



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como
aglomerantes naturales en el tramo La Capilla - Cedropampa,**

Cajamarca 2021

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

AUTOR:

Carranza Gómez, Jhonny Steben (ORCID 0000-0002-9165-6106)

ASESOR:

Mgrt. Diaz García Gonzalo Hugo (ORCID 0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta tesis es dedicada primeramente a dios por darme la fortaleza para poder resolver todos los retos planteados, así mismo mi eterno agradecimiento a mis familiares preferentemente a mis padres Segundo Carranza a mi madre Juana Gomez y a mis hermanas Karen y Giuliana por brindarme su apoyo constante en la construcción de mi vida profesional, logrando cumplir este sueño tan anhelado.

Agradecimiento

El agradecimiento va dirigido primero a dios por brindarme la fuerza y los conocimientos necesarios y seguir adelante, también a mi asesor Mgtr. Diaz García Gonzalo Hugo que gracias a sus conocimientos y apoyo ayudaron a contribuir con este trabajo y así mismo poder concluir con éxito mi carrera profesional, a mis hermanas, tíos y primos que estuvieron todos los días pendientes y apoyándome con sus palabras de aliento, brindándome fortaleza para poder seguir adelante.

Índice de contenidos

| | |
|---|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras..... | vii |
| Resumen | ix |
| Abstract..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 13 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación: | 13 |
| 3.2 Variables y operacionalización | 14 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo..... | 15 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 16 |
| 3.5 Procedimientos | 16 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 17 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 17 |
| IV. RESULTADOS | 18 |
| V. DISCUSIÓN | 65 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 69 |
| VII. RECOMENDACIONES | 71 |
| REFERENCIAS | 72 |
| ANEXOS..... | 77 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Análisis granulométrico por tamizado. Calicata-1 | 20 |
| Tabla 2 Ensayo de límite de atterberg. calicata-1 | 21 |
| Tabla 3 Clasificación S.U.C.S. de la Calicata-1 | 22 |
| Tabla 4 Clasificación AASHTO de la calicata-1 | 22 |
| Tabla 5 Relación densidad/humedad (Proctor) de la calicata – 1 | 23 |
| Tabla 6: Ensayo de CBR del suelo en laboratorio C1 – C2 | 23 |
| Tabla 7 Análisis granulométrico por tamizado. Calicata-2 | 24 |
| Tabla 8 Ensayo de límite de atterberg Calicata – 2 | 26 |
| Tabla 9 Clasificación S.U.C.S. de la calicata-2..... | 26 |
| Tabla 10 Clasificación AASHTO de la calicata-2..... | 27 |
| Tabla 11 Relación densidad/humedad (Proctor) de la calicata – 2..... | 27 |
| Tabla 12 Propiedades de los suelos analizados..... | 28 |
| Tabla 13: Composición física del oxido de calcio(cal) | 29 |
| Tabla 14: Composición química del oxido de calcio(cal) | 29 |
| Tabla 15: Composición física del sulfato de calcio (yeso) | 30 |
| Tabla 16: Composición química del sulfato de calcio (yeso) | 30 |
| Tabla 17: parámetros del sulfato de calcio (yeso) | 30 |
| Tabla 18 Análisis granulométrico por tamizado. Suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso..... | 31 |
| Tabla 19 Ensayo de límite de atterberg. suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 32 |
| Tabla 20 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 33 |
| Tabla 21 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 33 |
| Tabla 22 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 34 |
| Tabla 23 Ensayo CBR del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso..... | 35 |
| Tabla 24 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso..... | 35 |
| Tabla 25 Ensayo de límite de atterberg. suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 36 |
| Tabla 26 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 37 |
| Tabla 27 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 37 |
| Tabla 28 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 38 |
| Tabla 29 Ensayo CBR del Suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 39 |
| Tabla 30 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso..... | 39 |
| Tabla 31 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-1) + 5% de cal viva +5% de yeso | 40 |
| Tabla 32 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva +5% de yeso | 41 |

| | |
|--|----|
| Tabla 33 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 41 |
| Tabla 34 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 42 |
| Tabla 35 Ensayo CBR del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 43 |
| Tabla 36 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 43 |
| Tabla 37 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 44 |
| Tabla 38 Clasificación S.U.C.S. del Suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 45 |
| Tabla 39 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 45 |
| Tabla 40 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 46 |
| Tabla 41 Ensayo CBR del suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 47 |
| Tabla 42 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 47 |
| Tabla 43 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 48 |
| Tabla 44 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 49 |
| Tabla 45 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 49 |
| Tabla 46 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 50 |
| Tabla 47 Ensayo CBR del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 51 |
| Tabla 48 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de Yeso | 51 |
| Tabla 49 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 52 |
| Tabla 50 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 53 |
| Tabla 51 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 53 |
| Tabla 52 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 54 |
| Tabla 53 Ensayo CBR del suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 55 |
| Tabla 54 Resumen de las propiedades de los suelos con adiciones de cal y yeso | 55 |
| Tabla 55 Prueba de KMO y Bartlett..... | 64 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Localización del lugar en estudio | 18 |
| Figura 2: Vista del lugar y tramo en estudio. | 19 |
| Figura 3 curva granulométrica calicata - 1..... | 21 |
| Figura 4 Diagrama de fluidez calicata - 1 | 22 |
| Figura 5 Relación humedad – densidad seca. calicata - 1 | 23 |
| Figura 6 Curva granulométrica calicata - 2..... | 25 |
| Figura 7 Diagrama de fluidez calicata - 2 | 26 |
| Figura 8 Relación humedad – densidad seca. calicata - 2 | 27 |
| Figura 9 Ubicación de los puntos analizados en la carta de plasticidad | 28 |
| Figura 10 Curva granulométrica Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso | 32 |
| Figura 11 Diagrama de fluidez Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso | 33 |
| Figura 12 Relación humedad – densidad seca. Calicata - 1..... | 34 |
| Figura 13 Curva granulométrica Suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso | 36 |
| Figura 14 Diagrama de fluidez suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 37 |
| Figura 15 Relación humedad – densidad seca. suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso..... | 38 |
| Figura 16 Curva granulométrica suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 40 |
| Figura 17 Diagrama de fluidez suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 41 |
| Figura 18 Relación humedad – densidad seca. calicata - 1 | 42 |
| Figura 19 Curva granulométrica suelo natural (C-2) + 2% de cal viva +2% de yeso | 44 |
| Figura 20 Diagrama de fluidez suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso | 45 |
| Figura 21 Relación humedad – densidad seca. calicata - 2 | 46 |
| Figura 22 Curva granulométrica suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 48 |
| Figura 23 Diagrama de fluidez suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso | 49 |
| Figura 24 Relación humedad – densidad seca. suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso..... | 50 |
| Figura 25 Curva granulométrica suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 52 |
| Figura 26 Diagrama de fluidez suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso | 53 |
| Figura 27 Relación humedad – densidad seca. suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso..... | 54 |
| Figura 28 Comparación Límite Líquido vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1) | 56 |

| | |
|--|----|
| Figura 29 Comparación límite plástico vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1) | 57 |
| Figura 30 Comparación índice de plasticidad vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1)..... | 58 |
| Figura 31 Comparación límite líquido vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2) | 59 |
| Figura 32 Comparación límite plástico vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2) | 59 |
| Figura 33 Comparación índice de plasticidad vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-2)..... | 60 |
| Figura 34 Comparación índice de CBR 100% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1) | 61 |
| Figura 35 Comparación índice de CBR 95% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1)..... | 62 |
| Figura 36 Comparación índice de CBR 100% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2) | 62 |
| Figura 37 Comparación índice de CBR 95% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2)..... | 63 |

Resumen

La infraestructura vial cumple un papel fundamental en el desarrollo de un país, así mismo es de vital importancia que las vías existentes en nuestro país se encuentren en óptimas condiciones. Así mismo el presente trabajo de investigación tiene la finalidad de estabilizar el tramo La Capilla – Cedropampa con la incorporación de aglomerantes naturales de cal y yeso en porcentajes de 2%, 3% y 5 % respectivamente, este se realiza en el Distrito de Santo Domingo de La Capilla – Provincia de Cutervo- Departamento Cajamarca, así mismo tiene por objetivo general: Estabilizar el suelo incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca 2021. El tipo de investigación es aplicada, y de diseño pre- experimental. La población estuvo conformada por el tramo la capilla – cedropampa desde la progresiva 0+000 km a 0+3016 km, así mismo la muestra para la presente investigación está representada por la calicata 1 que se encuentra en el km 0+360 y la calicata 2 en el km 2+400, el muestreo fue no probabilístico – intencional ya que se tomó los puntos más críticos del tramo La Capilla – Cedropampa.

Se concluye que, de todos los porcentajes aplicados para la estabilización de suelo del tramo La Capilla - Cedropampa, la incorporación del 5% de cal y yeso fue el que mejoro significativamente la capacidad portante (CBR) con un 22.7% C-1 y 22% C-2, así como también hubo una mejora del índice de plasticidad de 12.3 % a 3.2 % para C-1 y de 15.3% a 5.2% para C-2.

Palabras clave: Estabilización, suelo, cal, yeso, CBR

Abstract

The road infrastructure plays a fundamental role in the development of a country, so it is of vital importance that the existing roads in our country are in optimal conditions. Likewise, the present research work has the purpose of stabilizing the section La Capilla - Cedropampa with the incorporation of natural binders of lime and gypsum in percentages of 2%, 3% and 5% respectively, this is done in the District of Santo Domingo de La Capilla - Province of Cutervo - Department of Cajamarca, and also has the general objective: Stabilize the soil incorporating lime and gypsum as natural binders in the section La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca 2021.

The type of research is applied and of pre-experimental design. The population consisted of the La Capilla - Cedropampa section from the progressive 0+000 km to 0+3016 km, likewise the sample for the present investigation is represented by test pit 1 located at km 0+360 km and test pit 2 at km 2+400 km, the sampling was non-probabilistic - intentional since the most critical points of the La Capilla - Cedropampa section were taken.

It is concluded that, of all the percentages applied for soil stabilization of the La Capilla - Cedropampa section, the incorporation of 5% lime and gypsum was the one that significantly improved the bearing capacity (CBR) with 22.7% C-1 and 22% C-2, as well as improving the plasticity index from 12.3% to 3.2% for C-1 and from 15.3% to 5.2% for C-2.

Keywords: Stabilization, soil, lime, gypsum, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad diversos países a nivel latinoamericano buscan ser competitivos; sin embargo, son pocos los que logran el desarrollo adecuado de sus proyectos, esto se debe a que existe una mayor reincidencia de problemas presentados en las obras públicas, por ejemplo, en la realización de pavimentos y/o carreteras que sirven como medio de transporte, siendo de vital relevancia la necesidad de infraestructura vial de calidad. No obstante, muchas de estas obras no cumplen con las especificaciones técnicas necesarios, que en corto, mediano y largo plazo se deterioraran o desestabilizan por influencia de diversos factores, tanto técnicos como de ejecución, a veces debido a la ausencia de utilización de materiales adecuados para el soporte de la construcción del pavimento (Alarcón, Jiménez & Benites, 2020, pg.1).

En tal sentido, en Colombia en un estudio realizado por (Llano, Ríos & Restrepo, 2020) señala que unos de los principales problemas es la prevalencia de la estabilización de suelos en los diversos proyectos de carreteras y pavimentos; uno de los problemas fundamentales es la falta de estudio del suelo y sus condicionantes del lugar de la zona interviniente, lo que genera un rápido deterioro, presencia de fisuras, hundimientos, bacheos, etc. (p.4) Asimismo, en Chile en una evaluación realizada sobre las causas que originan la no prevalencia de los pavimentos en el tiempo, se constató que los materiales empleados en la zona intervenida no fueron adecuados; generando una menor rigidez del suelo, ya que se vuelven más susceptible a perder su capacidad de resistencia (Ruge, Molina & Pinto, 2021).

Por otro lado, nuestro país no es ajeno a esta realidad, ya que vemos pavimentos intransitables en diversas regiones del país, como señala (Huari, 2018) en su trabajo de investigación realizada en la ciudad de Huancayo, que una de las mayores deficiencias en las obras de construcción públicas se da en la construcción de pavimentos, debido a que no se utiliza materiales de construcción adecuados a las características de la zona; generando deterioro de la pavimentación y del suelo, aún más en lugares que están expuestos constantemente a fenómenos ambientales como la lluvia, la radiación UV, el rocío, la humedad, entre otros.

Además, un estudio realizado en Chiclayo, según (Coronado, 2019) señala que analizando los diversos problemas que viene atravesando los proyectos de infraestructura vial, menciona las causas que generan espacios vacíos y baja capacidad de soporte de los suelos, es la ausencia de un estudio previo en el tramo o zona de intervención, en la cual se analicen las características físicas que tiene el suelo y las condiciones del entorno permitirá tomar decisiones asertivas antes de la ejecución de la obra. Es más, señala que, si las entidades responsables no atienden la presente problemática de estudio, generará una ausencia de estabilización de suelos en varios distritos de la zona.

Por otro lado, la situación real que presenta el distrito de La capilla en relación al estado de sus carreteras, trochas, en especial, el tramo La Capilla - Cedro Pampa; presenta hundimientos, constantes grietas, fisuras, bacheos, deslizamientos, etc. Debido a una inadecuada estabilización de suelos, ausencia de estudios previos, falta de utilización adecuada en materiales utilizados en la zona interviniente.

Por consiguiente, para la presente investigación se propuso la siguiente **formulación del problema**: ¿De qué manera utilizando Cal y yeso como aglomerantes naturales se estabilizará el suelo en el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca - 2021?

La presente investigación tendrá por **justificación teórica**, debido al estudio de las teorías sobre estabilización de suelos y aglomerantes naturales (cal y yeso), fundamentadas por diversos autores, que permitirá obtener información clave como indicadores de evaluación, características, conceptos, marcos de trabajo, entre otros. Además, la **justificación metodológica**, considerará los lineamientos para el desarrollo de la investigación, siguiendo las pautas por el tipo de diseño de la investigación; asimismo, se hizo uso de técnicas de recolección de información que ayudan a dar respuesta a los objetivos propuestos. Asimismo, la **justificación práctica**, realizará estudios, la cual permitirá conocer cuáles son las propiedades, características y comportamiento del suelo al utilizar los aglomerantes naturales (cal y yeso) en la estabilización de suelos.

Por otro lado, se propuso los siguientes objetivos de investigación: **Objetivo general**: Determinar la estabilización del suelo incorporando cal y yeso como

aglomerantes naturales en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca 2021; y por **objetivos específicos**: Identificar el tipo de suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca - 2021; Determinar los componentes de la cal y yeso mediante el ensayo físico y químico. Analizar el comportamiento de un aglomerante natural empleando cal y yeso al 2%, 3% y 5% en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cajamarca – 2021; Comparar los resultados de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca - 2021. Obtener el análisis estadístico mediante el análisis bifactorial de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca - 2021. Además, se tiene por **hipótesis** de investigación: Utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales se estabiliza el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para el adecuado desarrollo de la investigación se analizó diferentes antecedentes, entre ellos tenemos a nivel internacional como se muestra a continuación

A nivel internacional, según (Silvestre, 2018) en su investigación, titulada: “evaluación comparativa entre el efecto de agua de mar y la cal en la estabilización de suelos arcillosos en calles de Guayas” estableció el objetivo de, analizar qué efectos tiene el suelo con los dos componentes seleccionados. Teniendo como resultado de la aplicación del estudio de suelo a través de la medición del CBR, se observó que entre la aplicación de cal al 3% a la muestra de suelo de estudio se tiene una mayor resistencia que con el agua de mar, debido que al incorporarle cal a la mezcla se puede modular el efecto en la estabilización de suelo; asimismo, dice que al agregarle agua de mar se tiene un 18% de humedad y con cal al 3% se tuvo 13.2% dando una mayor densidad. Concluyendo entre los dos aglomerantes naturales empleando cal brinda mejores condiciones para obtener una estabilización de suelos en calles de Guayas.

(Castillo, 2017), en su investigación titulada “Estabilización del suelo arcilloso de macas con valor CBR menor a 5% con limite líquido superior a 100%, para utilizarlo como subrasante en carretera”, estableció el objetivo, elaborar métodos que mejoren el suelo mediante la cal viva en terrenos naturales, el tipo de estudio fue aplicado-experimental, la población estuvo conformada por tramos de carreteras. Tuvo como resultado según la clasificación SUCS un OH-MH que representa a suelos orgánicos limos, arcillosos con alta compresibilidad, Así mismo según la clasificación ASHTO encontró que su suelo estaba en el grupo A-7-5 suelos con materia orgánica. Por otra parte, demostró que, aplicando el método de secado del suelo empleando el aglomerante de la cal viva, ayudo a disminuir un nivel de PH hasta en un 60%, y una adecuada elasticidad. Concluyendo que adicionando este aglomerante a la mezcla con el suelo permitirá tener una mayor estabilización en un 30%.

(Guamán, 2016) en su trabajo de investigación titulado: “Análisis del comportamiento de suelos arcillosos estabilizados por elementos como cal y cloruro de sodio”, estableció el objetivo, analizar el comportamiento de suelos arcillosos estabilizados por elementos como cal y cloruro de sodio. Teniendo como resultado que la cal mejorará la estabilización de los suelos con un 21 a 25 %, con una mayor eficiencia si se le agrega cloruro de sodio. Se concluye que, si se emplea como aglomerante la cal da mejor resultado, ya que permite tener mejores resultados respecto a los diferentes ensayos que se aplicaron además de estar acorde con la norma técnica de carretas (MTC).

(Altamirano y Díaz, 2016) en su investigación titulada: “Estabilización de suelos cohesivos mediante la Cal en Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”, estableció el objetivo, estabilizar los suelos cohesivos mediante la Cal; el tipo de estudio fue aplicado-experimental, la población lo conformaron tramos de carreteras. El resultado demostró que, al utilizar la cal en un 3,6,9 y 12% se obtiene entre un 9% a 10% mayor estabilización del suelo. Se concluye que, si se agrega cal al suelo reduce los niveles de plasticidad y PH. Determinando que la utilización de la cal mejora el tratado del suelo y así genera una mayor estabilización.

(Ruano,2016) en su investigación:” Estabilización de suelos cohesivos a través de arenas volcánicas y cal viva”: tuvo como objetivo, analizar las propiedades físicas y químicas de la cal; obtuvo como resultado que dicho presentaba una apariencia física favorable, por el cual decidido utilizarla como estabilizador, así mismo en relación a la composición química obtuvo un óxido de magnesio de 0.520%, óxido de fierro de 0.083% y un oxido de calcio de 78.9%. concluyo que el componente que más resaltaba era el óxido de calcio, determinando que el aditivo cal es un estabilizador que posee propiedades físicas y químicas buenas para una estabilización de suelo.

A un nivel nacional. Según, (Cabaña, 2017) en su investigación titulada: “Mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar la estabilizante cal a la subrasante de una carretera sin pavimento de Huaraz”, estableció el objetivo, determinar la relación de soporte (CBR) al adicionar la estabilizante cal a la subrasante de una carretera sin pavimento de Huaraz; el tipo de estudio fue

aplicado-experimental, la población lo conformaron tramos de carreteras. El resultado demostró que, la cal al incorporarse a los suelos, reduce el nivel en un 9%, así como, incrementa los niveles de resistencia cuando se añade a los suelos. Se concluye que, la cal es un aglomerante que genera reacciones positivas brindando un mayor nivel de estabilización al suelo, debido que se presencia una mayor absorción del PH y esto produce una mejor compactación del suelo.

(Cuadros, 2017) en su investigación titulada: “Mejoramiento de las propiedades físico -mecánica de las subrasantes de una vía afirmada en Junín por medio de la estabilización con óxido de calcio”, estableció el objetivo, proponer el mejoramiento de las propiedades físico -mecánica de las subrasantes de una vía afirmada en Junín por medio de la estabilización con óxido de calcio. El tipo de estudio fue aplicado-experimental, la población lo conformaron tramos de carreteras. Se concluye que, la estabilización del suelo se realizó principalmente con oxido de calcio, teniendo una propiedad física y mecánica adecuada; asimismo con los porcentajes aplicados del 1,3,5 y 7 % ayudo a disminuir el IP logrando un 4.17%, en relación a un estado natural de 19.08%, correspondientemente el 3% de aditivo fue el óptimo para el tratamiento del suelo ayudando formidablemente a mejorar las propiedades físicas del suelo.

(Velarde, 2017) en su investigación titulada: “Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín”, estableció el objetivo, determinar el efecto de la aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016; el tipo de estudio fue aplicado-experimental, la población lo conformaron tramos de carreteras. Se concluye que, la aplicación del aglomerante natural cal en la subrasante en estado natural con fines de diseño para un pavimento rígido, muestra efectividad logrando incrementar valores de la capacidad de soporte, reduciendo el espesor del pavimento así mismo en relación al diseño, se obtuvieron valores de C.B.R. al 96% de compactación de suelo en su estado natural, de 5.88% añadiendo cal en valor de 45.61% al 100% de compactación.

A nivel local. Según, (Salazar, 2016) en su investigación titulada: “Aplicación del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de tramos de carreteras en Cajamarca”. estableció el objetivo, Evaluar la aplicación del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de tramos de carreteras en Cajamarca; el tipo de estudio fue aplicado-experimental, la población lo conformaron tramos de carreteras. El resultado demostró que al utilizar los porcentajes de 1%, 2% y 3% de cloruro de sodio por metro cúbico de muestra, efectuándose la excavación de 8 calicatas a cielo abierto de donde se obtendrá material con el que se harán los ensayos de laboratorio correspondientes y satisfacer a los objetivos que se plantearon. Se concluye que, la proporción adecuada para que se establezca la subrasante del Tramo Cruce el Porongo – Aeropuerto – Cajamarca, pueda ser de un 2% de cloruro de sodio por metro cúbico de material, ya que ese porcentaje incremento su CBR hasta un 250% en relación de la muestra en estado natural.

(Fernández, 2017) en su trabajo de investigación titulada: “Efecto de un aditivo para la estabilización del suelo arcilloso en zonas de expansión en Cajamarca”, estableció el objetivo, determinar el efecto de un aditivo para la estabilización del suelo arcilloso en zonas de expansión en Cajamarca, el tipo de estudio fue aplicado-experimental. La población se estableció por las subrasantes de la zona sur de Cajamarca. El resultado demostró que, el uso del aglomerante Terrazyme para la estabilización del suelo arcilloso logro incrementar hasta un 19% el CBR . Se concluye que, por medio de los aditivos empleados se incrementaron las resistencias del suelo.

(Gálvez y Santoyo, 2019) en su investigación titulada: “Estabilización de los suelos cohesivos a nivel subrasante en la carretera Yanyacu- Señor Cautivo”, estableció el objetivo, evaluar la incorporación de ceniza en la estabilización de los suelos cohesivos a nivel subrasante en la carretera Yanyacu- Señor Cautivo. el tipo de estudio fue aplicado-experimental. la población lo conformaron tramos de carreteras subrasantes Yanyacu- Señor Cautivo. El resultado demostró que, la influencia de la adición de ceniza de cáscara de arroz logró reducir el IP. Se concluye que, la adición de ceniza de cáscara de arroz ayuda con la mejora de las características del suelo arcilloso estudiado, así mismo formidablemente la

dosificación del 15 % aumenta significativamente la resistencia del suelo, siendo el porcentaje del 3% la más óptima, trabajable y económica.

Como **teorías relacionadas** a nuestras variables de estudio se tiene:

La teoría sobre **estabilización de suelos**, según (Alarcón, Jiménez & Benítez, 2020), consiste en poder mejorar el suelo a través de procedimientos mecánicos, químicos o sintéticos dicho proceso se realiza en suelos inadecuados aquellos que no pueden soportar las diferentes condiciones ambientales.

Asimismo, encontramos **tipos de estabilización de suelos** teniendo las siguientes clasificaciones:

La estabilización mecánica del suelo, se realiza con el objeto de mejorar e incrementar la durabilidad del material de los suelos, esto sin cambiar la estructura y componentes que lo forman. La estabilización por medio de la compactación permite mejorar las condiciones y características del suelo, ayudando a reducir el volumen de vacíos que se genera en dicho suelo. Asimismo, entre los tipos que se consideró, se encuentra la estabilización por combinación de suelos, la cual se colocará el material a través del aporte de material añadido. Y por último, se encuentra la estabilización por sustitución de los suelos, este procedimiento se ejecuta cuando la subrasante se realiza en directo desde el suelo, tanto en la capa directa o desde el suelo natural existente, para lograr esto se debe realizar un previo reemplazo del suelo por un material de adición (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, pp.113-114)

Por otro lado, el **aglomerante natural**, según (Llano, Ríos & Restrepo, 2020) “es considerado como una solución técnica, económica y ambientalmente sostenible (...)” (p.2); de acuerdo al autor citado, consiste en el uso de aditivos para mejorar las propiedades ingenieriles del suelo con la finalidad de brindar una adecuada estabilización y prevalencia en un mayor periodo al convencional. Asimismo, se puede decir que son materiales los cuales provienen de rocas sin proceso de incorporación alguna, como por ejemplo el yeso, la cal y los cementos naturales. Otras de las formas de determinar que es un aglomerante natural, podemos decir que es aquel componente natural que se le adiciona a la mezcla, con la finalidad de poder crear algún efecto en dicha obra (Llano, Ríos & Restrepo, 2020).

