



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estabilización de suelos, empleando la técnica suelo cemento, en  
la trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de  
Aco – Carhuaz, 2021**

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

**AUTORES:**

Guardia Benancio, Jordy Osterling (ORCID: 0000-0002-3751-6460)

Gutierrez Colonia, Stalins Meyer (ORCID: 0000-0001-7474-6567)

**ASESOR:**

Mg. Marin Cubas Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**HUARAZ – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Dedicamos este proyecto de investigación principalmente a Dios, quien nos inspira y nos da la fuerza para continuar este proceso con el fin de lograr uno de los deseos más codiciados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio a lo largo de los años, gracias a ustedes hemos logrado venir aquí y convertirnos en quienes somos. Fue un orgullo y un privilegio ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestros familiares por su siempre presente, acompañamiento y apoyo moral en esta etapa de la vida.

A todas las personas que nos apoyaron e hicieron de nuestro trabajo un éxito, especialmente a los que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por habernos bendecido con la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, siendo apoyo y fortaleza en esos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales impulsores de nuestros sueños, por creer y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos inculcaron.

Agradecemos a nuestros profesores de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por compartir sus conocimientos durante la preparación de nuestra profesión, en particular a nuestro asesor, el ingeniero Percy Marín Cubas, quien nos brindó su apoyo incondicional en el proyecto de nuestra investigación que guio con su paciencia y su rectitud como maestro, por su invaluable contribución a nuestra investigación.

## Índice de Contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y Operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Método de Análisis de Datos.....	16
3.7. Aspectos Éticos.....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS	



## Índice de Tablas

<i>Tabla 1.- Datos de Proctor modificado. Calicata C-1.</i>	24
<i>Tabla 2.- Datos de CBR. Calicata C-1.</i>	24
<i>Tabla 3.- Datos de Proctor modificado. Calicata C-2.</i>	26
<i>Tabla 4.- Datos de CBR. Calicata C-2.</i>	26
<i>Tabla 5.- Datos de Proctor modificado. Calicata C-3.</i>	28
<i>Tabla 6.- Datos de CBR. Calicata C-3.</i>	28
<i>Tabla 7: Cuadro 9.4.</i>	29
<i>Tabla 8: C-1</i>	29
<i>Tabla 9: C-1</i>	30
<i>Tabla 10: Cuadro 9.4.</i>	30
<i>Tabla 11: C-3</i>	30
<i>Tabla 12: C-3</i>	30
<i>Tabla 13.- Datos de CBR. Muestra Patrón.</i>	31
<i>Tabla 14.- Aplicación del Cemento. Calicata C-1.</i>	31
<i>Tabla 15.- Datos del CBR. Calicata C-1.</i>	32
<i>Tabla 16.- Aplicación del cemento. Calicata C-3.</i>	32
<i>Tabla 17.- Datos de CBR. Calicata C-3.</i>	33
<i>Tabla 18. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</i>	55
<i>Tabla 19. MATRIZ DE CONSISTENCIA</i>	56
<i>Tabla 20.- Clasificación Granulométrica</i>	57
<i>Tabla 21.- Índice De Plasticidad – Límites De Consistencia</i>	57
<i>Tabla 22.- Ensayo Granulométrico Por Tamizado</i>	58
<i>Tabla 23.- Densidad Relativa</i>	58
<i>Tabla 24.- Ensayo De CBR</i>	59
<i>Tabla 25.- Ensayo De Corte Directo</i>	59
<i>Tabla 26.- Cuadro De Ensayo De Corte Directo</i>	59
<i>Tabla 27.- Índice Medio Diario Anual</i>	60

## Índice de Figuras

<i>Figura 1. Porcentaje Proyectado según tipo de Vehículos.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2. Plano de Ubicación y Localización.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3. Identificación de puntos para las Calicatas a realizar.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4. Calicata C-1. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 5. Calicata C-2. ....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6. Calicata C-3. ....</i>	<i>27</i>

## **Resumen**

Se precisa el objetivo del estudio estabilización de suelos empleando la técnica suelo cemento para la mejora de la carretera en la “Trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco – Carhuaz”; cuyo objetivo general fue Estabilización de suelos empleando la técnica suelo cemento, aplicado como estabilizador de suelos en esta vía. Tramo Honkopampa – Pashpa. La metodología utilizada fue de tipo nivel descriptivo explicativo, de diseño experimental cuantitativo. La población de la zona en estudio del proyecto de investigación se encuentra en el distrito de San Miguel de Aco, Honkopampa - Pashpa. La muestra se encuentra en el tramo comprendido entre las localidades de Honkopampa km. 1+000 - Pashpa km. 3+085. El método de muestreo fue no probabilístico intencional. Se realizó los resultados, que con la aplicación del cemento aplicado como estabilizador de suelos que mejoro el comportamiento estructural de la vía, tramo Honkopampa -. Pashpa, Distrito de San Miguel de Aco, Provincia de Carhuaz 2021, el límite plástico y de plasticidad ASTM 4318, se vio que el suelo, no es expansivo, además de ello se pudo corroborar cuando se hizo la determinación cbr, se determinó que el (3%) y el (5%) del porcentaje de cemento para el tipo de suelo, es el más adecuado para el estudio a nivel de trocha carrozable, tramo Honkopampa - Pashpa, San Miguel de Aco, Carhuaz - 2021.

### **Pala:**

Estabilización, cemento, carretera.

## **Abstract**

The objective of the soil stabilization study is specified using the soil-cement technique for the improvement of the road in the “Carriageway, Honkopampa - Pashpa, San Miguel de Aco - Carhuaz section”; The general objective of which was Soil stabilization using the cement soil technique, applied as a soil stabilizer on this road. Honkopampa - Pashpa section. The methodology used was descriptive-explanatory level, with a quantitative experimental design. The population of the area under study of the research project is located in the district of San Miguel de Aco, Honkopampa - Pashpa. The sample is located in the section between the towns of Honkopampa km. 1 + 000 - Pashpa km. 3 + 085. The sampling method was intentional non-probability. The results were carried out, that with the application of cement applied as a soil stabilizer that improved the structural behavior of the road, Honkopampa section -. Pashpa, District of San Miguel de Aco, Province of Carhuaz 2021, the plastic and plasticity limit ASTM 4318, it was seen that the soil is not expansive, in addition, it was possible to corroborate when the cbr determination was made, it was determined that the (3%) and (5%) of the percentage of cement for the type of soil, is the most suitable for the study at the level of carriageway, section Honkopampa - Pashpa, San Miguel de Aco, Carhuaz - 2021.

## **KEYWORDS:**

Stabilization, cement, road.

## I. INTRODUCCIÓN

En Perú el 84%, de las carreteras se encuentran en estado de afirmado y en lo posible son de trocha carrozable (con una extensión de 80,367 km) y este tipo de carreteras tienen un índice medio en sus promedios de, bajo orden de tránsito, y para el diseño o construcción de nuevas carreteras. Se requiere de una inversión pública, privada, además demandan mayor costo en lo referente en el pavimento rígido y también flexible. Estos tipos de carreteras se encuentran en los centros poblados rurales donde los caminos se encuentran en malas condiciones con fallas de pavimento muy notorios como son los baches, ahuellamiento o encalaminado, estas fallas ocurren por falta de mantenimiento o por la aplicación de materiales no apto para el mejoramiento de la vía, el cual ocasionan gran problema a la población y a los transportistas, por lo tanto es necesario implementar nuevas técnicas para mejorar las vías con plataforma de rodadura de material afirmado o de nivel subrasante, donde su costo sería menor que de otros tipos de pavimento, esta técnica es aplicable en mejoramiento de la sub rasante agregando cal, cemento o varios aglutinantes para estabilizar y compactar el suelo. Por ese motivo surgió el interés de realizar una investigación de las propiedades mecánicas y el beneficio que se obtiene al realizar la estabilización de suelos con materiales adicionales que sean accesibles en la región, como es el caso del cemento portland tipo 1. Esta técnica empleada brinda un mejoramiento en la resistencia al esfuerzo cortante, resistencia a la abrasión, la transitabilidad vehicular y una disminución de los costos. El lugar de estudio o donde se aplicará la técnica mencionada es un tramo que conecta a dos centros poblados rurales llamados Honkopampa – Pashpa, distrito de San Miguel de Aco, Carhuaz. Esta vía de acceso fue creada en el año 2000 por la necesidad de los pobladores en transportar sus productos y mejorar el accesos a lugares turísticos de la zona, Esta carretera tiene una longitud de 3.85km el cual se encuentra en muy malas condiciones, ya que la plataforma de rodadura es de terreno natural el cual no se ha realizado un mejoramiento y mantenimiento adecuado, Es importante realizar el mejoramiento de la carretera ya que dentro de la zona se encuentra atractivos turísticos como ruinas, lagunas y hermosos países, el cual traerá consigo grandes beneficios en la población e incremento económicos por la visita de turistas. Lo cual es importante profundizar en el tema mencionado de la estabilización de

suelo-cemento en la vía de estudio, **por lo cual se planteó el problema general.** ¿Cómo aplicar el cemento para estabilizar el suelo en la trocha carrozable Honkopampa-Pashpa, San Miguel de Aco Carhuaz para el mejoramiento del suelo? **Justificación del estudio.** Esta investigación dado a su trascendencia de la vía de transitabilidad pretende ampliar el conocimiento del uso de cemento, tipo I en beneficio a estabilizar el suelo para carreteras de clases III y trochas carrozables, esta técnica de estabilización con cemento Portland de tipo I tiene un costo muy reducido en comparación de otros productos químicos que son utilizados para estos tipos de trabajo. **Justificación por el beneficio,** Por otro lado, es muy ventajoso utilizar cemento Portland de tipo I para la estabilización de suelos en carreteras, ya que es adecuado para una resistencia moderada al tráfico. Los resultados de esta técnica cumplen con los requisitos del servicio, por lo que es recomendable aplicar esta técnica con el cemento. **Justificación económica,** Esta investigación utilizó como principal estabilizador el cemento, el cual identificó el beneficio de la utilización del cemento como estabilizador de suelos. Este beneficio se observó en la mejoría de la vía ya que se evita fallas en la carretera, por lo cual el tránsito será más fluido y beneficiará económicamente ya que la vía en estudio está afectada por áreas turísticas como lagunas, cataratas, ruinas y entre otros. **Justificación metodológica,** la elaboración del presente proyecto de investigación, una vez demostrado su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otras investigaciones. Por lo cual se generó el **objetivo general,** Estabilizar el suelo empleando la técnica suelo cemento, en la trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco - Carhuaz, **los objetivos específicos,** se menciona: **a)** Describir los componentes para estabilizar el suelo con la técnica suelo cemento. **b)** Diseños compuestos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante y, por último: **c)** Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante estabilizado con cemento. Por lo cual se generó los siguientes: **Hipótesis general:** Se mejoró la subrasante de la trocha carrozable, tramo Honkopampa-Pashpa, San Miguel de Aco, Carhuaz, mediante la aplicación de la técnica suelo cemento. **Hipótesis Específico a).** Fue posible conocer los componentes para estabilizar el suelo utilizando la técnica de suelo cemento. **b)** Se pueden desarrollar diseños compuestos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

c.) El uso del cemento tiene un impacto significativo en la estabilidad del suelo de la carretera a nivel de la subrasante.

## II. MARCO TEÓRICO

**A nivel internacional** García (2019) en su estudio de proyecto de investigación, *“Estudio de la técnica de suelo - cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín”*. Este estudio tuvo como objetivo, estudiar y determinar el valor de resistencia de los suelos finos de mezcla con el caolín y el potencial uso en carreteras terciarias del país, para ello se utilizan pruebas de respuesta de carga monótona para determinar las propiedades físicas, y mecánicas de la mezcla de suelo cemento en los ensayos de laboratorio. Este estudio es de tipo cuasi cualitativo, y durante la realización de este proyecto de investigación se realizaron diversos tipos de experimentos expuestos a cargas de resistencia monotónicas, tanto en compresión ilimitada como en tensión indirecta, para clasificar las ocurrencias. Por lo tanto, se logra el objetivo propuesto de agregar cemento en diferentes proporciones a la mezcla de suelo. Para la muestra y las unidades de muestreo, se han tomado varios tipos de suelos en el país debido a su ubicación en las zonas trópicos. La determinación de la muestra requiere el uso de los laboratorios de ondas elásticas y de mecánica del suelo en los que se incluye. Está equipado con los equipos necesarios como copa Casa Grande, horno de secado para secado de muestras en caso de limitación de líquido, bomba de vacío de densidad, sondas estándar y moldes para otros instrumentos comunes. El MTS, Universal Tester, es uno de los instrumentos más importantes para medir la consistencia de la muestra tanto en trituración libre como en tensión indirecta. Se hicieron exploraciones un poco complejas, se utilizó la base de datos Science Direct y se utilizaron varias búsquedas de palabras clave para aprovechar las herramientas de recopilación de información necesarias. En cada una de estas búsquedas se ha considerado una prioridad durante los últimos cinco años. En base a esto, se seleccionaron 10 artículos relacionados con la investigación. Además, se han elaborado bocetos de fuentes nacionales, estándares comunes, pavimentos y estabilidad del suelo gestionados con base en el diseño de infraestructuras viales. En cuanto a los resultados obtenidos, en el caso de una mezcla con cemento, dada la presencia de cemento, no debe haber tiempo de curado debido al proceso al que está expuesto. Sin embargo, el curado en este caso se analiza durante el tiempo de secado de los cilindros que contiene 100% caolines. En el Gráfico 3, se puede ver



que cuanto más tiempo se seca el suelo, más fractura ocurre con un esfuerzo mínimo, es decir, la muestra se destruye rápidamente. Esta anomalía está asociada con la rotura por tracción debido a su naturaleza frágil. La fragilidad tiene picos y es menos resistente a la pendiente alta, ya que su fuerza cae bruscamente cuando alcanza el punto de fractura. En este estudio, el caolín, como la mayoría de los suelos finos, es frágil en ausencia de agua y se modifica con cemento al 12%. Esto se debe al aumento significativo de los enlaces de los límites de entre sus partículas y al aumento de su solidez por consecuente. Además, se puede notar que el período de saturación del material también es difícil porque hace que el suelo se colapse sin adición y pierda la resistencia mecánica que es característica del suelo. Por encima del 8%, la resistencia se reduce hasta en un 50%. Cuando se utilizan técnicas de estabilización del suelo en combinación con cemento, es muy importante garantizar un contenido de humedad óptimo y un tiempo de asentamiento mínimo dentro de un cierto período de tiempo hasta que el suelo alcance la resistencia máxima de acuerdo con los requisitos del proyecto. **A nivel nacional** Becerra y Herrera (2019), En su investigación *“Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo vía fuerte, Mochica y Qhuna; Lambayeque”*. Tuvo como objetivo de investigación, realizar el estudio de estabilización de arcillas, arenas y afirmados, planteando proporciones de los cementos Pacasmayo Vía fuerte, Mochica y Qhuna en la región Lambayeque al periodo 2018. El estudio es de tipo cuantitativo. Afirma ser una expresión confiable en la que se pueden discutir las preguntas de la encuesta para confirmar la hipótesis, ya que en su contexto utiliza análisis y adquisición de datos. Esta investigación confía en la medida numérica, también usó estadísticas y contó muy a menudo para probar el comportamiento de las muestras en la población con la precisión adecuada. La población para este estudio consistió en todas las muestras cilíndricas de suelo natural y concreto ensayado según ASTM D 1633. La muestra de la encuesta consistió en un total de 432 muestras cilíndricas del suelo, de las cuales 405 fueron trabajadas adicionando los tres tipos de cemento. Al (19%, 16%, 10%, 7%, 4%) Con todos los tipos de suelo y 27 probetas de suelos naturales. La adición de cemento que se consideraron fue dentro del rango de la Autoridad Federal de Carreteras. Las herramientas utilizadas para la evaluación fueron guías de observación, es el

caso de formato para la recolección de datos, pruebas de laboratorio, y registraron los resultados obtenidos de cada prueba realizada. El resultado fue grava de 0,2 pulgadas, arena de 59,4%, arcilla de 40,4% y limo como las arcillas, en las calicatas de Ferreñafe, de Lambayeque y Monsefú. Asimismo, el suelo considerado tiene un contenido de humedad del 5,46%. Según la prueba de límite de Atterberg, se encontró que el suelo de Calicata: Ferreñafe 1 contenía un límite líquido (LL) de 19.09 %, 16.72 % (LP) y un índice de plasticidad de 2.37% (IP). En conclusión, es claro que las propiedades físico-mecánicas de los suelos determinan el tipo de suelo al que pertenecen, y se vio los planos como referencia del INDECI. **Urgia (2017)**, En su investigación *“Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo vía fuerte, Mochica y Qhuna; Lambayeque”*. Tuvo como objetivo general fue determinar los beneficios de comportamiento estructurales a nivel de afirmado que tiene el cemento Portland tipo I aplicado como estabilizador de suelos en el mantenimiento vial. Tramo Izcuchaca-Quichuas, región Huancavelica en el 2017. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo, de diseño experimental, El método de muestreo fue no probabilístico intencional. Como resultado, con el uso de cemento Portland de tipo I como estabilizador de suelos, se mejoran las propiedades estructurales en el mantenimiento de carreteras. Los resultados obtenidos son que, en el estudio de 7 calicatas, se obtuvieron los resultados de clasificación del suelo, límite de Atterberg, de la prueba de cizallamiento directo (CBR), en términos de tamaño de partícula, de acuerdo a los estudios realizados, la proporción adecuada de caso de cemento se encuentra al 3%. **A nivel local**, Lujerio (2018), en su investigación titulada *“Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz”*. Tuvo como objetivo de investigación, determinar el efecto de adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de Bagazo de caña de azúcar frente a un suelo patrón. Un estudio de tipo, aplicada y descriptivo, llamado descriptivo por la naturaleza de lo que se verá sus propiedades del suelo de la localidad de Cantú, es aplicable porque los resultados obtenidos ayudan a resolver problemas de construcción, en vías no asfaltadas. la adición de cemento a un suelo cohesivo también se usa para mejorar las propiedades de resistencia. El diseño es experimental y el enfoque es

cuantitativo. Es decir, estudiamos tanto indicadores como variables (guía de observación). La población encuestada es el suelo natural de la ciudad de Cantú según el proceso de la progresiva ((0+000 - 1+091)) recolectado el material para llevarse a la Universidad de San Pedro hacia el laboratorio de Mecánica de Suelos. Se proporcionaron muestras de suelo de una calicata en todas las secciones de la carretera y se utilizaron las muestras de suelo correctas en la localidad de Cantú. El uso de cemento Portland de grado I, fue incidental y también se utilizó ceniza de bagazo. Calle. El equipo utilizado es una guía de observación, un resumen y una ficha de laboratorio de las pruebas realizadas. El resultado principal es la medición de la granulometría. La clasificación de suelos de calicata 1 SM, y por lo tanto el tipo de suelo en el área de estudio, se puede considerar SM, SILY SAND, por lo que es suelo típico en esta zona. Para la densidad seca máxima, en la calicata C1, la adición al 4% de cemento alcanzó una densidad seca de 2.120 g / cm<sup>3</sup> para 2.091 g / cm<sup>3</sup> de la muestra, la cual aumenta con la adición del cemento. Luego se le reemplazo con un bagazo de ceniza, alcanzando los 2.080 g / cm<sup>3</sup> en comparación con los 2.091 g / cm<sup>3</sup> estándar. El contenido de humedad de Calicata C1 fue del 8,6%, reducido en un 7,6% con la adición de cemento. Además, el valor CBR del suelo estándar del estudio fue más alto que el valor mínimo establecido en el Manual de suelos y cimientos. Sin embargo, se debe de tener en cuenta que la ubicación definida se mantiene como parte de las ubicaciones sugeridas y confirmadas. Un tratado reciente basado en una investigación representativa llevó a cabo de forma independiente la aplicación de estos estabilizadores representativos separados de cemento Portland tipo I y CBCA de grado 1 en porcentaje de 1%. **Estabilización con cemento**, el método ampliamente utilizado para la estabilización del suelo con cemento Portland se logra agregando cantidades variables de cemento de 7-14%, de la mezcla que se comprime en el suelo. Es muy común utilizar cemento Portland de tipo I como estabilizador para esta aplicación. Esta mezcla de suelo y cemento se puede utilizar como base para superficies de tráfico ligero a medio. (BECERRA SANTILLAN, 2018) **Mecanismos de estabilización**, La mala calidad de suelos se puede estabilizar con cemento Portland, excepto en suelos con alta proporción de materia orgánica. En suelos con una alta proporción de materiales finos y sin limo ni arcilla, la proporción de cemento suele ser alta para alcanzar un

