2	73.94		200	1148.2	59.23		150	738.9	38.17	



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1963, AASHTO T-193

PROYECTO: "Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chucas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huancuz, 2021"
Informe N°: LAB-SEPTIEMBRE

SOLICITA: BACH. LEON SILVA, Eder Jhon
BACH. DIAZ SALAS, Eder Melanio
Fecha: 18/09/2021

MATERIAL: 10% DE POLVO DE BOTELLA DE VIDRIO BORDELESA
Realizado por:

CALICATA: N° 01
Revisado por:

UBICACIÓN: ZONA HUAMARGA - ALTURA DE LA TEJERÍA DON BOSCO
Certificado N°: USP-LAB

Molde N°	11		9		8	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12288	12340	12112	11990	11609	12120
Peso de molde (gr)	7981	7951	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4307	4379	4140	4018	2938	4149
Volumen del molde (cm ³)	2007	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.125	2.150	2.055	1.994	1.929	2.033
Humedad (%)	14.00	17.96	13.94	17.92	13.98	17.93
Densidad seca (gr/cm ³)	1.864	1.823	1.866	1.691	1.692	1.724
Tarro N°	48	33	45	45	33	48
Tarro + Suelo húmedo (gr)	950.0	1079.0	911.0	1033.0	935.5	1055.1
Tarro + Suelo seco (gr)	854.0	932.2	821.2	902.3	841.0	926.3
Peso del Agua (gr)	96.00	137.80	89.80	130.75	94.40	134.80
Peso del tarro (gr)	168.50	165.00	172.50	172.50	165.00	168.50
Peso del suelo seco (gr)	865.5	767.2	645.7	729.6	676.0	791.8
Humedad (%)	14.00	17.96	13.94	17.92	13.98	17.93
Promedio de Humedad (%)	14.00	17.96	13.94	17.92	13.98	17.93

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 9				MOLDE N° 8			
		Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %
		Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg		
0.002		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		85	360.3	20.20		84	317.9	16.42		80	277.1	14.32	
0.502		149	839.3	33.03		171	553.3	28.58		80	308.4	30.63	
0.752		204	933.5	48.29		180	820.3	42.38		116	320.6	27.42	
1.002	20.50	250	1137.1	58.75	83.33	230	1048.8	54.07	76.70	153	603.6	35.83	50.83
1.502		305	1657.3	85.62		341	1566.9	82.95		208	947.1	49.93	
2.002	100.5	485	2199.9	113.68	107.73	465	2106.5	108.98	103.30	310	1408.6	72.77	66.98
2.502		600	2719.7	140.51		630	2674.5	128.17		410	1860.8	96.14	
3.002		730	3297.2	175.51		720	3251.7	168.51		500	2267.7	117.16	
3.502		1050	4751.1	245.46		970	4390.2	226.82		700	3171.4	163.95	
4.002		1445	8521.3	337.43		1250	5427.5	280.40		845	3828.1	197.82	

Ing. Elizabeth Maza Ambr

 CIP: 116544

 BTE



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO "Estabilización con Polvo de Vidrio en la Subrasante para el Pavimento Flexible en la Carretera Chacas - Acochaca, Provincia de Asunción, Huaraz, 2021" Informe N° : LAB-SEP716/MBR

SOLICITA BACH. LEON SILVA, Edin Jhon Fecha : 19/08/2021

MATERIAL : 10% DE POLVO DE BOTELLA VIDRIO BORDELESA Realizado por :

GRANULOMETRÍA : N° 92 Revisado por :

UBICACIÓN : ZONA TUMA Certificado N° : USP-LAB

	4		5		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	55		25		12	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12472	12420	12198	12260	12135	12426
Peso de molde (gr)	7964	7954	7975	7975	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4488	4436	4223	4285	4154	4449
Volumen del molde (cm ³)	2069	2069	2050	2050	2041	2041
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.170	2.241	2.060	2.087	2.040	2.180
Humedad (%)	9.72	10.40	9.59	10.05	9.95	9.97
Densidad seca (g/cm ³)	1.978	2.029	1.880	1.889	1.857	1.982

	8		34		23		31		37		8	
	NO SATURADO	SATURADO										
Tarro N°	8		34		23		31		37		8	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	818.4	888.3	876.4	850.6	890.3	855.2	825.5	793.8	862.5	827.5	807.7	807.7
Tarro + Suelo seco (gr)	651.8	615.5	905.5	764.4	621.1	627.5	606.7	627.5	606.7	627.5	606.7	627.5
Peso del Agua (gr)	86.80	86.80	70.90	86.15	84.70	82.50	84.70	82.50	84.70	82.50	84.70	82.50
Peso del tarro (gr)	166.50	161.50	166.50	163.30	166.50	166.10	166.50	166.10	166.50	166.10	166.50	166.10
Peso del suelo seco (gr)	684.9	658.0	739.2	678.2	636.4	645.0	622.0	645.0	622.0	645.0	622.0	645.0
Humedad (%)	9.72	10.40	9.59	10.05	9.95	9.97	9.95	9.97	9.95	9.97	9.95	9.97
Promedio de Humedad (%)	9.72	10.40	9.59	10.05	9.95	9.97	9.95	9.97	9.95	9.97	9.95	9.97