Por otro parte, la **clasificación de suelos** según (Herráez y Moreno,2019) es el poder entender, las características de un determinado terreno, describiendo sus características geotécnicas del grupo en el que se pueda encontrar. Así mismo para la identificación de superficies existen dos métodos: el método SUCS quien se basa en el la granulometría del suelo y el método AASHTO que a través de grupos lo identifica como suelo bueno o malo.

Así mismo, los **límites de consistencia**, es el que permite la identificación de un tipo suelo, como también dan explicación a las propiedades que puede tener un suelo cohesivo y una suma de agua que esta pueda conservar (Harichane, Ghirici y Kenai, 2017 p. 4)

Por consiguiente, **el ensayo de CBR** se identifica por la medición de la resistencia del suelo, como también determina a los esfuerzos que el suelo puede estar sometido (Rojas 2012, p.3).

Además, el aglomerante artificial se obtiene luego de un calentamiento de mezclas de piedras de composición delicadamente graduado, como máximo ejemplo el cemento artificial. Estos materiales tienen la suficiencia de enlazar partes de una o más sustancias y permitir la cohesión por procedimientos físicos. Los materiales o aglomerantes más utilizados son la cal, el yeso y los cementos, en la cual, con su adhesión con los áridos, arenas y gravas, se obtienen elementos como morteros y hormigones. Cabe señalar que los aglomerantes son aditivos con propiedades químicas sumamente capaces de unir fragmentos de una o varias sustancias y permitir la cohesión al conjunto por métodos físicos. (Llano, Ríos & Restrepo, 2020).

Por otro lado, existen la Categorización de aglomerante – cal: Un suelo de cal, que se obtiene mediante la mezcla íntima en el suelo, con cal y agua, la cal es utilizada como óxido calcio, que calcina los materiales calizos o hidróxido cálcico. Esto es utilizado para el endurecimiento del suelo con el contacto del aire, y al mezclarse con el agua siendo una acción anhídrida carbónica (Juan y otros, 2017). La cal se usa para la construcción de suelos, ya que satisface los requisitos establecidos por las normas de construcción de carreteras del MTC,

vigente y de acuerdo a las especificaciones de las normas ASSHTO M216 o ASTM C-977. También, aplicados en suelos húmedos, permite la densificación de los suelos, en la construcción de la capa de rodadura, como lo expresa la National Lime Association, la cal permite disminuir el indicador de plasticidad, por un término líquido en un aumento de límite plástico, como aumentar el ligante natural del suelo, logrando un componente más producible y confiable, proporciona secar la humedad en los suelos, auxilia el encogimiento e hinchamiento de los suelos y por último aumenta la dureza de la comprensión.

Entre los diversos **tipos de cal**, se encuentran las siguientes: la Cal/Calcita – carbonato de calcio; esta principalmente es insoluble cuando hace contacto con el agua, por otra parte, su solubilidad tiende a incrementar cuando está expuesto a situaciones ácidas (presenta un máximo de 40% de Ca). La dolomita – carbonato de calcio-magnesio; presenta insolubilidad al estar en contacto con el agua, pero tiende a incrementar cuando se encuentra expuesta a situaciones ácidas (contiene entre 2 a 13% de Mg). Asimismo, como la Cal hidratada – hidróxido de calcio, es parcialmente insoluble en agua; forma una solución de pH >12%. La cal viva – óxido de calcio; es un resultado del calcinamiento de la piedra caliza en hornos giratorios a temperaturas de 1000 a 1300 °C. Y, por último, se encuentra el aglomerante – yeso: según (López & Rodríguez, 2016) señala que el yeso es un componente con bastante abundancia en los diversos mercados del país, ya sea como un aglomerante natural, y/o industrial; ya que es económico a diferencia del cal o cemento.

Asimismo, el **aglomerante natural - yeso** en la estabilización de suelos, indica que es una de las principales características es que permite el rápido secado y endurecimiento, recomendando agregar el 10% del total de la mezcla para obtener dicho resultado. Una de las propiedades de este aglomerante al ser aplicado al suelo, ofrece un nivel bajo de contracción, que permite una apariencia lisa; es decir, que se moldea con facilidad; además, tiene una alta resistencia mecánica. Cabe mencionar que el yeso es resistente a las altas temperaturas del ambiente, asimismo resiste al alto nivel de temperatura calorífica debido a su composición. Sin embargo, es soluble al agua afectando la estabilización del suelo, por presencia de lluvia, (López & Rodríguez, 2016).

Estabilización: La estabilización es el estado de firmeza de una plataforma en la cual hace uso de diversos métodos para mejorar el estado actual de las condiciones (Afrin, 2017).

Estabilización de suelos: es el estado del suelo en que se incorpora varios componentes para modificar las propiedades del suelo y mejorar sus condiciones; asimismo, se puede indicar que la estabilización del suelo refleja un procedimiento en la cual se realiza una cementación y la adhesión de diversos componentes químicos y/o naturales con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo (Winterkorn, 2015). También, se indica que entre las ventajas de obtener una estabilización del suelo es que permite una mayor resistencia del pavimento, reduce su nivel de plasticidad, y/o hinchamiento (Santosh, 2015)

Aglomerante natural: es un aditivo que al combinar con el suelo genera mejorar las propiedades, logrando una adecuada homogeneidad (Caro, 2017). También, se puede indicar que al utilizar aglomerante ayudará en la mejora de las condiciones del suelo, como resistencia, durabilidad y mejor compactación (Sinka & Genadijs, 2017).

Cal: es un componente que en el sector construcción, es considerado como aquel material que está compuesto por óxido de calcio (CaO), donde se obtiene producto de la calcinación de las rocas calizas, entre otras (Zacharopoulou, 2019). Donde la utilización de este aglomerante natural trae diversos beneficios, sobre todo en mejora las propiedades del suelo sirviendo como un aislante térmico (Przemysław & Grzegorz, 2018).

Cal usada: Se indica que este tipo de cal también es conocido como la cal pulverizada, la cual está formada por el carbonato de calcio, o también puede ser magnesio (Banja, 2018).

Cal viva: Sin embargo, se le denomina cal viva, aquella composición de la cal, también se puede indicar que el óxido o hidróxido de calcio y/u magnesio es expuesto a altas temperaturas, como en un horno a los 1,000 °C (Justnes, 2015).

En relación al análisis multivariante, es un método estadístico el cual consiste significativamente en el poder medir la relación que existe entre una variable y la otra, donde si el nivel significancia es mayor a 0.05 o se aproxima más a la unidad

las variables tendrán una relación más estrecha, este método nos ayuda a poder conocer y tener un conocimiento de un fenómeno en sí (Guaman,2018).

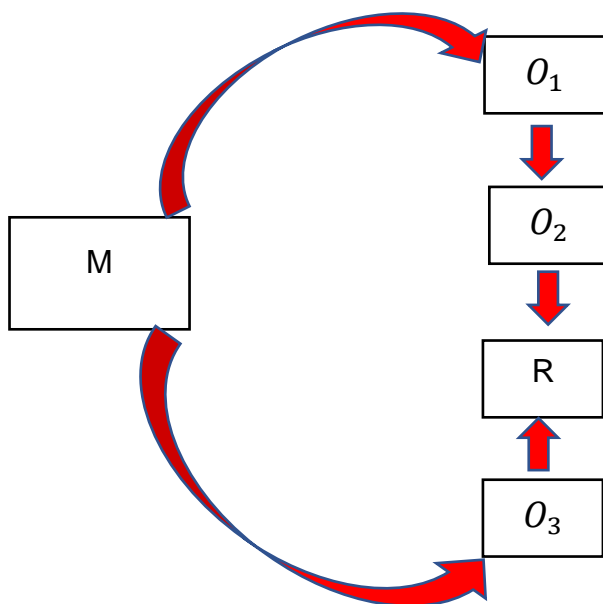
III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

El **tipo de investigación** es aplicada; según (Hurtado, 2014) señala “que en esta investigación se considerará como base la fundamentación teórica de diversos autores sobre las variables de estudio, para el diagnóstico situacional” (p.245). Esta investigación es aplicada, porque nos permitirá la realización de un estudio para facilitar el análisis sobre la estabilización de suelos incorporando aglomerantes naturales (cal y yeso), en el tramo La Capilla – Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca.

El presente proyecto de investigación tiene un **diseño** pre – experimental. Según (Bernal, 2014), “es aquel diseño que permite al investigador realizar un estudio para identificar el comportamiento de las variables de estudio” (p.245). Esta investigación es pre - experimental, debido que se realizará un estudio de suelo con la finalidad de analizar su reacción en el tramo La Capilla – Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca, agregándole un aglomerante natural como cal y yeso, permitiendo determinar la existencia de una estabilización de suelo en la zona de evaluación.

Y tiene como diseño lo siguiente:



Donde:

M= Muestra del suelo en estado natural del tramo La capilla – Cedropampa

O₁= Primera combinación CAL 2% + YESO 2%

O₂= Segunda combinación CAL 3% + YESO 3%

O₃= Tercera combinación CAL 5% + YESO 5%

R: Estabilización de suelos en el tramo La capilla – Cedropampa

3.2 Variables y operacionalización

Variable dependiente: estabilización de suelos

Definición conceptual. La estabilización de un suelo es poder mejorar las propiedades físicas a través de procedimientos mecánicos, químicos o sintéticos. Las estabilizaciones especialmente se aplican a suelos de baja resistencia a los diversos fenómenos atmosféricos y naturales, la cual no tienen una oportuna resistencia (Alarcón, Jiménez & Benítez, 2020). De acuerdo al autor citado, la estabilización ayudará a brindar una mayor consistencia a las propiedades del suelo para mejorar la resistencia en el tiempo.

Definición operacional. La estabilización de suelos es un proceso que contribuye a mejorar las características y propiedades del suelo generando que pueda estar apto para fines de pavimentación.

Indicadores:

- Granulometría
- Tipo de suelo
- Límites de atterberg
- Proctor modificado
- CBR

Escala de medición: Ordinal

Variable independiente: aglomerantes naturales

Definición conceptual. De acuerdo con, los autores (Llano, Ríos & Restrepo, 2020) señalan que el uso de aglomerante natural “es considerado como una solución técnica, económica y ambientalmente sostenible (...)” (p.2); de acuerdo al autor citado, consiste en el uso de aditivos para mejorar las propiedades ingenieriles del suelo con la finalidad de brindar una adecuada estabilización y prevalencia en un mayor periodo al convencional.

Definición operacional. Los aglomerantes que se son más utilizados son la cal, el yeso y los cementos, que, al combinarlos con los áridos, arenas y gravas, forman los componentes más resistentes como: morteros y hormigones.

Indicadores:

- 2% ,3 % y 5% de cal
- 2% ,3 % y 5% de yeso

Instrumentos: Ficha observación y ficha de registro

3.3 Población, muestra y muestreo

Población; según (Hernández, Fernández & Baptista, 2014), sostiene que es el “conjunto de elementos que se relacionan con las especificaciones y objetivos propios de la investigación” (p. 174). Para esta investigación se determinó que la población está conformada por el tramo la capilla – cedropampa desde el km 0+000 al km 0+ 3016; que facilitará evaluar el comportamiento de las variables y determinar la presencia de la estabilización de suelo de acuerdo al tipo de aglomerante empleado.

Según (Hernández, Fernández & Baptista, 2014) la **muestra** de estudio es finita debido que se conoce el lugar de estudio. Por tanto, se considerará como muestra de estudio a las calicatas que se realizaran en dicho tramo específicamente en el km 0+360 (C1) y km 2+400 (C2). Según el manual de carreteras sección suelos y pavimentos (MTC.2014) indica que la profundidad de la calicata es a una profundidad de 1.50 metros.

En la que se aplicó el **muestreo** no probabilístico – intencional, debido que es el investigador quien tomará la decisión propia por razones de criterio y comodidad (Hernandez y otros, 2014). Por ello se tomó los puntos más críticos del tramo la capilla – cedropampa.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La **técnica**, según (Bernal, 2014) señala que es el medio que permite al investigador interactuar de manera directa con el sujeto de estudio. En esta investigación se utilizará la observación y análisis documentario (estudio de suelo).

Donde, se indica que la observación es aquel medio que permite obtener información clave, la cual ayudará a conocer la situación real sobre el comportamiento de las variables de estudio; como es el caso de identificar el estado del suelo en el tramo Capilla, progresiva 0+000 al 3+000 -Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca – 2021.

Por otro lado, se empleará la técnica del análisis documentario, es la manera que permite recopilar información sobre las variables de estudio, a través de documentos, y/o archivos importantes para el análisis de la investigación.

Asimismo, al hablar de los **instrumentos** empleados se selecciona a dos instrumentos esenciales como es el caso de la Ficha de observación que estará compuesta por un conjunto de ítems que permitirá medir el comportamiento de la variable de estudio. También se indica que el otro instrumento que se utilizará es la ficha registro donde se menciona los indicadores que permiten evaluar la estabilización de suelo empleando aglomerantes naturales como cal y yeso (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.5 Procedimientos

Para la recopilación de los datos, se identifica que para iniciar con el procedimiento se debe realizar la elaboración de los instrumentos necesarios como es el caso de la ficha de observación y ficha registro. También, para el diseño de los instrumentos se consideró como guía otras investigaciones que permitirán dar sustento a la evaluación sobre los aglomerantes naturales y/o estabilización de suelo.

3.6 Método de análisis de datos

La presente investigación, se realizará mediante un método descriptivo; esto se refiere a que se detallará todos los resultados alcanzados del estudio de aplicación de la ficha registro realizado sobre el comportamiento del aglomerante con cal y yeso en la estabilización del suelo del lugar de intervención siendo en el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca. Donde, toda la información se tomará como base y sujeta de análisis para reconocer la situación actual en la que se encuentra la investigación.

3.7 Aspectos éticos

Para el desarrollo, y utilización de los diversos aspectos éticos se consideraron los lineamientos dados por la universidad César Vallejo, específicamente en su resolución N°0126 -2.017/UCV, donde entre los aspectos éticos empleados fueron los siguientes:

- i. Neutralidad: el presente criterio se aplicará al momento de exponer los resultados encontrados en el estudio de suelo para determinar el comportamiento actual que tiene un aglomerante natural en el suelo. Asimismo, se indica que se realizará de manera objetiva sin modificar la percepción
- ii. Confidencialidad: el presente aspecto ético será empleado al momento de fundamentar toda la información que compone la investigación, es decir, se realizará un estudio para determinar el comportamiento del suelo adicionando el aglomerando de cal y yeso; donde los resultados obtenidos se utilizarán solo para uso académico.
- iii. Respeto: este aspecto ético se utilizará al momento de citar a cada uno de los diversos autores para incrementar la confiabilidad de la obtención de los datos, teoría, entre otros aspectos claves.

IV. RESULTADOS

4.1 Localización de la zona de estudio

La zona de intervención se localiza en el departamento de Cajamarca – provincia Cutervo – Santo Domingo de La Capilla; el tramo en estudio permite el acceso a la comunidad de Cedropampa y Pan de azúcar siendo estas comunidades muy importantes en el sector de la agricultura y ganadería.



Figura 1: Localización del lugar en estudio

Fuente: Elaborado por el autor

4.2 Ubicación del tramo de estudio

El lugar de intervención pertenece al distrito Santo Domingo de La Capilla – Cutervo, dicho tramo tiene 3.016 km, que se encuentra en condiciones regulares esto se debe a las fuertes lluvias y fenómenos que se presentan en la zona, estos fenómenos ambientales hacen que el tramo sufra deslizamientos, hundimientos, grietas provocando la obstrucción de flujo vehicular.



Figura 2: Vista del lugar y tramo en estudio.

Fuente: Elaborado por el autor

4.3 Identificar el tipo de suelo en el tramo La Capilla - Cedropampa, Cajamarca – 2021.

4.3.1 Muestras de suelos.

Luego de haber extraído las muestras de los puntos donde se realizaron las calicatas, se comenzó a realizar los ensayos correspondientes de análisis granulométrico, contenido de humedad y límites de Atterberg para determinar el tipo de suelo.

4.3.1.1 Muestra extraída KM 0+360

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 1: Análisis granulométrico por tamizado. Calicata-1

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|----------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.700 | 10.8 | 89.3 |
| 3/8" | 9.525 | 15.6 | 84.4 |
| 1/4" | 6.350 | 15.6 | 84.4 |
| # 4 | 4.760 | 28.7 | 71.3 |
| # 8 | 2.360 | 35.1 | 64.9 |
| # 10 | 2.000 | 40.2 | 59.8 |
| # 30 | 0.600 | 47.3 | 52.7 |
| # 40 | 0.420 | 49.3 | 50.7 |
| # 50 | 0.300 | 50.4 | 49.6 |
| # 80 | 0.180 | 55.5 | 44.5 |
| # 100 | 0.150 | 59.2 | 40.8 |
| # 200 | 0.075 | 70.1 | 29.9 |
| < # 200 | FONDO | 100.0 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|----------------|--------|
| % Grava | 28.70% |
|----------------|--------|

| | |
|----------------|--------|
| % Arena | 41.50% |
|----------------|--------|

| | |
|-----------------------|--------|
| % Arcilla Limo | 29.90% |
|-----------------------|--------|

| | |
|---------------------------------|------|
| Contenido de Humedad (%) | 19.8 |
|---------------------------------|------|

Fuente: Elaborado por el autor

En relación a los resultados obtenidos del análisis granulométrico de la Calicata – 1, se ha obtenido 28.70% de grava, 41.50% de arena y 29.90% de arcilla – limo. Con una humedad de 19.8%. así también los resultados obtenidos se representan en la siguiente curva granulométrica.

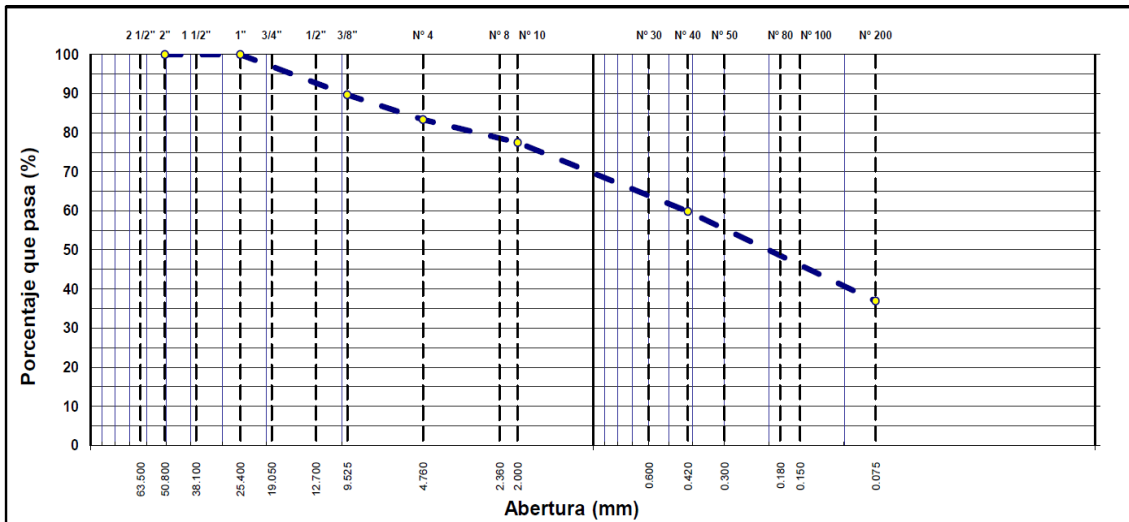


Figura 3 curva granulométrica calicata - 1

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 2 Ensayo de límite de atterberg. calicata-1

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite líquido (LL) | 33.2 % |
| Límite Plástico (LP) | 20.9 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 12.3 % |

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo al ensayo de límite de consistencia o Atterberg, se observa que el suelo de la Calicata -1, contiene 33.2% de límite líquido (LL), 20.9% de límite plástico (LP) y un índice plástico (IP) de 12.3%. según el MTC 2014 de acuerdo a su clasificación nos indica que el suelo presenta un índice plástico medio con característica de suelo arcilloso ya que su $I.P \leq 20$; $I.P > 7$. Así mismo la norma nos indica que un suelo con presencia de arcilla en relación a su tamaño es riesgoso en un suelo de subrasante por lo que es necesario estabilizar.

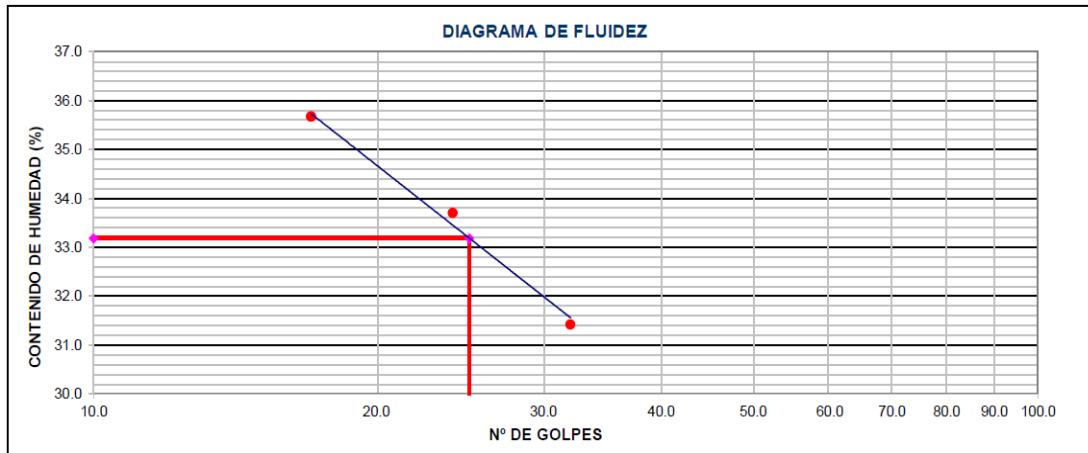


Figura 4 Diagrama de fluidez calicata - 1

Fuente: Elaborado por el autor

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 3 Clasificación S.U.C.S. de la Calicata-1

| Clasificación S.U.C.S. | SC |
|-------------------------------|-----------|
| Descripción del suelo | |
| Arena arcillosa | |

Fuente: Elaborado por el autor

En función a la clasificación S.U.C.S., nos muestra que el suelo de la calicata-1 es un (SC) arena arcillosa.

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 4 Clasificación AASHTO de la calicata-1

| Clasificación AASHTO | A-2-6 (1) |
|-----------------------------|------------------|
| Descripción | |
| Excelente a buena | |

Fuente: Elaborado por el autor

Con relación a la clasificación AASHTO se tuvo para calicata -1 la denominación A-2-6 (1), según el MTC 2014 lo considera un suelo regular a insuficiente. Asimismo, nos indica que los tipos de suelo a estabilizar pueden ser A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 encontrándose nuestro suelo en subgrupo del grupo A-2.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 5 Relación densidad/humedad (Proctor) de la calicata – 1

| | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------|
| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm ³ | |
| | Peso Molde | 4265 | gr | |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Contenido de agua (%) | 11.71 | 13.82 | 15.93 | 17.81 |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.745 | 1.813 | 1.836 | 1.777 |
| Resultados | | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.837 | gr/cm ³ | Humedad óptima | 15.50% |

Fuente: Elaborado por el autor

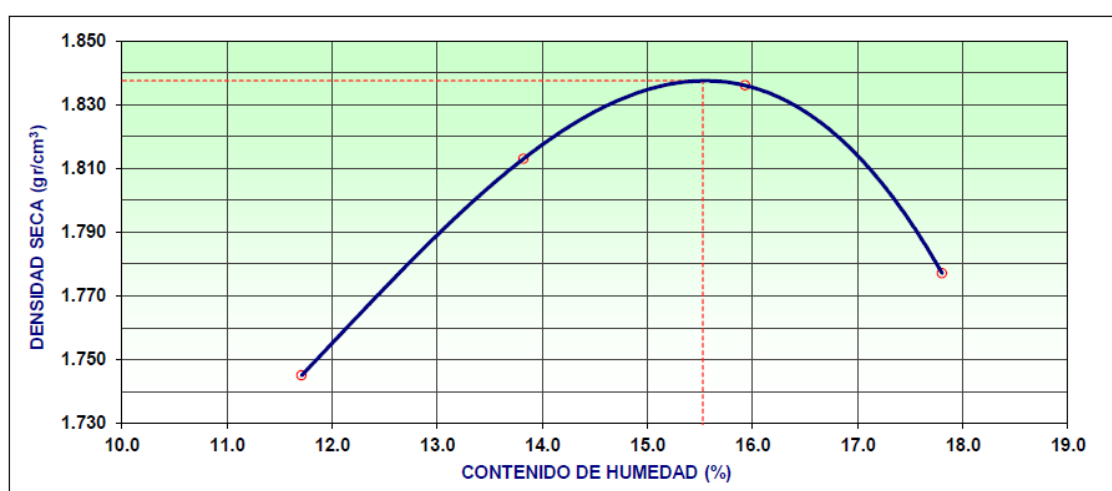


Figura 5 Relación humedad – densidad seca. calicata - 1

Fuente: Elaborado por el autor

Referente al ensayo de Proctor se puede observar una densidad máxima seca de 1.837 gr/cm³, para un contenido de humedad de 15.50% en el suelo de la Calicata – 1.