punto de estabilidad moderado. En el caso de un suelo rico en limo y arcilla, la premezcla con cemento puede reducir el costo de estabilización para mejorar la granulación y la ductilidad. ( DE LA TORRE ILLESCA, 2018). **Las Fases para estabilización con cemento.** El suelo más cemento, también conocido como suelo estabilizado, es una mezcla seca de dos o más componentes con propiedades granulares específicas, después de la homogeneización, se agrega agua a la mezcla para su fijación y para hacer su compactado. **La proporción de cemento utilizada depende del tipo de suelo.** La proporción del cemento varía según el tipo de suelo a estabilizar. **Fases fundamentales del proceso de estabilización del cemento.** Para estabilizar el suelo con cemento se tiene los siguientes: Pulverizar sobre el suelo a tratar, agregar la cantidad requerida de cemento y mezclar bien con el suelo, agregar la cantidad requerida de agua, remover hasta que el suelo y el cemento se mezclen homogéneamente. Finalmente, con un rodillo o plancha compactadora, compactar bien el suelo tratado, y hacer su curado para lograr la hidratación correcta del cemento. **Criterios de diseño para la mezcla de suelo y cemento.** En suelos que son difíciles de estabilizar, primero debe hacer lo siguiente: Hacer un pulverizado antes de agregar cemento. Esto se obtiene con un rodillo a la cual llamamos pie de cabra, también con las compactadoras manuales. En general, el suelo se debe escarificar con una moto niveladora que tiene unas escorillas, hasta alcanzar la profundidad el cual se requiere. Si el suelo no contiene suficiente agua para el pulverizado, deberá pasar por un proceso llamado aireación en el caso de estar húmedo, y si está muy seco, se le debe de humedecer. (PONCE CRISPÍN, 2018). **Proceso de construcción, escarificado y pulverizado.** El primer paso es escarificar el subsuelo a lo ancho y largo de la carretera hasta la profundidad confirmada del laboratorio. Es muy importante eliminar los materiales que no forman parte del suelo, como raíces, rocas y troncos. Materiales con un diámetro igual de más de 3 pulgadas. El suelo limpio ayuda a aumentar el contacto entre el suelo y el cemento durante la aplicación. En este paso se utiliza una moto niveladora para rasgar el suelo a la profundidad que se requiere. **Aplicación del Cemento.** Hay dos maneras de aplicar el cemento. Una es utilizar camiones de descarga automática para esparcir el cemento en la carretera. Este método es el más popular que hemos encontrado y es perfecto para el descargue. Con la

cantidad justa de cemento. El segundo es agregar cemento por gravedad. Extienda el cemento en varias partes para formar una especie de montón. Luego se usa la moto niveladora o también hacerlo manualmente, para así esparcir el cemento. **Premezclado y aplicación de agua.** Se produce la mezcla inicial de cemento y suelo. Después de hacer el escarificado, agregue agua con un camión cisterna para iniciar la reacción química. Para hidratar el cemento, agregue agua tan pronto como sea necesario para la reacción de estabilización. Si la mezcla tiene una gran cantidad de agua, el cemento se saturará y se perderá la mezcla original. Esto requiere una moto niveladora, un camión cisterna y rodillos, como también compactadoras manuales después de agregar agua luego y mezclar para el compactado. **Mezcla final y pulverización,** Para lograr buenos resultados de estabilización, el cemento debe distribuirse uniformemente en el suelo y todas las partículas del cemento debe de estar hidratada. La pulverización y la mezcla deben continuar hasta que el 100% del material pase a través de la malla de 1 pulgada y al menos el 60% del material pase a través del cuarto tamiz. Esto se logra enviando muestras estabilizadas al laboratorio cada vez que se requiera. **Compactación,** la compresión se realiza inmediatamente después de la mezcla final con el rodillo de pie de cabra y, al mezclar manualmente. Esto unirá el suelo con el cemento, en la manera de escarificación, pero con compresión adicional. Una vez que hayan pasado con el rodillo pata de cabra, se usa un rodillo delgado o liso, como también compactadoras manuales, como también una cisterna para hidratar y retener el agua en el suelo terminado. **El curado Final.** Para conseguir un buen acabado en un suelo ya estable, es necesario que esté lo suficientemente hidratado para que la resistencia siga aumentando. Este proceso se denomina "curación" y se puede realizar de dos formas. Endurecimiento húmedo. Si es necesario, rocíe ligeramente para mantener la superficie húmeda y compacta. El curado de la película implica sellar la capa de compresión con una emulsión bituminosa en una o más aplicaciones. (GARCÍA TORO, 2019). **Algunos conceptos y términos,** el cemento es un aglutinante formado al cocer piedra caliza y arcilla, luego de cocerlas y triturarlas, y tiene como propiedad de endurecerse cuando entra en contacto con el agua. **Estabilización de la subrasante.** Esto está relacionado con alta ductilidad y baja energía mecánica, alta sensibilidad a la humedad y por lo tanto consistencia plástica o impacto en la

deformación bajo carga. Por tanto, se ha propuesto el uso del cemento como un estabilizador ideal para materiales finos con ductilidad media o alta.

**Conglomerante.** Los aglutinantes son capaces de proporcionarles adherencia general combinando una variedad de uno o más materiales y convirtiendo químicamente sus masas para formar nuevos compuestos. El aglutinante se utiliza como medio de unión para formar una mezcla conocida como mortero o lechada. Se clasifican según su composición es así que, los aglutinantes más utilizados son los cementos, yeso y cal. **CBR**, (California Bearing Ratio) se puede utilizar para evaluar la capacidad de carga de un agregado, pero también se puede aplicar al lecho de balasto y pavimento y se define como: El porcentaje de fuerza de compresión aplicada al suelo por el pistón que le da penetración. Presión correspondiente a la misma penetración que la muestra de referencia y/o patrón. **Compactación**, se trata de una operación preliminar destinada a incrementar la resistencia superficial del terreno sobre las que se deben construir carreteras y otras obras de ingeniería civil. Aplicar la cantidad de energía necesaria para reducir significativamente el volumen vacío del material usado. **La humedad del suelo.** Es la capacidad de retención de agua del suelo. **Limite líquido.** Puede evaluarse y modelarse a medida que el suelo cambia de un estado semilíquido a un estado plástico. **Limite plástico.** Se obtiene cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se descompone. **Norma AASHTO**, es la institución que estandariza las pruebas y la clasificación de suelos. **Norma ASTM**, son los estándares que se aplican a la homogeneización y ajuste de análisis de suelos. **Plasticidad.** Esto demuestra la importancia de la resistencia de la película de agua del suelo y es una propiedad en la que el suelo puede formarse sin descomponerse. Es el efecto de la presión y la tensión. (FERNANDEZ DIAZ, 2017).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de Investigación (**Aplicada**)

Según (Mendoza, 2021) Se refirió a la investigación conocida como investigación fáctica o experimental que está estrechamente relacionada con la investigación básica. Esto se hace porque el conocimiento práctico se basa en los últimos descubrimientos y avances para los que se utiliza. Por tanto, la investigación aplicada estudia el conocimiento, la práctica, el comportamiento, la construcción y la modificación.

El tipo de investigación se considera **aplicada**, los cuales son utilizados los conocimientos de la investigación básica por lo tanto se aplicó la practica la mayor parte del tiempo en los cuales benefició a la sociedad. Se debe tener en cuenta que ambas investigaciones aplicadas como básicas buscan resolver un problema, por lo tanto, deben encontrar respuestas a interrogantes específicas. Es decir que la investigación aplicada resuelve un problema aplicando en la práctica.

##### - Diseño de la investigación: **Experimental cuantitativo**

El diseño de este estudio es parte del diseño de experimentos, donde los investigadores manipulan una o más variables de investigación para controlar su aumento o disminución y su impacto en el comportamiento observado. En otras palabras, se trata de crear la ruta al valor de la variable. (Murillo,2011, p58)

##### - Nivel de investigación: **Descriptivo explicativo**

(Ñaupas, H, Mehia, E, Novoa, y villagomez 2014, p.92) El propósito principal es probar una hipótesis o explicación causal basada en la relación causal de una propiedad o dimensión del evento. Por tanto, la construcción de hipótesis es la base para orientar el camino de la investigación.

El presente estudio es de nivel descriptivo experimental y se basó en una variedad de documentos de campo. Su propósito es detallar las características, propiedades y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, metas u otros fenómenos que han sido analizados.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variable Independiente:**

Estabilización de suelos (Ver ANEXOS – Tabla 1)

#### **Definición Conceptual:**

El MTC (2014) La estabilización del suelo se define como la mejora de propiedades físicas del suelo mediante un proceso de combinación mecánica y química (naturales o sintéticos). Esta estabilización se realizó a menudo en suelos con un subsuelo inadecuado o pobre, dependiendo del tipo de subsuelo.

La estabilidad del suelo en la sub rasante obtenida en el estudio se realizó utilizando una determinada proporción de cemento.

#### **Definición operacional**

La estabilización del suelo se caracteriza por las propiedades mecánicas mejoradas. Esto se hace aplicando una proporción de cemento que actúa como estabilizador.

#### **Dimensiones**

- ✓ 3 y 5 % de cemento
- ✓ Propiedades Mecánicas

#### **Indicadores**

- ✓ Ensayo de california Bearing Ratio (CBR)
- ✓ Ensayo de Proctor Modificado
- ✓ Aplicación de 3 y 5% de cemento



## **Escala de medición**

- Intervalo
- Intervalo
- Intervalo

## **Variable dependiente:**

Trocha Carrozable (Ver ANEXOS – Tabla 2)

## **Definición Conceptual:**

MTC (2014), Estas son carreteras viables que no alcanzan las propiedades geométricas de la carretera y suelen tener menos de 200 IMDA por día. Calzada mínima 4,00m. En este caso, al menos cada 500 m, se crea una gran abertura llamada plaza de intersección. A lo referente de la parte de rodadura, específicamente superficie, puede ser o no afirmada.

## **Definición Operacional**

Se tienen en cuenta las definiciones operativas para determinar la naturaleza del terreno, las condiciones en las que se encuentra, la parte de la plataforma de rodadura, el ancho, y sus propiedades mecánicas y físicas.

## **Dimensiones**

- ✓ Plataforma de rodadura
- ✓ propiedades físicas
- ✓ propiedades mecánicas

## **Indicadores**

- ✓ Mecánica de suelos
- ✓ Granulometría
- ✓ Contenido de Humedad
- ✓ Ensayo de california Bearing Ratio (CBR)
- ✓ Límite de Atterberg
- ✓ Contenido Optimo de Humedad

- ✓ Máxima Densidad Seca

### **Escala de medición**

- Razón
- Ordinal
- Intervalo
- Nominal
- Intervalo
- Intervalo
- Intervalo
- Intervalo
- Intervalo
- Intervalo
- Intervalo

### **3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis**

#### **Población:**

(Wigodski, 2010, p. 1). Es el conjunto de un individuo, objeto o medida que tiene propiedades observables comunes en un lugar y momento determinados. Si se van a realizar varios estudios, se deben tener en cuenta determinadas características esenciales en la selección de la población a estudiar. La población fue de 3,85 kilómetros lineales. El cuál es el tramo total de la vía Honkopampa - Pashpa, en el distrito de San Miguel de Aco, Carhuaz.

#### **Muestra:**

(Hernández, et al. p. 175). Básicamente, la muestra es un subconjunto de la población. También podemos decir que es un subconjunto de los elementos correspondientes a este grupo preciso.

Se tomaron muestras de este proyecto de investigación de la calzada en el sub rasante del tramo Honkopampa-Pashpa de San Miguel de Aco.

Se tomó como muestra de 3 km, esta selección se aplicó según criterios de exclusión, y el tramo al que se aplicó este método, se afirma que es la vía más transitada de la zona.

### **Muestreo:**

(Ramírez 2014, p. 56) Los tipos intencionales, no son probabilísticos, porque las técnicas de muestreo, en las que las muestras se recogen en un solo procedimiento, no equivalen a la probabilidad de que se seleccionen todos los individuos de la población.

Dado que el método para el muestreo no es aleatorio, se prefiere el modelo de muestreo por (conveniencia), por el cual la muestra de estudio se tomó en la progresiva (km 1+000 a km 2+000 – km 3+000).

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

### **Instrumento y técnica de recolección de datos**

Según (CARRILLO, 2011) “Son procesos y actividades que tienen como objetivo recolectar información específica descrita por los métodos de recolección de datos para lograr el objetivo del estudio”.

Estos son los procesos y actividades donde los datos y la información relacionada, con las variables que se necesitan para responder las preguntas formuladas en el estudio de esta investigación.

Las técnicas de recolección de datos

- Estudio de Mecánica de suelos
- Análisis físico de la subrasante
- Análisis mecánico de la subrasante
- Diseño de mezclas

Los instrumentos a utilizar en la investigación serán fichas técnicas.

- Formato de prueba de laboratorio del suelo y del material.

- Manual de carreteras: Especificaciones generales de construcción rdn° 22-2013-mtc/14 (EG-2013).
- Manual de Mecánica de suelos.
- Manual de carreteras (suelos geología, geotecnia y pavimentos) Sección suelo y pavimentos R.D.N° MTC-2014.

### **Validez y Confiabilidad**

La validez y confiabilidad de los estudios realizados, en este estudio fueron pruebas estandarizadas para estudios de suelos. Y los resultados de estas pruebas son válidos para el laboratorio de Mecánica de Suelos, que está certificado para brindar información de calidad. Los métodos considerados en el análisis de la gestión de datos del proyecto son descriptivos y experimentales, ya que se proporcionan para dimensiones de las variables.

La metodología que se utilizó para obtener la información necesaria de los componentes del sistema. Se tuvo en cuenta las fichas técnicas. El propósito fue identificar los índices mencionados en el cuadro de operacionalización de variables.

### **3.5. Procedimientos**

La información fue extraída de los datos de campo y se procesó en el laboratorio. El diseño de suelo cemento para la estabilidad tuvo como objetivo lograr los objetivos primarios y secundarios mencionados en el tema de investigación.

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

Los estudios de campo y las observaciones de la superficie de la carretera se llevaron a cabo utilizando la ficha técnica de evaluación de pavimentos del MTC donde se enumeró las fallas encontradas en la

carretera donde se describió en el intervalo de bueno, regular y malo. Se ubicaron los puntos donde se realizó la excavación de las calicatas, para así conocer los parámetros mecánicos y físicos de la sub rasante. Luego de realizar una prueba aplicando el cemento como estabilizador de suelo, para después realizar una muestra y el cual fue llevado a laboratorio y de acuerdo a los estudios realizados se determinó si el cemento ha mejorado el suelo natural. Los experimentos de laboratorio de mecánica de suelo, proporcionan resultados reales para la muestra, tomado de las calicatas.

### **3.7. Aspectos Éticos**

La investigación respeta las opiniones de otros autores y considera la fiabilidad de los resultados tanto política, como religiosa. En materia de medio ambiente y biodiversidad, responsabilidades sociales, políticas, legales y éticas, respeto a la privacidad y protección de las identidades de los expertos que participaron en la investigación.

La investigación siguió las pautas establecidas por la Universidad Cesar Vallejo, que propuso a través del esquema de proyecto de investigación que respeta la privacidad del autor y el cual se debe seguir.

#### **IV. RESULTADOS**

En esta parte de la investigación se presentan los datos obtenidos mediante la aplicación de diferentes ensayos y pruebas, tales como Granulometría, límite líquido y límite plástico, Proctor Modificado y CBR, los datos se registran en los formatos proporcionados por el laboratorio en el que se realizaron los ensayos. Las pruebas, así como las variables de estabilidad del suelo y la relación de la mezcla de cemento se evaluaron analizando el efecto de este ligante.

Para lograr nuestro objetivo común de "Estabilizar el suelo empleando la técnica suelo-cemento, en la trocha carrozable, tramo Honkopampa - Pashpa, San Miguel de Aco Carhuaz", es necesario cumplir con cada uno de los objetivos específicos del proyecto. de manera ordenada. Hemos tenido en cuenta los siguientes factores:

##### **4.1. Descripción de la Carretera Honkopampa Pashpa**

En la actualidad, la carretera principal de Honkopampa a Pashpa está a nivel de terreno natural, durante la inspección se encontró que la falta de pavimento o algún tratamiento de la vía, causa problemas respiratorios debido a la niebla constante de polvo, a pesar de que pasan decenas de vehículos. Pasan todos los días mientras transportan la producción de artículos de primera necesidad al núcleo poblacional de Atocpampa, Pashpa y, a los pueblos provinciales a los que pertenecen, además de transportar pasajeros por los habitantes directos de la región.

Por otro lado, la vía ha sido abandonada por sus autoridades durante mucho tiempo, ya que no existe un plan para ello, encontrándose hoyos, charcos entre otras cosas, situaciones climáticas por lluvias dan lugar a huaycos leves a severos. La topografía del terreno es llana con pendiente media y alta por tratarse de una cordillera, por lo que se tomó como tesis haciendo identificación de estas necesidades en esta zona del proyecto la falta de estructuras de drenaje, como el área de Influencia a dos localidades habitados. Para mejorar esta vía, se tomó

un plano clave, se obtuvo una distancia de 3,85. km donde se crearon 3 puntos de control estratégicamente posicionados distribuidos en todo el tramo, y se tiene un ancho de vía variable de 3 a 3,5 m según la normativa vigente DG2018 Manual de Carreteras.

Como resultado del análisis de la carretera, podemos concluir que la ascendencia del transporte de pasajeros, la producción de diversos tipos de productos agrícolas, la ubicación de las instalaciones educativas y deportivas, la presencia de lugares turísticos y el aumento del crecimiento urbano en torno al proyecto, las localidades aledañas hacen necesario atender estas necesidades mejorando y estabilizando las calzadas que contribuyen al desarrollo económico, social, cultural e institucional.

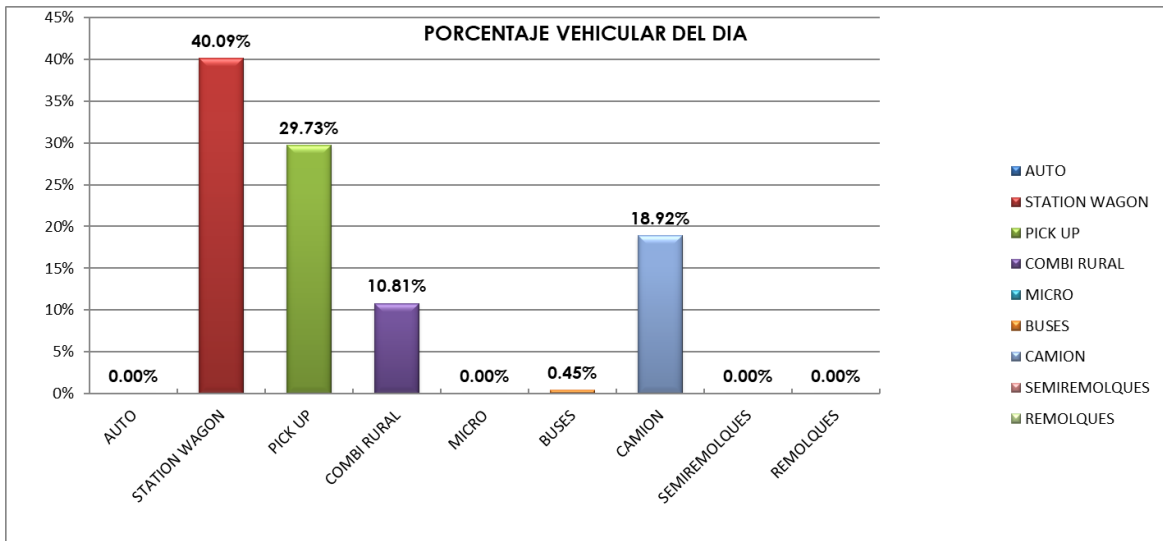
#### **4.2. Estudio de Tráfico Vehicular**

La carretera es de tercera clase, ya que el IMDA obtenido es de 130 vehículos por día, el terreno es ondulado, accidentado por ser una cordillera - tipo 3, la velocidad recomendada para la construcción es de 30 km / h con un ancho de camino de 3 a 3, 5 m, no tiene bombeo y la pendiente mínima es de 2% y la máxima del 12%.