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4			MOLDE N° 9			MOLDE N° 8		
		Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %
0.000		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.252		394.4	20.67		391.4	17.10		141.5	7.30	
0.503		586.4	29.94		499.0	25.78		213.7	11.04	
0.752		727.2	36.34		616.1	31.86		263.5	13.61	
1.000	70.50	896.5	34.43	48.94	528.1	27.18	38.98	281.8	14.55	20.64
1.500	200	933.5	48.23		643.0	43.88		367.7	18.99	
2.000	350	1137.1	58.78	55.69	674.2	50.53	47.71	445	24.25	32.41
2.500	500	1363.3	70.43		1036.7	64.64		803.1	31.16	
3.000	700	1490.0	76.98		1149.2	68.22		946.3	35.50	
3.037	750	1702.8	87.98		1236.7	63.89		675.5	34.90	
3.000	850	2412.4	126.83		1363.3	70.43		726.8	37.71	

CERTIFICADO DE CALIDAD

(Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva)



INFORME TÉCNICO N° 1296 – 21 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : EDER MELANIO DÍAZ SALAS
EDIN JHON LEÓN SILVA
 - 1.2 D.N.I. : 46307715
46195885
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 13 / 12 / 2021
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 14 / 12 / 2021
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 15 / 12 / 2021
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE VIDRIO MOLIDO
 - 4.2 TESIS : ESTABILIZACIÓN CON POLVO DE VIDRIO EN LA SUBRASANTE PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHACAS – ACOCHACA, PROVINCIA DE ASUNCIÓN, HUARAZ 2021
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22°C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
 - 8.1 **COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio, Si	45.921	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Sodio, Na	40.000	
Calcio, Ca	9.183	
Aluminio, Al	3.421	
Potasio, K	0.623	
Azufre, S	0.578	
Hierro, Fe	0.135	
Fósforo, P	0.050	
Escandio, Sc	0.047	
Estroncio, Sr	0.022	
Circonio, Zr	0.021	

⁽¹⁾ Balance de resultados al 100% del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.



8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de sodio, Na ₂ O	61.065	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(*)
Óxido de silicio, SiO ₂	30.518	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	4.586	
Óxido de calcio, CaO	2.721	
Óxido de potasio, K ₂ O	0.940	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.070	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.042	
Óxido de azufre, SO ₃	0.039	
Óxido de escandio, Sc ₂ O ₃	0.008	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.006	
Óxido de estroncio, SrO	0.005	

^(*) Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

^(*) Resultados expresados en óxidos ha pedido del solicitante.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en el ítem uno (1) y cuatro (4) del presente informe técnico.



Bach. Natali Quispe G.
Analista
LABICER - UNI




M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía
Responsable de análisis
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

[*] El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE POLVO DE VIDRIO ANALIZADO



FIGURA N°2. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA

Anexo 3 fotografías



Ubicación geográfica del Perú.

Fuente: Google Maps.



Ubicación del departamento de
Áncash.

Fuente: Google Maps.

Localización del distrito de
chacas- provincia de
Asunción-Departamento de
Ancash.

Fuente: Google Maps



Localización de la segunda calicata en el centro poblado de Tuma
Fuente Google maps.



Imagen de la zona afectada por la inestabilidad del terreno.
Primer punto de estudio, Huanunga – altura de la Tejería don Bosco.
Fuente elaboración propia



Identificación de la zona de estudio Huanunga – altura de la Tejeria don Bosco.

Fuente elaboración propia



Imagen del proceso de excavación de las calicatas Huanunga – altura de la Tejeria don Bosco.

Fuente elaboración propia



Calicata 01. Estas calicatas tienen una profundidad de 1.50m la ubicación es en Huanunga – altura de la Tejeria don Bosco.

Fuente elaboración propia



Imagen de la obtención de la Muestra para su traslado al laboratorio Huanunga – altura de la Tejeria don Bosco.

Fuente elaboración propia



Imagen de la identificación de la zona afectada por la inestabilidad del terreno. segundo punto de estudio, Tuma

Fuente elaboración propia



Calicata 01. Estas calicatas tienen una profundidad de 1.50m la ubicación es en Huanunga – altura de la Tejeria don Bosco.

Fuente elaboración propia



Imagen de la obtención de la Muestra 2 para su traslado al laboratorio calicata tuma
Fuente elaboración propia



Imagen de la obtención de las botellas recicladas en total Se reciclaron 80 botellas bordalesas de distintos lugares.
Fuente elaboración propia



Las botellas fueron lavadas y secadas también se les retiro el estiquer a cada una de ellas para su siguiente proceso.



Las botellas fueron molidas cuidadosamente para que no se contaminaran con otros materiales y con la seguridad del caso utilizando guantes de cuero y lentes para proteger la vista y las manos, su molido fue artesanalmente en un batan de acero con la ayuda de una pequeña comba hasta obtener el polvo de la botella de vidrio.



Una vez encontrado la homogeneidad del molido de la botella se procedió con el tamizado pasando por la malla N° 200

En total se obtuvo 19525g de polvo de botella de vidrio bordalesa