Tabla 6: Ensayo de CBR del suelo en laboratorio C1 – C2

| DESCRIPCIÓN | CALICATA -1 | CALICATA -2 |
|----------------------|-------------|-------------|
| C.B.R AL 95% DE MDS | 8.4 | 7.7 |
| C.B.R AL 100% DE MDS | 12.4 | 13 |

Fuente: Elaborado por el autor

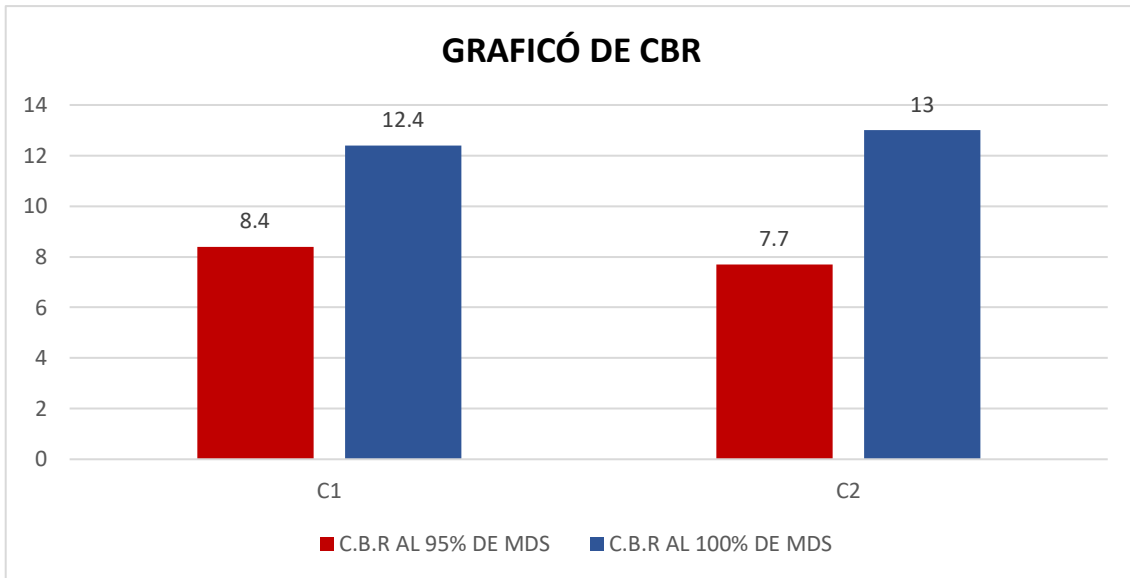


Figura: 6 Gráfico de la Relación soporte californiana (CBR) al 95% y 100% del suelo natural.

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura y tabla anterior se puede ver que para la calicata – 1 se tiene al 95 % un 8.4 de la MDS, en la calicata -2 al 95% un 7.7 de la MDS. Por otra parte, también tenemos para el CBR al 100% un 12.4% C-1 y un 13% C-2. De acuerdo al MTC (2014) indica que nuestro suelo es un S3, ya que se encuentra en el rango el $CBR \geq 10\%$; $CBR < 20\%$ considerado de regular a bueno para uso como subrasante.

4.3.1.2 Muestra extraída KM .2+400

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 7 Análisis granulométrico por tamizado. Calicata-2

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 4.9 | 95.1 |
| 3/8" | 9.525 | 10.3 | 89.7 |
| 1/4" | 6.350 | 10.3 | 89.7 |
| # 4 | 4.760 | 16.6 | 83.4 |
| # 8 | 2.360 | 19.5 | 80.5 |
| # 10 | 2.000 | 22.5 | 77.5 |
| # 30 | 0.600 | 34.1 | 65.9 |
| # 40 | 0.420 | 40.2 | 59.8 |
| # 50 | 0.300 | 43.3 | 56.7 |

| | | | |
|---------|-------|------|------|
| # 80 | 0.180 | 52.5 | 47.5 |
| # 100 | 0.150 | 56.5 | 43.5 |
| # 200 | 0.075 | 63.1 | 36.9 |
| < # 200 | FONDO | 29.9 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|----------------|--------|
| % Grava | 16.60% |
|----------------|--------|

| | |
|----------------|--------|
| % Arena | 46.50% |
|----------------|--------|

| | |
|-------------------------|--------|
| % Arcilla y Limo | 36.90% |
|-------------------------|--------|

| | |
|---------------------------------|------|
| Contenido de Humedad (%) | 25.3 |
|---------------------------------|------|

Fuente: Elaborado por el autor

Respecto al ensayo de análisis granulométrico realizado a la calicata – 2 se puede observar un 16.60% de grava, 46.50% de arena y 36.90% de arcilla – limo. Así mismo lo muestras la siguiente curva granulométrica.

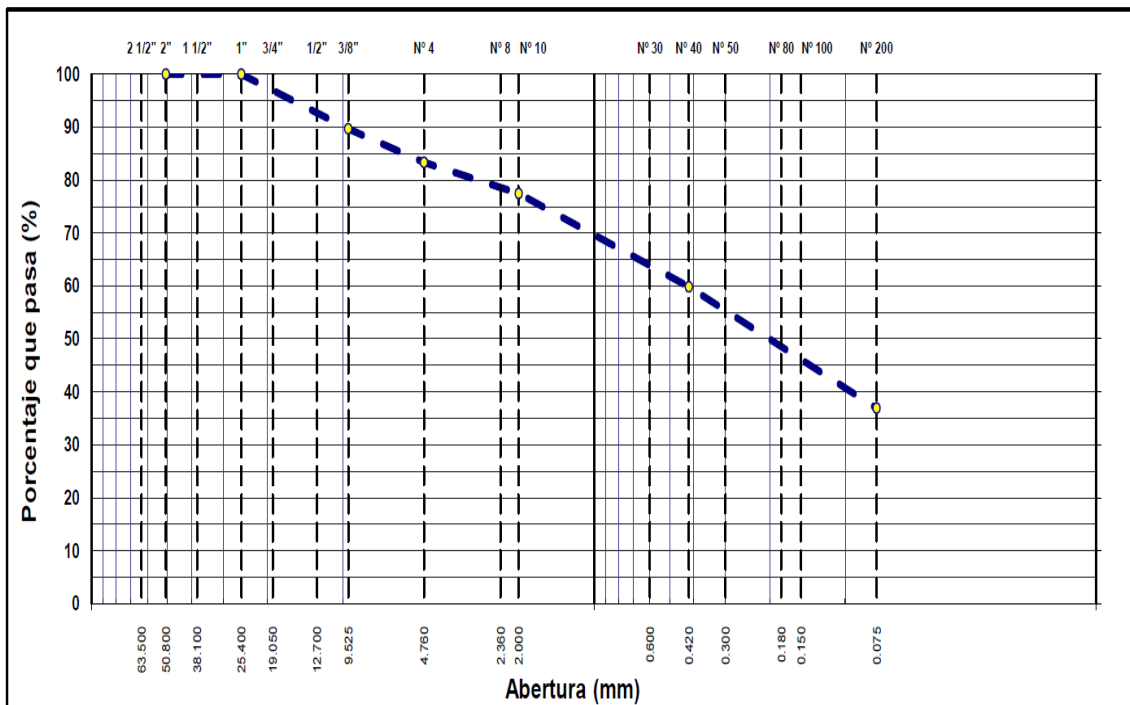


Figura 6 Curva granulométrica calicata - 2

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 8 Ensayo de límite de atterberg Calicata – 2

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite líquido (LL) | 40.8 % |
| Límite Plástico (LP) | 25.4 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 15.3 % |

Fuente: *Elaborado por el autor*

En relación al ensayo realizado de límite de consistencia o Atterberg, se determinó que el suelo de la Calicata -2, contiene 40.8% de límite líquido (LL), 25.4% de límite plástico (LP) y un índice plástico (IP) de 15.3%. según el MTC 2014 de acuerdo a su clasificación de suelos según índice de plasticidad nos indica que el suelo presenta un índice plástico medio con característica de suelo arcilloso ya que su $I.P \leq 20$; $I.P > 7$. Así mismo la norma nos indica que un suelo con presencia de arcilla en relación a su tamaño es peligroso en un suelo de subrasante.

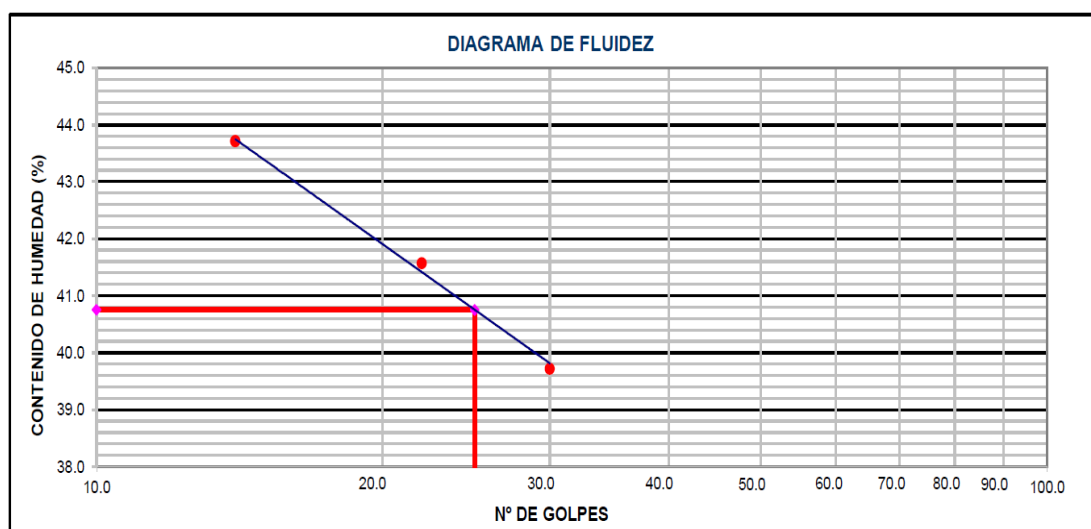


Figura 7 Diagrama de fluidez calicata - 2

Fuente: *Elaborado por el autor*

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 9 Clasificación S.U.C.S. de la calicata-2

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Clasificación S.U.C.S. | SC |
| Descripción del suelo | |
| Arena arcillosa | |

Fuente: *Elaborado por el autor*

De la tabla de clasificación S.U.C.S., nos muestra que la calicata -2 es un (SC) que representa una arena arcillosa.

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 10 Clasificación AASHTO de la calicata-2

| | |
|-------------------------------|----------------|
| Clasificación AASHTO | A-6 (1) |
| Descripción | |
| Regular a insuficiente | |

Fuente: Elaborado por el autor

Con respecto a la clasificación según AASHTO la denominación para la calicata -2 es un A-6 (1), que se considera un suelo Regular a insuficiente.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 11 Relación densidad/humedad (Proctor) de la calicata – 2

| | | | | | |
|--------------------------|---------------|----------|----------------|----------|--|
| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm3 | | |
| | Peso Molde | 4265 | gr | | |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Contenido de agua (%) | 16.67 | 18.64 | 20.61 | 22.76 | |
| Densidad seca (gr/cm3) | 1.584 | 1.654 | 1.681 | 1.623 | |
| Resultados | | | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.681 | gr/cm3 | Humedad óptima | 20.50% | |

Fuente: Elaborado por el autor

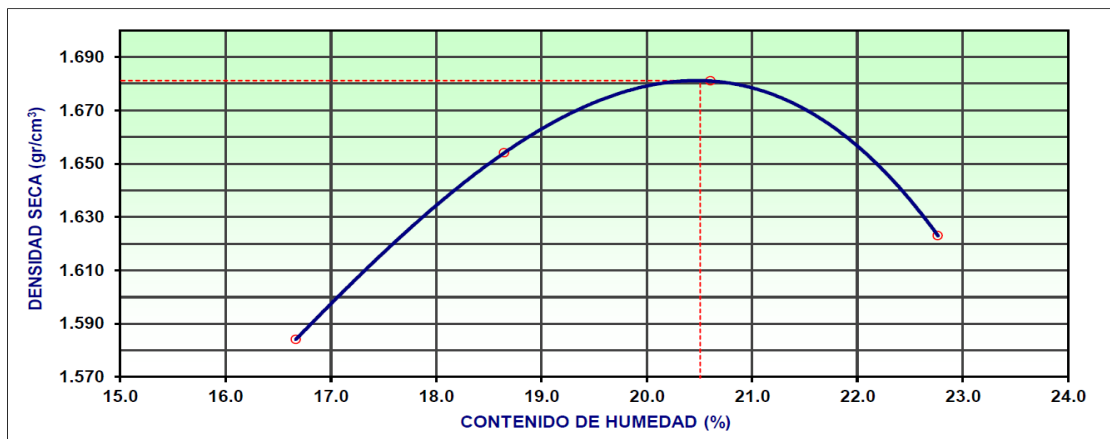


Figura 8 Relación humedad – densidad seca. calicata - 2

Fuente: Elaborado por el autor

Con relación al ensayo de Proctor se obtuvo como resultado para la calicata – 2 una densidad máxima seca de 1.681 gr/cm³, para un contenido de humedad de 20.50%.

4.3.1.3 Resumen de las propiedades de los suelos analizados.

Tabla 12 Propiedades de los suelos analizados

| ESTADO NATURAL | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|---------|---------|-------------------|----------|-----------|
| CALICATA | LL | LP | IP | % GRAVA | % FINOS | % LIMO Y ARCILLAS | S.U.C.S. | AASHTO |
| C - 1 | 33.2 | 20.9 | 12.3 | 28.7 | 41.5 | 29.9 | SC | A-2-6 (1) |
| C - 2 | 40.8 | 25.4 | 15.3 | 16.6 | 46.5 | 36.9 | SC | A-6 (1) |

Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la tabla anterior el tramo La Capilla – Cedro Pampa está conformado por arenas arcillosas con un índice de plasticidad medio, pues la intersección entre el límite plástico y el límite líquido se encuentra debajo de la línea A en la carta de plasticidad de Casagrande.

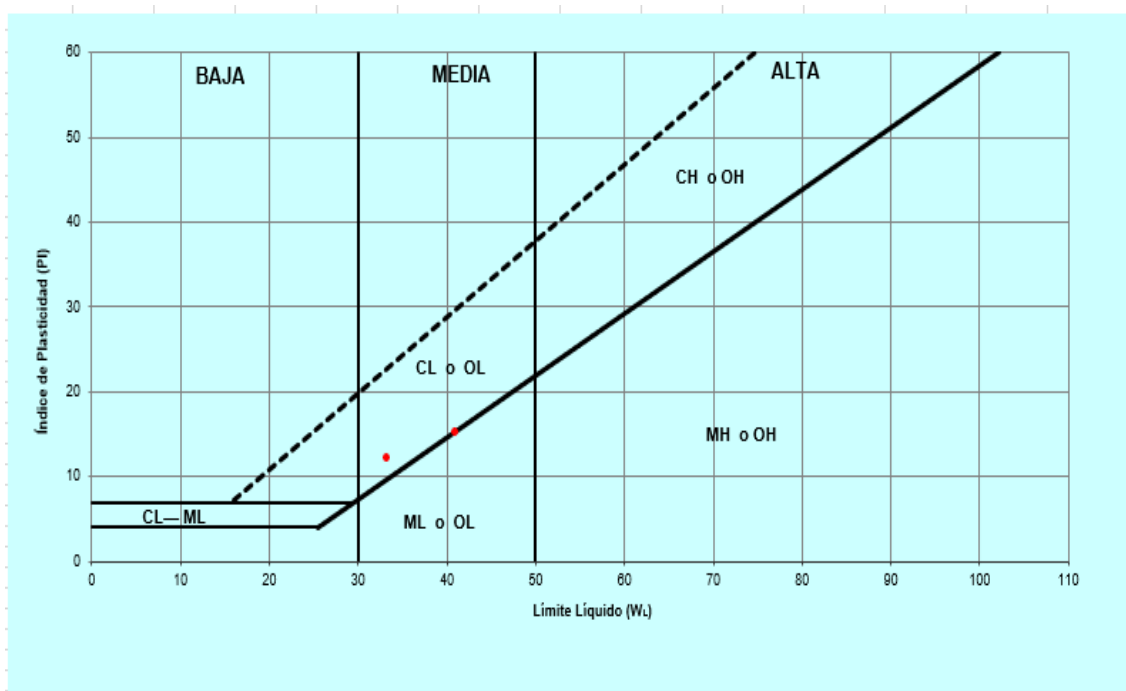


Figura 9 Ubicación de los puntos analizados en la carta de plasticidad

Fuente: Elaborado por el autor

4.4 Determinar los componentes de la cal y yeso mediante el ensayo físico y químico.

4.4.1 Composición física y química de la cal

La cal utilizada para nuestra investigación es la cal viva, el lugar de donde se obtuvo dicho aglomerante es de fabricación industrial de la provincia de Bambamarca en el departamento de Cajamarca.

Análisis físicos

Tabla 13: Composición física del óxido de calcio(cal)

| Determinación | Resultados |
|----------------------|-------------------|
| Aspecto | Bueno |
| Color | Blanco |

Fuente: Elaborado por el autor

Análisis químico

Tabla 14: Composición química del óxido de calcio(cal)

| Determinación | Formulas | Unidades | Resultados |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| Oxido de calcio | CaO | % | 82.53 |
| Oxido de Hierro | Fe ₂ O ₃ | % | 0.064 |
| Oxido de magnesio | MgO | % | 0.528 |
| Oxido de silicio | SiO ₂ | % | 1.79 |
| Oxido de aluminio | Al ₂ O ₃ | % | 0.51 |
| Impurezas de carbón | | % | 0.78 |

Fuente: Elaborado por el autor

Según las tablas 12 y 13 se observa que la cal presenta una composición física: aspecto bueno y color blanco y en relación al análisis químico se logra observar un gran porcentaje de óxido de calcio de 82.53%, óxido de hierro 0.64 %, óxido de magnesio de 0.528%, óxido de silicio de 1.79 %, óxido de aluminio de 0.51 % y por último un 0.78% de impurezas de carbón. Así mismo se logra apreciar que el elemento químico que más prevalece es el óxido de calcio con un porcentaje elevado por lo que su pureza es alta.

4.4.2 Composición física y química del yeso

El yeso utilizado para nuestra investigación es de procedencia del departamento de Lambayeque – Morrope.

Análisis físico

Tabla 15: Composición física del sulfato de calcio (yeso)

| DETERMINACIONES | RESULTADOS |
|------------------------|-------------------|
| Color | Blanco - Beise |
| Apariencia | Polvo granulado |
| Olor | Inoloro |
| Humedad | 0.64 |
| pH | 7.78 |
| PUREZA | 66.48 |

Fuente: Elaborado por el autor

Análisis químico

Tabla 16: Composición química del sulfato de calcio (yeso)

| DETERMINACIONES | UNIDADES | RESULTADOS |
|------------------------|-----------------|-------------------|
| Sulfato | % | 38.73 |
| Calcio | % | 27.15 |
| Azufre | % | 16.01 |
| Fosforo | mg/kg | 0.29 |
| Potasio | % | 0.18 |
| Magnesio | % | 0.11 |
| Sodio | mg/kg | 6.71 |

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 17: parámetros del sulfato de calcio (yeso)

| PARAMETROS | UNIDADES | RESULTADOS |
|-------------------|-----------------|-------------------|
| Plomo | Pb mg/kg | 0.0063 |
| Cadmio | Cd mg/kg | 0.0021 |
| Hierro | Fe mg/kg | 1.81 |
| Cobre | Cu mg/kg | 0.43 |
| Zinc | Zn mg/kg | 0.66 |

Según las tablas anteriores podemos observar que su composición física del yeso está conformada por un color blanco beise de apariencia polvo granulado siendo inoloro, por otra parte, presenta una humedad de 0.64 un pH de 7.78 con una pureza de 66.48. para la composición química de la cal se tiene sulfato con 38.73%, calcio 27.15%, azufre 16.01%, fosforo 0.29 mg/kg, potasio 0.18, magnesio 0.11% y sodio 6.71 mg/kg respectivamente.

Por otra parte, obtuvo parámetros importantes para el aglomerante, donde se observa la presencia de plomo con un valor de 0.0063, 0.0021 de cadmio, 1.81 de hierro, 0.43 de cobre y 0.66 de zinc. Se puede notar una mayor cantidad de hierro para el aglomerante yeso.

4.5 Analizar el comportamiento de un aglomerante natural empleando cal y yeso al 2%, 3% y 5 % en la estabilización del suelo

4.5.1 Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 18 Análisis granulométrico por tamizado. Suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|----------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 10.4 | 89.6 |
| 3/8" | 9.525 | 4.7 | 84.9 |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 84.9 |
| # 4 | 4.760 | 12.6 | 72.3 |
| # 8 | 2.360 | 6.3 | 66.0 |
| # 10 | 2.000 | 4.9 | 61.1 |
| # 30 | 0.600 | 7.3 | 53.8 |
| # 40 | 0.420 | 2.2 | 51.6 |
| # 50 | 0.300 | 1.1 | 50.5 |
| # 80 | 0.180 | 5.3 | 45.2 |
| # 100 | 0.150 | 4.0 | 41.2 |
| # 200 | 0.075 | 11.3 | 29.9 |
| < # 200 | FONDO | 29.9 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|----------------|--------|
| % Grava | 27.70% |
|----------------|--------|

| | |
|----------------|--------|
| % Arena | 42.40% |
|----------------|--------|

| | |
|-------------------------|--------|
| % Arcilla y Limo | 29.90% |
|-------------------------|--------|

| | |
|---------------------------------|--|
| Contenido de Humedad (%) | |
|---------------------------------|--|

Fuente: Elaborado por el autor

Con respecto al ensayo granulométrico realizado al suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso los resultados que se obtuvo son un 27.70% de grava, 42.40% de arena y 29.90% de arcilla – limo. De tal manera se representa en la siguiente curva granulométrica.

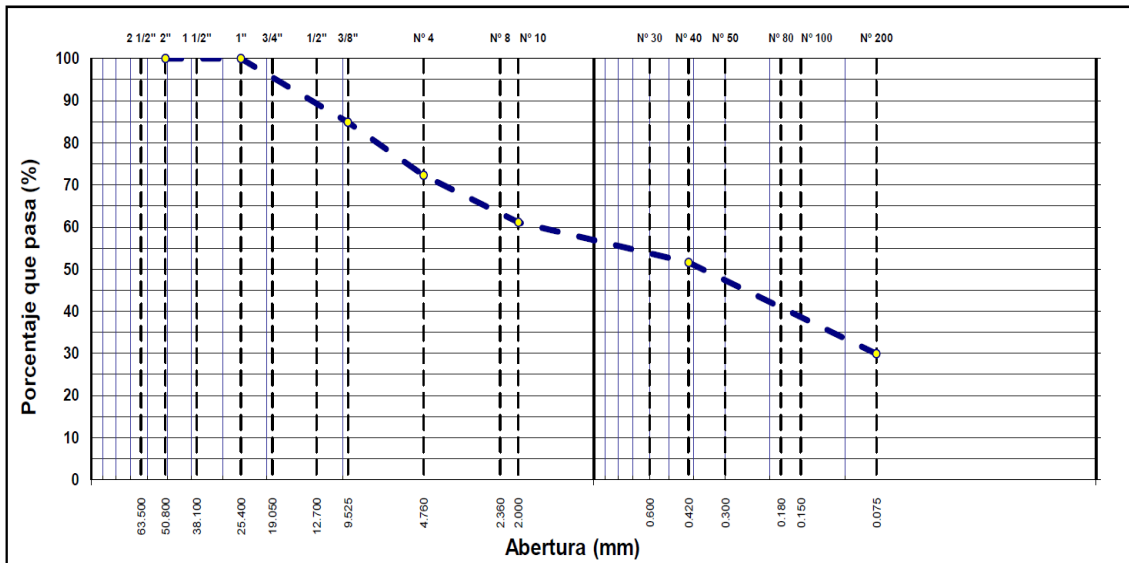


Figura 10 Curva granulométrica Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 19 Ensayo de límite de atterberg. suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite líquido (LL) | 28.2 % |
| Límite Plástico (LP) | 18.6 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 9.6 % |

Fuente: Elaborado por el autor

En el ensayo de límite de consistencia, se observó que el suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso, contiene 28.2% de límite líquido (LL), 18.6% de límite plástico (LP) y un índice plástico (I.P) de 9.6%. Estos resultados nos muestran que la cal y yeso al 2% disminuyen el IP del suelo, de acuerdo a la norma del MTC (2014) lo clasifica como un suelo de mediana plasticidad ya que su $I.P > 7$, $I.P \leq 20$.