El volumen de tráfico que circula por las carreteras es el ingrediente esencial para el análisis económico de la carretera y la decisión de su método de diseño. Durante siete (07) días consecutivos, se verifica el espionaje de tráfico adquirido en respuesta a un IMDA de 130 vehículos / día, destacando que la mayor demanda y número de vehículos son los lunes, jueves, sábados y domingos.

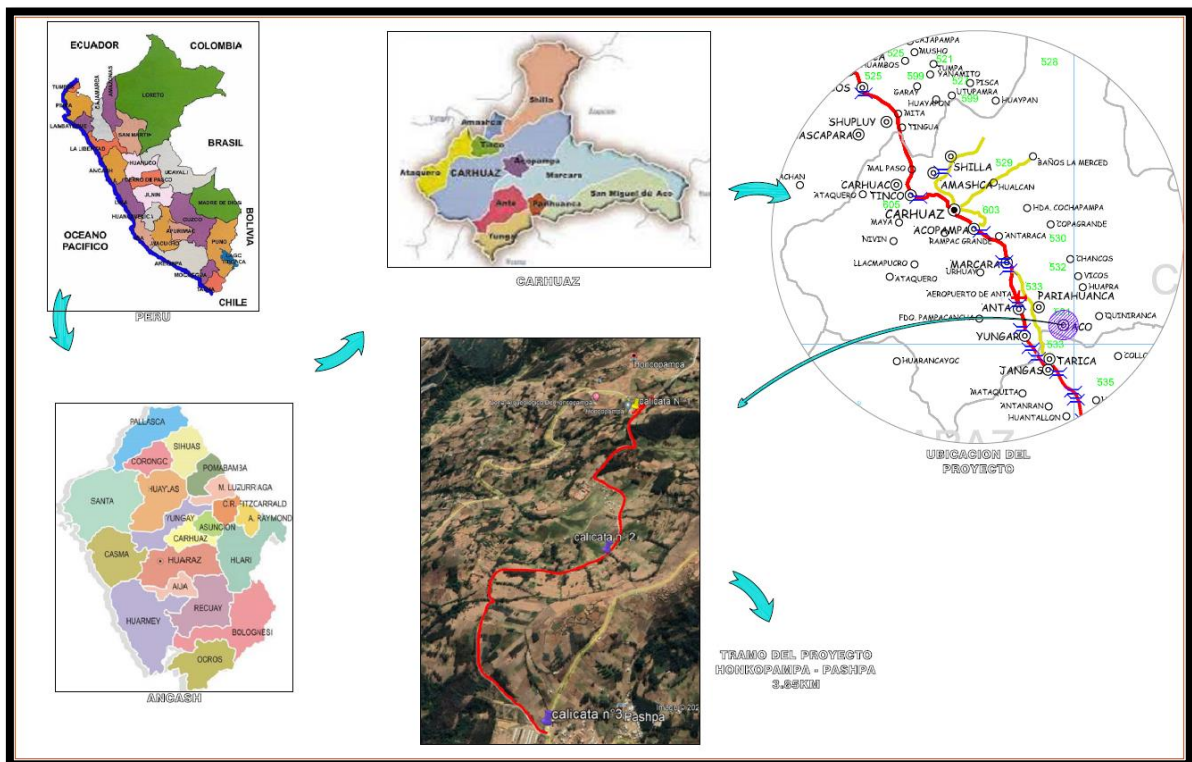
La Tabla 1 se calcula el tráfico esperado dentro de 10 años, para lo cual se utilizó la tasa de crecimiento de la región para el transporte de pasajeros y el valor del PBI para el transporte de mercancías, obteniendo un índice diario promedio anual de 222 Veh.

**Figura 1. Porcentaje Proyectado según tipo de Vehículos**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2. Plano de Ubicación y Localización**





#### **4.3. Desarrollo del Objetivo Especifico A.**

a) Describir los componentes para estabilizar el suelo con la técnica suelo cemento.

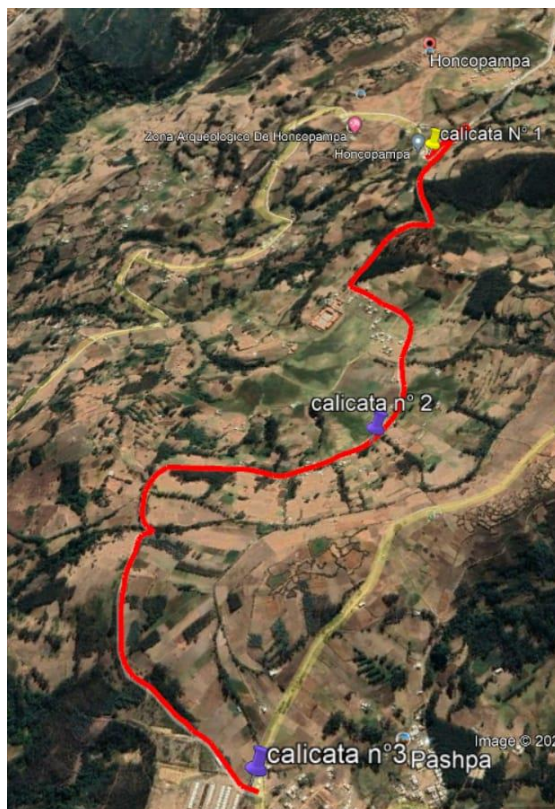
##### **4.3.1. Estudio Mecánica de Suelos – Resultados del Laboratorio**

###### **TAREAS REALIZADAS.**

- Ensayo Proctor a las muestras en estado natural.
- Selección de conglomerante más eficaz que en este caso es, el cemento, para ser utilizado como ligante en la estabilización de la sub-rasante.
- Dosificación de cemento.
- Ensayo de Limites de Atterberg del suelo de sub-rasante.
- Ensayo C.B.R del suelo a ser estudiado y tratado.
- Ensayo de clasificación de suelos AASHTO.
- Ensayo de granulometría mediante tamices.

Para la clasificación y definición de las características físico-mecánicas del suelo, se realizaron 3 calicatas en áreas estratégicas con dimensiones de 1 x 1 m. a la profundidad de 1,50 m, en las progresivas (1+000km – 2+000km – 3+000km). para que las muestras sean fiables. Asimismo, se hizo 3 C.B.R.

**Figura 3. Identificación de puntos para las Calicatas a realizar.**



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 4. Calicata C-1.**

**(Descripción e interpretación de sus componentes del suelo).**

CANtera:	KM:1+000	
CALICATA N°:	C01	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	95.12%
	1"	85.74%
	3/4"	74.20%
	3/8"	63.63%
	N°4	55.42%
	N°10	50.59%
	N°40	44.69%
	N°100	40.53%
	N°200	38.93%
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	44.58%
	Arena	16.48%
	Finos	38.93%
Mitad de Fraccion Gruesa	30.53%	
Limites de Consistencia	L.L.	27.79%
	L.P.	17.30%
	I.P.	10.49%
Contenido de Humedad Natural	11.73%	
Clasificacion SUCS	GC	
Descripcion	Gravas arcillosas con arena.	
Clasificacion AASHTO	(1)	

*Fuente: Elaboración Propia*

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Según los resultados del análisis granulométrico se encontró un 44.58% de grava, 16.48% de arena y 38.93 % de finos.

### **LÍMITES DE CONSISTENCIA**

Después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =27.19%, Limite Plástico (L.P) =17.30%, Índice de Plasticidad (I.P) = 10.49%. El cual Verificando con el manual de carreteras (suelos, geologías,

geotecnia y pavimentos) sección de suelos y pavimentos el cual se encuentra vigente, comparando los resultados cumple con lo establecido de dicho manual.

**Tabla 1.- Datos de Proctor modificado. Calicata C-1.**

<b>DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)</b>	
<b>PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)</b>	2.06
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	7.42

Fuente: Elaboración Propia

Se determina la relación densidad seca – humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.06 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.42%.

**Tabla 2.- Datos de CBR. Calicata C-1.**

<b>DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)</b>	
<b>C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)</b>	31.61
<b>C.B.R. 95 % P.V.S.M (%)</b>	27.19

Fuente: Elaboración Propia

CBR. Es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes. En este caso, en el ensayo que se realizó, en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 31.61%. Luego en 95%. 27.19%.

**Figura 5. Calicata C-2.**

**(Descripción e interpretación de sus componentes del suelo)**

CANTERA:	KM: 2+000	
CALICATA Nº:	C02	
MUESTRA Nº:	MAB 02	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	94.11%
	1"	87.95%
	3/4"	78.59%
	3/8"	67.73%
	Nº4	57.89%
	Nº10	51.74%
	Nº40	43.66%
	Nº100	40.42%
	Nº200	39.71%
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	42.11%
	Arena	18.18%
	Finos	39.71%
Mitad de Fraccion Gruesa	30.15%	
Límites de Consistencia	L.L.	28.75%
	L.P.	19.83%
	I.P.	8.92%
Contenido de Humedad Natural	9.30%	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena.	
Clasificación AASHTO	A-4(1)	

Fuente: Elaboración Propia

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Según los resultados del análisis granulométrico se encontró un 42.11% de grava, 18.18% de arena y 39.71 % de finos.

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

Después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =28.75%, Limite Plástico (L.P) =19.83%, Índice de Plasticidad (I.P) = 8.92%. El cual Verificando con el manual de carreteras (suelos, geologías, geotecnia y pavimentos) sección de suelos y

pavimentos el cual se encuentra vigente, comparando los resultados cumple con lo establecido de dicho manual.

**Tabla 3.- Datos de Proctor modificado. Calicata C-2.**

<b>DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)</b>	
<b>PESO VOLUM. SECO MÁXIMO (Ton/m<sup>3</sup>)</b>	2.15
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>	7.28

Fuente: Elaboración Propia

Se determina la relación densidad seca – humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.15 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.28%.

**Tabla 4.- Datos de CBR. Calicata C-2.**

<b>DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACIÓN (ASTM D-1883)</b>	
<b>C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)</b>	34.54
<b>C.B.R. 95 % P.V.S.M (%)</b>	28.15

Fuente: Elaboración Propia

CBR. Es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes. En este caso, en el ensayo que se realizó, en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 34.54%. Luego en 95%. 28.15%.



**Figura 6. Calicata C-3.**

**(Descripción e interpretación de sus componentes del suelo)**

CANTERA:	KM: 3+000	
CALICATA N°:	C03	
MUESTRA N°:	MAB 03	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	100.00%
	1"	90.48%
	3/4"	77.75%
	3/8"	61.29%
	N°4	51.44%
	N°10	46.19%
	N°40	41.26%
	N°100	36.60%
	N°200	34.23%
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	48.56%
	Arena	17.21%
	Finos	34.23%
Mitad de Fraccion Gruesa	32.88%	
Limites de Consistencia	L.L.	28.82%
	L.P.	19.43%
	I.P.	9.39%
Contenido de Humedad Natural	11.07%	
Clasificacion SUCS	GC	
Descripcion	Gravas arcillosas con arena.	
Clasificacion AASHTO	A-2-4(0)	

*Fuente: Elaboración Propia*

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Según los resultados del análisis granulométrico se encontró un 48.58% de grava, 17.21% de arena y 34.23 % de finos.

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

Después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =28.82%, Limite Plástico (L.P) =19.43%, Índice de Plasticidad (I.P) = 9.39%. El cual Verificando con el manual de carreteras (suelos, geologías,

geotecnia y pavimentos) sección de suelos y pavimentos el cual se encuentra vigente, comparando los resultados cumple con lo establecido de dicho manual.

**Tabla 5.- Datos de Proctor modificado. Calicata C-3.**

<b>DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)</b>	
<b>PESO VOLUM. SECO MÁXIMO (Ton/m<sup>3</sup>)</b>	2.09
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>	7.37

Fuente: Elaboración Propia

Se determina la relación densidad seca – humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.09 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.37%.

**Tabla 6.- Datos de CBR. Calicata C-3.**

<b>DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACIÓN (ASTM D-1883)</b>	
<b>C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)</b>	29.40
<b>C.B.R. 95 % P.V.S.M (%)</b>	25.81

Fuente: Elaboración Propia

CBR. Es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes. En este caso, en el ensayo que se realizó, en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 29.40%. Luego en 95%. 25.81%.

#### **4.4. Objetivo Específico (B)**

- b) Diseños compuestos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.



Para el diseño de la mezcla suelo-cemento se ha tenido en cuenta la norma de MANUAL DE CARRETERAS SECCIÓN DE SUELOS Y PAVIMENTOS R.D.N° 10 – 2014 – MTC/14. En la que se aplica la relación de cemento especificada, se realizan ensayos. Para diseñar la mezcla se utiliza principalmente cemento Portland de tipo 1: suelo no expansible, cemento y agua. La dosificación de cemento se ha determinado según las instrucciones de uso, donde se utilizan porcentajes que oscilan entre el 3% y el 7%. Para determinar la cantidad de agua, se realizaron pruebas Proctor modificadas que determinan la cantidad de agua necesaria para lograr la máxima densidad de la mezcla. La siguiente tabla muestra los valores utilizados para cada porcentaje de cemento:

**Tabla 7: Cuadro 9.4.**

Rango de Cemento Requerido en Estabilización de Suelo Cemento

Clasificación de Suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3-5

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

**Tabla 8: C-1**

CALICATA N.º 1	
DESCRIPCIÓN DE SUELOS	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-(1)
LIMITE LIQUIDO	27%
INDICE DE PLASTICIDAD	10.49%

Fuente: Elaboración Propia

*Cuadro de resultados para la aplicación del cemento.*

**Tabla 9: C-1**

CALICATA Nº 1		PORCENTAJE DE CEMENTO
DESCRIPCIÓN DE SUELOS	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	3%
CLASIFICACIÓN AASHTO	(1)	
LIMITE LIQUIDO	27% < 40	
INDICE DE PLASTICIDAD	10.49% < 18	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de los datos que cumplen con lo necesario para la estabilización con cemento.

**Tabla 10: Cuadro 9.4.**

Rango de Cemento Requerido en Estabilización de Suelo Cemento

Clasificación de Suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A-2	5-9
A-4	7-12

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

**Tabla 11: C-3**

CALICATA N.º 3	
DESCRIPCIÓN DE SUELOS	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 2 - 4(0)
LIMITE LIQUIDO	28.82%
INDICE DE PLASTICIDAD	9.39%

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de los datos que cumplen con lo necesario para la estabilización con cemento.

**Tabla 12: C-3**

CALICATA Nº 3		PORCENTAJE DE CEMENTO
DESCRIPCIÓN DE SUELOS	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	5%
CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 2 - 4(0)	
LIMITE LIQUIDO	28.82% < 40	
INDICE DE PLASTICIDAD	9.39% < 18	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de los datos que cumplen con lo necesario para la estabilización con cemento.

#### 4.5. OBJETIVO ESPECÍFICO C:

c) Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante estabilizado con cemento.

##### **Resultados del laboratorio de suelo estabilizado con cemento.**

Para esta parte de nuestro resultado, tomamos como muestra patrón, la calicata C-02, por tener un cbr alto, y como muestra representativa de referencia, para estabilizar nuestro suelo, además de que todos puedan tener una uniformidad en todo el tramo de nuestra investigación.

**Tabla 13.- Datos de CBR. Muestra Patrón.**

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACIÓN (ASTM D-1883)	
C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	34.54
C.B.R. 95 % P.V.S.M (%)	28.15

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 14.- Aplicación del Cemento. Calicata C-1.**

##### **APLICACIÓN DEL 3% DE CEMENTO (MUESTRA CALICATA 1)**

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141 3%)

MAXIMA DENSIDAD SECA Kg/m3	2.082
HOPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD %	14

Fuente: Elaboración propia

Se determina la relación densidad seca – humedad con el porcentaje de cemento al 3% y la compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.082 (kg/m3), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 14%.

**Tabla 15.- Datos del CBR. Calicata C-1.**

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D - 1883)

CBR AL 100% P.V.S.M	35.5
CBR AL 95% P.V.S.M	27.9

*Fuente: Elaboración propia*

CBR. Es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes. En este caso, en el ensayo que se realizó, en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo estabilizado con la aplicación de un 3% de cemento, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 35.5%. Luego en 95% el 27.9%.

**Tabla 16.- Aplicación del cemento. Calicata C-3.**

**APLICACIÓN DEL 5% DE CEMENTO (MUESTRA DE LA CALICATA 3)**

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

MAXIMA DENSIDAD SECA Kg/m <sup>3</sup>	2.105
HOPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.1

*Fuente: Elaboración propia*

Se determina la relación densidad seca – humedad con el porcentaje de cemento al 5% y la compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.105 (Kg/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 9.1%.

**Tabla 17.- Datos de CBR. Calicata C-3.**

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D - 1883)

CBR AL 100% P.V.S.M	30
CBR AL 95% P.V.S.M	28.7

*Fuente: Elaboración propia*

CBR. Es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes. En este caso, en el ensayo que se realizó, en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo estabilizado con la aplicación de un 5% de cemento, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 30.0%. Luego en 95% el 28.7%.

## V. DISCUSIÓN

La base para el desarrollo de este capítulo fueron los informes de pruebas de suelo realizadas en laboratorio. Se realizaron sobre muestras naturales y se analizaron según los siguientes porcentajes de 3% y 5% de cemento.

Para la presente investigación se muestra la discusión de resultados que tienen relación con las teorías o trabajos previos que se muestran en el capítulo anterior. En relación al objetivo general de esta investigación “Estabilizar el suelo empleando la técnica suelo cemento, en la trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco - Carhuaz”. Guardia, Jordy & Gutiérrez, Stalins (2021).

1. **García (2019)** en su estudio de proyecto de investigación, “Estudio de la técnica de suelo - cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín”. Este estudio tuvo como objetivo, estudiar y determinar el valor de resistencia de los suelos finos de mezcla con el caolín y el potencial uso en carreteras terciarias del país, para ello se utilizan pruebas de respuesta de carga monótona para determinar las propiedades físicas, y mecánicas de la mezcla de suelo cemento en los ensayos de laboratorio. **tiene** una conclusión importante pues dice que el suelo-cemento es un material que se adapta perfectamente a las necesidades de construcción y que su empleo se generaliza generalmente por su economía en pavimentación debido a su gran capacidad de soporte en relación a grandes capas granulares y permite la reducción de espesores bituminosos, o pavimentos, En este estudio, el caolín, como la mayoría de los suelos finos, es frágil en ausencia de agua y se modifica con cemento al **12%**. Esto se debe al aumento significativo de los enlaces de los límites de entre sus partículas y al aumento de su solidez por consecuente. Además, se puede notar que el período de saturación del material también es difícil porque hace que el suelo se colapse

sin adición y pérdida la resistencia mecánica que es característica del suelo. Por encima del **8%**, la resistencia se reduce hasta en un 50%. en este punto se hizo una comparación. Esto es comprobado en nuestra investigación puesto que hemos usado, porcentajes aceptables, se muestran dos diseños de mezclas con una subrasante suelo cemento, la primera con **3%** de cemento dado que el cbr de la calicata C-1, es bajo. La segunda con un **5%** de cemento, en este caso la calicata C-3, es el más bajo de todas las calicatas. Para ello se elaboró mezclas de suelo cemento para aumentar la capacidad de soporte CBR del suelo, al realizar los ensayos necesarios para determinar la dosificación. dentro del rango del manual de carreteras, a su vez el paquete estructural es menor y por si fuera poco la capacidad de soporte es muy buena. Para tomar más referencias sobre el CBR, del autor: García (2019) en su estudio de proyecto de investigación, *“Estudio de la técnica de suelo - cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín”*, pues al parecer no tomaron en cuenta, y no pudimos encontrar en esta investigación el cbr y sus resultados.

**En nuestro análisis de la Caracterización de los suelos se obtuvo**, de cada uno de las calicatas, para saber si es apto para la estabilización de suelo, de esa manera se encontró que la calicata C-1. según los resultados del **análisis granulométrico** se encontró un 44.58% de grava, 16.48% de arena y 38.93 % de finos. Como también en sus **límites de consistencia**. Después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =27.19%, Limite Plástico (L.P) =17.30%, Índice de Plasticidad (I.P) = 10.49%. El cual Verificando con el manual de carreteras (suelos, geologías, geotecnia y pavimentos) sección de suelos y pavimentos el cual se encuentra vigente, comparando los resultados cumple con lo establecido de dicho manual. Asimismo, en su **Proctor Modificado**, Se determina la relación densidad seca – humedad de

compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.06 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.42%. Y, por último, en el **CBR**. Que es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes. En este caso, en el ensayo que se realizó, en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 31.61%. Luego en 95%. 27.19%.

2. Por otro lado, en la calicata C-2. Según los resultados que se obtuvo, del **análisis granulométrico** se encontró un 42.11% de grava, 18.18% de arena y 39.71 % de finos. Asimismo, los **límites de consistencia** Después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =28.75%, Limite Plástico (L.P) =19.83%, Índice de Plasticidad (I.P) = 8.92%. Y en el **Proctor modificado**, se determina que, el peso volumétrico máximo es, 2.15 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.28%. como también en su **CBR**. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 34.54%. Luego en 95%. 28.15%.
3. Y para la calicata C-3. Según los resultados del **análisis granulométrico** se encontró un 48.58% de grava, 17.21% de arena y 34.23 % de finos. Sus **límites de consistencia**, después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales



son: Limite Liquido (L.L) =28.82%, Limite Plástico (L.P) =19.43%, Índice de Plasticidad (I.P) = 9.39%. El cual, verificando con el manual de carreteras, comparando los resultados cumple con lo establecido de dicho manual. Además, su **Proctor modificado**, se determina la relación densidad seca – humedad de compactación, que el peso volumétrico máximo es, 2.09 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.37%. Asimismo, lo último, el **CBR**. Es un indicador. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia,

4. De los 3 cbr, se tomó un patrón de la calicata C-02. Esto debido a que es un suelo con características muy buenas, a ello no fue necesario agregarle cemento, más por ello lo usamos como la muestra, a la cual debemos de uniformizar para que nuestra vía trabaje en óptimas condiciones. Así obtuvimos los resultados de que la muestra patrón, se comporta muy bien, y los suelos estabilizados también. Que llegaron a los resultados requeridos, según el manual. **Para la muestra C-01**. Se determina la relación densidad seca – humedad con el porcentaje de **cemento al 3%** y la compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.082 (kg/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 14%. Y su CBR. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo estabilizado con la aplicación de un **3%** de cemento, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 35.5%. Luego en **95% el 27.9%**. Asimismo, en la **calicata C-3**. Se determina la relación

densidad seca – humedad con el porcentaje de cemento al 5% y la compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.105 (Kg/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad óptima es, 9.1%. Y en su, CBR. en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo estabilizado con la aplicación de un 5% de cemento, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 30.0%. Luego en **95% el 28.7%.**

5. **Urgia (2017)**, En su investigación “Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo vía fuerte, Mochica y Qhuna; Lambayeque” teniendo como resultado que los límites de atterberg y la clasificación de suelos si cumplen para la realización del estabilizado donde aplico el **3%** de cemento, teniendo como resultado una máxima densidad seca de 2.240gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad de **5.4%**. un cbr con un **3%** de cemento para el 100% mds al 70.7 y para un 95% de la mds 51. En comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación con la aplicación del **3%** cemento en la calicata 1, el resultado es que a su máxima densidad seca de 2.082% y contenido de humedad óptimo de 14%, con 100% Cbr más 35.5% y 95% a 27.9 y con el uso de cemento, la muestra de la calicata 3 obtuvo una densidad seca máxima de 2.105% y un contenido de humedad óptimo de 9.1% .con su dato de 100% cbr a 30% y su cbr a 95% mds a 28.7 sugiriendo que el suelo se mejora con el uso de cemento en un porcentaje aceptable. Donde en la presente investigación se encontró en este punto se hizo una **caracterización de los suelos**, de cada uno de las calicatas, para saber si es apto para la estabilización de suelo,

de esa manera se encontró que la calicata C-1. según los resultados del **análisis granulométrico** se encontró un 44.58% de grava, 16.48% de arena y 38.93 % de finos. Como también en sus **límites de consistencia**. Después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =27.19%, Limite Plástico (L.P) =17.30%, Índice de Plasticidad (I.P) = 10.49%. El cual Verificando con el manual de carreteras (suelos, geologías, geotecnia y pavimentos) sección de suelos y pavimentos el cual se encuentra vigente, comparando los resultados cumple con lo establecido de dicho manual. Asimismo, en su **Proctor Modificado**, Se determina la relación densidad seca – humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.06 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.42%. Y, por último, en el **CBR**. Que es un indicador utilizado para medir la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes. En este caso, en el ensayo que se realizó, en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 31.61%. Luego en 95%. 27.19%. Por otro lado, en la calicata C-2. Según los resultados que se obtuvo, del **análisis granulométrico** se encontró un 42.11% de grava, 18.18% de arena y 39.71 % de finos. Asimismo, los **límites de consistencia** Después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =28.75%, Limite Plástico (L.P) =19.83%, Índice de Plasticidad (I.P) = 8.92%. Y en el **Proctor modificado**, se determina que, el peso volumétrico máximo es, 2.15 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en

obra, el contenido de humedad optima es, 7.28%. como también en su **CBR**. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 34.54%. Luego en 95%. 28.15%.

6. Y para la calicata C-3. Según los resultados del **análisis granulométrico** se encontró un 48.58% de grava, 17.21% de arena y 34.23 % de finos. Sus **límites de consistencia**, después de observar los resultados obtenidos de laboratorio los cuales son: Limite Liquido (L.L) =28.82%, Limite Plástico (L.P) =19.43%, Índice de Plasticidad (I.P) = 9.39%. El cual, verificando con el manual de carreteras, comparando los resultados cumple con lo establecido de dicho manual. Además, su **Proctor modificado**, se determina la relación densidad seca – humedad de compactación, que el peso volumétrico máximo es, 2.09 (ton/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 7.37%. Asimismo, lo último, el **CBR**. Es un indicador. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 29.40%. Luego en 95%. 25.81%.
7. Para nuestro segundo objetivo específico, que es: “**Diseños compuestos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante**”. En relación a este objetivo, elaborar el diseño estructural de un pavimento base suelo-cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura”. Pérez, Anabel & Torres. se plantean el objetivo “realizar dos tipos de pavimento con las estabilizaciones realizadas”, aquí encaja nuestro segundo objetivo. Puesto que

nuestra investigación muestra dos diseños de mezclas con una subrasante suelo cemento, la primera con **3%** de cemento dado que el cbr de la calicata C-1, es bajo. La segunda con un **5%** de cemento, en este caso la calicata C-3, es el más bajo de todas las calicatas. Para ello se elaboró mezclas de suelo cemento para aumentar la capacidad de soporte CBR del suelo, al realizar los ensayos necesarios para determinar la dosificación.

8. Finalmente, para el tercer objetivo específico de esta investigación **“Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante estabilizado con cemento”**. En el caso de nuestro autor de referencia, **Lujerio (2018)**, en su investigación titulada *“Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz”*. Tuvo como objetivo de investigación, *determinar el efecto de adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de Bagazo de caña de azúcar* frente a un suelo patrón, en la cual tenemos resultados ya, con los suelos estabilizados con el cemento. Por análisis de la muestra realizada, de los 3 cbr, se tomó un patrón de la calicata C-02. Esto debido a que es un suelo con características muy buenas, a ello no fue necesario agregarle cemento, más por ello lo usamos como la muestra, a la cual debemos de uniformizar para que nuestra vía trabaje en óptimas condiciones. Así obtuvimos los resultados de que la muestra patrón, se comporta muy bien, y los suelos estabilizados también. Que llegaron a los resultados requeridos, según el manual. **Para la muestra C-01**. Se determina la relación densidad seca – humedad con el porcentaje de **cemento al 3%** y la compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.082 (kg/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad óptima es, 14%. Y su CBR. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia

y deformación de un suelo estabilizado con la aplicación de un 3% de cemento, estableciéndose en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la que corresponde a un material de referencia, tenemos en un 100% el 35.5%. Luego en 95% el 27.9%. Asimismo, en la **calicata C-3**. Se determina la relación densidad seca – humedad con el porcentaje de cemento al 5% y la compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, que el peso volumétrico máximo es, 2.105 (Kg/m<sup>3</sup>), y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra, el contenido de humedad optima es, 9.1%. Y en su, CBR. en condiciones de humedad y densidad controladas. el cual es un índice empleado para expresar las características de resistencia y deformación de un suelo estabilizado con la aplicación de un 5% de cemento.

9. Lujerio (2018), en su investigación titulada *“Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz”*. Tuvo como objetivo de investigación, determinar el efecto de adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de Bagazo de caña de azúcar frente a un suelo patrón. los resultados obtenidos ayudan a resolver problemas de construcción, en vías no asfaltadas. la adición de cemento a un suelo cohesivo también se usa para mejorar las propiedades de resistencia, El resultado principal es la medición de la granulometría. La clasificación de suelos de calicata 1 SM, y por lo tanto el tipo de suelo en el área de estudio, se puede considerar SM, SILY SAND, por lo que es suelo típico en esta zona. Para la densidad seca máxima, en la calicata C1, la adición al 4% de cemento alcanzó una densidad seca de 2.120 g / cm<sup>3</sup> para 2.091 g / cm<sup>3</sup> de la muestra, la cual aumenta con la adición del cemento. Luego se le reemplazo con un bagazo de ceniza, alcanzando los 2.080 g / cm<sup>3</sup> en comparación con los 2.091 g / cm<sup>3</sup> estándar. El contenido de humedad de Calicata C1

fue del 8,6%, reducido en un 7,6% con la adición de cemento. Además, el valor CBR del suelo estándar del estudio fue más alto que el valor mínimo establecido en el Manual de suelos y cimientos. Sin embargo, se debe de tener en cuenta que la ubicación definida se mantiene como parte de las ubicaciones sugeridas y confirmadas. Un tratado reciente basado en una investigación representativa llevó a cabo de forma independiente la aplicación de estos estabilizadores representativos separados de cemento Portland tipo I y CBCA de grado 1 en porcentaje de 1%.

10. Y, para terminar, pudimos comprobar que la estabilización del suelo mejoro notablemente, presentando al principio. En la calicata **C-1**, un cbr al 100% el 31.61%. Luego en 95%. 27.19%. Y ya estabilizado con cemento, al 3%, en el resultado al 100% el 35.5%. Luego en 95% el 27.9%. Asimismo, la calicata **C-3**, el más bajo en su cbr, en el principio tenía un cbr de, 100% el 29.40%. Luego en 95%. 25.81%. incorporando el 5% de cemento, se tiene que al, 100% el 30.0%. Luego en 95% el 28.7%. Llegando así uniformizarse con la muestra patrón, tomada de la calicata C-2, al 100% el 34.54%. Luego en 95%. 28.15%.
11. Se concluye nuestro análisis que la estabilización suelo cemento se obtiene mejores valores de cbr, además el pavimento aumentara su resistencia con el tiempo, y el nivel de resiliencia, así como el costo beneficio tanto para el usuario transportista, además de los beneficiarios directos del proyecto, así de estabilizar el suelo a nivel sub rasante, caso que corrobora nuestra investigación ya que los valores de CBR son evidentemente mejores con una base suelo-cemento que con una base granular, en el caso nuestro a nivel sub rasante, que mejora por completo las capacidades iniciales del suelo.

## VI. CONCLUSIONES.

1. Respecto a la descripción de los componentes del suelo para la estabilización, se determinó que los suelos tratados, son suelos no expansivos, que contienen buenos estratos para la estabilización de suelo, según la norma. La valoración geotécnica de la estructura del pavimento existente es uno de los procesos más importantes a la hora de proponer soluciones e intervenciones. Las propiedades geotécnicas de los materiales utilizados para la construcción son un factor determinante en la viabilidad del diseño, ya que los valores finales de diseño dependen de la resistencia estructural del material y de los componentes encontrados en la vía.
2. Respecto al diseño de la mezcla suelo-cemento haciendo, diseños compuestos, se determinó una mezcla de suelo cemento, con un porcentaje al 3%, y 5% respectivamente, de contenido de humedad óptimo, la cual mejoro sus propiedades mecánicas y físicas del suelo, de lo que era al principio. Cuando se utiliza la estabilización de suelo cemento, es de primordial importancia garantizar un contenido óptimo de agua y un tiempo de fraguado mínimo para lograr la resistencia máxima requerida por el diseño.
3. Se determino, dado que la muestra patrón utilizada, se pudo ver que el suelo estabilizado con cemento, mejora notoriamente en cuanto se incorpora el cemento, el suelo tiene un alto cbr, cambia así sus propiedades mecánicas, así se concluye que la subrasante compactada, tiene una mejor resistencia, y, por lo tanto, también encontramos el cambio de CBR de la siguiente manera, en comparación cuando el suelo no estuvo aun estabilizado, en la calicata **C-1**, tenemos al principio, un suelo sin estabilizar un CBR al 100% de 31,61%. Luego el 95%. 27,19%. Luego de estabilizar con cemento, al **3%**, el resultado al 100%, 35,5%. Luego en 95% 27,9%. Asimismo, la calicata **C-3**, el más bajo en su CBR, inicialmente tenía un CBR del 100% 29,40%. Luego el 95%. 25,81%. Luego de incorporar el **5%** de cemento, el resultado al 100%, es 30.0%. Luego en 95% 28,7%. Por lo



tanto, es homogéneo a la muestra de referencia, tomada de la calicata **C-2**, al 100% el 34.54%. Luego en 95%. 28.15%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. La aplicación de la estabilización de suelos con cemento tiene buenos beneficios tanto económicos como mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del suelo esto se debe al control del agua en otras palabras la realización de un buen curado garantiza que la combinación del suelo con cemento llegue a su máxima resistencia para que soporten cargas de tránsito.
2. Para la realización de la estabilización del suelo a base de cemento a nivel subrasante se debe tener en cuenta las normas de sección de suelos y pavimento donde el cual especifica el porcentaje de aplicación del cemento esto se da a conocer realizando los procedimientos de adecuados de mecánica de suelos donde se determinará el tipo de suelo y sus propiedades mecánicas y físicas para el adecuado estabilizado.
3. Se debe tener en cuenta el crecimiento vehicular de la zona para un posible diseño de la vía o también para una nueva investigación.

## REFERENCIAS

1. **DE LA TORRE ILLESCA, MARIO JOSÉ. 2018.** Evaluación del diseño de pavimentos estabilizados con emulsion asfáltica y cemento portland para el proyecto de conservación vial PUNO TACNA TRAMO TARATA - CAPAZO - MAZOCRUZ. Lima - Perú : s.n., 2018.
2. **GOICOCHEA POSITO, Darwin. 2019.** Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con la aplicación de enzimas orgánicas, CHACHAPOYAS. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil.* CHACHAPOYAS - PERU : s.n., 2019.
3. **ALIAGA REZZA, Fredy Richard, SORIANO OCHOA, Carlos Enrique. 2019.** Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsion asfáltica en bases granulares. *Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad RICARDO PALMA.* LIMA - PERU : s.n., 2019.
4. **ALVAREZ ORDOÑEZ, Syndi Yesenia. 2018.** Comparación de las propiedades mecánicas de unidades y prismas de bloques de tierra comprimida estabilizada con cemento y geopolímero de puzolana. *Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Civil.* San Miguel : s.n., 2018.
5. *An Introduction to Soil Stabilization with Portland Cement.* **J. Paul Guyer, P.E., R.A., Fellow ASCE, Fellow AEI. 2017.** NJ 07677, Woodcliff Lake - New Jersey : Continuing Education and Development, Inc - engineering.com, 2017, Vol. 22 Stonewall Court.
6. **J. Paul Guyer, P.E., R.A., Fellow ASCE, Fellow AEI. 2017-2019.** Course No: G02-012, Woodcliff Lake US : Continuing Education and Development. Engineering.com, 2017-2019, Vol. 22 Stonewall Court. Credit: 2 PDH.
7. **ARTEAGA VILLAMARIN, Jefferson Fernando. 2018.** Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de residuos pet reciclado. *Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero*

- Civil* - UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. BOGOTA - COLOMBIA : Atribucion No Comercial, 2018.
8. *Bases estabilizadas con cemento. RCCCI, , Sandro. Mayo 1964 - Actualizada 2017.* 160, ESPAÑA : Consejo Superior de Investigaciones Científicas , Mayo 1964 - Actualizada 2017, Vol. 17.
  9. **BECERRA SANTILLAN, Anthony César Fernando. 2018.** Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos pacasmayo víaforte, mochica y qhuna; Lambayeque. *para optar el título profesional de ingeniero civil - Universidad Señor de Sipan.* Pimentel - Peru : s.n., 2018.
  10. **CALLE RENTERIA, Edixon Jesús Antonio. 2019.** Uso de la técnica base suelo cemento en el pavimento flexible de la Av. Los Algarrobos entre Av. R y Av. Las amapolas -26 de octubre –Piura. *TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE Ingeniero Civil - Universidad Cesar Vallejo.* PIURA - PERU : s.n., 2019.
  11. **CARRILLO, Nelsy. 2016.** es.slideshare.net. [En línea]. *es.slideshare.net.* [En línea] 28 de Octubre de 2016. Disponible en:<https://es.slideshare.net/nelsycarrillo/tcnica-de-observacin>.
  12. *Cement Soil Stabilization as an Improvement Technique for Rail Track Subgrade, and Highway Subbase and Base Courses: A Review.* **Eng, J Civil Environ. 2020.** DOI: 10.37421/jcce.2020.10.344, Department of Railway Engineering and Civil Infrastructure, Addis Ababa Institute of Technology, Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopia : Journal of Civil & Environmental Engineering, 2020, Vol. Volume 10:3.
  13. **Engineering, Journal of Civil & Environmental. 2020.** DOI: 10.37421/jcce.2020.10.344, Addis Ababa, Ethiopia : Habeeb Solihu\*, 2020, Vols. Volume 10:3, 2020.
  14. *CEMENT STABILIZATION. Specifications, University of Houston Master Construction. 2014 - 2017 Actualizado.* Houston - Estados Unidos de América : s.n., 2014 - 2017 Actualizado, Vol. SECTION 31 32 13.16 .

15. **Specifications, University of Houston Master Construction. 2014-2019.**  
31 32 13.16 – 1, EE.UU : AE Project Number, 2014-2019.
16. **DEL RIO HUAMAN, Yorka Antonelly. 2017.** Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad– 2017. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil.* Nuevo Chimbote - Peru : s.n., 2017.
17. *Estabilización de suelos para pavimentos.* **WACKER, Emulsion. 2018.**  
Peru : s.n., 2018.
18. *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (Revision).* **Rivera, Aguirre-Guerrero, Gutiérrez, Mejía de y Orobio. 2020.** Colombia : Informador Técnico 84(2), 2020.
19. **FERNANDEZ DIAZ, Carlos Mario. 2017.** “Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca –Quichuas. Región Huancavelica, 2017”. *TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL, Universidad CESAR VALLEJO.* LIMA - PERU : s.n., 2017.
20. **GARCÍA TORO, Jonatan Rodrigo. 2019.** Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín. *Proyecto de grado para optar por el título de ingeniero civil - Universidad Católica de Colombia.* BOGOTA D.C. COLOMBIA : Atribucion no comercial 2.5 Colombia, 2019.
21. *Guide to Cement-Stabilized Subgrade Soils.* **Jerod Gross, Snyder & Associates, Inc. Wayne Adaska, Portland Cement Association. May 2020.** Iowa State University : National Concrete Pavement Technology Center Publications, May 2020.
22. **HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C, BAPTISTA, M. 2010.** *Metodología de la investigación.* México : McGraw- Hill Interamericana, 2010. 565 pp..