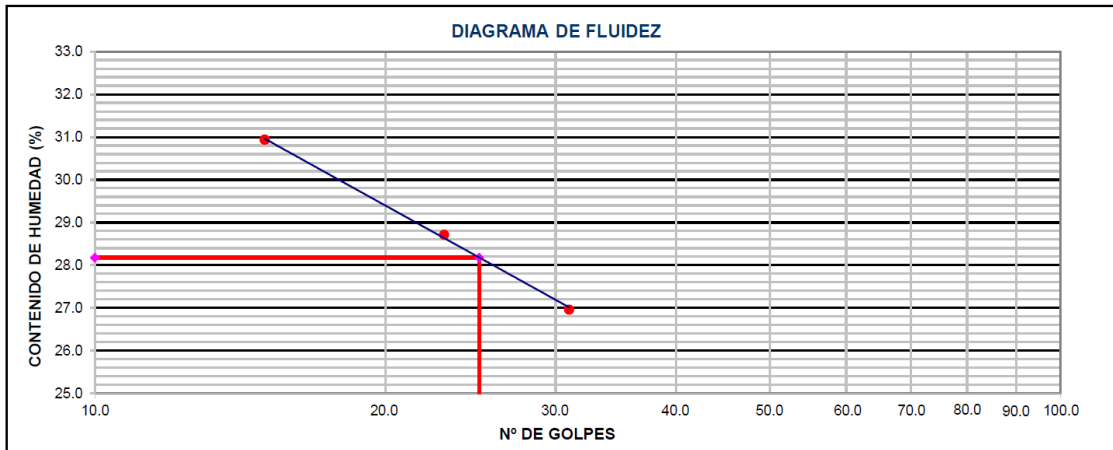


Figura 11 Diagrama de fluidez Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso

Fuente: Elaboración propia

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 20 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| Clasificación S.U.C.S. | SC |
|-------------------------------|-----------|
| Descripción del suelo | |
| Arena arcillosa | |

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a la clasificación S.U.C.S., para el suelo de la Suelo natural (C-1) + 2% de Cal + 2% de Yeso, se identificó que es esta en el grupo (SC) arenas arcillosas.

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 21 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| Clasificación AASHTO | A-2-4 (0) |
|-----------------------------|------------------|
| Descripción | |
| Excelente a bueno | |

Fuente: Elaborado por el autor

Según AASHTO se observó que el Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso está ubicado en el grupo A-2-4 (0), que se considera como un suelo de excelente a bueno.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 22 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| | | | |
|--------------------------|---------------|----------|----------------|
| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm3 |
| | Peso Molde | 4265 | gr |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 |
| Contenido de agua (%) | 8.93 | 10.86 | 12.94 |
| Densidad seca (gr/cm3) | 1.696 | 1.773 | 1.807 |
| Resultados | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.807 | gr/cm3 | Humedad óptima |
| | | | 12.80% |

Fuente: Elaborado por el autor

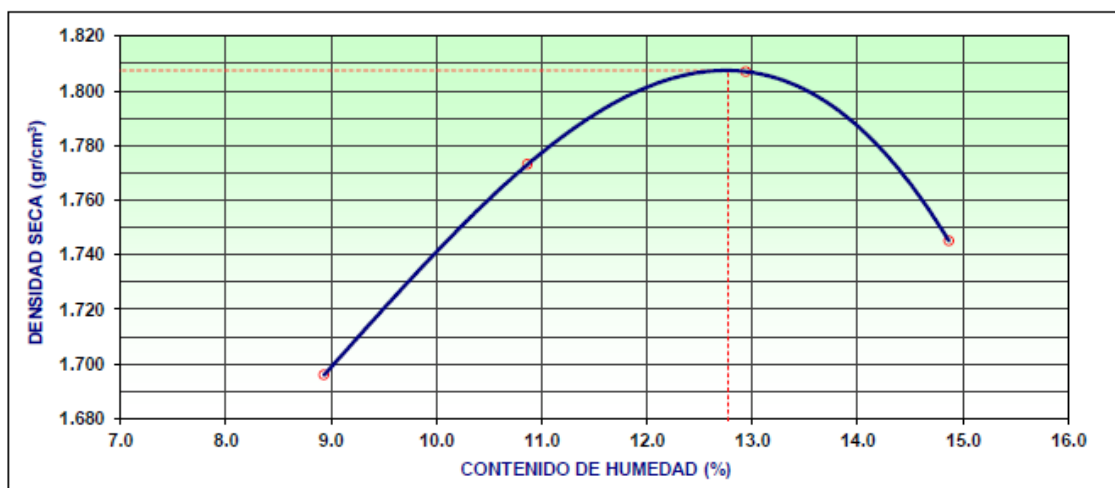


Figura 12 Relación humedad – densidad seca. Calicata - 1

Fuente: Elaborado por el autor

Como se observa el Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso presenta una densidad máxima seca de 1.807 gr/cm³, para un contenido de humedad de 12.80%.

Ensayo de CBR

Tabla 23 Ensayo CBR del suelo natural (C-1) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| ENSAYO CBR | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.807 | gr/cm ³ | | |
| Humedad óptima | 12.80 | % | | |
| Resultados | | | | |
| CBR al 100% de MDS (%) | 0.1" | 16.9 | 0.2" | 18.8 |
| CBR al 95% de MDS (%) | 0.1" | 13.3 | 0.2" | 15.4 |

Fuente: Elaborado por el autor

Para el ensayo de CBR del Suelo natural (C-1) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso se tuvo al 100% un CBR de 16.9% y al 95 % un 13.3%. cómo se puede observar hubo un aumento en relación a un 12.3 % en estado natural.

4.5.2 Suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso.

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 24 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 10.1 | 89.9 |
| 3/8" | 9.525 | 4.6 | 85.3 |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 85.3 |
| # 4 | 4.760 | 12.3 | 73.0 |
| # 8 | 2.360 | 6.1 | 66.9 |
| # 10 | 2.000 | 4.9 | 62.0 |
| # 30 | 0.600 | 7.1 | 54.9 |
| # 40 | 0.420 | 2.4 | 52.5 |
| # 50 | 0.300 | 1.2 | 51.3 |
| # 80 | 0.180 | 5.3 | 46.0 |
| # 100 | 0.150 | 4.1 | 41.9 |
| # 200 | 0.075 | 11.4 | 30.5 |
| < # 200 | FONDO | 30.5 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|----------------|--------|
| % Grava | 27.00% |
|----------------|--------|

| | |
|----------------|--------|
| % Arena | 42.50% |
|----------------|--------|

| | |
|-------------------------|--------|
| % Arcilla y Limo | 30.50% |
|-------------------------|--------|

| |
|---------------------------------|
| Contenido de Humedad (%) |
|---------------------------------|

Fuente: Elaborado por el autor

Se logra observar de la tabla de granulometría para el suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso, se ha logrado obtener un 27.00% de grava, 42.50% de arena y 30.50% de arcilla – limo. Así también se logra representar en la siguiente su curva granulométrica.

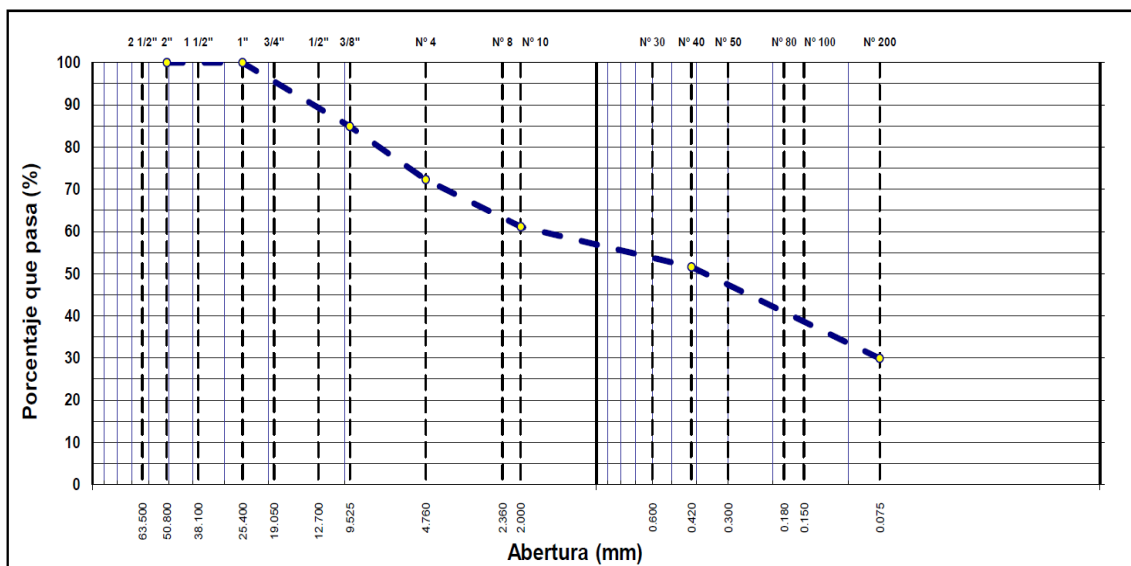


Figura 13 Curva granulométrica Suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 25 Ensayo de límite de atterberg. suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite líquido (LL) | 25.5 % |
| Límite Plástico (LP) | 19 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 6.5 % |

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a los ensayos de límite de consistencia al suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso, se obtiene como resultado un 25.5% de límite líquido (LL), 19.00% de límite plástico (LP) y un índice de plasticidad (IP) de 6.5%.

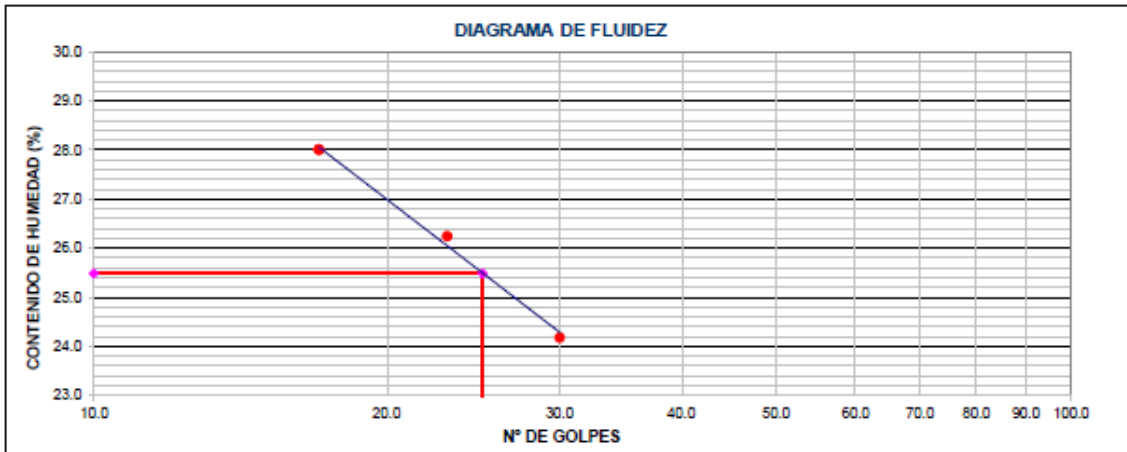


Figura 14 Diagrama de fluidez suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 26 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Clasificación S.U.C.S. | SC - SM |
|-------------------------------|----------------|
| Descripción del suelo | |
| Arena arcillosa | |

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a su clasificación del Suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso se obtuvo que se encuentra en el grupo (SC – SM) con una denominación de arena limo arcillosas.

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 27 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Clasificación AASHTO | A-2-4 (0) |
|-----------------------------|------------------|
| Descripción | |
| Excelente a Bueno | |

Fuente: Elaborado por el autor

De los resultados, según AASHTO se pudo determinar la denominación A-2-4 (0), que se considera un suelo excelente a bueno.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 28 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm3 | |
|--------------------------|---------------|----------|----------------|----------|
| | Peso Molde | 4265 | gr | |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Contenido de agua (%) | 7.39 | 9.27 | 11.29 | 13.34 |
| Densidad seca (gr/cm3) | 1.668 | 1.748 | 1.783 | 1.71 |
| Resultados | | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.783 | gr/cm3 | Humedad óptima | 11.10% |

Fuente: Elaborado por el autor

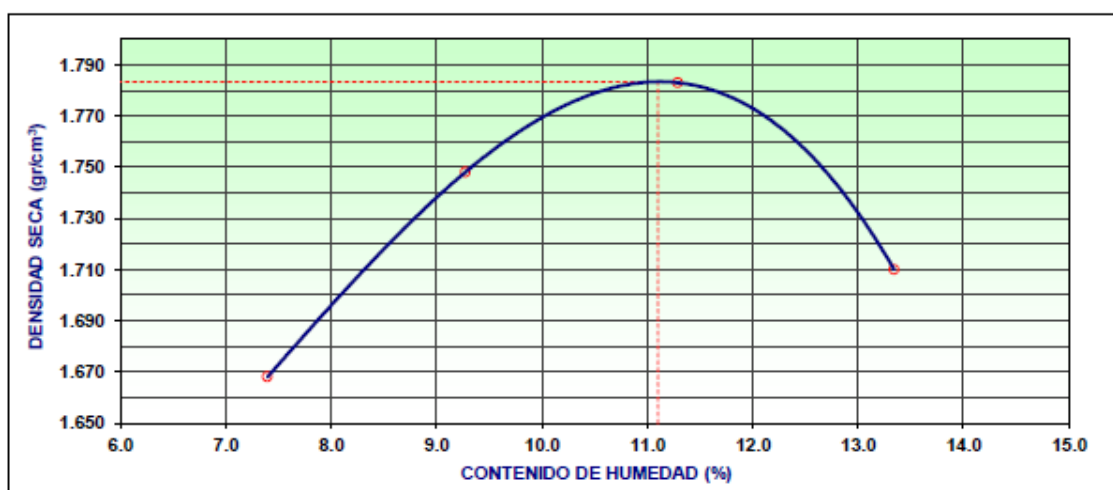


Figura 15 Relación humedad – densidad seca. suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

En la gráfica y cuadro anterior nos muestra una densidad máxima seca de 1.783 gr/cm³, para un contenido de humedad de 11.10% del Suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso.

Ensayo de CBR

Tabla 29 Ensayo CBR del Suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| ENSAYO CBR | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.783 | gr/cm ³ | | |
| Humedad óptima | 11.10 | % | | |
| Resultados | | | | |
| CBR al 100% de MDS (%) | 0.1" | 19.1 | 0.2" | 21.2 |
| CBR al 95% de MDS (%) | 0.1" | 16.5 | 0.2" | 19 |

Fuente: Elaborado por el autor

Del ensayo de CBR realizado al Suelo natural (C-1) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso nos muestra como resultados un 19.1 al 100% y 16.5 al 95% de la MDS. Según el MTC 2014 nos indica que los valores obtenidos se enmarcan en una categoría S3, identificándola como una subrasante buena.

4.5.3 Suelo natural (C-1) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso. Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 30 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 9.6 | 90.4 |
| 3/8" | 9.525 | 4.3 | 86.1 |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 86.1 |
| # 4 | 4.760 | 11.7 | 74.4 |
| # 8 | 2.360 | 6.0 | 68.4 |
| # 10 | 2.000 | 4.6 | 63.8 |
| # 30 | 0.600 | 7.4 | 56.4 |
| # 40 | 0.420 | 2.5 | 53.9 |
| # 50 | 0.300 | 1.3 | 52.6 |
| # 80 | 0.180 | 5.5 | 47.1 |
| # 100 | 0.150 | 4.4 | 42.7 |
| # 200 | 0.075 | 11.6 | 31.1 |
| < # 200 | FONDO | 31.1 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|---------|--------|
| % Grava | 25.60% |
|---------|--------|

| | |
|----------------|--------|
| % Arena | 43.30% |
|----------------|--------|

| | |
|-------------------------|--------|
| % Arcilla y Limo | 31.10% |
|-------------------------|--------|

| | |
|---------------------------------|--|
| Contenido de Humedad (%) | |
|---------------------------------|--|

Fuente: Elaborado por el autor

Para el ensayo de granulometría realizado al suelo natural (C-1) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso, se obtuvo como resultado un 25.60% de grava, 43.30% de arena y 31.10% de arcilla – limo. Así mismo lo representa la curva de granulometría siguiente.

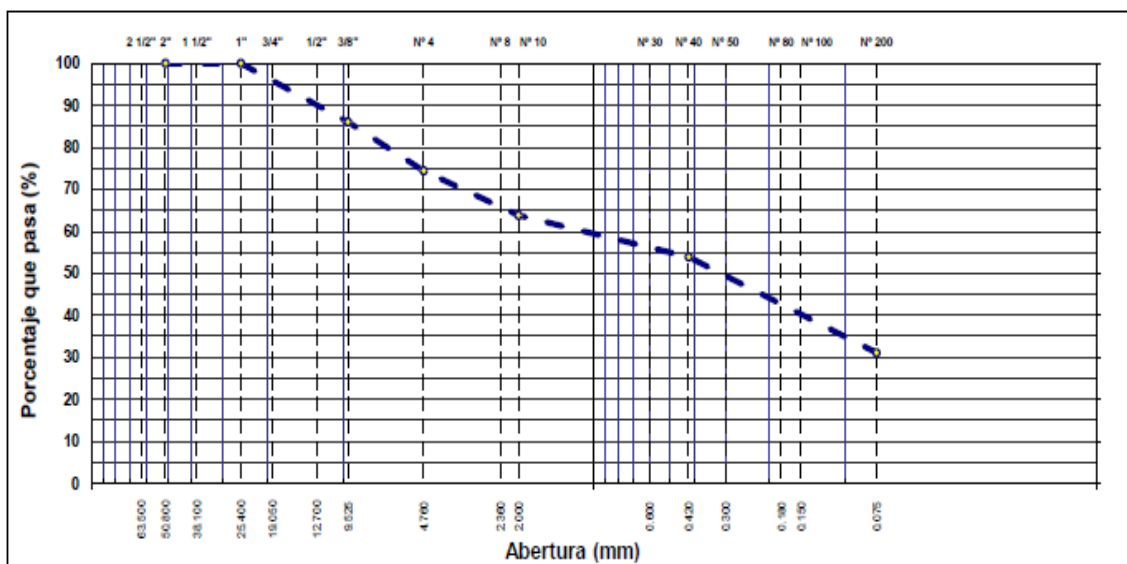


Figura 16 Curva granulométrica suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 31 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-1) + 5% de cal viva +5% de yeso

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite líquido (LL) | 20.8 % |
| Límite Plástico (LP) | 17.6 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 3.2 % |

Fuente: Elaborado por el autor

Del ensayo de límite de consistencia realizado al suelo natural (C-1) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso, se obtuvo un 20.8% de límite líquido (LL), 17.6% de límite plástico (LP) y un índice plástico (IP) de 3.2%.

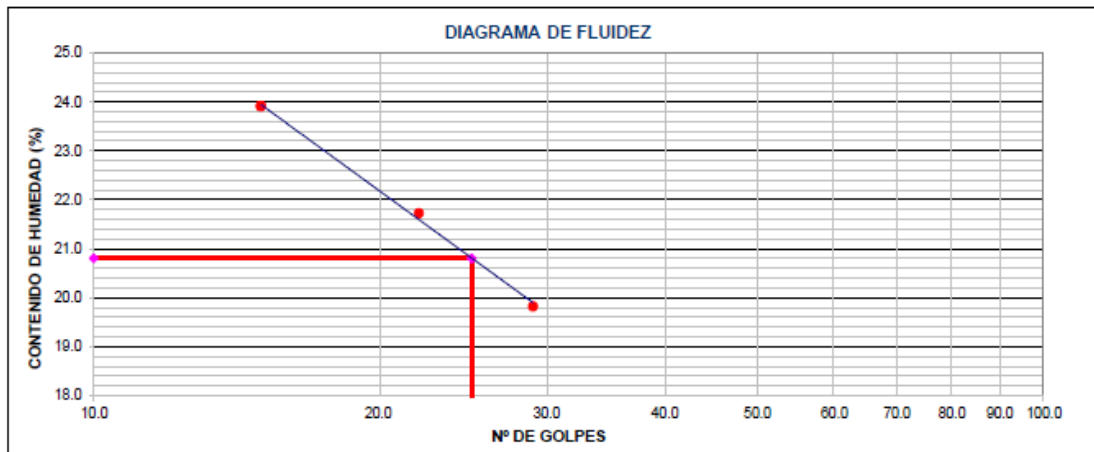


Figura 17 Diagrama de fluidez suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 32 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva +5% de yeso

| Clasificación S.U.C.S. | SM |
|------------------------|----|
| Descripción del suelo | |
| Arena limosa | |

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo al sistema de clasificación S.U.C.S., indica que Suelo natural (C-1) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso, arrojo como resultado un SM, reconociéndola como una arena limosa.

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 33 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| Clasificación AASHTO | A-2-4 (0) |
|--------------------------|-----------|
| Descripción | |
| Excelente a bueno | |

Fuente: Elaborado por el autor

Según el sistema AASHTO la denominación para el Suelo natural (C-1) + 5% de Cal viva + 5%, resulto ser un A-2-4 (0), que se considera un suelo excelente a bueno.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 34 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm3 | |
|--------------------------|---------------|----------|----------------|----------|
| | Peso Molde | 4265 | gr | |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Contenido de agua (%) | 7.79 | 9.89 | 11.89 | 13.86 |
| Densidad seca (gr/cm3) | 1.701 | 1.766 | 1.716 | 1.675 |
| Resultados | | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.767 | gr/cm3 | Humedad óptima | 9.60% |

Fuente: Elaborado por el autor

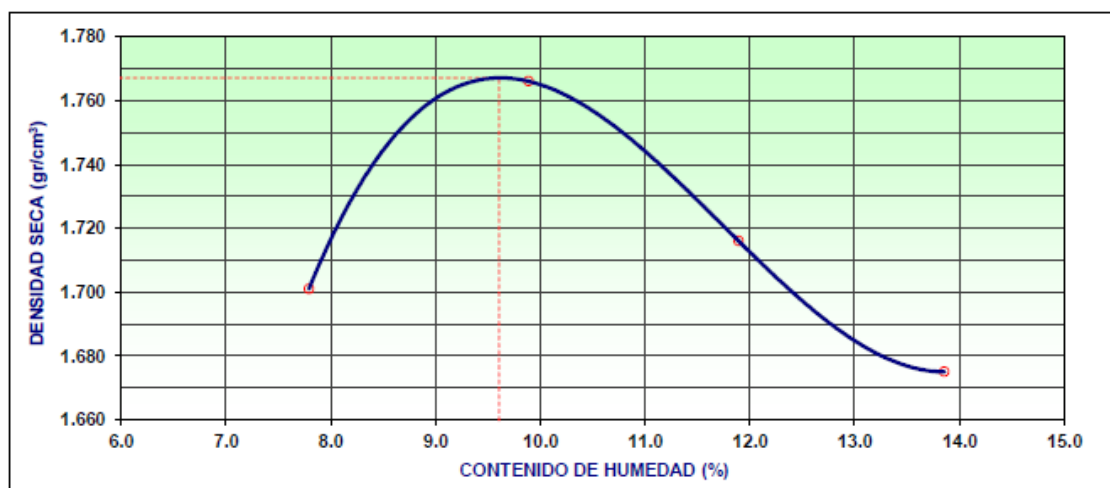


Figura 18 Relación humedad – densidad seca. calicata - 1

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados obtenidos del Suelo natural (C-1) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso respecto al ensayo de Proctor modificado se obtuvo una densidad máxima seca de 1.767 gr/cm3, para un contenido de humedad de 9.60%.

Ensayo de CBR

Tabla 35 Ensayo CBR del suelo natural (C-1) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| ENSAYO CBR | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.767 | gr/cm ³ | | |
| Humedad óptima | 9.60 | % | | |
| Resultados | | | | |
| CBR al 100% de MDS (%) | 0.1" | 22.7 | 0.2" | 24.9 |
| CBR al 95% de MDS (%) | 0.1" | 19.2 | 0.2" | 22.3 |

Fuente: Elaborado por el autor

Del cuadro de CBR del Suelo natural (C-1) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso se obtuvo como resultados un 22.7% al 100% y 19.2% al 95% de la MDS.