23. *Investigation of some Problems in Soil Stabilization - Recherches touchant certains problèmes de stabilisation des sols.* **Engineering, international society for soil mechanics and geotechnical. 1952 ACTUALIZADO 2018.** 3/10, Harmondsworth, Middlesex, England : Road Research Laboratory, 1952 ACTUALIZADO 2018, Vol. Session .
24. *Investigation of some Problems in Soil Stabilization.* **D . J. M a c l e a n, B.Sc., A.Inst.P., and K. E. C l a r e , B.Sc., A .R .I.C .** Harmondsworth, Middlesex, England : INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING .
25. **Jerod Gross, Snyder & Associates, Inc. Wayne Adaska, Portland Cement Association. Mayo - 2020.** *Guide to Cement-Stabilized Subgrade Soils.* JOWA State University : © 2020 Portland Cement Association, Mayo - 2020.
26. **Karin Axelsson, Sven-Erik Johansson, Ronny Andersson. 2002 - 2020.** *Stabilization of Organic Soils by Cement and Puzzolanic Reactions.* Swedish : FEASIBILITY STUDY, 2002 - 2020.
27. **LUJERIO URBANO, Lisbeth Yenny. 2018.** Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Univeridad San Pedro.* Huaraz - Peru : s.n., 2018.
28. **MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS. (ICEA), Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. 2017.** MADRID - ESPAÑA : Jose Abascal, 2017.
29. *Métodos de investigacion de enfoque experimental.* **Atenea Alonso Serrano, Lorena García Sanz, Irene León Rodrigo, Elisa García Gordo, Belén Gil Álvaro, Lea Ríos Brea. 2017.** 2017.
30. **ÑAUPAS, H, MEJÍA, E., NOVOA, E. y VILLAGÓMEZ, A. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Bogota : Ediciones V - 4ª ed, 2014. 170 pp.

31. **PONCE CRISPÍN, DAYSI KENIA. 2018.** "Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - PUYHUAN GRANDE – HUANCAMELICA". *PARA OPTAR EL Título profesional de: ingeniero civil, Universidad Nacional de HUANCAMELICA.* HUANCAMELICA - PERU : s.n., 2018.
32. *Soil Stabilization Methods And Materials.* **Makusa, Gregory Paul.** Luleå, Sweden : State Of The Art Review.
33. *SOIL STABILIZATION METHODS AND MATERIALS.* **Makusa, Gregory Paul. 2012-2019.** Luleå, Sweden : Makusa, G.P., 2012-2019.
34. *SOIL STABILIZATION WITH CEMENT.* **D. T. Davidson, Professor, Civil Engineering and Associates. 1962.** Bulletin No. 23, Ames, Iowa : Iowa Engineering Experiment Station , 1962, Vol. Bulletin No. 194.
35. *Soil Stabilization with Cement. . Associates, D. T. Davidson and. February 8, 1961-2019.* Ames, Iowa : Bulletin No. 194, of the Iowa Engineering Experiment Station' , February 8, 1961-2019, Vol. Bulletin No. 23 Iowa Highway Research Board 1 The Iowa State Highway Commission .
36. *SOIL-CEMENT CONSTRUCTION HANDBOOK. CEMENT, SOIL. 2019.* 1979-1995, ENGLAND : PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 2019.
37. *Soil-Cement Construction Handbook.* **PCA, Portland Cement Association. 2017.** Skokie, Illinois : S420 Old Orchard Road, 2017.
38. *Stabilization of Organic Soils by Cement and Pozzolanic Reactions . Karin Axelsson, Sven-Erik Johansson, Ronny Andersson. 2002.* Sweden : Swedish Deep Stabilization Research Centre - Stabilization of Organic Soils, 2002, Vol. Report 3.
39. *SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU . ESTADO, BOLETÍN OFICIAL DEL. 2018 - ACTUALIZADO.* 2018 - ACTUALIZADO, BOE - UNION EUROPEA, pág. 37.

40. *SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU. ESTADO, BOLETIN OFICIAL DEL. 2018 - Actualizado.* III, España : BOE - UNE, 2018 - Actualizado, Vol. 3.
41. **WIGODSKI, Jacqueline. 2010.** *Metodología de la investigación.* Lima : s.n., 2010.
42. E m á n, I. (2011). ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE UN SUELO. ESTABILIZACION DE UN SUELO, 1-10.
43. ARTEAGA VILLAMARIN, J. (2018). ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA BASE – CEMENTO PARA PAVIMENTOS CON ADICIÓN DE RESIDUOS PET RECICLADO. Bogota: Atribucion-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5).
44. BOE. (2015). SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 1-37.
45. E. GARZÓN, P. J.-S.-C. (2006). EFECTOS DE LA COMPACTACIÓN Y ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO Y CAL EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE FILITAS. MACLA - XXVI REUNIÓN (SEM) / XX REUNIÓN (SEA) , 217-219.
46. EMULSION, C. P. (2015). ESTABILIZACION DE SUELOS PARA PAVIMENTOS. ESTABILIZACION DE SUELOS, 1-12.
47. Fossa, I. (2011). ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ESTABI LIZACION DE UN SUELO. ESTABI LIZACION DE UN SUELO, 1-17.
48. GARCÍA TORO, J. R. (019). ESTUDIO DE LA TÉCNICA DE SUELO-CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN. Bogotá D.C.Colombia: Atribucion-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY -NC 2.5).
49. Gatani, M. (2000). (COMPRESSED EARTH BLOCKS: TRADITIONAL MASONRY BASED ON A MATERIAL OF. Informe s de la Construcción, Vol. 51 n" 466, marzo /abril, 2-13.
50. Guerrero, A. A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales Convencionales y activados alcalinamente -(Resumen). nformador Técnico 84(2) Julio-diciembre, 1-25.
51. NUÑES ROJAS, D. (2011). Eleccion y Dosificacion del Conglomerante en Estabilizacion de Suelos. Obregon, Sonora: Instituto Tecnologico.
52. Payán Arjona, M. (2002). Estabilización de sahcab con cemento Pórtland Tipo I para la construcción de pisos en viviendas rurales. Ingeniería 6-2, 33-45.



53. RCCCI, S. (1964). bases eestabilizadas cen cemento. Informes de la Construcción Vol. 17, nº 160, 1-12.
54. Rivera, J., Aguirre-Guerrero, A., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (Review). Informador Técnico, 84(2), 202-226, 1-25.

**ANEXOS**

**Tabla 18. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Variable	Definición Conceptual	definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente: Estabilización de suelos	El MTC (2014) La estabilización del suelo se define como la mejora de propiedades físicas del suelo mediante una combinación de procesos mecánicos y químicos (naturales o sintéticos). Esta estabilización se realiza a menudo en suelos con un subsuelo inadecuado o pobre, dependiendo del tipo de subsuelo.	Estabilización de suelo se caracteriza por sus propiedades mecánicas mejoradas, esto se realizará en la aplicación de un porcentaje de cemento el cual actuará como estabilizador	Propiedades Mecánicas	Ensayo de california Bearing Ratio (CBR)	Intervalo
				Ensayo de Proctor Modificado	Intervalo
			porcentaje de cemento	porcentaje de cemento	Intervalo
Variable dependiente: Trocha Carrozable	MTC (2014), Se trata de carreteras viables que no alcanzan las propiedades geométricas de la carretera, por lo general tienen menor de 200 IMDA por día. El ancho de la vía de la calzada debe ser al menos 4,00 m. En ese caso, se crea una abertura más ancha llamadas plazoletas de cruce por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura se puede afirmar como también no.	Se tienen en cuenta las definiciones operativas para determinar la naturaleza del terreno, las condiciones en las que se encuentra, la parte de la plataforma de rodadura, el ancho de la vía, y sus propiedades mecánicas y físicas.	Plataforma de rodadura	Ancho de la vía	razon
				condiciones de la vía	ordinal
			propiedades físicas	Mecanica de suelos	Intervalo
				Analisis de Granulometria	Nominal
				Contenido de Humedad	Intervalo
				Limite de Atterberg	
				Contenido Optimo de Humedad	
			Maxima Densidad Seca		
			propiedades mecanicas	Ensayo de california Bearing Ratio (CBR)	Intervalo
				Ensayo de Proctor Modificado	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Titulo	Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables	Tipo y Diseño de Investigacion
<p>Estabilización de suelos, empleando la técnica suelo cemento, en la trocha carrozable, tramo Honcopampa – Pashpa, San Miguel de Aco – Carhuaz, 2021</p>	<p>¿De qué manera la estabilización de suelo con la aplicación del cemento mejora la trocha carrozable tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco - Carhuaz?</p>	<p>Estabilizar el suelo empleando la técnica suelo cemento, en la trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco - carhuaz</p>	<p>Se podra mejorar la trocha carrozable, tramo Honkopampa- Pashpa, San Miguel de Aco, Carhuaz, mediante la aplicación de la técnica suelo cemento.</p>	<p>Variable Independiente: Estabilización de suelos</p> <p>Variable Dependiente: Trocha Carrozable , tramo Honcopampa – Pashpa, San Miguel de Aco – Carhuaz</p>	<p>Tipo de investigacion: Experimental Nivel de investigacion: Descriptivo Diseño de investigacion: cuantitativa</p>
	<p><b>Objetivos Especificos</b></p>	<p>a) Describir los componentes para estabilizar el suelo con la tecnica suelo cemento. b) Desarrollar diseños compuestos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. c) determinar las propiedades mecanicas de la subrasante estabilizado con cemento.</p>			

*Fuente: Elaboración Propia*

## INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN (ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS – FORMATOS)

*Tabla 20.- Clasificación Granulométrica*

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100		100.00	0.00	0.00
80		100.00	0.00	0.00
63		100.00	0.00	0.00
50		100.00	0.00	0.00
40		100.00	0.00	0.00
25		100.00	0.00	0.00
20		100.00	0.00	0.00
12.5		100.00	0.00	0.00
10		100.00	0.00	0.00
6.3		100.00	0.00	0.00
5		100.00	0.00	0.00
2		100.00	0.00	0.00
1.25		100.00	0.00	0.00
0.4		100.00	0.00	0.00
0.160		100.00	0.00	0.00
0.080		100.00	0.00	0.00

Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014

*Tabla 21.- Índice De Plasticidad – Limites De Consistencia*

Límite líquido LL	24.10 %
Límite plástico LP	23.60 %
Índice plasticidad IP	0.50 %

Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014

Tabla 22.- Ensayo Granulométrico Por Tamizado

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
OBRA:							
SITUACIÓN:			PROGRESIVA: 6+825.000				
PERFORACIÓN: CALICATA Nº			Nº LABORATORIO: 1				
	Desing. del Tamiz US	A	A	B %	% Mas Grueso	% Mas Fino	
		Peso Retenido gr.	Peso Retenido gr. REAL	Pasante			
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4					
		3					
	GRAVA	GRUESA	2 1/2				
			2				
			1 1/2				
			1				
			3/4				
		FINA	1/2				
			3/8				
			1/4				
			Nº 4				
			Nº 8				
	ARENA	GRUESA	Nº 10				
Nº 16							
Nº 20							
Nº 30							
Nº 40							
FINA		Nº 50					
		Nº 60					
		Nº 80					
		Nº 100					
		Nº 200					
P Nº 200							

Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014

Tabla 23.- Densidad Relativa

DENSIDAD RELATIVA						
OBRA:						
SITUACIÓN:			PROGRESIVA:			
PERFORACIÓN: CALICATA Nº			Nº LABORATORIO: 1			
LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
Nº DE CAIDAS						
Nº DE CAPSULA						
W <sub>Th</sub> , gr						
W <sub>Ts</sub> , gr						
W CAPSULA						
W ω						
W SECO , gr						
ω , (%)						
LL:		LP: 0.0		LC		
	IP: 0.0		IC: 0.0			
TIPO DE SUELO: <input type="text"/>						

Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014

Tabla 24.- Ensayo De CBR

ENSAYO DE COMPACTACION				RESULTADOS				
OBRA:								
SITUACIÓN:				PROGRESIVA:				
PERFORACIÓN:		CALICATA N°		N° LABORATORIO: 1				
CILINDRO				PROCTOR MODIFICADO T180-D				
ENSAYO								
HUMEDAD TEORICA				1	3	5	7	9
ENSAYO N°				2	3	4	12	14
NUMERO								
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO					
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO					
VOLUMEN		cm3.	PESO SUELO COMPACTADO					
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3					
CAPSULA N°								
P. MUESTRA H. + CAPSULA								
P. MUESTRA S. + CAPSULA								
PESO AGUA								
PESO CAPSULA								
PESO MUESTRA SECA								
CONTENIDO DE HUMEDAD W%								
DENSIDAD SECA Kg/m3								
N° GOLPES/CAPA								
N° PISONADAS/C								
N° CAPAS								
PASANTE TAMIZ								

Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014

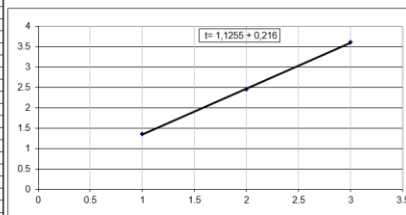
Tabla 25.- Ensayo De Corte Directo

ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
OBRA:			
SITUACIÓN:			
PERFORACIÓN:		CALICATA N°	
		PROGRESIVA:	
		N° LABORATORIO 1	
CAJA DE CORTE N°		LONG	cm
ANCHO		ALTURA	cm
AREA	0	VOLUMEN	cm3
Gs		%W	%
VELOCIDAD	1	FACTOR DE CALIBRACION	
Wm			

Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014

Tabla 26.- Cuadro De Ensayo De Corte Directo

T min	DH cm	Lc	Area Corregida AC=πLc (cm2)	σ1 1 Kg/cm2			σ2 2 Kg/cm2			σ3 3 Kg/cm2			σ	t	kg/cm2
				LD (un)	F.C. Kg	t (kg/cm2)	LD (un)	F.C. Kg	t (Kg/cm2)	LD (un)	F.C. Kg	t (Kg/cm2)			
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1.00	0.100	5.900	35.400	3.100	0.000	0.000	4.000	0.000	0.000	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1.50	0.150	5.850	35.100	5.100	0.000	0.000	7.650	0.000	0.000	9.200	0.000	0.000	0.000	0.000	
2.00	0.200	5.800	34.800	6.900	0.000	0.000	8.700	0.000	0.000	13.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2.50	0.250	5.750	34.500	6.700	0.000	0.000	10.100	0.000	0.000	17.800	0.000	0.000	0.000	0.000	
3.00	0.300	5.700	34.200	6.800	0.000	0.000	11.600	0.000	0.000	18.600	0.000	0.000	0.000	0.000	
3.50	0.350	5.650	33.900	7.200	0.000	0.000	12.800	0.000	0.000	19.500	0.000	0.000	0.000	0.000	
4.00	0.400	5.600	33.600	7.900	0.000	0.000	13.200	0.000	0.000	23.500	0.000	0.000	0.000	0.000	
4.50	0.450	5.550	33.300	8.600	0.000	0.000	13.800	0.000	0.000	23.800	0.000	0.000	0.000	0.000	
5.00	0.500	5.500	33.000	8.800	0.000	0.000	15.700	0.000	0.000	24.600	0.000	0.000	0.000	0.000	
5.50	0.550	5.450	32.700	9.200	0.000	0.000	16.700	0.000	0.000	24.800	0.000	0.000	0.000	0.000	
6.00	0.600	5.400	32.400	9.600	0.000	0.000	17.400	0.000	0.000	25.600	0.000	0.000	0.000	0.000	
6.50	0.650	5.350	32.100	9.200	0.000	0.000	17.000	0.000	0.000	25.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
7.00	0.700	5.300	31.800												
7.50	0.750	5.250	31.500												
8.00	0.800	5.200	31.200												
8.50	0.850	5.150	30.900												
9.00	0.900	5.100	30.600												



Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014

Tabla 27.- Índice Medio Diario Anual

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
TRAMO DE LA CARRETERA												ESTACION									
SENTIDO												DIA									
UBICACIÓN												FECHA									
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
0-1																					
1-2																					
2-3																					
3-4																					
4-5																					
5-6																					
6-7																					
7-8																					
8-9																					
9-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
23-24																					
TOTALES																					

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - 2014

### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

#### Granulometría

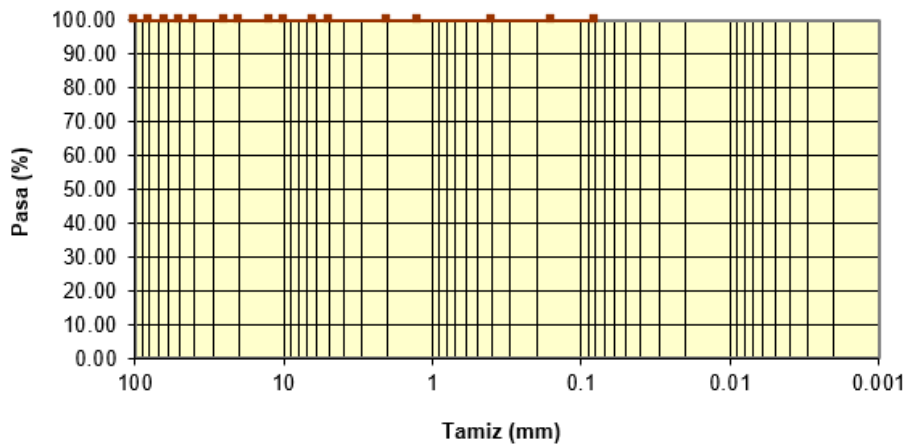
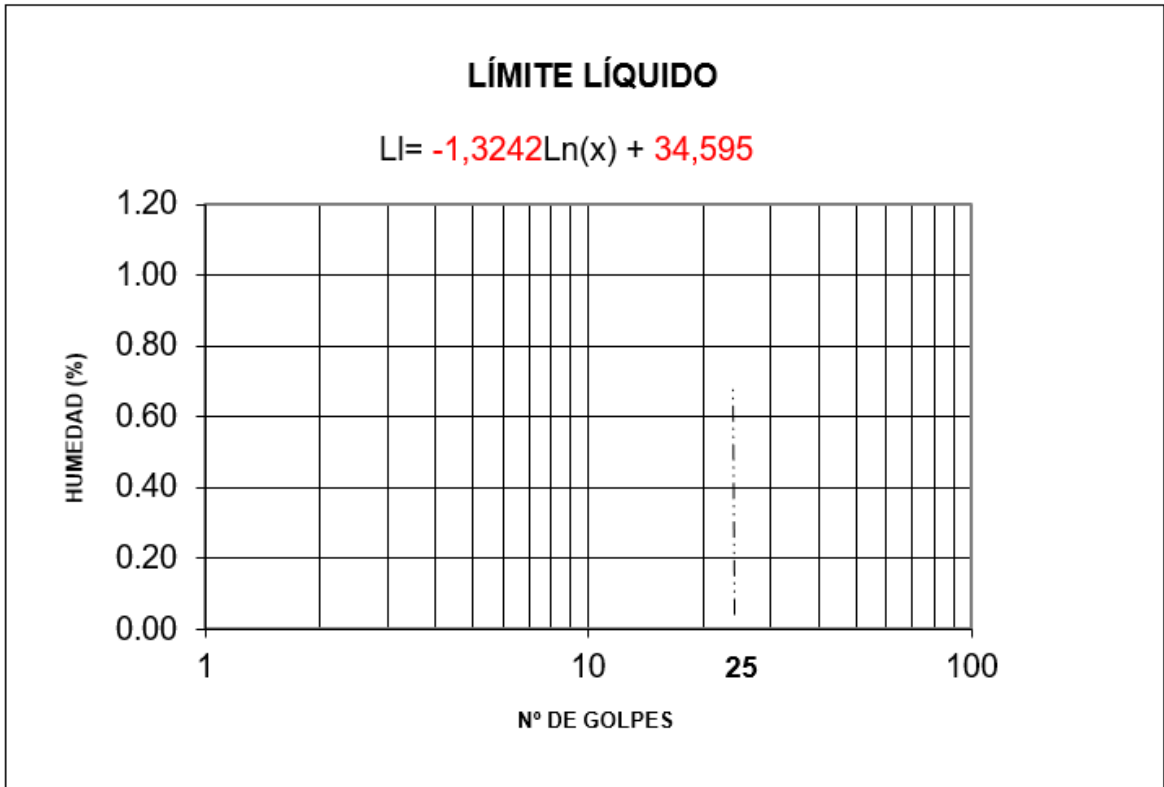