4.5.4 Suelo natural (C-2) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso. Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 36 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 4.8 | 95.2 |
| 3/8" | 9.525 | 5.3 | 89.9 |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 89.9 |
| # 4 | 4.760 | 6.1 | 83.8 |
| # 8 | 2.360 | 3.0 | 80.8 |
| # 10 | 2.000 | 3.2 | 77.6 |
| # 30 | 0.600 | 11.8 | 65.8 |
| # 40 | 0.420 | 6.3 | 59.5 |
| # 50 | 0.300 | 3.3 | 56.2 |
| # 80 | 0.180 | 9.3 | 46.9 |
| # 100 | 0.150 | 4.6 | 42.3 |
| # 200 | 0.075 | 7.3 | 35.0 |
| < # 200 | FONDO | 35.0 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|-------------------------|--------|
| % Grava | 16.20% |
| % Arena | 48.80% |
| % Arcilla y Limo | 35.00% |

Contenido de Humedad (%)

Fuente: Elaborado por el autor

De los resultados de granulometría del suelo natural (C-2) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso, se logró obtener un 16.20% de grava, 48.80% de arena y 35.00% de arcilla – limo. Así mismo se puede apreciar en la gráfica siguiente.

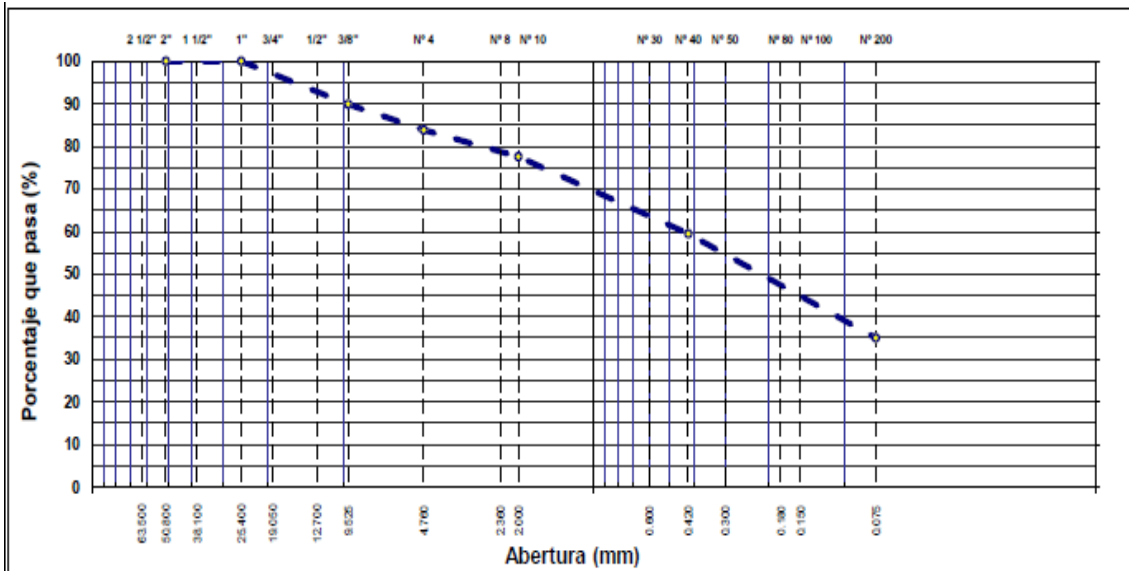


Figura 19 Curva granulométrica suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 37 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite líquido (LL) | 37.7 % |
| Límite Plástico (LP) | 25.9 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 11.8 % |

Fuente: Elaborado por el autor

Del ensayo de laboratorio de límite de consistencia, realizado al suelo natural (C-2) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso, se tuvo como resultado un 37.7% de límite líquido (LL), 25.9% de límite plástico (LP) y un índice plástico (IP) de 11.8%.

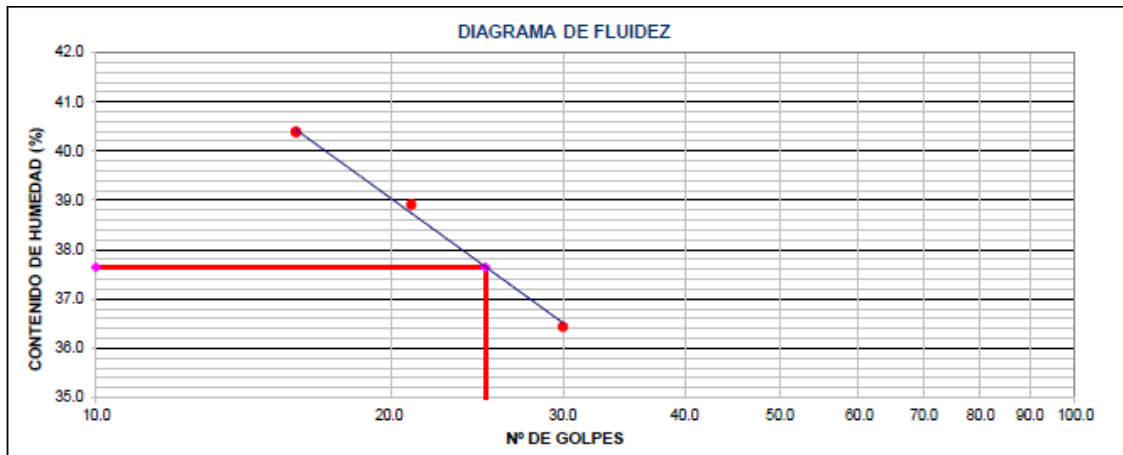


Figura 20 Diagrama de fluidez suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 38 Clasificación S.U.C.S. del Suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| Clasificación S.U.C.S. | SM |
|-------------------------------|-----------|
| Descripción del suelo | |
| Arena limosa | |

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados de la tabla 37 nos indica según clasificación SUCS un SM para el Suelo natural (C-2) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso, que corresponde a una arena limosa (SM).

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 39 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| Clasificación AASHTO | A-2-6 (0) |
|-----------------------------|------------------|
| Descripción | |
| Excelente a bueno | |

Fuente: Elaborado por el autor

La tabla 38 nos muestra que se obtuvo una denominación A-2-6 (0) según AASHTO, Así como también de acuerdo a su agrupación en la que se encuentra lo ubica en la categoría de excelente a bueno.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 40 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm3 | |
|--------------------------|---------------|----------|----------------|----------|
| | Peso Molde | 4265 | gr | |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Contenido de agua (%) | 14.23 | 16.05 | 18.12 | 20.19 |
| Densidad seca (gr/cm3) | 1.561 | 1.633 | 1.667 | 1.595 |
| Resultados | | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.667 | gr/cm3 | Humedad óptima | 17.90% |

Fuente: Elaborado por el autor

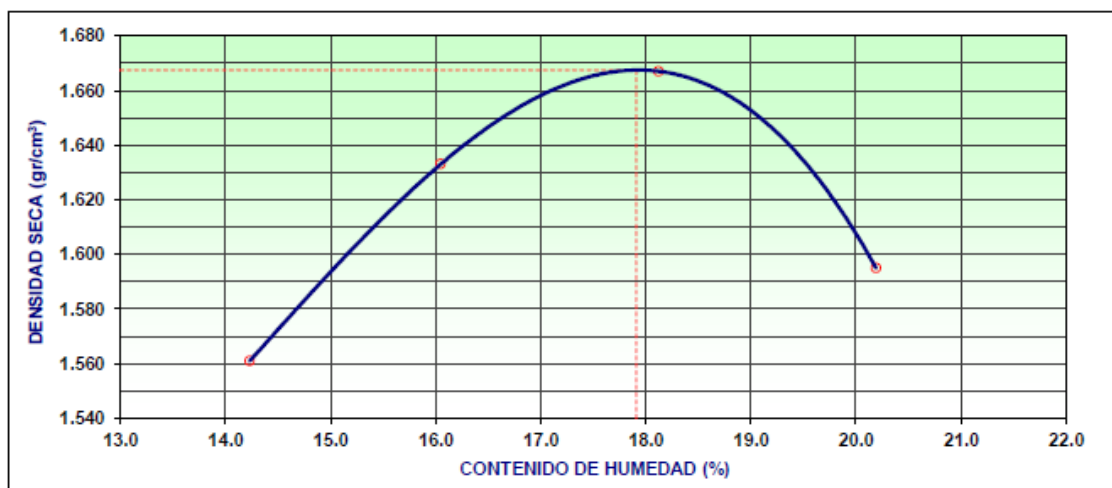


Figura 21 Relación humedad – densidad seca. calicata - 2

Fuente: Elaborado por el autor

La tabla 39 y figura 21 nos muestra una densidad máxima seca de 1.667 gr/cm3, para un contenido de humedad de 17.90% en el suelo del Suelo natural (C-2) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso.

Ensayo de CBR

Tabla 41 Ensayo CBR del suelo natural (C-2) + 2% de cal viva + 2% de yeso

| ENSAYO CBR | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.667 | gr/cm ³ | | |
| Humedad óptima | 17.90 | % | | |
| Resultados | | | | |
| CBR al 100% de MDS (%) | 0.1" | 14.8 | 0.2" | 17.5 |
| CBR al 95% de MDS (%) | 0.1" | 11.5 | 0.2" | 13.5 |

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados obtenidos en la tabla 40 anterior nos muestra los resultados del CBR del Suelo natural (C-2) + 2% de Cal viva + 2% de Yeso, donde se obtuvo un 14.8 al 100% y 11.5 al 95 % de la MDS.

4.5.5 Suelo natural (C-2) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso.

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 42 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 4.8 | 95.2 |
| 3/8" | 9.525 | 5.2 | 90.0 |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 90.0 |
| # 4 | 4.760 | 6.1 | 83.9 |
| # 8 | 2.360 | 2.9 | 81.0 |
| # 10 | 2.000 | 3.1 | 77.9 |
| # 30 | 0.600 | 11.7 | 66.2 |
| # 40 | 0.420 | 6.3 | 59.9 |
| # 50 | 0.300 | 3.4 | 56.5 |
| # 80 | 0.180 | 9.2 | 47.3 |
| # 100 | 0.150 | 4.6 | 42.7 |
| # 200 | 0.075 | 7.6 | 35.1 |
| < # 200 | FONDO | 35.1 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|-------------------------|--------|
| % Grava | 16.10% |
| % Arena | 48.80% |
| % Arcilla y Limo | 35.10% |

Contenido de Humedad (%)

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a la tabla 41 nos muestra un 16.10% de grava, 48.80% de arena y 35.10% de arcilla – limo. Obtenido de la granulometría realizado al suelo natural (C-2) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso, de la misma forma se puede apreciar en la siguiente grafica.

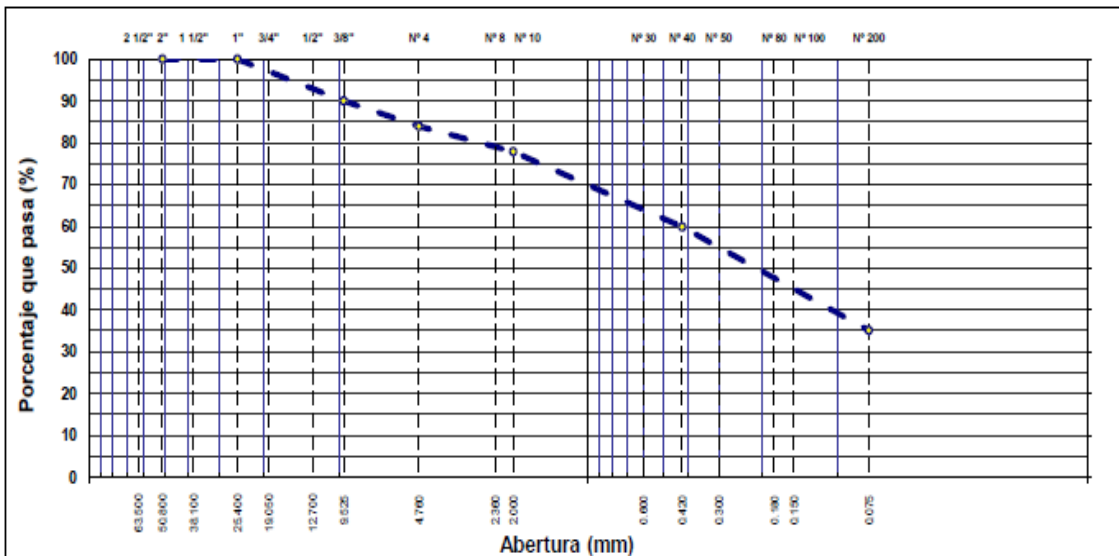


Figura 22 Curva granulométrica suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 43 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite líquido (LL) | 28.2 % |
| Límite Plástico (LP) | 18.6 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 9.6 % |

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a los resultados límite de consistencia o Atterberg realizado al suelo natural (C-2) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso, se observó que el suelo está conformado por un 28.2% de límite líquido (LL), 18.6% de límite plástico (LP) y un índice plástico (IP) de 9.6%.

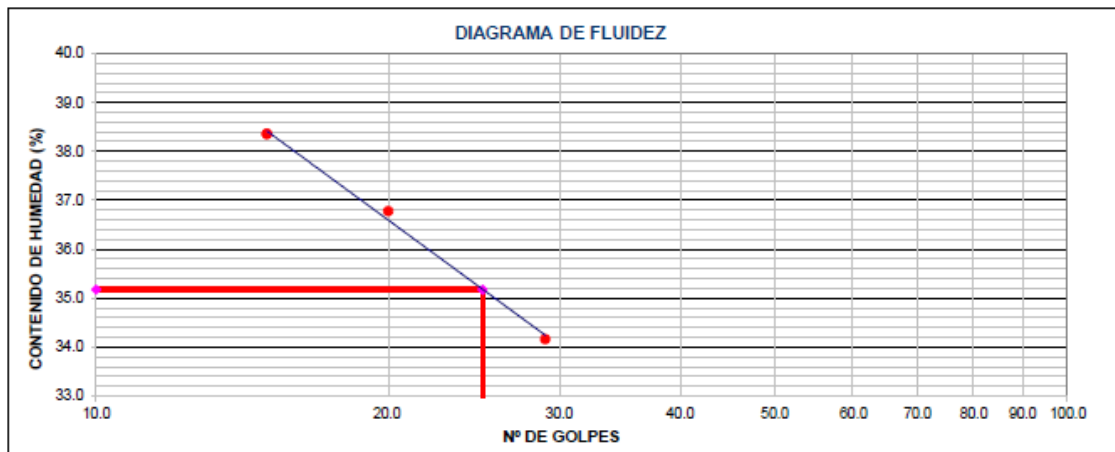


Figura 23 Diagrama de fluidez suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 44 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Clasificación S.U.C.S. | SM |
|------------------------|----|
| Descripción del suelo | |
| Arena limosa | |

Fuente: Elaborado por el autor

En relación a la tabla 43, de clasificación S.U.C.S., mostro como resultado un (SM) para el suelo de la Suelo natural (C-2) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso, el cual se identifica como una arena limosa.

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 45 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Clasificación AASHTO | A-2-4 (0) |
|--------------------------|-----------|
| Descripción | |
| Excelente a bueno | |

Fuente: Elaborado por el autor

Se evidencia según la tabla 44 que el suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso, obtuvo como resultado una identificación A-2-4 (0), que se considera un suelo excelente a bueno, según AASHTO.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 46 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm ³ | |
|-------------------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------|
| | Peso Molde | 4265 | gr | |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Contenido de agua (%) | 15.13 | 17.17 | 19.21 | 21.15 |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.586 | 1.658 | 1.62 | 1.557 |
| Resultados | | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.658 | gr/cm ³ | Humedad óptima | 17.20% |

Fuente: Elaborado por el autor

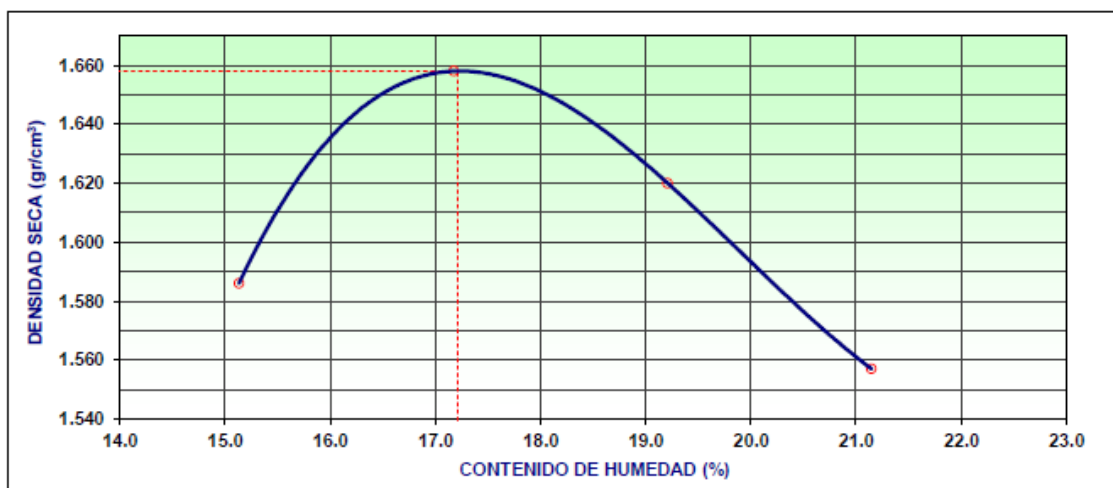


Figura 24 Relación humedad – densidad seca. suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados obtenidos para la tabla 45 y figura 24 nos muestran una densidad máxima seca de 1.658gr/cm³, para un contenido de humedad de 17.20% en el suelo del Suelo natural (C-2) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso.

Ensayo de CBR

Tabla 47 Ensayo CBR del suelo natural (C-2) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| ENSAYO CBR | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.658 | gr/cm ³ | | |
| Humedad óptima | 17.20 | % | | |
| Resultados | | | | |
| CBR al 100% de MDS (%) | 0.1" | 18 | 0.2" | 21.2 |
| CBR al 95% de MDS (%) | 0.1" | 14.8 | 0.2" | 17.1 |

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla anterior se muestra los resultados del CBR del Suelo natural (C-2) + 3% de Cal viva + 3% de Yeso

4.5.6 Suelo natural (C-2) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso. Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla 48 Análisis granulométrico por tamizado. suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de Yeso

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados retenido que pasa | % Retenido que pasa |
| 3/4" | 19.050 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 4.4 | 95.6 |
| 3/8" | 9.525 | 4.9 | 90.7 |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 90.7 |
| # 4 | 4.760 | 5.8 | 84.9 |
| # 8 | 2.360 | 2.7 | 82.2 |
| # 10 | 2.000 | 2.8 | 79.4 |
| # 30 | 0.600 | 11.5 | 67.9 |
| # 40 | 0.420 | 6.3 | 61.6 |
| # 50 | 0.300 | 3.2 | 58.4 |
| # 80 | 0.180 | 9.3 | 49.1 |
| # 100 | 0.150 | 4.7 | 44.4 |
| # 200 | 0.075 | 7.9 | 36.5 |
| < # 200 | FONDO | 36.5 | 0.0 |

Distribución granulométrica

| | |
|------------------|--------|
| % Grava | 15.10% |
| % Arena | 48.40% |
| % Arcilla y Limo | 36.50% |

Contenido de Humedad (%)

Fuente: Elaborado por el autor

En función de la tabla 47 se puede observar que se obtuvo un 15.10% de grava, 48.40% de arena y 36.50% de arcilla – limo. Para la (C-2) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso, de la misma manera se puede apreciar en el gráfico de la curva de granulometría.

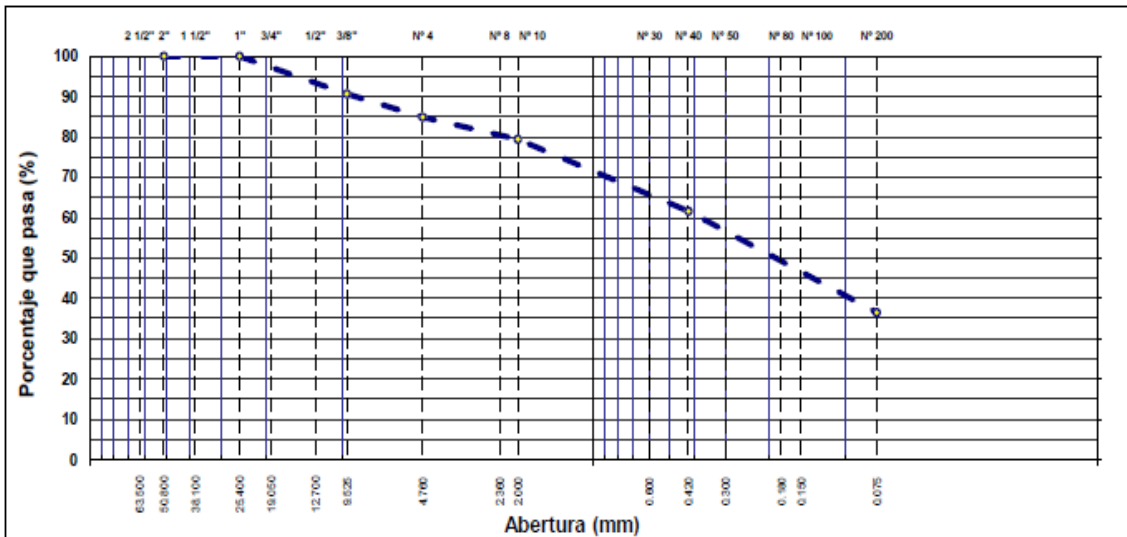


Figura 25 Curva granulométrica suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Ensayo de límite de Atterberg

Tabla 49 Ensayo de límite de Atterberg. suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| | |
|----------------------------|--------|
| Límite Líquido (LL) | 30.8 % |
| Límite Plástico (LP) | 25.6 % |
| Índice de plasticidad (IP) | 5.2 % |

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a los resultados de límite de atterberg realizado (C-2) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso, se tuvo como resultados un 30.8% de LL, 25.6% de LP y un índice de plasticidad de 5.2%.

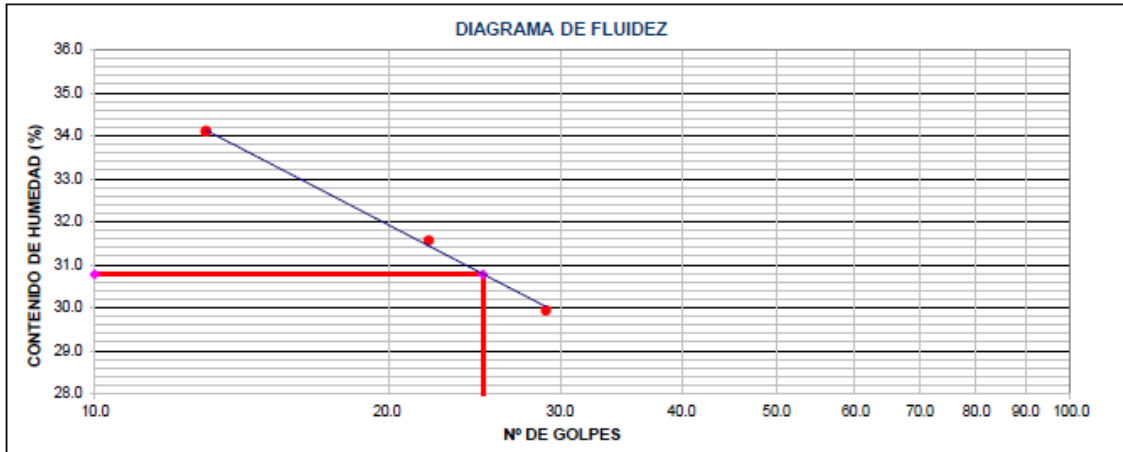


Figura 26 Diagrama de fluidez suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Clasificación de suelos S.U.C.S

Tabla 50 Clasificación S.U.C.S. del suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| Clasificación S.U.C.S. | SM |
|-------------------------------|-----------|
| Descripción del suelo | |
| Arena limosa | |

Fuente: Elaborado por el autor

Del sistema de clasificación de la tabla 49, se tiene como resultados de (C-2) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso, una arena limosa (SM).

Clasificación AASHTO de los suelos

Tabla 51 Clasificación AASHTO del suelo natural (C-1) + 3% de cal viva + 3% de yeso

| Clasificación AASHTO | A-4 (0) |
|-----------------------------|----------------|
| Descripción | |
| Regular a malo | |

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados que se obtuvieron de la tabla antes vista, se tiene que pertenecer al grupo A-4 (0), que se considera un suelo regular a malo, según ASSTHO.

Ensayo de compactación del suelo en laboratorio

Tabla 52 Relación densidad/humedad (Proctor) del suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| Molde N° 1 | Volumen Molde | 942 | cm3 | |
|--------------------------|---------------|----------|----------------|----------|
| | Peso Molde | 4265 | gr | |
| Número de ensayos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Contenido de agua (%) | 11.61 | 13.71 | 15.86 | 17.61 |
| Densidad seca (gr/cm3) | 1.537 | 1.587 | 1.634 | 1.571 |
| Resultados | | | | |
| Densidad Máxima Seca | 1.634 | gr/cm3 | Humedad óptima | 15.80% |

Fuente: Elaborado por el autor

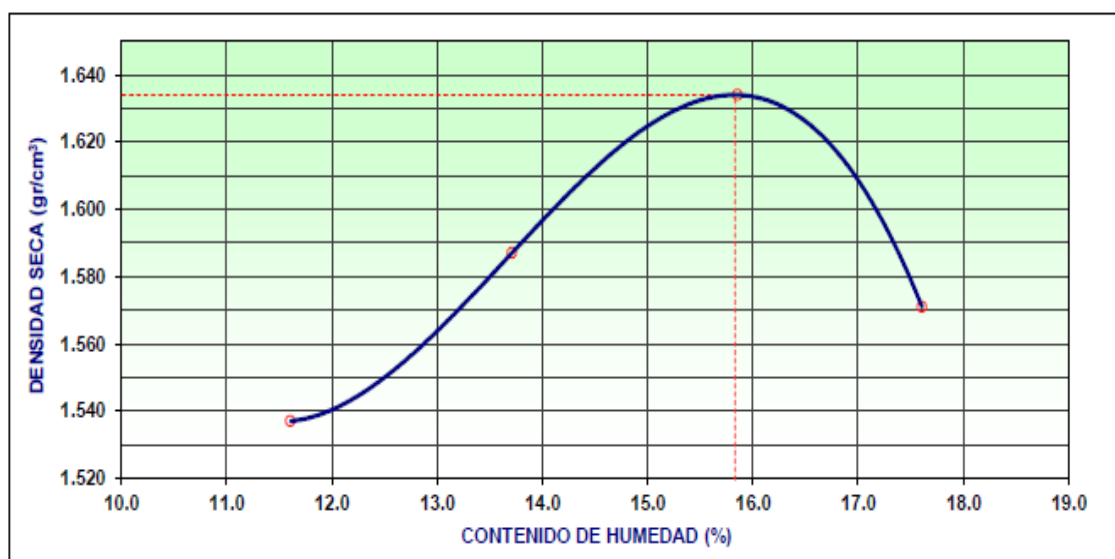


Figura 27 Relación humedad – densidad seca. suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados que presentan la tabla y figura antes vista, muestran una densidad máxima seca de 1.634 gr/cm3, para un contenido de humedad de 15.50% en el suelo del Suelo natural (C-2) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso.

Ensayo de CBR

Tabla 53 Ensayo CBR del suelo natural (C-2) + 5% de cal viva + 5% de yeso

| ENSAYO CBR | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|------|------|
| Densidad Máxima Seca | 1.634 | gr/cm ³ | | |
| Humedad óptima | 15.80 | % | | |
| Resultados | | | | |
| CBR al 100% de MDS (%) | 0.1" | 22 | 0.2" | 24.5 |
| CBR al 95% de MDS (%) | 0.1" | 18.4 | 0.2" | 20.9 |

Fuente: Elaborado por el autor

Con respecto al ensayo realizado de CBR a la (C-2) + 5% de Cal viva + 5% de Yeso nos indica que se obtuvo un 22% al 100% y 18.4 al 95 % de la MDS.

4.6 Comparar los resultados de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo.

4.6.1 Resumen de las propiedades de los suelos naturales con adiciones de cal y yeso en diferentes proporciones.

Tabla 54 Resumen de las propiedades de los suelos con adiciones de cal y yeso

| SUELO | LL | LP | IP | S.U.C.S. | AASHTO | PROCTOR MODIFICADO | | CBR | |
|-----------------------------|------|------|------|----------|-----------|----------------------|---------------------|-------------|------------|
| | | | | | | MAXIMA DENSIDAD SECA | OPTIMO % DE HUMEDAD | 100% DE MDS | 95% DE MDS |
| C - 1 (suelo natural) | 33.2 | 20.9 | 12.3 | SC | A-2-6 (0) | 1.837 | 15.5 | 12.4 | 8.4 |
| C - 1 + 2% de cal + 2% yeso | 28.2 | 18.6 | 9.6 | SC | A-2-4 (0) | 1.807 | 12.8 | 16.9 | 13.3 |
| C - 1 + 3% de cal + 3% yeso | 25.5 | 19 | 6.5 | SC - SM | A-2-4 (0) | 1.783 | 11.1 | 19.1 | 16.5 |
| C - 1 + 5% de cal + 5% yeso | 20.8 | 17.6 | 3.2 | SM | A-2-4 (0) | 1.767 | 9.6 | 22.7 | 19.2 |
| C - 2 (suelo natural) | 40.8 | 25.4 | 15.3 | SC | A-6 (1) | 1.681 | 20.5 | 13 | 7.7 |
| C - 2 + 2% de cal + 2% yeso | 37.7 | 25.9 | 11.8 | SM | A-2-6 (0) | 1.667 | 17.6 | 14.8 | 11.5 |
| C - 2 + 3% de cal + 3% yeso | 28.2 | 18.6 | 9.6 | SM | A-2-4 (0) | 1.658 | 17.2 | 18 | 14.8 |
| C - 2 + 5% de cal + 5% yeso | 30.8 | 25.6 | 5.2 | SM | A-4 (0) | 1.634 | 15.8 | 22 | 18.4 |

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 48 se muestra en resumen de las propiedades de los suelos naturales y adicionados con cal y yeso en 2%, 3%, 5% respectivamente los cuales usaremos posteriormente para realizar las comparaciones como medios estabilizadores de suelos.

4.6.2 Comparación de límites de consistencia de los suelos naturales con adiciones de cal y yeso en diferentes proporciones.

Comparación límite líquido vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-1)

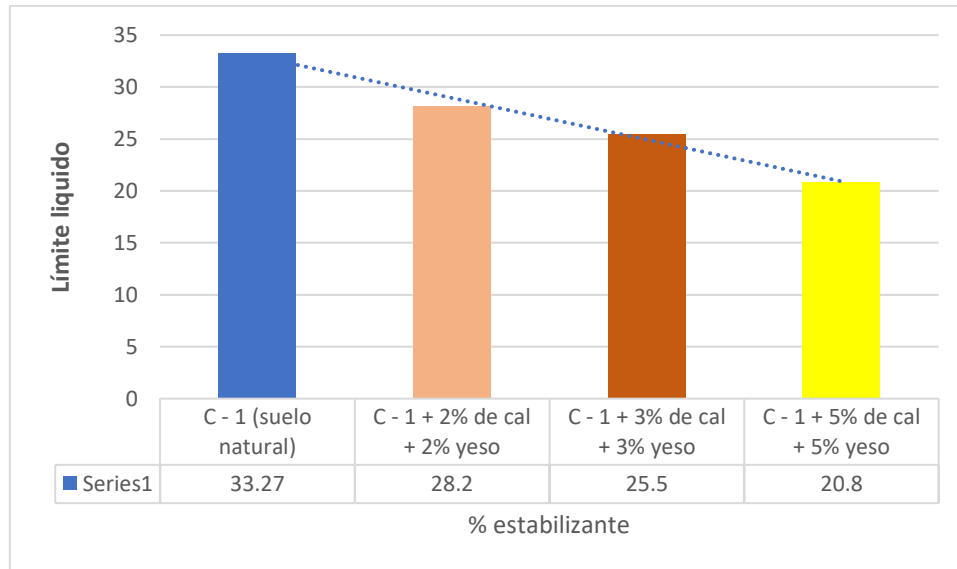


Figura 28 Comparación límite líquido vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se observa en la figura 28 podemos decir que a medida que incrementa las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente va disminuyendo límite líquido de la mezcla de suelo estudiado en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta las mejores reducciones del límite líquido con un valor de 20.8% con respecto al suelo natural que es de 33.27%.

Comparación límite plástico vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-1)

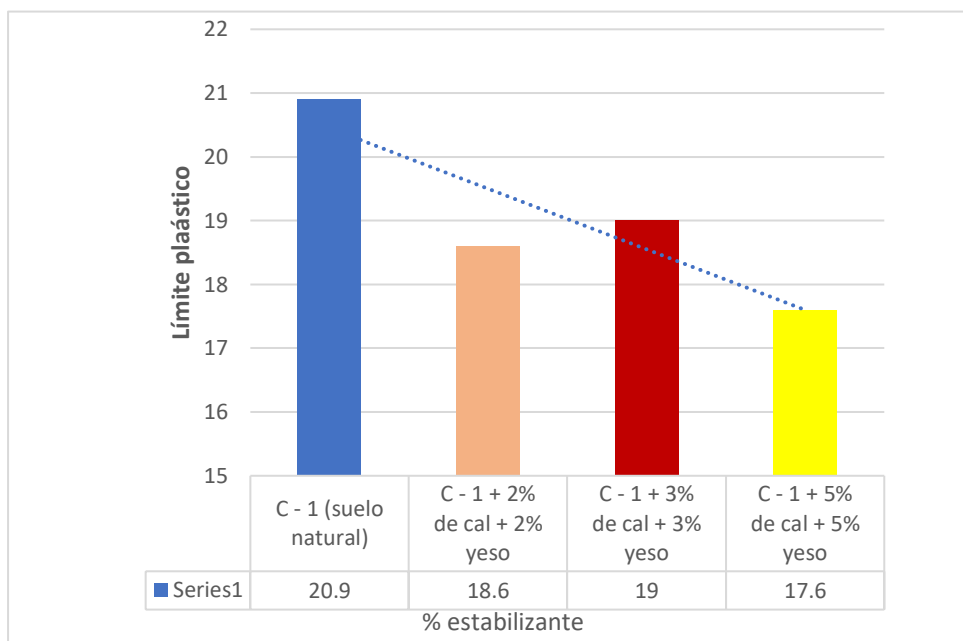


Figura 29 Comparación límite plástico vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede apreciar en la figura 29 podemos observar que a medida que incrementa las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente va disminuyendo límite líquido de la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta las mejores reducciones del límite plástico con un valor de 17.6% con respecto al suelo natural que es de 20.9 %.

Comparación índice de plasticidad vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-1)

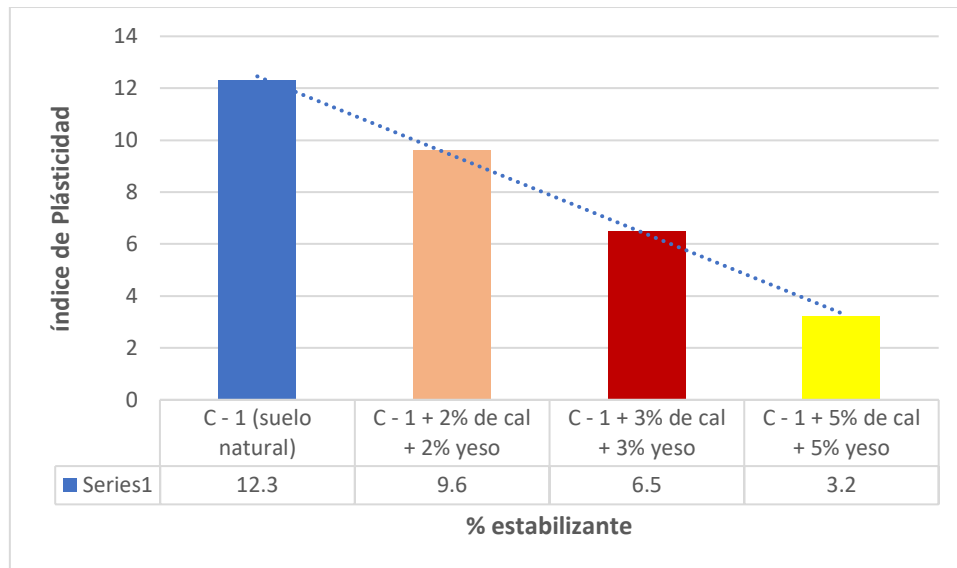


Figura 30 Comparación índice de plasticidad vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se indica en la figura 30 podemos observar que a medida que incrementa las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente se logran obtener mayores reducciones del índice de plasticidad de la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta las mejores reducciones del índice de plasticidad con un valor de 3.2% con respecto al suelo natural que es de 12.3 %.

Comparación límite líquido vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-2)

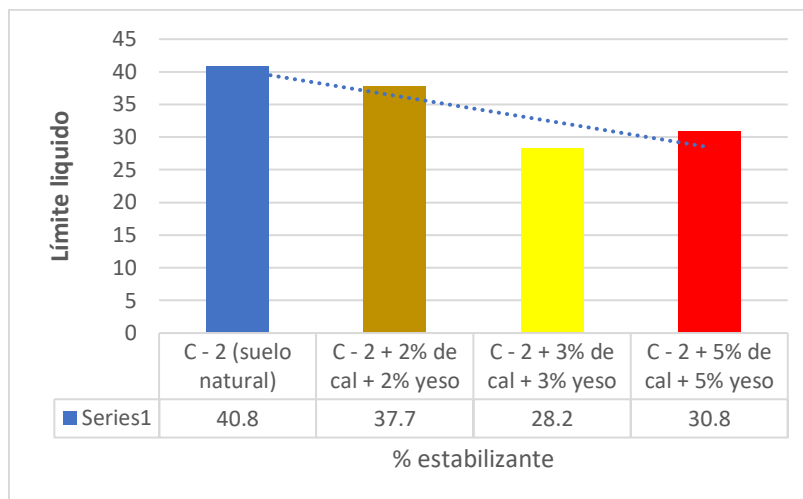


Figura 31 Comparación límite líquido vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 31 podemos observar que a medida que incrementa las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente va disminuyendo límite líquido de la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta las mejores reducciones del límite líquido con un valor de 30.8% con respecto al suelo natural que es de 40.8%.

Comparación límite plástico vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-2)

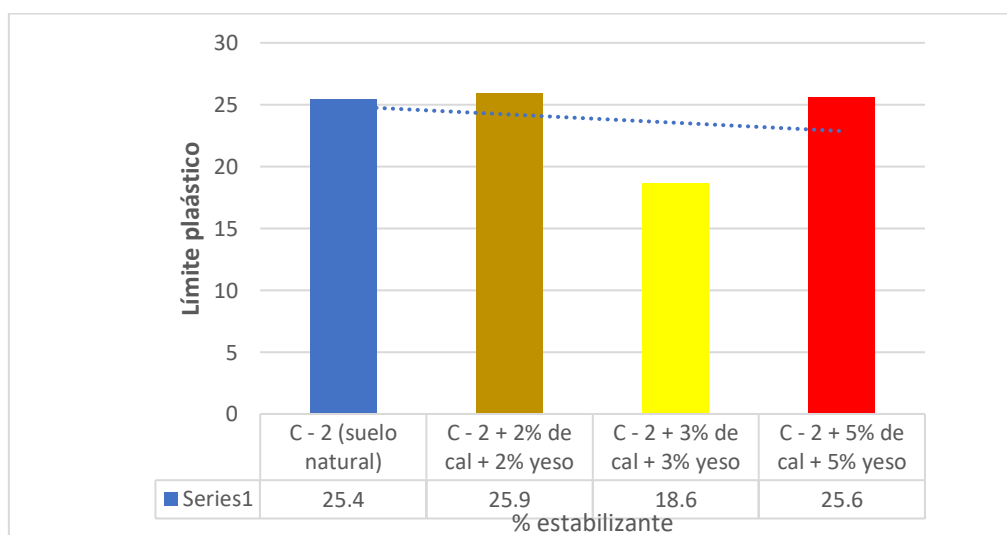


Figura 32 Comparación límite plástico vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 32 podemos observar que a medida que incremente las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente va disminuyendo límite líquido de la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 3% respectivamente presenta las mejores reducciones del límite plástico con un valor de 18.6% con respecto al suelo natural que es de 25.4%.

Comparación índice de plasticidad vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-2)

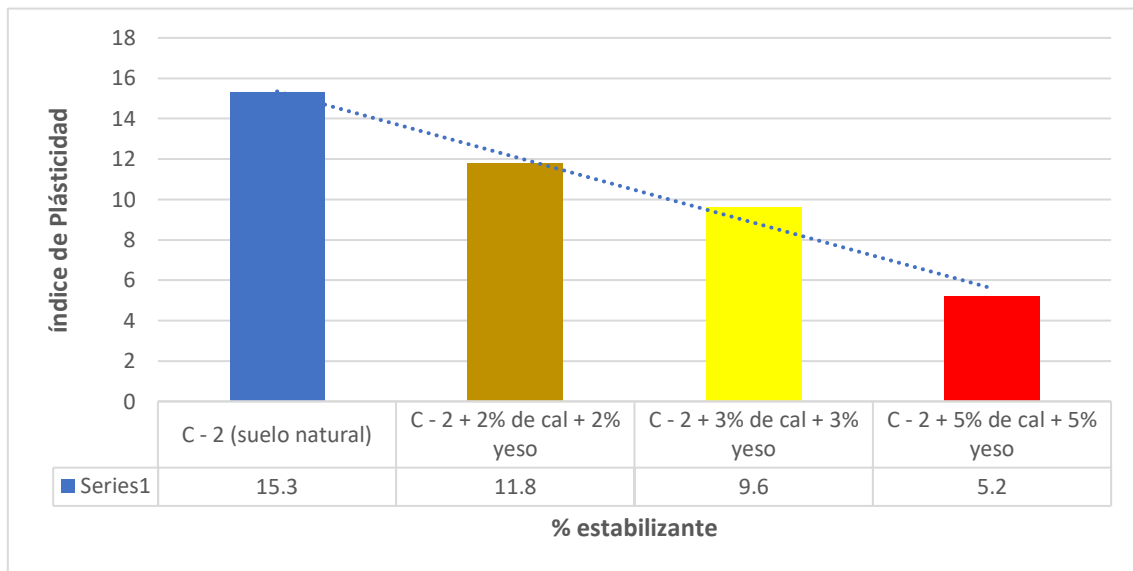


Figura 33 Comparación índice de plasticidad vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-2)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 33 podemos observar que a medida que incremente las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente se logran obtener mayores reducciones del índice de plasticidad de la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta las mejores reducciones del índice de plasticidad con un valor de 5.2% con respecto al suelo natural que es de 15.3 %.

4.6.3 Comparación de CBR los suelos naturales con adiciones de cal y yeso en diferentes proporciones.

Comparación CBR 100% MDS vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-1)

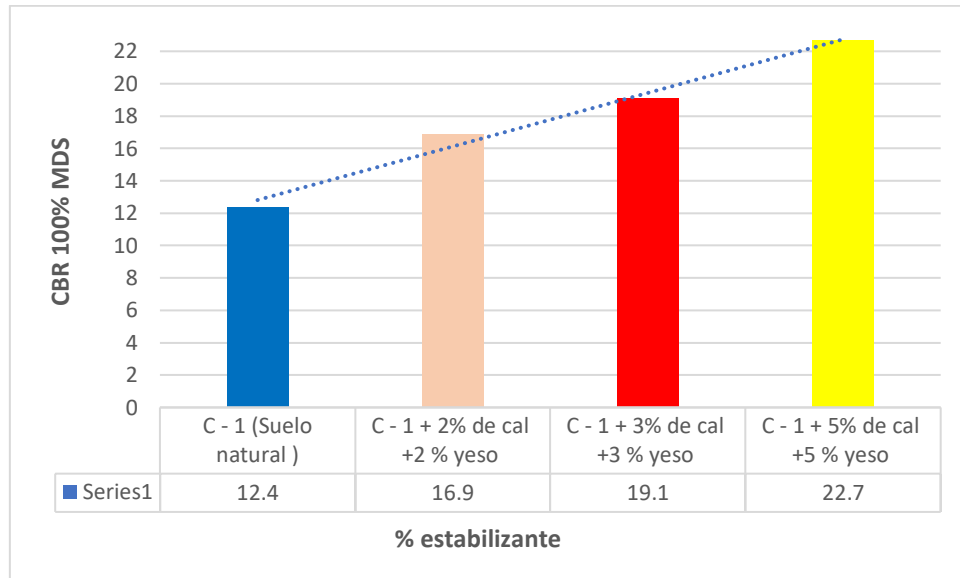


Figura 34 Comparación índice de CBR 100% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 34 podemos observar que a medida que incrementa las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente se logran obtener mayores valores de CBR al 100 MDS en la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta un mejor resultado con un valor de 22.7% con respecto al suelo natural que es de 12.4%.

Comparación CBR 95% MDS vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-1)

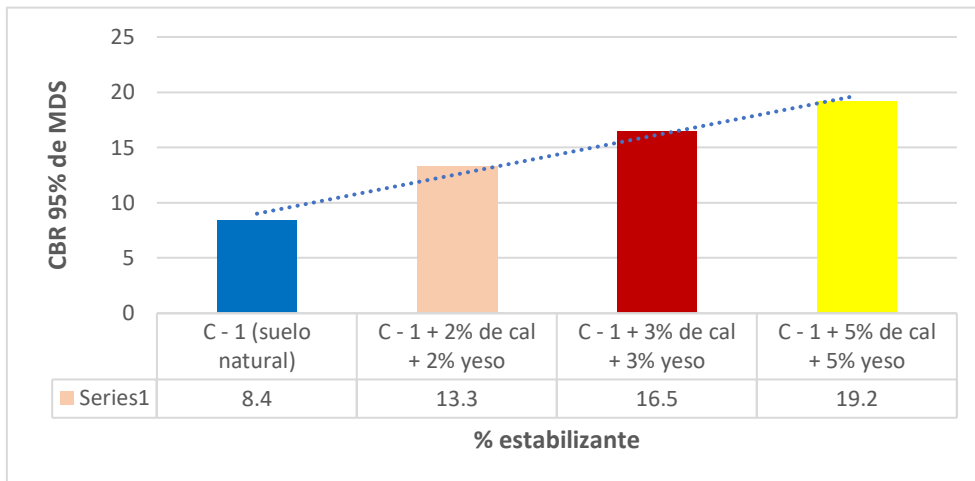


Figura 35 Comparación índice de CBR 95% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-1)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 35 podemos observar que a medida que incrementa las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente se logran obtener mayores valores de CBR al 95 MDS en la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta un mejor resultado con un valor de 19.2% con respecto al suelo natural que es de 8.4%.

Comparación CBR 100% MDS vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-2)

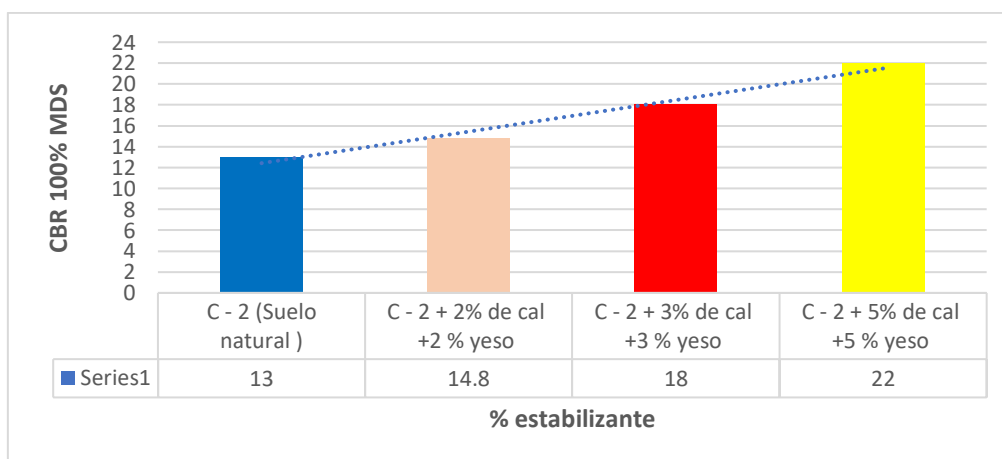


Figura 36 Comparación índice de CBR 100% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 36 podemos observar que a medida que incremente las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente se logran obtener mayores valores de CBR al 100 MDS en la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta un mejor resultado con un valor de 22% con respecto al suelo natural que es de 13%.