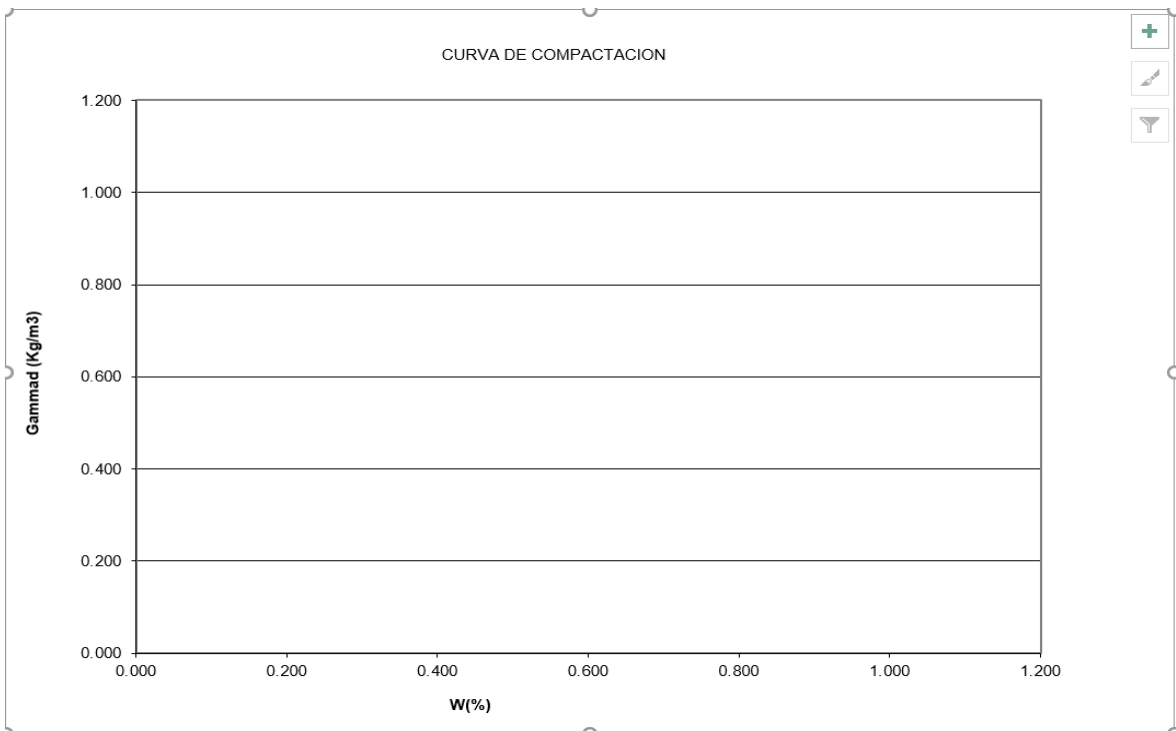
Figura 1.- Curva Granulométrica

Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014





*Figura 2.- Grafico de Limite Liquido*  
 Fuente: Manual de ensayo de materiales - 2014



*Figura 3.- Curva de Compactación – CBR*  
 Fuente: Manual de ensayo de materiales – 2014

## COMPONENTE IMPORTANTE PARA LA ESTABILIZACIÓN



### Ficha Técnica

## CEMENTO SOL

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

#### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

#### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Figura 4.- Ficha Técnica del Cemento Portland

Fuente: UNACEM



Figura 5.- Cemento Portland de tipo I, SOL

Fuente: KONSTRUTECNIA.COM

**Anexo: Cuadro de Manual de Carreteras – Sección, Suelos y Pavimentos**

**Cuadro 9.4**

**Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento**

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A - 1 - a	3 - 5
A - 1 - b	5 - 8
A - 2	5 - 9
A - 3	7 - 11
A - 4	7 - 12
A - 5	8 - 13
A - 6	9 - 15
A - 7	10 - 16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

## ANEXOS: FOTOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

*Figura 6. Ensayo de laboratorio.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7: Homogenizando antes del cuarteo



Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Homogenizando antes de hacer el cuarteo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9: Homogenizando antes de hacer el cuarteo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10: Haciendo el método del cuarteo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11: Pesando la tara



Fuente: Elaboración propia.

*Figura 12: Tamizado para análisis granulométrico*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 13: Tamizado para análisis granulométrico*



*Figura 14: Lavado para análisis granulométrico*



*Figura 15: Tamizado para análisis granulométrico*





*Figura 16: Muestra para CBR*



*Figura 17: Haciendo el compactado de muestra mezclada en agua, en estado natural*



*Figura 18: Haciendo el compactado de muestra mezclada en agua, en estado natural*



*Figura 19: Pesando la muestra compactada*



*Figura 20: Mezclando el suelo con el cemento, para estabilizar el suelo*



*Figura 21: Haciendo el compactado de muestra después de mezclar el cemento y suelo.*



Figura 22: Mezcla de cemento y suelo, empleando la técnica suelo cemento



Figura 23: Muestras representativas, de 6 kg, con cemento y suelo estabilizado





*Figura 24: Preparación de muestra para los límites de consistencia*



*Figura 25: Poniendo la muestra, en la copa casa grande*



*Figura 26: Recipiente de vidrio, limite plástico*



*Figura 27: Limites de Atterberg*



*Figura 27: Limites de Atterberg*



*Figura 27: Poniendo la muestra en el horno, después del ensayo*



Figura 28: Muestreo para estabilización, tomando muestras representativas



Figura 29: Muestreo para estabilización, tomando muestras representativas





*Figura 30: Tomando el peso del molde*



*Figura 31: Midiendo el molde*

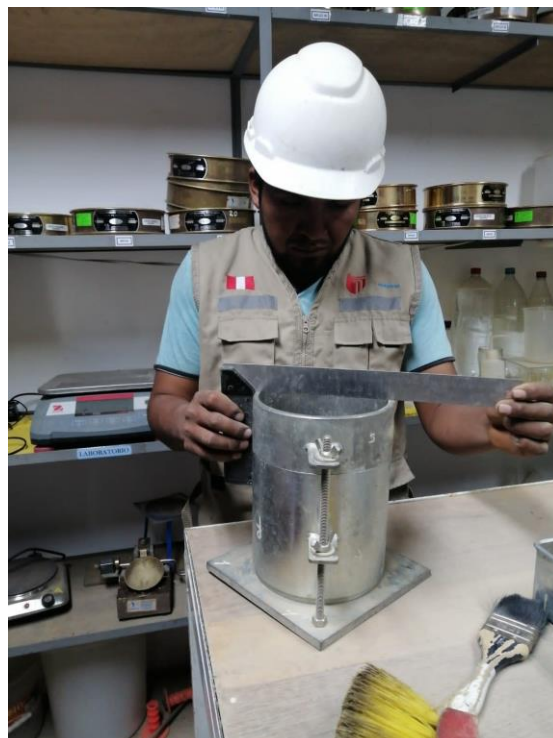


Figura 32: Preparando el molde antes de hacer el compactado de la muestra



Figura 33: Preparación de la muestra, para el cbr



*Figura 34: Preparación de la muestra, para el cbr*



*Figura 35: Preparación de la muestra, para el cbr*



*Figura 36: Preparación de la muestra, para el cbr*



*Figura 37: Preparación del molde antes del compactado.*





*Figura 38: Compactado de la muestra, para el cbr*



*Figura 38: Compactado de la muestra 56 golpes, para el cbr*



*Figura 39: Secado de la muestra*



*Figura 40: Preparación de la muestra, para la compactación de la otra muestra*



*Figura 41: Preparación de la muestra, para la compactación de la otra muestra*



*Figura 42: Preparación de la muestra, para la compactación de la otra muestra*



*Figura 43: Compactación de la otra muestra*



*Figura 44: Desarmando el molde, para tomar una muestra representativa para hacer el peso*





*Figura 45: Preparación de la muestra, para la compactación de la otra muestra*



*Figura 46: Tomando el peso, de la muestra*



*Figura 49: Preparación de la muestra, para la compactación de la otra muestra*



*Figura 50: Preparación de la muestra, para la compactación de la otra muestra*



*Figura 51: Poniendo la muestra al agua, para ver si expande el suelo.*



*Figura 52: Poniendo la muestra al agua, para ver si expande el suelo.*



*Figura 53: Secando la muestra*



*Figura 54: Poniendo la muestra en el horno.*





*Figura 55: Midiendo el agua, para incorporar a la muestra de 150ml*



*Figura 56: Muestras representativas de 6 kg, con cemento.*



*Figura 57: Muestras representativas de 6 kg, con cemento.*



*Figura 58: Poniendo la muestra en el molde para la compactación, de suelo cemento*



*Figura 58: Haciendo la compactación, de suelo cemento*



*Figura 59: Pesando la muestra de molde compactado*



*Figura 60: Secando la muestra en el tara*



*Figura 61: Muestra representativa antes del mezclado*





Figura 62: Muestra en el molde para CBR



Figura 63: Pesando la muestra y el molde



Figura 64: Pesando la muestra y el molde



Figura 65: Pesando la muestra y el molde



*Figura 66: Pesando la muestra y el molde*



Figura 67. Hoja de resumen de ensayo de laboratorio

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 1031629652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 7

**HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO**

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARHUAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY  
LUGAR: CARHUAZ-ANCASH  
FECHA: 25/10/2021

CERT. 21-0974

CANtera:	KM.1+000	
CALICATA N°:	C01	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND. (m):	0.90	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	95.12%
	1"	85.74%
	3/4"	74.20%
	3/8"	63.63%
	N°4	55.42%
	N°10	50.59%
	N°40	44.69%
N°100	40.53%	
N°200	38.93%	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	44.58%
	Arena	16.48%
	Finos	38.93%
Mitad de Fraccion Guesa	30.53%	
Límites de Consistencia	L.L.	27.79%
	L.P.	17.30%
	I.P.	10.49%
Contenido de Humedad Natural	11.73%	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena	
Clasificación AASHTO	(1)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)	2.06
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	7.42

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	31.61
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	27.19

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98-INDECOPI-PORT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del

  
**GEOSTRUCT**  
 INGENIERIA DE MECANICA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS  
 JOHN FRANCIS BARRETO PALMA  
 INGENIERO CIVIL  
 N° REGISTRO PROF. 47285  
 Oficina de Ingeniería  
 Geotécnica y Geología

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geestruct.com.pe  
www.geestruct.com.pe



Figura 68. Hoja de Contenido de Humedad

**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 2 de 7

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARHUAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY  
LUGAR: CARHUAZ-ANCASH  
CANTERA: KM:1+000  
CALICATA N°: C01  
MUESTRA N°: MAB 01  
PROFUND. (m): 0.90  
FECHA: 25/10/2021

CERT: 21-0974

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	1	3
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	226.20	229.30
Peso Seco + Recipiente (gr)	206.10	209.80
Peso recipiente (gr)	38.40	39.80
Peso del agua (gr)	20.10	19.50
Peso Suelo Seco (gr)	167.70	170.00
Contenido de Humedad (%)	11.99	11.47
Humedad Promedio (%)	11.73	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
**GEOSTRUCT**  
FRANCISCO BARRONTO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Figura 69. Análisis granulométrico por tamizado



Figura 70. Límites de consistencia





Figura 71. Hoja de resumen de ensayo de laboratorio

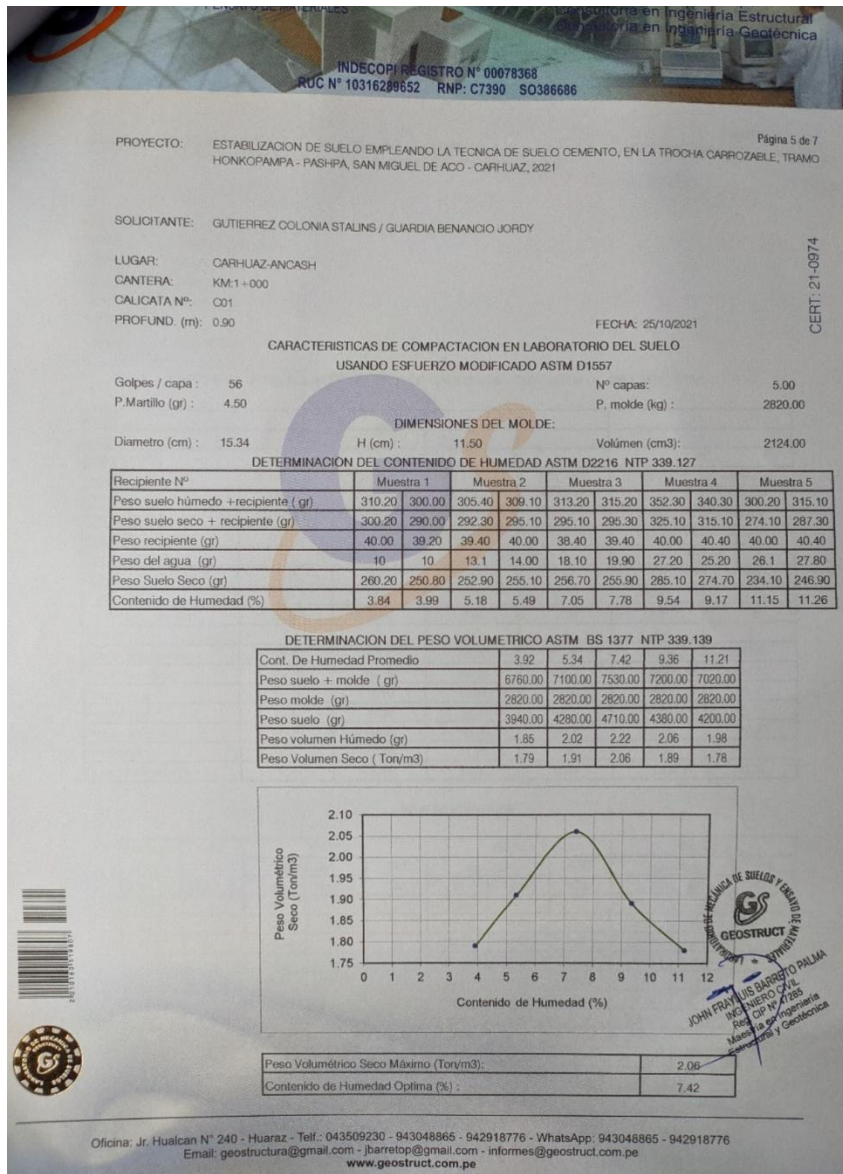




Figura 72. Contenido de Humedad

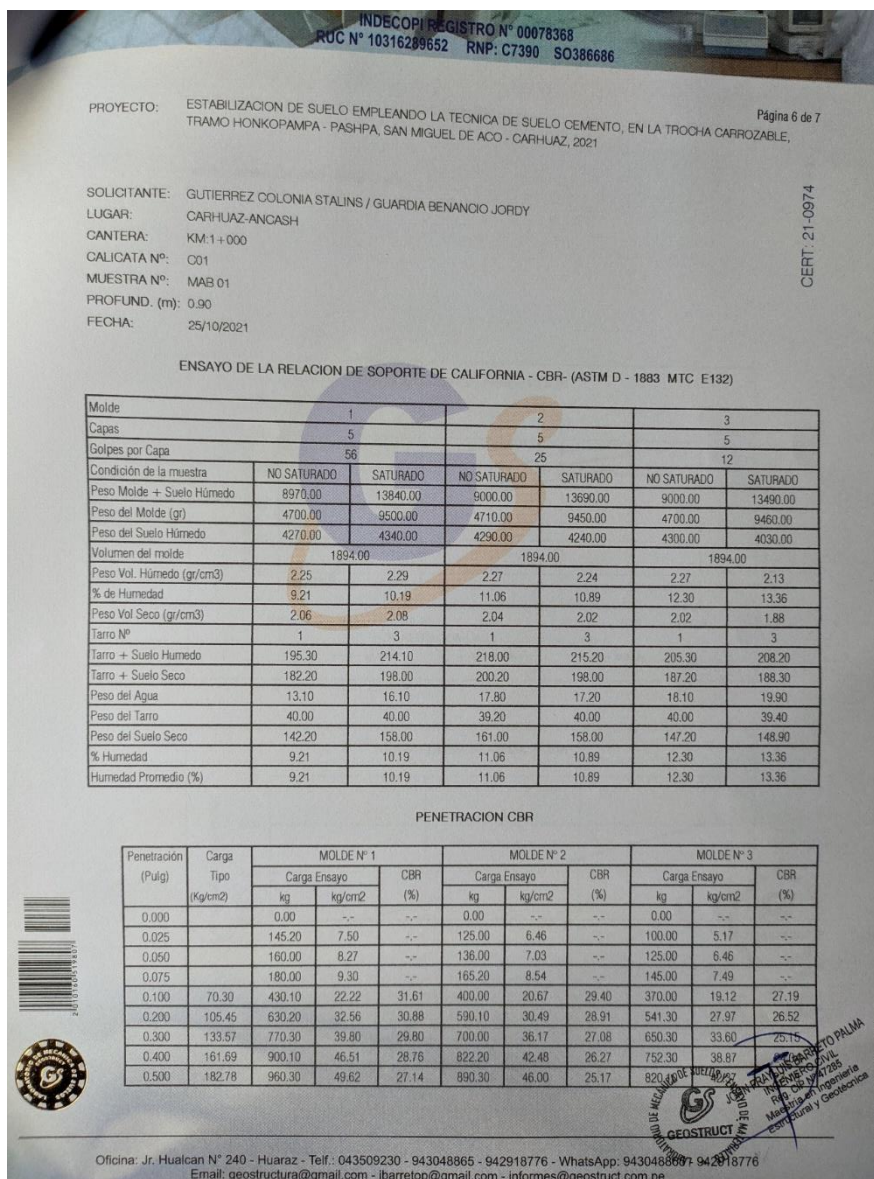


Figura 73. Análisis granulométrico por tamizado

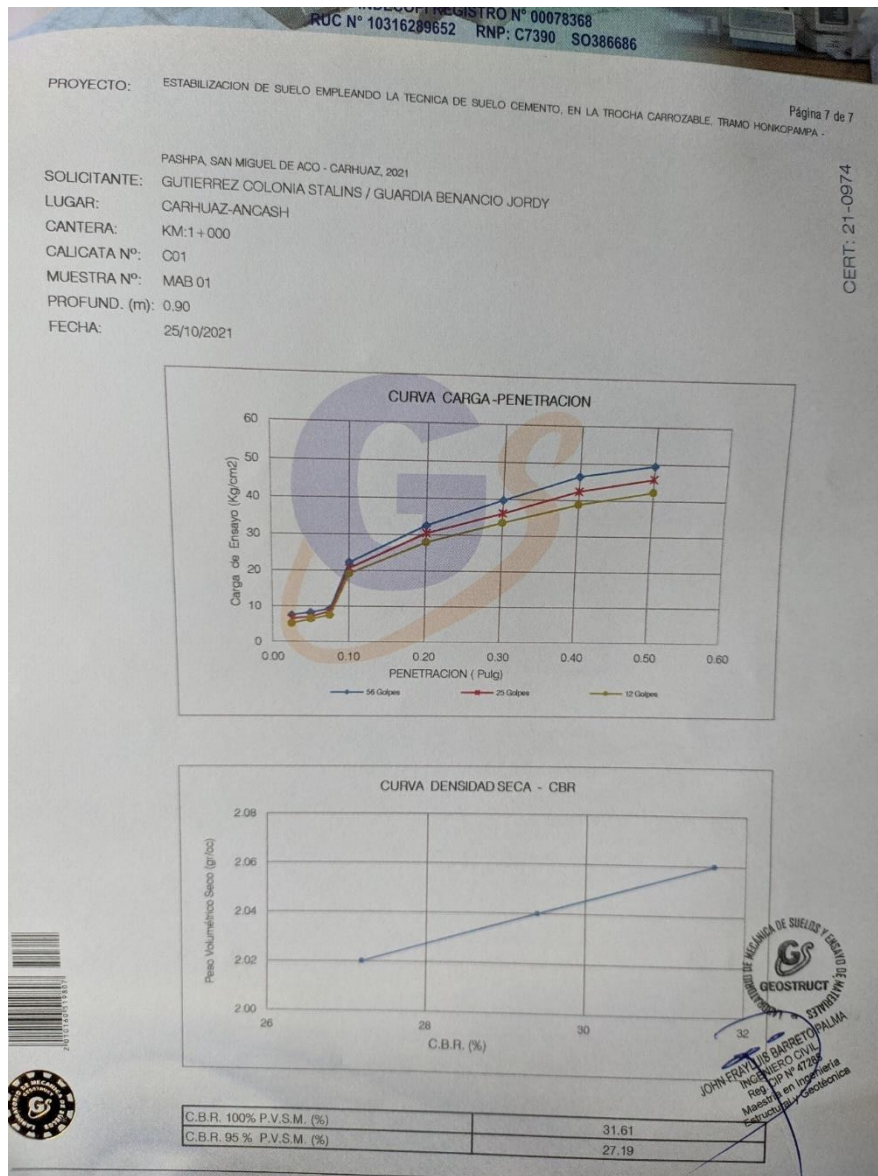



Figura 74. Límites de consistencia



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Laboratorio en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 7