Comparación CBR 95% MDS vs aditivos estabilizante – Suelo natural (C-2)

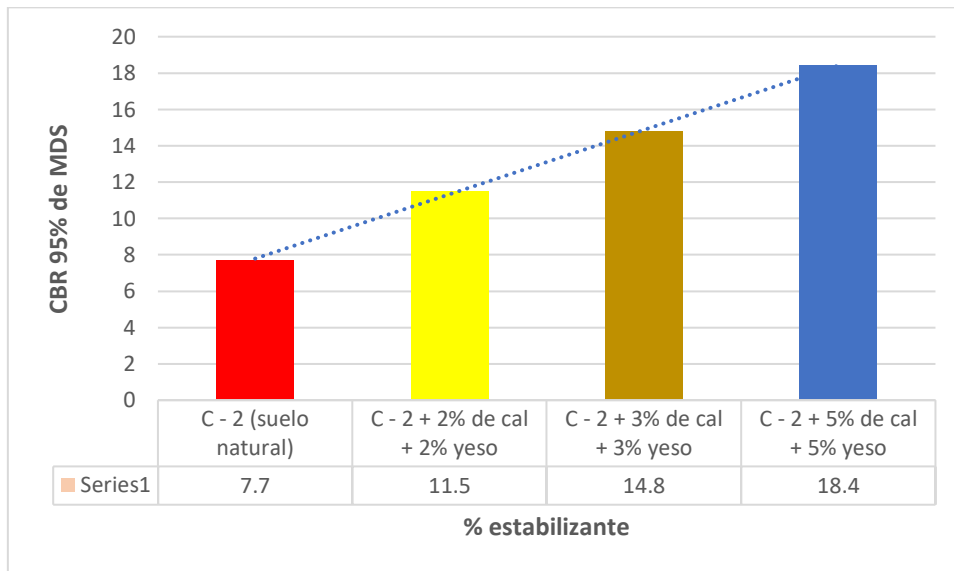


Figura 37 Comparación índice de CBR 95% MDS vs aditivos estabilizante – suelo natural (C-2)

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 37 podemos observar que a medida que incremente las proporciones de cal y yeso en 2%, 3% y 5% respectivamente se logran obtener mayores valores de CBR al 95 MDS en la mezcla de suelo estudiada en comparación del suelo natural. Donde podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta un mejor resultado con un valor de 18.4% con respecto al suelo natural que es de 7.7%.

4.7 Obtener el análisis estadístico mediante el análisis bifactorial de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca - 2021.

H1: Utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales se estabiliza el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca – 2021.

H0: Utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales no se estabiliza el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca – 2021.

Tabla 55 Prueba de KMO y Bartlett

| Prueba de KMO y Bartlett | | |
|---|---------------------|--------|
| Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo | | ,748 |
| Prueba de esfericidad de Bartlett | Aprox. Chi-cuadrado | 97,681 |
| | gl | 21 |
| | Sig. | ,078 |

Fuente: Tomado de SPSS

Según la tabla 49 se tiene un índice de Kaiser – Meyer – Olkin de 0.748 que significa que existe una relación media entre las variables de aglomerantes naturales y mejoramiento de suelos. Así también según la prueba de esfericidad de Bartlett se obtiene un estadístico de 97.681 y un valor p-sig (0,078) > 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta H1 demostrando de que utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales se estabiliza el tramo La Capilla -Cedropampa, Cutervo, Cajamarca – 2021.

V. DISCUSIÓN

En función del primer objetivo: Identificar el tipo de suelo en el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cajamarca – 2021, de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, se puede observar que el tramo La Capilla – Cedro Pampa está conformado por arenas arcillosas con un índice de plasticidad medio; y consideradas según la clasificación SUCS como un SC (Arenas arcillosas) y según AASHTO se encuentra en el grupo A-2-6(1) C-1 (Suelos arcillosos, mezcla de arena y arcilla) y A-6(1) C-2 (Arcillas arenosas) para las muestras de las calicatas C-1 y C-2 respectivamente. Resultados semejantes encontrados con el autor (castillo,2017) quien obtuvo en su investigación como resultados según la clasificación SUCS un OH-MH (suelos orgánicos sean limos o arcillas de alta compresibilidad) y según la clasificación AASHTO un A-7-5 (suelos arcillosos con presencia de materia orgánica y pueden ser elásticos y expansivos). Así mismo se puede decir que los resultados obtenidos y los del autor según la clasificación SUCS Y AASHTO correspondientemente se identifican como suelos arcillosos.

De acuerdo al segundo objetivo específico: determinar los componentes de la cal y yeso mediante el ensayo físico y químico, de los resultados se logró obtener que la aglomerante cal presentaba una apariencia físicamente buena de color blanco y compuesta químicamente por óxido de calcio, óxido de hierro, óxido de magnesio, óxido de silicio, óxido de aluminio e impurezas de carbón, del cual el componente químico que más prevalecía era el óxido de calcio con un porcentaje de 82.53%. Resultados semejantes obtuvo (Ruano,2016) quien tuvo como resultados en sus ensayos físicos y químicos que la cal físicamente presentaba un aspecto favorable y con una composición química de óxido de magnesio, óxido de hierro y óxido de calcio, en donde el componente que más resaltaba o mayor porcentaje tenía era el óxido de calcio con un 78.9%. Por otra parte en relación a los resultados del componente yeso se obtuvo que físicamente presentaba un aspecto color blanco- beige de una apariencia granulada e inoloro con una pureza de 66.48 y formado químicamente de Sulfato, Calcio, Azufre, Fosforo, Potasio, Magnesio y Sodio. Así también (López & Rodríguez, 2016) concretó que una de las características del yeso es que proporciona el rápido secado y una de las propiedades que el yeso aporta al ser aplicado al suelo, es

el bajo nivel de contracción ya que esto permite que se perciba una apariencia lisa, de tal manera que el suelo se pueda moldear con facilidad.

Según el tercer objetivo específico: Analizar el comportamiento de un aglomerante natural empleando cal y yeso al 2%, 3% y 5% en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cajamarca – 2021, se determinó que utilizando el 5% de cal y 5% yeso para el suelo extraído nos da reducciones del índice de plasticidad con un valor de 3.2% con respecto al suelo natural que es de 12.3 %, así mismo presenta las mejores reducciones del límite líquido con un valor de 20.8% con respecto al suelo natural que es de 33.27%, presenta las mejores reducciones del límite plástico con un valor de 17.6% con respecto al suelo natural que es de 20.9 %. Como también presento un mejor resultado del CBR al 100% de MDS con un valor de 22.7% con respecto al suelo natural que es de 12.4 % y un CBR al 95% de MDS con un valor de 19.2% con respecto al suelo natural que es de 8.4%. Con respecto el suelo extraído C-2 podemos observar que al utilizar cal y yeso al 3% respectivamente presenta las mejores reducciones del límite líquido con un valor de 28.2% con respecto al suelo natural que es de 40.8%, presenta las mejores reducciones del límite plástico con un valor de 18.6% con respecto al suelo natural que es de 25.4% y al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta las mejores reducciones del índice de plasticidad con un valor de 5.2% con respecto al suelo natural que es de 15.3 %. Como también podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta un mejor resultado del CBR al 100% MDS con un valor de 22% con respecto al suelo natural que es de 13% y un CBR al 95% MDS con un valor de 18.4% con respecto al suelo natural que es de 7.7%. Donde se demostró que utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales se estabiliza el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca – 2021.

Resultados semejantes obtuvo (Guamán, 2016) en su investigación quien concluyo que la cal mejora la estabilización de los suelos con un 21 a 25 % el CBR, teniendo mucha más eficiencia si se le agrega cloruro de sodio. Así también (Cuadros ,2017) en su investigación concluyo que de los porcentajes aplicados 1,3,5 y 7 % de óxido de calcio, respectivamente el 5% de aditivo fue el óptimo, el cual logro disminuir el IP de un 19.08% a un 4.17%.

Respecto al cuarto objetivo específico: Comparar los resultados de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca – 2021, para ello se realizó una comparación del suelo en estado natural y un suelo con la adición de aglomerante en porcentajes 2,3 y 5 % del cual los resultados indicaron que el 5% de adición de aglomerantes de cal y yeso respectivamente mejora la resistencia del suelo mediante el ensayo de CBR a un 100% MDS tanto para la muestra extraída de la C-1 con un valor 22.7% con respecto al suelo natural que es de 12.4 %y C-2 con un valor de 22% con respecto al suelo natural que es de 13 %, en relación al índice de plasticidad con el 5% de aglomerantes se obtuvo un IP de 3.2 C-1 y 5.2 para la C-2, respecto a un IP del suelo en estado natural de 12.3 y 15.3 respectivamente.

Resultados semejantes obtuvo (Silvestre, 2018) en su investigación mediante los ensayos de CBR que entre la aplicación de cal al 3% a la muestra de suelo de estudio se tiene una mayor resistencia (CBR) que, con el agua de mar, debido que al incorporarle cal a la mezcla se puede modular el efecto en la estabilización de suelo; asimismo, dice que al agregarle agua de mar se tiene un 18% de humedad y con cal al 3% se tuvo 13.2% dando una mayor densidad. Concluyendo entre los dos aglomerantes naturales empleando cal brinda mejores condiciones para obtener una estabilización de suelos en calles de Guayas. Por otra parte (Velarde, 2017) en su investigación concluyo que, la aplicación del aglomerante natural cal en la subrasante en estado natural con fines de diseño para un pavimento rígido, arroja resultados efectivos logrando incrementar valores del CBR reduciendo el grosor del pavimento así mismo en relación al diseño, se obtuvieron valores de C.B.R. al 96% de compactación de suelo en su estado natural, de 5.88% añadiendo cal en valor de 45.61% al 100% de compactación.

Finalmente, se concluyó que, si existe relación de nuestras variables, ya que se obtuvo un índice de Kaiser – Meyer – Olkin de 0.748 que significa que existe una relación media entre las variables de aglomerantes naturales y mejoramiento de suelos. Así también según la prueba de esfericidad de Bartlett se obtiene un

estadístico de 97.681 y un valor p-sig. (0,078) > 0.05 por lo que se rechazó la hipótesis nula H0 y se aceptó H1 demostrando de que utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales se estabiliza el tramo La Capilla -Cedropampa, Cutervo, Cajamarca – 2021. De acuerdo con (Guaman,2016) en su investigación menciona que análisis bifactorial es un método estadístico el cual consiste significativamente en el poder medir la relación que existe entre una variable y la otra, donde si el nivel significancia es mayor a 0.05 o se aproxima más a la unidad las variables tendrán una relación más estrecha, este método nos ayuda a poder conocer y tener un conocimiento de un fenómeno en sí.

VI. CONCLUSIONES

- La incorporación de cal y yeso como aglomerantes naturales en diferentes porcentajes de 2%, 3% y 5% respectivamente estabilizaron el suelo del tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca 2021, ya que al evaluar la adición de yeso y cal en las muestras extraídas, se obtuvo reducciones del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, así como aumento en la resistencia del suelo que se midió mediante los ensayos de CBR, demostrando que la aplicación en un 5% de cal y 5% de yeso presenta las mejores condiciones de estabilización del tramo en estudio.
- Se concluyó de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados para las muestras extraídas de la C1 y C2, el tramo La Capilla – Cedro Pampa está conformado por arenas arcillosas con un índice de plasticidad medio, identificándolo al tramo en estudio como un suelo arcilloso.
- En el segundo objetivo determinar los componentes físicos y químicos de la cal y yeso, se concluyó que la cal presentó un aspecto bueno en relación a su composición física y según análisis químico se logró notar que el componente químico que más prevalecía era el óxido de calcio. Así mismo el aglomerante yeso presentó un aspecto físicamente bueno con una composición química de Sulfato, Calcio, Azufre, Fósforo, Potasio, Magnesio y Sodio en donde se apreció que el componente que más resaltaba era el sulfato.
- En el tercer objetivo específico: Analizar el comportamiento de un aglomerante natural empleando cal y yeso al 2%, 3% y 5% en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cajamarca, se concluyó que utilizando el 5% de cal y 5% de yeso para el suelo extraído de la C-1 presentó las mejores reducciones del límite líquido con un valor de 20.8% con respecto al suelo natural que es de 33.27%, presenta las mejores reducciones del límite plástico con un valor de 17.6% con respecto al suelo natural que es de 20.9 %, presenta las mejores reducciones del índice de plasticidad con un valor de 3.2% con respecto al suelo natural que es de 12.3 %. Como también podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta un mejor resultado del CBR al 100% de MDS con un valor de 22.7% con respecto al suelo

natural que es de 12.4 % y un CBR al 95% de MDS con un valor de 19.2% con respecto al suelo natural que es de 8.4%. Con respecto el suelo extraído C-2 podemos observar que al utilizar cal y yeso al 3% respectivamente presenta las mejores reducciones del límite líquido con un valor de 28.2% con respecto al suelo natural que es de 40.8%, presenta las mejores reducciones del límite plástico con un valor de 18.6% con respecto al suelo natural que es de 25.4% y al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta las mejores reducciones del índice de plasticidad con un valor de 5.2% con respecto al suelo natural que es de 15.3 %. Como también podemos observar que al utilizar cal y yeso al 5% respectivamente presenta un mejor resultado del CBR al 100% MDS con un valor de 22% con respecto al suelo natural que es de 13% y un CBR al 95% MDS con un valor de 18.4% con respecto al suelo natural que es de 7.7%.

- En el cuarto objetivo específico: Comparar los resultados de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca, se determinó que de las adiciones de cal y yeso en porcentajes de 2,3 y 5% todas mejoraron la capacidad de soporte e índice de plasticidad del suelo respecto a su estado natural, así mismo el 5% de cal y yeso fue el que aumento más la resistencia del suelo (CBR), de un 12.4 a un 22.7 % para la C-1 y para la C-2 de un 13 a un 22% al 100% del MDS.
- Se concluyo que mediante el análisis bifactorial se comprobó que utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales se estabiliza el tramo La Capilla -Cedro Pampa donde se obtuvo un índice de Kaiser – Meyer – Olkin de 0.748 que significa que existe una relación media entre las variables de aglomerantes naturales y mejoramiento de suelos. Así también se obtuvo mediante la prueba de esfericidad de Bartlett un estadístico de 97.681 y un valor p-sig (0,078) > 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta H1.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que al momento de realizar las calicatas se tome en cuenta el proceso de extracción de muestras, esto con la finalidad de no alterar y obtener resultados más exactos en el proceso de identificación de suelo y demás resultados que se quieren llegar a obtener.
- Se recomienda utilizar lo aglomerantes cal y yeso en proceso de estabilización de suelos ya que por su propiedades físicas y químicas lograron brindar una resistencia buena del tramo en estudio.
- Se recomienda usar el 5% de cal y yeso, en cuanto a las adiciones de los porcentajes establecidos, ya que redujo el índice de plasticidad del suelo de un 12.3% a un IP de 3.2 % para la C-1 y para la C-2 de un 15.3 a un IP de 5.2%, clasificándose con un índice de plasticidad baja.
- Se recomienda utilizar la dosificación del 5% de aglomerantes cal y yeso en la estabilización de suelos, ya que presenta los mejores resultados en relación al ensayo de CBR.
- Se recomienda a la Municipalidad del Distrito de Santo Domingo de La Capilla que realice el proceso de mejora de la subrasante del tramo la capilla – Cedropampa, empleando cal y yeso, ya que estos aglomerantes brindan un mejoramiento del suelo en relación a su estado natural.
- Se recomienda a los futuros investigadores extender la investigación de estabilización de suelos con cal y yeso, aplicados no necesariamente a suelos arcillosos, ya que hay demasiadas investigaciones que dan como resultados positivos que el uso de un aditivo en general mejora la capacidad de soporte.

REFERENCIAS

ALARCÓN, Juan, JIMÉNEZ, Mario y BENÍTEZ, Ruben. Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. Colombia : Revista Scielo, 35(2), 2020

ALTAMIRANO, Genaro y DÍAZ, Axell. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Nicaragua : Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua, 2016.

CABANA, Marco. Mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar el estabilizante químico CAL a la subrasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito Paria - Wilcahuain. Huaraz : Universidad César Vallejo, 2017.

CASTILLO, Byron. Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. Ecuador : Universidad de Cuenca, 2017.

CUADROS, Claudia. 2017. Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016. Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2017.

CORONADO, Omar. Estabilización de suelos granulares no cohesivos de Lambayeque aplicando calcificantes. Chiclayo : Revista Universidad Señor de Sipan, 2019. ISSN: 1997-3985.

FERNÁNDEZ, Hernán. Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

FLORES, Vicente, y otros. Caracterización de morteros mixtos de cal obtenida. España : ELSEVIER, 2019.

GALVEZ, Paola y SANTOYO, Jessica. Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cascara de arroz, carretera

Yanuyacu Bajo - Señor Cautivo. Jaén - Cajamarca : Universidad Nacional de Jaén, 2019.

GUAMÁN, Israel. 2016. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (Cal y Cloruro de sodio). Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2016.

HARICHANE, Khelifa, GHRICI, Mohamed y KENAI, Said. Stabilization of algerian clayey soils with natural pozzolana and lime. Periodica Polytechnica Civil Engineering [en línea]. 2018, vol. 62, n.º 1. [Fecha de consulta: 27 octubre de 2021]. Disponible en [Stabilization of Algerian Clayey Soils with Natural Pozzolana and Lime | Periodica Polytechnica Civil Engineering \(bme.hu\)](#)

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación científica. México : Mc Graw Hill, 2014.

HERRAEZ, Fernando y MORENO, Alberto. Ingeniería de vías agroforestales: Diseño, calculo, construcción, y mantenimientos de caminos. [En línea]. Madrid: Mundi-prensa, 2019. [fecha de consulta: 10 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484765448/ingenieria-de-vias-agroforestales->

HUARI, Esau. Uso de aglomerantes naturales, suelo arcilloso y su influencia en la fabricación de adobes mejorados. Huancayo: Revisa Continental, 2(5), 2018.

JJO, James y PANDIAN, Kasinatha. *Industrial Wastes as Auxiliary Additives to cement/Lime Stabilization of soils.* INDIA : Hossein Moayed, Advances in Civil Engineering, 64(28), 2016.

JUAN, Francisco y TORMO, Santiago. Estudio y análisis del cal. España : Universidad técnica de valencia, 2017.

KANAN, David, BANU, Sahira y JAHANA, Jasmine. Effects of Rice Husk Ash and Lime on Clay Soil Stabilization. INDIA : Mod App Matrl Sci, LUPINE PUBLISHERS , 1(3), 2019. ISSN: 2641-6921.

LINARES, Roiser, AGUILAR, Manuel y ROJAS, Edwar. Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas. Peru : Revista de Investigación Científica UNTRM, 2(3) 2020. ISSN 2414-8822.

LLANO, Eliana, RÍOS, Diana y RESTREPO, Gloria. *Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad.* Colombia : Instituto Tecnológico Metropolitano, 23 (49), 2020.

OJEDA, Farias, MENDIZA, Rangel, BALTAZAR, Javier. Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. Mexico : Revista ALCONPAT, Vol. 8(2): 194-208, 2018.

OSPINA, German. El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia. Colombia : Revista de Ingeniería, 44 (2), 2016.

PEZO, Velarde. Aplicación De Cal En Subrasante Para El Diseño De Pavimento Rígido, En Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016. Tarapoto : Universidad César Vallejo, 2016.

RAMAL, Rodolfo, RAYMUNDO, Jose y CHAVEZ, Jhonatan. Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. PERU : TZHOECOEN, 12 (2), 2020.

ROJAS, Daniel, 2012, Índice de soporte de California. Escuela de Ingeniería en Construcción. Recuperado de: [Informe CBR PDF | PDF | Mecánica de suelos | Papel \(scribd.com\)](#)

RIVERA, J, OROBIO, A y MEJÍA, R. Clayey soil stabilization using alkali-activated cementitious materials. 337, Colombia : Revista Administrative Department of Science, Technology and Innovation, 70 (2), 2019. ISSN: 0465-2746

RUANO,2016. Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016

RUGE, Juan, MOLINA, Fausto y PINTO, Renato. 2021. Comparación experimental entre la sensibilidad y la cementación en el comportamiento

no drenado de suelos arcillosos. Chile : Revista chilena de ingeniería, 29 (3), 2021.

SALAZAR, Edgar. Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce el Porongo-Aeropuerto – Cajamarca. Cajamarca : Universidad César Vallejo, 2016.

SILVESTRE, Juan. Análisis comparativo de los efectos del agua de mar y de cal en la estabilización de suelos arcillosos en calles que conforman el barrio 2 de Noviembre de la comuna Engabao perteneciente al Cantos Playas Provincia del Guayas. Ecuador : Universidad de Guayaquil, 2018.

VENTURA, Cairo y ALARCÓN, Adilio. Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco. Lima : Universidad César Vallejo, 2018.

AFRIN, Habiba . A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques. Australia: Revista International Journal of Transportation Engineering, 2017.

CARO, Silvana. Technologies for tertiary roads: Perspectives and experiences from an academic approach. Colombia: Revista de ingeniería,45(1), 2017. ISBN: 0121-4993

WINTERKORN, Hans. The Science of Soil Stabilization. Estados Unidos: Revista de Princeton University, 2015.

SANTOSH, Dhakar. Stabilization of Soil: A Review. India: Revista International Journal of Science and Research, 2015.

SINKA, Maris GENADIJS, Sahmenko. Artificial hydraulic lime binder and its impact on properties of hemp-lime compositions. EE.UU: Revista Innovative Materials, Structures and Technologies, 2017.

ZACHAROPOULOU, Georgia. Interpreting chemistry and technology of lime binders and implementing it in the conservation field. Grecia: Greek Ministry of Culture, 2019.

JUSTNES, Harald. Alternative Binders Based on Lime and Calcined Clay. Noruega: Revista Research Council of Norway, 10(1), 2015.

BANJA, André. Optimal hydrated lime concentration in asphalt binder to improve photo degradation resistance. Brasil: Revista Scielo, 2018.

PRZEMYSŁAW, Brzyski, GRZEGORZ, Tagód. Physical and mechanical properties of composites based on hemp shives and lime. Poland: Revista E Sciences, 48 (1), 2018.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla. Matriz operacional de variables

| VARIABLES | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Técnica / Instrumento | Escala |
|---|--|--|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------|
| VI: Aglomerantes naturales (cal y yeso) | De acuerdo con, los autores (Llano, Ríos & Restrepo, 2020) señalan que el uso de aglomerante natural “es considerado como una solución técnica, económica y ambientalmente sostenible (...)” (p.2); esto quiere decir, que consiste en el uso de aditivos para mejorar las propiedades ingenieriles del suelo con la finalidad que brinda una adecuada estabilización y prevalencia en un mayor periodo al convencional. | Los aglomerantes más empleados son la cal, el yeso y los cementos, que, mezclados con los áridos, arenas y gravas, forman los componentes más utilizados: morteros y hormigones. | Aglomerante cal | 2% | Observación /Ficha observación | Razón |
| | | | | 3% | | |
| | | | | 5% | Análisis documental / Ficha registro | |
| | | | | Composición física y química | | |
| | | | Aglomerante yeso | 2% | Observación /Ficha observación | Razón |
| | | | | 3% | | |
| | | | | 5% | Análisis documental / Ficha registro | |
| | | | | Composición física y química | | |
| VD: Estabilización de suelos | Estabilizar un suelo es mejorar las propiedades físicas a través de procedimientos mecánicos, químicos o sintéticos. Las estabilizaciones se realizan en suelos inadecuados, la cual no tienen una oportuna resistencia | La estabilización de suelos es un proceso que contribuye a mejorar las características y propiedades del suelo generando que este pueda estar apto para fines de pavimentación. | Propiedades físicas | Granulometría | Protocolo | Razón |
| | | | | Tipo de suelo | | Razón |
| | | | | Límites de atterberg | | Razón |
| | | | | Humedad natural | | Razón |
| | | | Propiedades mecánicas | Proctor modificado | Protocolo | Razón |
| | | | | CBR | | Razón |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | METODOLOGÍA | |
|--|---|--|--|---|--|
| <p>: ¿De qué manera utilizando el yeso y cal como aglomerantes naturales se estabilizará el suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca - 2021?</p> | <p>Objetivo general: Determinar la estabilización del suelo incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca 2021</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar el tipo de suelo en el tramo La Capilla -Cedro Pampa, Cajamarca – 2021 • Determinar los componentes de la cal y yeso mediante el ensayo físico y químico. • Analizar el comportamiento de un aglomerante natural empleando cal en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca – 2021. • Comparar los resultados de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca - 2021 • Obtener el análisis estadístico mediante el análisis bifactorial de cal y yeso como aglomerantes naturales, en la estabilización del suelo en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca - 2021 | <p>Utilizando cal y yeso como aglomerantes naturales se estabiliza el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cutervo, Cajamarca – 2021.</p> | <p>VI: Aglomerantes naturales (cal y yeso)</p> <p>VD: Estabilización de suelos</p> | <p>TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> | <p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> |
| | | | | <p>Tipo: Aplicativa</p> <p>Diseño: pre - experimental</p> | <p>Población: La población está conformado por el tramo La Capilla- Cedropampa</p> <p>Muestra: La muestra está conformada por la C-1 y C-2</p> |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. FICHA DE OBSERVACIÓN.