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TÉCNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARHUAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY

LUGAR: CARHUAZ-ANCASH

FECHA: 25/10/2021

CERT: 21-0973



DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)	2.15
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	7.28

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	34.54
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	28.15




Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
 Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
 www.geostruct.com.pe



Figura 75

**GEOSTRUCT** Estudios de Mecánica de Suelos  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos Control de calidad en campo  
 Laboratorio de Materiales Consultoría en Ingeniería Estructural  
 Laboratorio de Ingeniería Geotécnica Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
 RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 2 de 7

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARHUJAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY  
 LUGAR: CARHUJAZ-ANCASH  
 CANTERA: KM: 2+000  
 CALICATA N°: C02  
 MUESTRA N°: MAB 01  
 PROFUND. (m): 0.90  
 FECHA: 25/10/2021

CERT: 21-0973

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	5	8
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	311.20	305.00
Peso Seco + Recipiente (gr)	288.10	282.40
Peso recipiente (gr)	39.20	40.00
Peso del agua (gr)	23.10	22.60
Peso Suelo Seco (gr)	248.90	242.40
Contenido de Humedad (%)	9.28	9.32
Humedad Promedio (%)	9.30	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENGENIERÍA CIVIL  
 JOHNEBRAVILLO SERRAJO PALMA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. Nº 47285  
 Maestro en Ingeniería Estructural y Geotécnica  
**GEOSTRUCT**

Figura 76

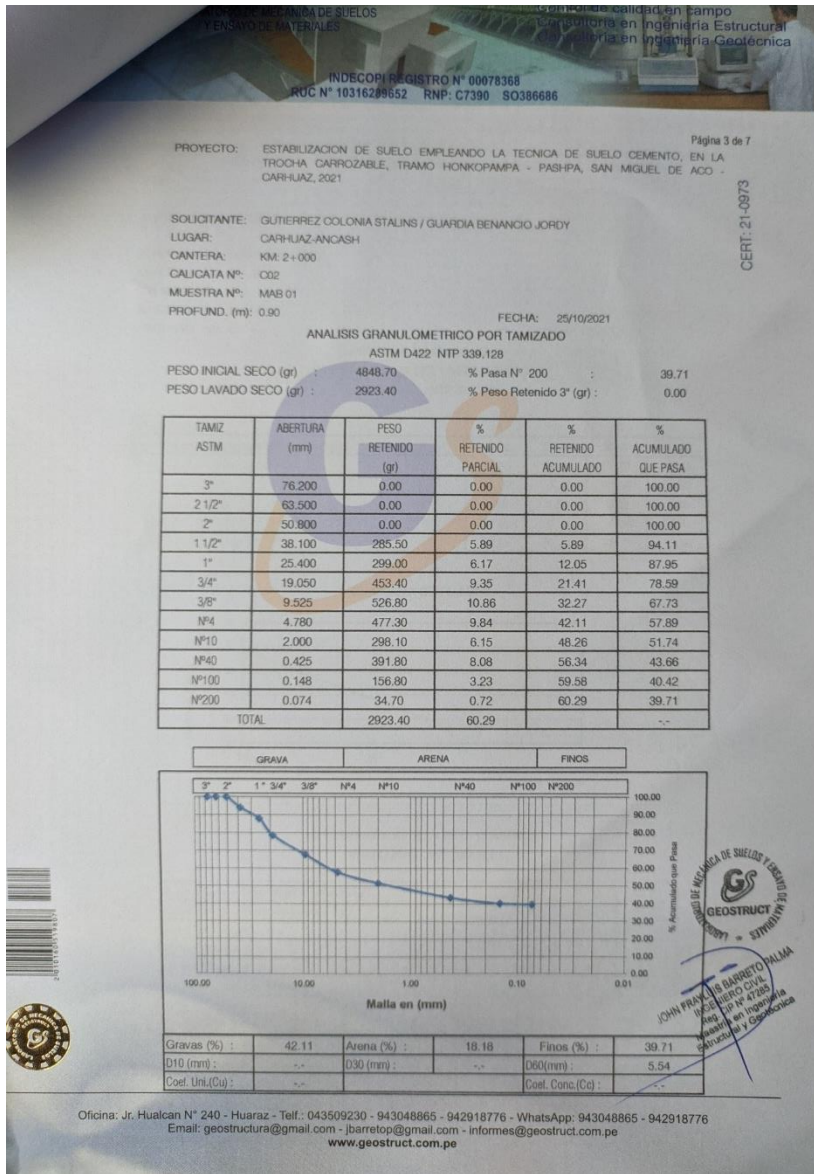


Figura 77



Figura 78

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 5 de 7

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ADO - CARHUAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY

LUGAR: CARHUAZ-ANCASH  
CANTERA: KM: 2+000  
CALICATA N°: C02  
PROFUND. (m): 0.90

FECHA: 25/10/2021

CERT: 21-09/73

**CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO  
USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557**

Golpes / capa : 56  
P.Martillo (gr) : 4.50

N° capas: 5.00  
P. molde (kg) : 2620.00

**DIMENSIONES DEL MOLDE:**

Diametro (cm) : 15.34      H (cm) : 11.50      Volumen (cm3): 2124.00

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 NTP 339.127**

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso suelo húmedo + recipiente ( gr )	211.30	215.20	202.40	216.30	200.40
Peso suelo seco + recipiente ( gr )	205.30	210.00	193.20	207.10	190.00
Peso recipiente ( gr )	42.40	40.00	39.50	40.40	41.60
Peso del agua ( gr )	6	5.2	9.2	10.40	12.30
Peso Suelo Seco ( gr )	162.90	170.00	153.70	166.70	148.40
Contenido de Humedad (%)	3.68	3.06	5.99	5.52	7.01

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM BS 1377 NTP 339.139**

Cont. De Humedad Promedio	3.37	5.76	7.28	9.50	11.42
Peso suelo + molde ( gr )	6850.00	7200.00	7730.00	7300.00	7100.00
Peso molde ( gr )	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00
Peso suelo ( gr )	4030.00	4380.00	4910.00	4480.00	4280.00
Peso volumen Húmedo ( gr )	1.90	2.06	2.31	2.11	2.02
Peso Volumen Seco ( Ton/m3)	1.84	1.95	2.15	1.93	1.81

Peso Volumétrico Seco (Ton/m3)

Contenido de Humedad (%)

Peso Volumétrico Seco Máximo (Ton/m3):	2.15
Contenido de Humedad Óptima (%):	7.28

**GEOSTRUCT S.A.S.**  
ING. FRANCISCO BARRERO  
RNP: C010747018  
Máster en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
[www.geostruct.com.pe](http://www.geostruct.com.pe)



Figura 79

Página 6 de 7

CERT: 21-0973

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 1031629652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE,  
TRAMO HONKOPAMPA - PASHIPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARHUAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY  
LUGAR: CARHUAZ-ANCASH  
CANTERA: KM. 2+000  
CALICATA N°: 002  
MUESTRA N°: MAB 01  
PROFUND. (m): 0.90  
FECHA: 25/10/2021

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR- (ASTM D - 1883 MTC E132)

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	9090.00	13840.00	9190.00	13690.00	9190.00	13480.00
Peso del Molde (gr)	4700.00	9500.00	4710.00	9450.00	4700.00	9460.00
Peso del Suelo Húmedo	4390.00	4340.00	4480.00	4240.00	4490.00	4030.00
Volumen del molde	1894.00		1894.00		1894.00	
Peso Vol. Húmedo (gr/cm3)	2.32	2.29	2.37	2.24	2.37	2.13
% de Humedad	8.07	10.52	11.46	11.46	12.48	13.72
Peso Vol Seco (gr/cm3)	2.15	2.07	2.13	2.01	2.11	1.87
Tarro N°	1	3	1	3	1	3
Tarro + Suelo Húmedo	192.60	211.30	215.20	213.10	202.20	205.20
Tarro + Suelo Seco	181.20	195.00	197.10	195.30	184.20	185.20
Peso del Agua	11.40	16.30	18.10	17.80	18.00	20.00
Peso del Tarro	40.00	40.00	39.20	40.00	40.00	39.40
Peso del Suelo Seco	141.20	155.00	157.90	155.30	144.20	145.80
% Humedad	8.07	10.52	11.46	11.46	12.48	13.72
Humedad Promedio (%)	8.07	10.52	11.46	11.46	12.48	13.72

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2	
0.000		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
0.025		125.00	6.46	--	100.00	5.17	--	90.00	4.65	--
0.050		141.00	7.29	--	125.00	6.46	--	100.00	5.17	--
0.075		163.20	8.43	--	150.00	7.75	--	125.00	6.46	--
0.100	70.30	470.00	24.28	34.54	431.00	22.27	31.68	383.00	19.79	28.15
0.200	105.45	660.30	34.12	32.35	600.00	31.00	29.40	550.10	28.42	26.95
0.300	133.57	800.10	41.34	30.95	700.00	36.17	27.08	630.20	32.56	24.28
0.400	161.69	900.10	46.51	28.76	800.00	41.33	25.56	710.00	36.69	24.28
0.500	182.78	920.30	47.55	26.01	850.00	43.92	24.03	740.00	36.69	24.28

GEOSTRUCT


Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe



Figura 80



Figura 81



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Campo de calidad en campo  
Especialista en Ingeniería Estructural  
Especialista en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 7

**HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO EMPLEANDO LA TÉCNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARI-HUAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY

LUGAR: CARI-HUAZ-ANCASH

FECHA: 25/10/2021

CERT: 21-0975



**DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)**

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)	2.09
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	7.37

**DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)**

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	29.40
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	25.81

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-96-INDECOPI-GR de 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad de Geostructura.

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geostructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
[www.geostruct.com.pe](http://www.geostruct.com.pe)

Figura 82

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Laboratorio en Ingeniería Estructural  
Laboratorio en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316288652 RNP: C7390 SO386686

Página 2 de 7

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARHOZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARIHUAZ, 2021

CERT: 21-0975

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY  
LUGAR: CARIHUAZ-ANCASH  
CANTERA: KM: 3 + 000  
CALICATA N°: 001  
MUESTRA N°: MAB 01  
PROFUND. (m): 0.90  
FECHA: 25/10/2021

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	4	7
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	296.20	288.30
Peso Seco + Recipiente (gr)	271.10	263.10
Peso recipiente (gr)	39.20	40.20
Peso del agua (gr)	25.10	25.20
Peso Suelo Seco (gr)	231.90	222.90
Contenido de Humedad (%)	10.82	11.31
Humedad Promedio (%)	11.07	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNICA  
GEOSTRUCTURA  
JONAS BARRETTO PALMA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 47289  
Especialista en Ingeniería Estructural y Geotécnica

www.geostruct.com.pe

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarrettop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe

Figura 83

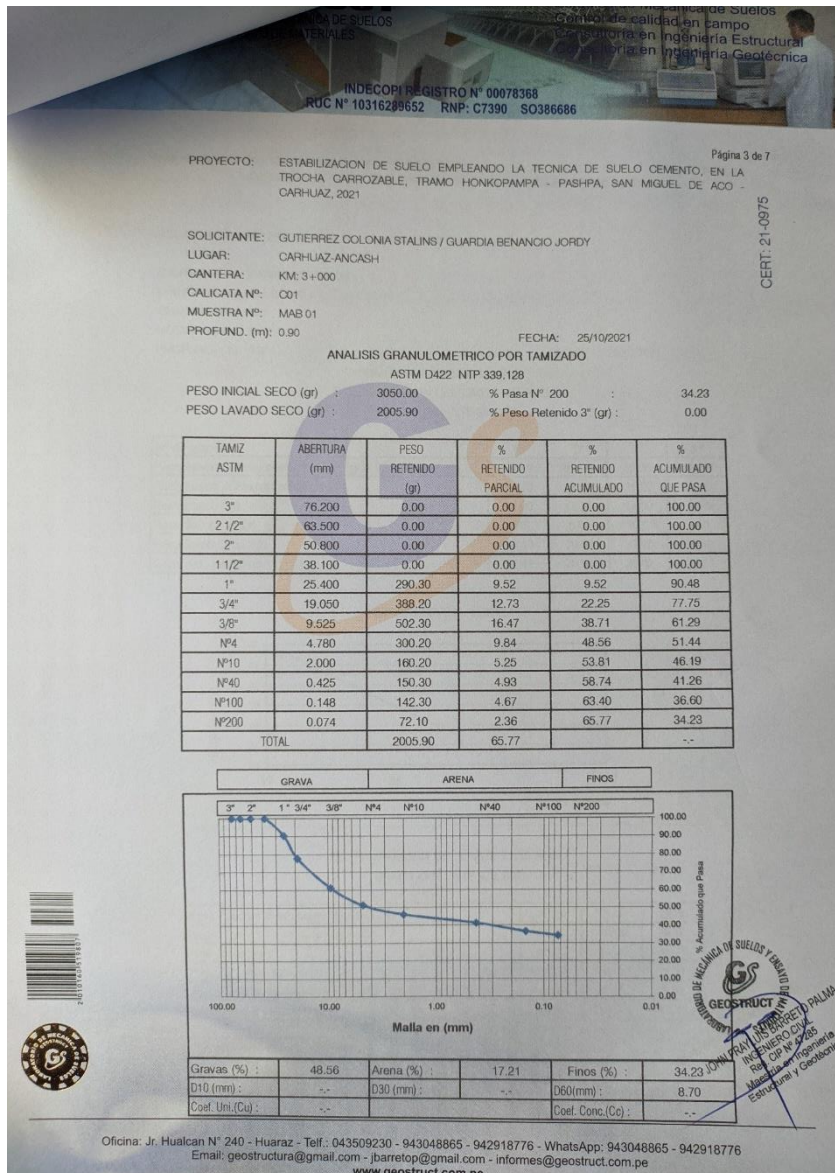




Figura 84

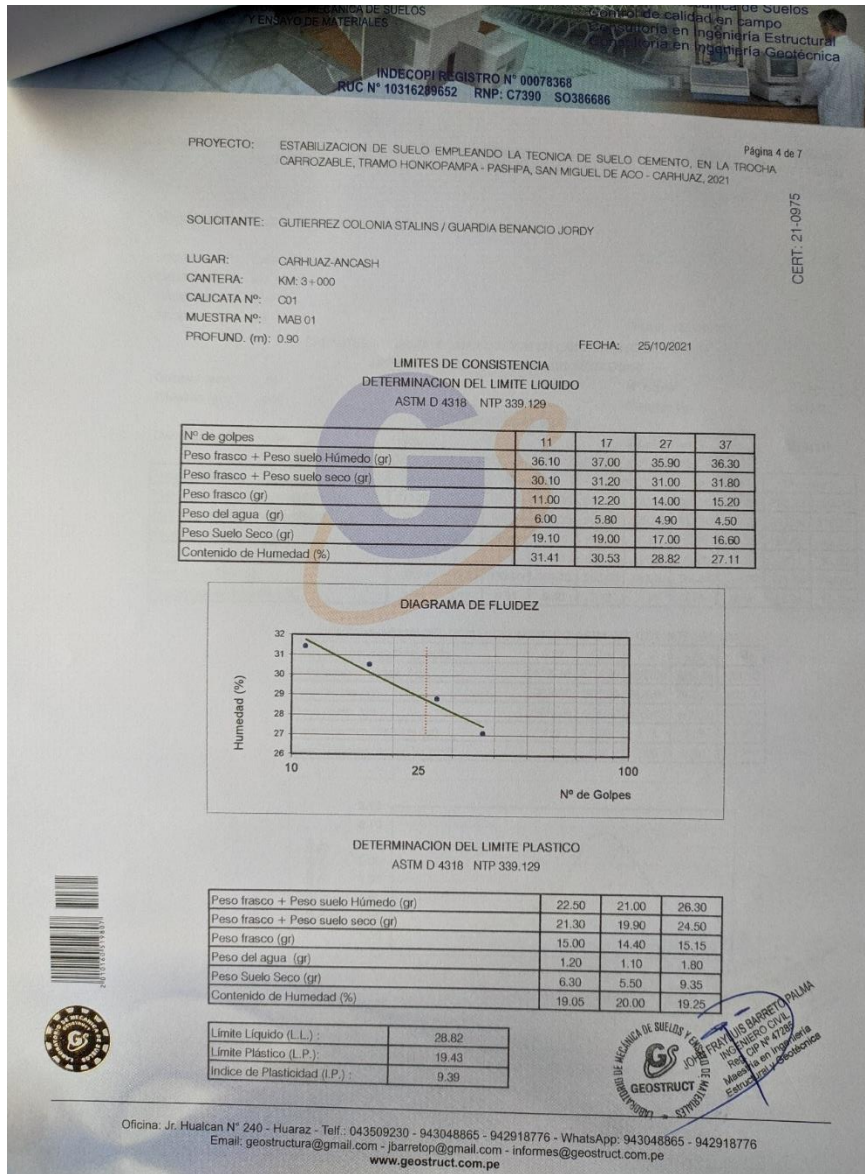


Figura 85

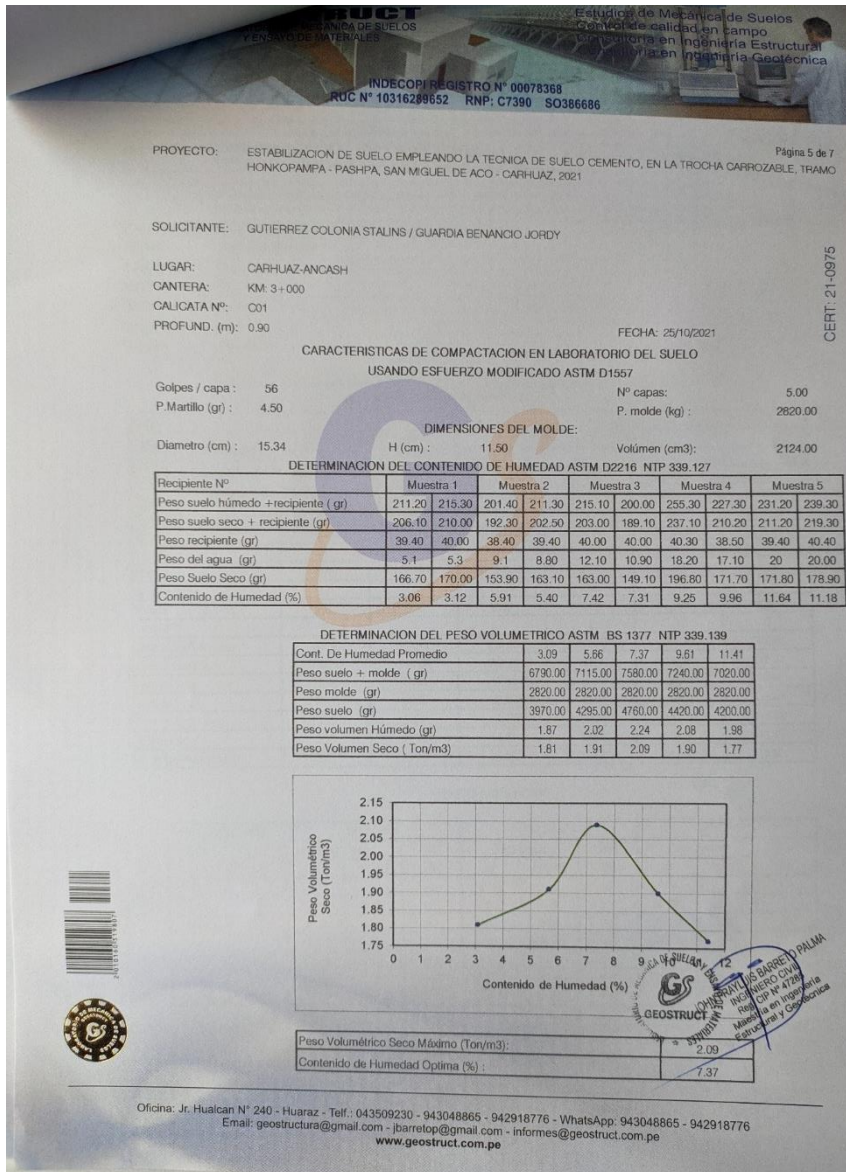



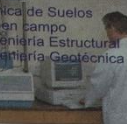
Figura 86



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en Campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686



Página 6 de 7

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO - CARHUAZ, 2021

SOLICITANTE: GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO, JORDY  
LUGAR: CARHUAZ-ANCASH  
CANTERA: KM: 3+000  
CALICATA N°: 001  
MUESTRA N°: MAB 01  
PROFUND. (m): 0.90  
FECHA: 25/10/2021



CERT-21-0975

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR- (ASIM D - 1883 MTC E132)

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	9020.00	13840.00	9060.00	13690.00	9060.00	13490.00
Peso del Molde (gr)	4700.00	9500.00	4710.00	9450.00	4700.00	9460.00
Peso del Suelo Húmedo	4320.00	4340.00	4350.00	4240.00	4360.00	4030.00
Volumen del molde	1894.00		1894.00		1894.00	
Peso Vol. Húmedo (gr/cm3)	2.28	2.29	2.3	2.24	2.3	2.13
% de Humedad	9.21	10.19	11.06	10.89	12.30	13.36
Peso Vol Seco (gr/cm3)	2.09	2.08	2.07	2.02	2.05	1.88
Tarro N°	1	3	1	3	1	3
Tarro + Suelo Húmedo	195.30	214.10	218.00	215.20	205.30	208.20
Tarro + Suelo Seco	182.20	198.00	200.20	198.00	187.20	188.30
Peso del Agua	13.10	16.10	17.80	17.20	18.10	19.90
Peso del Tarro	40.00	40.00	39.20	40.00	40.00	39.40
Peso del Suelo Seco	142.20	158.00	161.00	158.00	147.20	148.90
% Humedad	9.21	10.19	11.06	10.89	12.30	13.36
Humedad Promedio (%)	9.21	10.19	11.06	10.89	12.30	13.36

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2	
0.000		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
0.025		145.20	7.50	--	125.00	6.46	--	100.00	5.17	--
0.050		160.00	8.27	--	136.00	7.03	--	125.00	6.46	--
0.075		180.00	9.30	--	165.20	8.54	--	145.00	7.49	--
0.100	70.30	400.00	20.67	29.40	375.20	19.39	27.58	351.20	18.15	23.37
0.200	105.45	580.20	29.98	28.43	550.30	28.43	26.96	500.00	25.83	23.98
0.300	133.57	700.00	36.17	27.08	660.30	34.12	25.54	620.00	32.03	23.98
0.400	161.69	840.30	43.42	26.85	750.20	38.76	23.97	700.00	36.17	22.37
0.500	182.78	900.00	46.50	25.44	800.00	41.33	22.61	770.10	39.79	22.37

OFICINA DE SUELOS Y ENSAYOS  
GEOSTRUCT  
CALLE DE LA INDUSTRIA N° 4788  
MAGISTERIA EN INGENIERIA  
ESTRUCTURAL Y GEOTECA

JOHN FRANCIS SANCHEZ PALA  
INGENIERO CIVIL  
REG. DIP. N° 4788  
Magisteria en Ingeniería Estructural y Geotecnia

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telef.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geestruct.com.pe

Figura 87

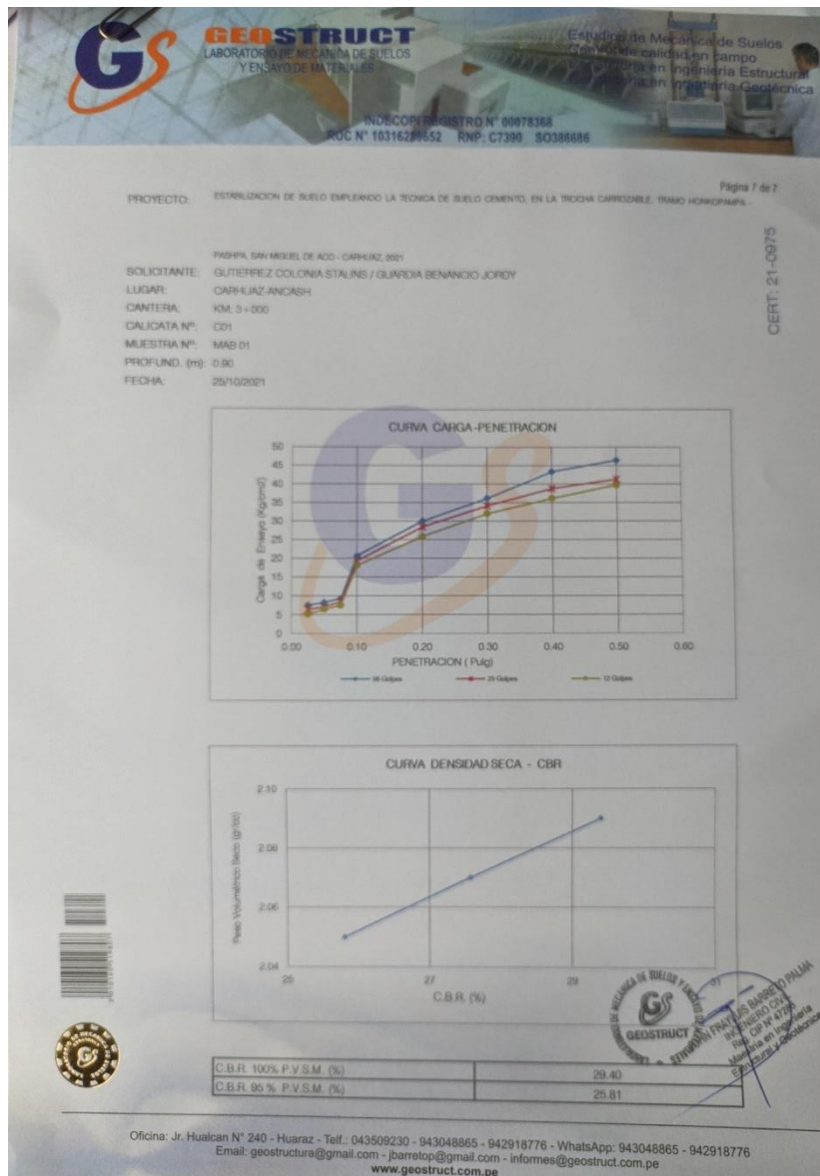




Figura 88



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
 ASTM D 1883

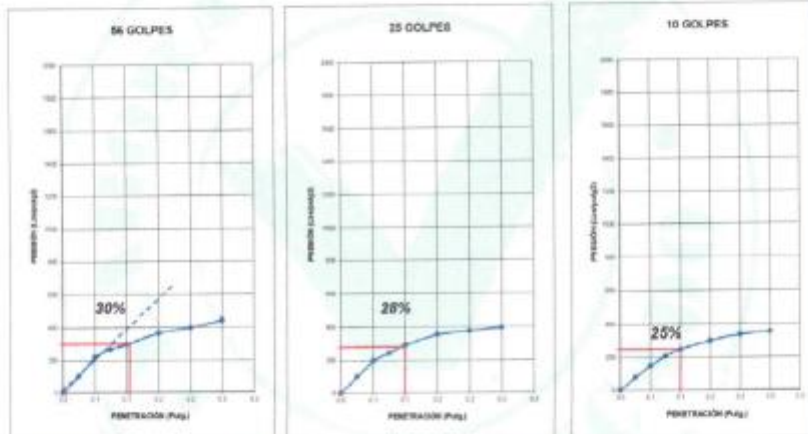
**MEZCLA DE SUELO CEMENTO CON - 5% DE CEMENTO**

SOLICITANTE : GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY      UBICACIÓN : HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ

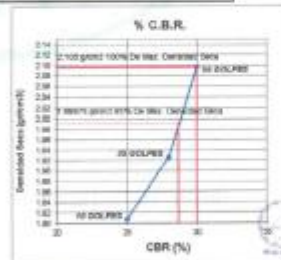
OBRA : \*ESTABILIZACION DE SUELO ENPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ, 2021\*      PROFUNDIDAD (m.) : 1.50

CALIGATA : C-03      MUESTRA : M-1

COORDENADA : KM. 3-00      FECHA DE EMISION : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 98% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	28.7%	30%



**OBSERVACIONES**

1. La muestra, datos y toda informacion de campo fue proporcionada por el solicitante

*[Signature]*  
 Victor Hugo Villanueva Nájera  
 TECNICO LABORATORISTA EN  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 62839



Figura 89



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM D 1556

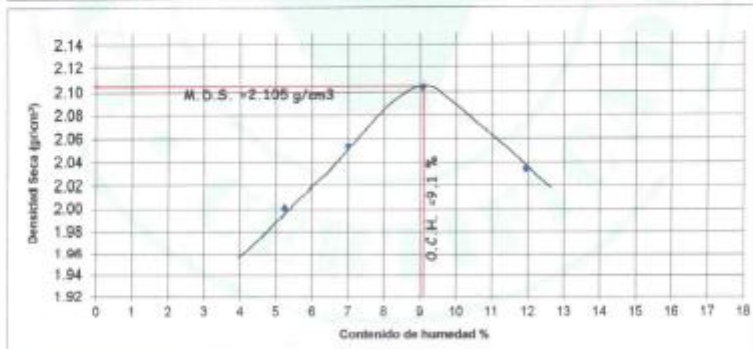
MEZCLA DE SUELO CEMENTO CON - 5% DE CEMENTO

SOLICITANTE : GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA UBICACION : HONKOPANPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ

OBRA : ESTABILIZACION DE SUELO ENPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPANPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ, 2021 \* PROFUNDIDAD (m.) : 1.50

CALCATA : C-03 MUESTRA : M-1  
COORDENADA : KM. 3+00 FECHA DE EMISION : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021

MOLDE N°	1	Volumen de Molde (cc)	233	Tipo de Molde	6"	Temperatura Secado (°C)	130
CAPAS N°	6	Alteza (N°)	56	Peso de Molde (gr.)	3620	Método	C
MUESTRA	N°	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	drs.	8090	6288	6492	6495		
PESO DEL MOLDE	drs.	3620	3620	3620	3620		
PESO DEL SUELO HUMEDO	drs.	4470	4668	4872	4875		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	drs/t.c.	2.13	2.30	2.29	2.28		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	N°	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	drs.	99.7	67.9	63.5	78.8		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	drs.	94.0	64.9	59.9	72.8		
PESO DE LA CAPSULA	drs.	21.8	22.0	21.1	22.8		
PESO DEL AGUA	drs.	1.7	3.0	3.5	6.0		
PESO DEL SUELO SECO	drs.	32.2	42.9	38.8	50.3		
HUMEDAD	%	5.2	7.0	9.1	11.9		
DENSIDAD DE SUELO SECO	drs/t.c.	2.00	2.06	2.30	2.59		



DENSIDAD MAXIMA = 2.105 HUMEDAD OPTIMA = 9.1

OBSERVACIONES  
1. La muestra, datos y toda informacion de campo fue proporcionada por el solicitante

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ingeniero Víctor Hugo...  
 TECNICO LABORATORIAL EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 62839

Figura 70



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**  
**EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)**  
**ASTM D 1883**

**SOLICITANTE** : 6U/TERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY  
**UBICACIÓN** : HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ  
**OBRA** : \*ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ, 2021 \*  
**PROFUNDIDAD (m.)** : 150  
**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : M-1  
**COORDENADA** : KM. 3+00  
**FECHA DE EMISIÓN** : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021

**MEZCLA DE SUELO CEMENTO CON - 5% DE CEMENTO**

	1		2		3	
	5	5	5	5	5	5
N° DE CAPAS	50		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA	50		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2115		2115		2115	
PESO DE MOLDE	4260		4214		4221	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8990		8089		8459	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4830		4475		4238	
DENSIDAD HUMEDA	2.29		2.12		2.00	
RECIPIENTE N°	H1		H2		H3	
PESO DE RECIPIENTE	32.1		31.5		26.1	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	192.2		187.4		181.6	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	179.1		173.4		166.4	
PESO DE AGUA	13.1		14.0		15.2	
PESO DE SUELO SECO	147.0		141.9		140.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.9		9.9		10.8	
DENSIDAD SECA	2.10		1.93		1.81	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES				25 GOLPES				10 GOLPES			
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Fig.	%		Fig.	%		Fig.	%			

**NO EXPANSIVO**

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (mm.)	PATRÓN (Lx/seg.)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA
0.025		26	312	204	26	302	101	19	243	81
0.050		41	652	220	54	590	197	40	481	150
0.075		76	808	269	68	729	243	57	620	207
0.100	1000	85	897	299	83	877	292	70	748	249
0.150		106	1095	365	101	1056	352	86	897	299
0.200	1500	115	1194	398	108	1125	375	96	1006	335
0.250		128	1323	441	114	1185	399	101	1056	352

**OBSERVACIONES**

1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.

*[Firma]*  
 Director de Laboratorio  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 Calle 1000, Huancayo, Perú  
 RUC: 20800954173



Figura 71



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
 ASTM D 1553

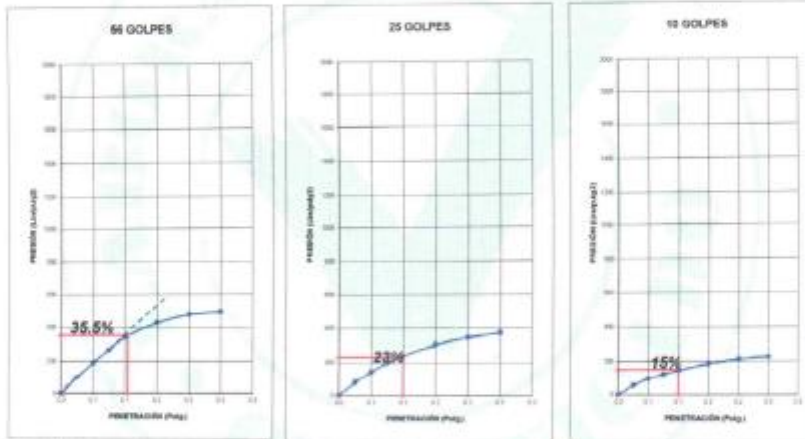
**MEZCLA DE SUELO CEMENTO CON - 3% DE CEMENTO**

SOLICITANTE : BUITIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY      UBICACIÓN : HONKOPAMPA - PASH-PA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ

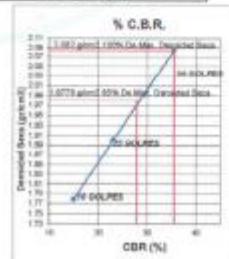
OBRA : 1ª ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASH-PA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ, 2021 \*      PROFUNDIDAD (m.) : 1.50

CALICATA : C-01      MUESTRA : M-1

UBICACIÓN : KM. 1+00      FECHA DE EMISIÓN : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021



PERENTRACION (PULG.)	C.B.R. A 30% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	27.9%	35.5%



OBSERVACIONES  
 1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante

*[Handwritten Signature]*  
 TECNICO LABORATORIO VILLASANA Y HUANZALA  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 02839





Figura 72



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM D 1556

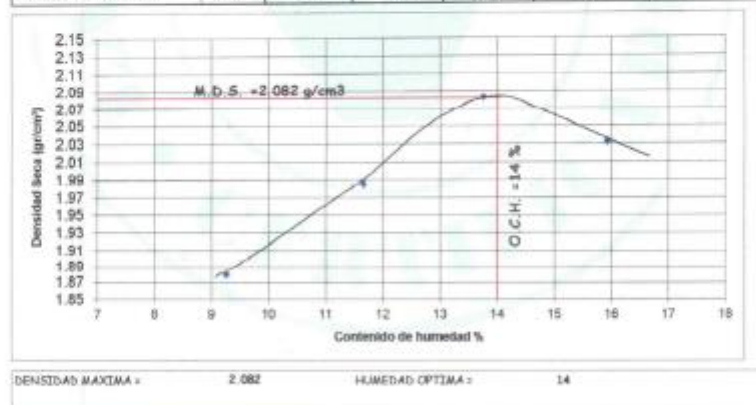
MEZCLA DE SUELO CEMENTO CON - 3% DE CEMENTO

SOLICITANTE : GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA UBICACION : HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ

OBRA : ESTABILIZACION DE SUELO EMPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA PROFUNDIDAD (m.) : 1.50 PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ, 2021 \*

CALICATA : C-01 MUESTRA : M-1 UBICACION : KM. 1+00 FECHA DE EMISION : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021

MOLDE Nº	1	Volumen de Molde (cc)	233	Tipo de Molde	4"	Temperatura Secado (°C)	110
CAPAS Nº	5	Golpes (NF)	56	Peso de Molde (gr)	3630	Método	B
MUESTRA	Nº	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	grs.	7978	8326	8880	8630		
PESO DEL MOLDE	grs.	3620	3620	3620	3620		
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	4358	4706	5260	5010		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs./c.c.	2.08	2.22	2.37	2.36		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
INCIPENTE	Nº	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	grs.	96.3	88.7	77.0	66.4		
PESO SUELO SECO-CAPSULA	grs.	80.1	80.3	69.8	76.9		
PESO DE LA CAPSULA	grs.	12.9	12.8	12.8	12.9		
PESO DEL AGUA	grs.	8.2	7.9	7.8	10.9		
PESO DEL SUELO SECO	grs.	47.2	47.8	53.0	46.0		
HUMEDAD	%	9.3	15.7	15.8	25.9		
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs./c.c.	1.88	1.99	2.08	2.03		



OBSERVACIONES  
1. La muestra, datos y toda informacion de campo fue proporcionada por el solicitante

*[Signature]*  
 TECNICO LABORATORIO  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 42639



Figura 73



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
ASTM D 1883

SOLICITANTE : GUTIERREZ COLONIA STALINS / GUARDIA BENANCIO JORDY UBICACIÓN : HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ

OBRA : \*ESTABILIZACION DE SUELO ENPLEANDO LA TECNICA DE SUELO CEMENTO, EN LA TROCHA CARROZABLE, TRAMO HONKOPAMPA - PASHPA, SAN MIGUEL DE ACO CARHUAZ, 2021 \* PROFUNDIDAD (m.) : 1.50

CALICATA : C-01 MUESTRA : M-1

UBICACIÓN : KM. 1:00 FECHA DE EMISIÓN : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021

MEZCLA DE SUELO CEMENTO CON - 3 % DE CEMENTO

	1		2		3	
	5	10	5	10	5	10
MOLDE N°	56		25		10	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2115		2115		2115	
PESO DE MOLDE	4160		4214		4221	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8950		8629		8389	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4800		4415		4165	
DENSIDAD HUMEDA	2.27		2.09		1.97	
RECIPIENTE N°	H1		H2		H3	
PESO DE RECIPIENTE	32.1		31.5		26.1	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	192.2		187.4		181.6	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	179.1		173.4		165.4	
PESO DE AGUA	13.1		14.0		15.2	
PESO DE SUELO SECO	147.0		141.9		140.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.9		9.9		10.8	
DENSIDAD SECA	2.08		1.90		1.78	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN								
			56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES				
			DEAL	EXPANSIÓN Por. %	DEAL	EXPANSIÓN Por. %	DEAL	EXPANSIÓN Por. %			

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm.)	PATRÓN (kg/seg.)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DEAL	CARGA	CARGA SPECFICADA	DEAL	CARGA	CARGA SPECFICADA	DEAL	CARGA	CARGA SPECFICADA
0.025		25	302	101	19	243	81	12	174	58
0.050		52	570	190	38	431	144	24	293	98
0.075		77	818	275	55	603	200	32	372	124
0.100	1000	99	1036	345	65	729	243	39	441	147
0.150		124	1284	428	88	927	309	51	560	187
0.200	1500	138	1422	474	100	1046	349	59	639	213
0.250		143	1472	491	108	1125	375	64	689	230

OBSERVACIONES

1. La muestra, datos y toda informacion de campo fue proporcionada por el solicitante

COLECCION DE SUELOS EN CAMPO  
  
 Jordy Benancio Gutierrez  
 TECNICO EN SUELOS Y ASFALTO  
 Reg. 62639



\* Urb. Villa San Miguel de Chinesy S/N Distrito de Independencia Provincia de Huanuco

Telefono : F.LIC 043 608712 - RPM 949004338

RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

REG. INDECOPI CERT. 95138