FICHA DE OBSERVACIÓN

FORMATO 1 - EXPLORACIONES DE CAMPO

| | |
|-----------------|---|
| PROYECTO | Elaboración del Estudio de suelo "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO CAL Y YESO COMO AGLOMERANTES NATURALES EN EL TRAMO LA CAPILLA -CEDROPAMPA, CAJAMARCA - 2021" |
|-----------------|---|

| | |
|------------------|---|
| UBICACIÓN | DISTRITO LA CAPILLA, PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO CAJAMARCA |
|------------------|---|

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| REGISTRO | PROFUNDIDAD | COORDENADAS | FECHA |
|----------------|-------------|-------------------------|----------|
| CALICATA N° 01 | 1.50 | | 20-08-21 |
| NIVEL FREÁTICO | N.P | REFERENCIA DE UBICACIÓN | |

| Prof. (m.) | SUCS | ÍTEMS | Descripción del suelo | N° Muestra | OBSERVACIONES |
|------------|------|-------|---|------------|---|
| 1.20 | | | Se observo que el suelo a una profundidad de 0.10 cm contenía materia orgánica o también conocido como suelo contaminado, también se logró observar presencia de finos y arenas | M1 | Se logro apreciar que el tramo estaba presentando asentamiento. |
| 1.50 | | | | | |

EVIDENCIA



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **Segundo Diego Rojas Sánchez** Con DNI N° **41053361** de profesión de Ingeniero Civil con código CIP **175499** desempeñándome actualmente como ingeniero Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos el siguiente formato:

Formato N°01 para evaluar la condición en la que se encuentra el tramo La Capilla -Cedropampa

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Congruencia de Ítems | | X | | | |
| 2. Amplitud de contenido | | | X | | |
| 3. Redacción de Ítems | | | X | | |
| 4. Pertinencia | | | X | | |
| 5. Metodología | | | X | | |
| 6. Coherencia | | X | | | |
| 7. Organización | | X | | | |
| 8. Objetividad | | | X | | |
| 9. Claridad | | | X | | |

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Chiclayo a los días 20 del mes de julio del 2021.

 Municipalidad Distrital de José L. Ortiz
Ing° **S. Diego Rojas Sánchez**
CIP N° 175499
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **Josmar Harold Fernández Pérez** Con DNI N° **72179192** de profesión de Ingeniero Civil con código CIP **237227** desempeñándome actualmente como ingeniero Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de -instrumentos el siguiente formato:

Formato N°01 para evaluar la condición en la que se encuentra el tramo La Capilla -Cedropampa

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|---------------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 10. Congruencia de Ítems | | X | | | |
| 11. Amplitud de contenido | | | X | | |
| 12. Redacción de Ítems | | | X | | |
| 13. Pertinencia | | X | | | |
| 14. Metodología | | | X | | |
| 15. Coherencia | | X | | | |
| 16. Organización | | X | | | |
| 17. Objetividad | | | X | | |
| 18. Claridad | | | X | | |

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Chiclayo a los días 20 del mes de julio del 2021.


Josmar Harold Fernández Pérez
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 237227

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **Stefani Del Rosario Estela Curo** Con DNI N° **76805679** de profesión de Ingeniero Civil con código CIP **235571** desempeñándome actualmente como ingeniero Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de -instrumentos el siguiente formato:

Formato N°01 para evaluar la condición en la que se encuentra el tramo La Capilla -Cedropampa

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|---------------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 19. Congruencia de Ítems | | X | | | |
| 20. Amplitud de contenido | | | X | | |
| 21. Redacción de Ítems | | | X | | |
| 22. Pertinencia | | | X | | |
| 23. Metodología | | | X | | |
| 24. Coherencia | | | X | | |
| 25. Organización | | | X | | |
| 26. Objetividad | | | X | | |
| 27. Claridad | | | X | | |

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Chiclayo a los días 20 del mes de julio del 2021.


STEFANI DEL ROSARIO ESTELA CURO
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. 235571

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, Carranza Gomez Jhonny Steben, egresado de la Facultad / Escuela de pregrado y Escuela académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo. Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:


“Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el tramo La Capilla - Cedro Pampa, Cajamarca 2021”

es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo - 02/072021

| | |
|-------------------------------|---|
| Apellidos y Nombres del Autor | |
| Carranza Gomez Jhonny Steben | |
| DNI:71697694 | Firma  |
| ORCID: 0000-0002-9165-6106 | |

ANEXO 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

| | | |
|-----------------|--|---|
| 1. Expediente | 0412-2021 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| 2. Solicitante | INGEONORT S.A.C. | |
| 3. Dirección | Av. Progreso Oeste N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo - Chiclayo. | |
| 4. Equipo | PRENSA DE ENSAYO CBR | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| Capacidad | 5000 kgf | |
| Marca | YF | CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. |
| Modelo | STCBR-1 | |
| Número de Serie | 101-04 | |
| Procedencia | No indica | |
| Identificación | CHINA | |
| Indicación | DIGITAL | |
| Marca | HIWEIGHT | |
| Modelo | 315-X8 | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| Número de Serie | NO INDICA | |
| Resolución | 0.1 kgf | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez. |

5. Fecha de Calibración 2021-04-28

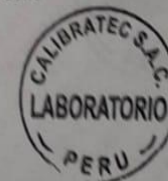
Fecha de Emisión

2021-04-29

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Progreso Oeste N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo - Chiclayo.

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20.3 °C | 20.4 °C |
| Humedad Relativa | 69 % HR | 69 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe de calibración |
|--|--|------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f | INF-LE 038-21B |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Scanned by TapScanner

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2021

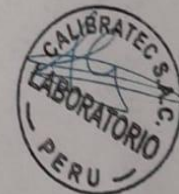
Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | | Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia | | | |
|-----------------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------------|
| % | F_i (kgf) | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | $F_{promedio}$ (kgf) |
| 10 | 500 | 499.8 | 497.8 | 497.8 | 498.5 |
| 20 | 1000 | 999.6 | 999.2 | 997.7 | 998.8 |
| 30 | 1500 | 1500.5 | 1501.5 | 1499.5 | 1500.5 |
| 40 | 2000 | 2000.8 | 2001.8 | 1999.8 | 2000.8 |
| 50 | 2500 | 2500.1 | 2501.1 | 2499.1 | 2500.1 |
| 60 | 3000 | 3003.4 | 3002.4 | 2999.9 | 3001.9 |
| 70 | 3500 | 3504.7 | 3503.7 | 3500.7 | 3503.0 |
| 80 | 4000 | 4003.0 | 4002.0 | 4001.0 | 4002.0 |
| 90 | 4500 | 4504.2 | 4503.2 | 4500.2 | 4502.5 |
| 100 | 5000 | 5003.6 | 5002.9 | 5001.5 | 5002.7 |
| Retorno a Cero | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | Incertidumbre U (k=2) (%) |
|------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Exactitud a (%) | Repetibilidad b (%) | Resol. Relativa σ (%) | |
| 500 | 0.30 | 0.40 | 0.02 | 0.43 |
| 1000 | 0.12 | 0.19 | 0.01 | 0.36 |
| 1500 | -0.03 | 0.13 | 0.01 | 0.35 |
| 2000 | -0.04 | 0.10 | 0.01 | 0.34 |
| 2500 | -0.01 | 0.08 | 0.00 | 0.34 |
| 3000 | -0.06 | 0.12 | 0.00 | 0.35 |
| 3500 | -0.09 | 0.11 | 0.00 | 0.35 |
| 4000 | -0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.34 |
| 4500 | -0.06 | 0.09 | 0.00 | 0.34 |
| 5000 | -0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.34 |

| | |
|---|--------|
| MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) | 0.00 % |
|---|--------|



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

ANEXO 5.
CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO
(COVID)



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00075352

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 002397-2013/DSD - INDECOPI de fecha 21 de Febrero de 2013, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación INGEONORT S.A.C. y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto

Distingue : Supervisión de obras de construcción

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0502723-2012

Titular : INGEONORT S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 21 de Febrero de 2023

Tomo : 377

Folio : 152

PATRICIA GAMBOA VILELA
Directora
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI





RUC N° 20488023897

REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES**CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN
PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA****INGEONORT SAC.**

Domiciliado en: AVENIDA PROGRESO OESTE 277 URBANIZACION LOS MOCHICAS
/LAMBAYEQUE-CHICLAYO-CHICLAYO (Según información declarada en la SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

PROVEEDOR DE BIENES

Vigencia : Desde 18/02/2017

PROVEEDOR DE SERVICIOS

Vigencia : Desde 18/02/2017

FECHA IMPRESIÓN: 13/07/2020

Nota:

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: www.rnp.gob.pe - opción [Verifique su Inscripción](#).

Retornar

Imprimir



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO

LICENCIA MUNICIPAL DE FUNCIONAMIENTO DEFINITIVA

LEY N° 28976
ORDENANZA MUNICIPAL N° 013-2007-GPCH

CATEGORIA: **BASICO** CERTIFICADO **0016446**

CONCEDE A:

Nombres y Apellidos/Razón Social: **INGEONORT S.A.C.**

R.U.C.:

20488023897

Rep. Legal: **FLORES PEREZ-ELOY**

D.N.I.:

16768048

Nombre Comercial: **"INGEONORT S.A.C."**

Dirección: **AVENIDA EL PROGRESO N° 277 - INT. 5 - URB. LOS MOCHICAS**

Giro: **OFICINA ADMINISTRATIVA DE LABORATORIO- ENSAYOS DE MATERIALES**

Área: **9.8**

Horario de Atención: **08.00 a.m. - 07.00 p.m.**

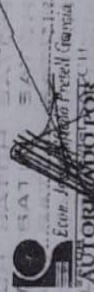
AutORIZACIÓN ANTERIOR:

Al haber cumplido con los requisitos mediante Exp. N° **2014000776** del **09/01/2014**

Queda inscrito en el Registro de Licencias con el N° **00027291**

Chiclayo, **21 de Marzo del 2014**

¡Jó y nosotros!
trabajando juntos!



Si realiza alguna modificación o cierra el Establecimiento deberá renovar el Certificado de Funcionamiento o cancelarlo respectivamente.
ES OBLIGATORIO QUE SE EXHIBA EN UN LUGAR VISIBLE. NO AUTORIZA EL USO DE LA VIA PÚBLICA.

Debe presentar la Declaración Jurada de Permanencia en el Giro hasta el: **31/03** de cada año.

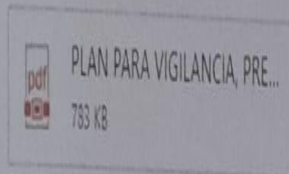
PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DE COVID-19 EN EL TRABAJO - INGEONORT SAC



Eloy Flores Pérez

Sáb 18/07/2020 22:02

Para: empresa@minsa.gob.pe



SEÑORES DEL MINSA:

Por el presente, les saludo cordialmente y a su vez remito el PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DE COVID-19 EN EL TRABAJO, de mi Representada, la empresa INGEONORT SAC, para poder reiniciar nuestras actividades.

Quedo atento a cualquier sugerencia.

Atentamente,
Eloy Flores Perez
Gerente General



Eloy Flores Perez

Representante Legal

INGEONORT S.A.C.

Dirección: Av. El Progreso 277

Urb. Los Mochicas – Chiclayo

E-mail: ingeonortsac_efp@hotmail.com

serviciosgeotecnicos@hotmail.com

RPM: 983635676

ANEXO 6
NORMATIVIDAD EMPLEADA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14



Tabla 56: Clasificación de suelos según índice de plasticidad

| Índice de Plasticidad | Plasticidad | Característica |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| IP > 20 | Alta | suelos muy arcillosos |
| IP ≤ 20 IP > 7 | Media | suelos arcillosos |
| IP < 7 | Baja | suelos poco arcillosos plasticidad |
| IP = 0 | No Plástico (NP) | suelos exentos de arcilla |

Fuente: Manual de carreteras MTC 2014

Tabla 57: Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D3282

Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282



| Clasificación general | Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200) | | | | | | | Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200) | | | | | |
|---|---|---------|--------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---|---------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | | |
| | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5 | A-7-6 | |
| Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: | | | | | | | | | | | | | |
| 2 mm (N° 10) | máx. 50 | | | | | | | | | | | | |
| 0.425 mm (N° 40) | máx. 30 | máx. 50 | min. 51 | | | | | | | | | | |
| F: 0.075 mm (N° 200) | máx. 15 | máx. 25 | máx. 10 | Máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | min. 36 | min. 36 | min. 36 | min. 36 | min. 36 | min. 36 |
| Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40) | | | | | | | | | | | | | |
| Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40) | | | | | | | | | | | | | |
| LL: Límite de Líquido | | | | máx. 40 | min. 41 | máx. 40 | min. 41 | máx. 40 | Min. 41 | máx. 40 | min. 41 | min. 41 | min. 41 |
| IP: Índice de Plasticidad | máx. 6 | máx. 6 | NP | máx. 10 | máx. 10 | min. 11 | min. 11 | máx. 10 | máx. 10 | min. 11 | min. 11 ^(a) | min. 11 ^(b) | min. 11 ^(b) |
| Tipo de material | Piedras, gravas y arenas | | Arenas Finas | Gravas y arenas limosas o arcillosas | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | | | |
| Estimación general del suelo como sub rasante | Excelente a bueno | | | | | | | Regular a insuficiente | | | | | |

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc
 $IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40)) +0.01 (F-15)(IP-10)]$.

Fuente: Manual de carreteras MTC 2014

Tabla 58: Categorías de sub rasante

| Categorías de Sub rasante | CBR |
|---|--------------------------|
| S ₀ : Sub rasante Inadecuada | CBR < 3% |
| S ₁ : Sub rasante insuficiente | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S ₂ : Sub rasante Regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S ₃ : Sub rasante Buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S ₄ : Sub rasante Muy Buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S ₅ : Sub rasante Excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: Manual de carreteras MTC 2014

ANEXO 7. PROTOCOLOS DE ENSAYO



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

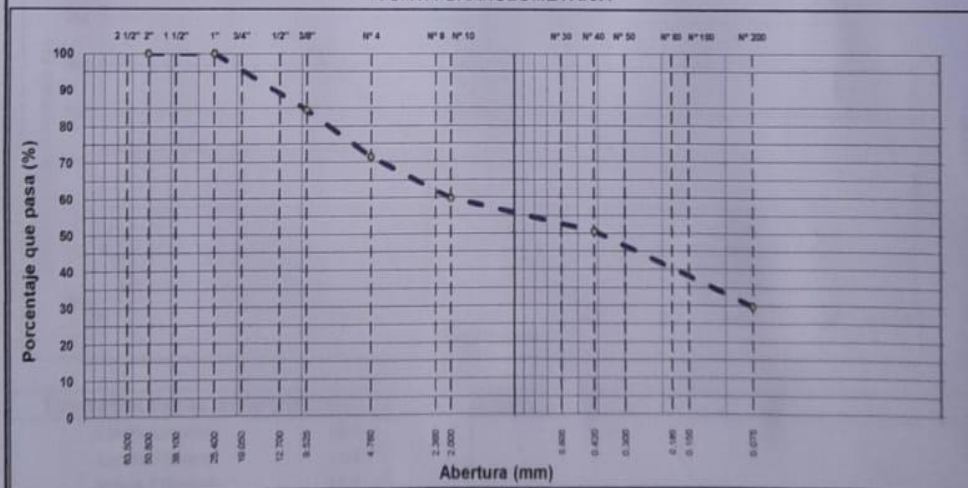
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360
CALICATA : C-1 M-2
PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-------|-----------------------|-------|------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total | = | 738.9 | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado | = | 518.4 | gr | | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino | = | 527.2 | gr | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido | = | 33.2 | % | | |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico | = | 20.9 | % | | |
| 3/4" | 19.050 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | Indice plastico | = | 12.3 | % | | |
| 1/2" | 12.700 | 79.4 | 10.8 | 10.8 | 89.3 | Clasif. AASHTO | = | A-2-6 | 1 | | |
| 3/8" | 9.525 | 35.8 | 4.9 | 15.6 | 84.4 | Clasif. SUCCS | = | SC | | | |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 0.0 | 15.6 | 84.4 | Max. Dens. Seca | = | 1.837 | (gr/cm ³) | | |
| # 4 | 4.760 | 96.5 | 13.1 | 28.7 | 71.3 | Opt. Cont. Hum. | = | 15.53 | % | | |
| # 8 | 2.360 | 47.8 | 6.5 | 35.1 | 64.9 | CBR 0.1" (100%) | = | 12.4 | % | | |
| # 10 | 2.000 | 37.5 | 5.1 | 40.2 | 59.8 | CBR 0.1" (95%) | = | 8.4 | % | | |
| # 30 | 0.600 | 52.8 | 7.1 | 47.3 | 52.7 | Ensayo Malla #200 | P.S. Seco | 738.9 | P.S. Lavado | 518.4 | % 200 |
| # 40 | 0.420 | 14.8 | 2.0 | 49.3 | 50.7 | | | | | | 29.8 |
| # 50 | 0.300 | 7.7 | 1.0 | 50.4 | 49.6 | % Grava | = | 28.7 | % | | |
| # 80 | 0.180 | 37.7 | 5.1 | 55.5 | 44.5 | % Arena | = | 41.5 | % | | |
| # 100 | 0.150 | 27.3 | 3.7 | 59.2 | 40.8 | % Fino | = | 29.9 | % | | |
| # 200 | 0.075 | 81.1 | 11.0 | 70.1 | 29.9 | % Humedad | P.S.H. | 300.0 | P.S.S. | 250.4 | % |
| < # 200 | FONDO | 220.5 | 29.8 | 100.0 | 0.0 | | | | | | 19.8% |
| FINO | | 527.2 | | | | Coef. Uniformidad | - | | | | Indice de Coesistencia |
| TOTAL | | 738.9 | | | | Coef. Curvatura | - | | | | |
| | | | | | | Pol. de Expansión | Bajo | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
 Eloy Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
 José Olucero Valera
 INGENIERO CIVIL
 G.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

| | | |
|-------------------|--|--|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Setiembre - 2021 |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. | : KM. 0+360 | |
| CALICATA | : C-1 M-2 | |
| PROFUND. | : De 0.10 a 1.50 m | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | |

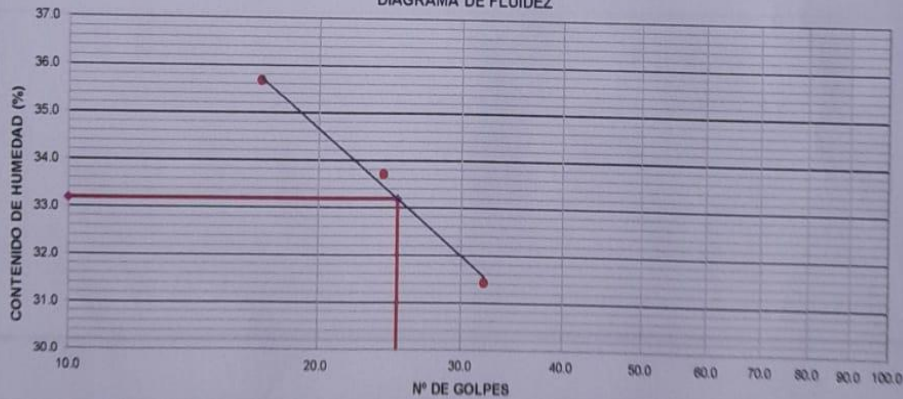
LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 5 | 6 | 7 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 37.56 | 37.49 | 37.75 |
| TARRO + SUELO SECO | 31.03 | 30.58 | 30.49 |
| AGUA | 6.53 | 6.91 | 7.26 |
| PESO DEL TARRO | 10.25 | 10.08 | 10.14 |
| PESO DEL SUELO SECO | 20.78 | 20.50 | 20.35 |
| % DE HUMEDAD | 31.42 | 33.71 | 35.68 |
| N° DE GOLPES | 32 | 24 | 17 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 8 | 9 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 25.87 | 25.61 |
| TARRO + SUELO SECO | 23.17 | 22.94 |
| AGUA | 2.70 | 2.67 |
| PESO DEL TARRO | 10.16 | 10.19 |
| PESO DEL SUELO SECO | 13.01 | 12.75 |
| % DE HUMEDAD | 20.75 | 20.94 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Limite Líquido | 33.2 |
| Limite Plástico | 20.9 |
| Índice Plástico | 12.3 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Flora Pérez
Flora Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose Guerrero Valencia
Jose Guerrero Valencia
INGENIERO CIVIL
C.V.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108)

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

DATOS

| | | | |
|----------------------------------|-------|------|--|
| N° de Ensayo | 1 | | |
| Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.) | 300.0 | | |
| Peso de Mat. Seco + Tara (gr.) | 250.4 | | |
| Peso de Tara (gr.) | | | |
| Peso de Agua (gr.) | 49.6 | | |
| Peso Mat. Seco (gr.) | 250.4 | | |
| Humedad Natural (%) | 19.81 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 19.8 | |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
Roly Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
José A. Zucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 78394



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360
CALICATA : C-1 M-2
PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

| PROF. | M. | MUESTRA | SIMBOLO | DESCRIPCION | CLASIFICACION | |
|-------|----|---------|---------|--|---------------|-----------|
| | | | | | (S.U.C.S) | (AASHTO) |
| 0.00 | | M-1 | | Suelo contaminado con materia orgánica | | |
| 0.10 | | | | | | |
| 0.20 | | M-2 | | Arenas arcillosas de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color amarillento, con humedad natural de 19.8 %. | SC | A-2-6 (1) |
| 0.30 | | | | | | |
| 0.40 | | | | | | |
| 0.50 | | | | | | |
| 0.60 | | | | | | |
| 0.70 | | | | | | |
| 0.80 | | | | | | |
| 0.90 | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | |
| 1.10 | | | | | | |
| 1.20 | | | | | | |
| 1.30 | | | | | | |
| 1.40 | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | |

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.
[Signature]
Eduardo Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.
[Signature]
José A. Alvarez V.
INGENIERO CIVIL
C.I.F. N° 70344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 116 - ASTM D 1557

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360
CALICATA : C-1 M-2
PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25
NUMERO DE CAPAS : 5

| NÚMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 6101 | 6209 | 6270 | 6237 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1836 | 1944 | 2005 | 1972 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.949 | 2.064 | 2.128 | 2.093 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.745 | 1.813 | 1.836 | 1.777 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|--|-------|---------------------------------|-------|-------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 346.3 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 310.0 | 307.5 | 301.9 | 297.1 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 36.3 | 42.5 | 48.1 | 52.9 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 310.0 | 307.5 | 301.9 | 297.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.71 | 13.82 | 15.93 | 17.81 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.837 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 15.5 |

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
Alex Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
José A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 26/09/2021

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.837 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 15.5 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| Molde N° | 3 | 2 | 1 | | | |
|--|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| N° Capa | 5 | 5 | 5 | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | 25 | 12 | | | |
| Cond. de la muestra | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 12765 | | 12310 | | 12122 | |
| Peso de molde (gr) | 8281 | | 8040 | | 8095 | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 4484 | | 4270 | | 4027 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2118 | | 2120 | | 2117 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 2.117 | | 2.014 | | 1.902 | |
| Humedad (%) | 15.40 | | 15.59 | | 15.25 | |
| Densidad seca (gr/cm³) | 1.834 | | 1.742 | | 1.650 | |
| Tarro N° | S/N | | S/N | | S/N | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | | 350.0 | | 350.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 303.3 | | 302.8 | | 303.7 | |
| Peso del Agua (gr) | 46.7 | | 47.2 | | 46.3 | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| Peso del suelo seco (gr) | 303.3 | | 302.8 | | 303.7 | |
| Humedad (%) | 15.40 | | 15.59 | | 15.25 | |
| Promed. de Humedad (%) | 15.4 | | 15.6 | | 15.3 | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 26/09/2021 | 09:00:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 27/09/2021 | 09:00:00 | 24 | 59.0 | 1.5 | 1.3 | 85.0 | 2.2 | 1.8 | 107.0 | 2.7 | 2.3 |
| 28/09/2021 | 09:00:00 | 48 | 79.0 | 2.0 | 1.7 | 110.0 | 2.8 | 2.4 | 131.0 | 3.3 | 2.8 |
| 29/09/2021 | 09:00:00 | 88 | 99.0 | 2.5 | 2.2 | 129.0 | 3.3 | 2.8 | 149.0 | 3.8 | 3.2 |
| 30/09/2021 | 09:00:00 | 96 | 124.0 | 3.1 | 2.7 | 145.0 | 3.7 | 3.2 | 159.0 | 4.0 | 3.5 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 1 | | | |
|-----------------|---------------------------------|------------|--------------------|--------------------|------|------------|--------------------|--------------------|------|------------|--------------------|--------------------|-----|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | | 45 | 2 | | | 28 | 1 | | | 19 | 1 | | |
| 1.270 | | 87 | 4 | | | 58 | 3 | | | 43 | 2 | | |
| 1.905 | | 125 | 6 | | | 84 | 4 | | | 62 | 3 | | |
| 2.540 | 70.3 | 169 | 9 | 8.6 | 12.3 | 114 | 6 | 5.8 | 8.3 | 76 | 4 | 3.9 | 5.5 |
| 3.810 | | 232 | 12 | | | 169 | 9 | | | 113 | 6 | | |
| 5.080 | 105.5 | 306 | 16 | 15.6 | 14.8 | 227 | 12 | 11.6 | 11.0 | 158 | 8 | 8.1 | 7.6 |
| 6.350 | | 371 | 19 | | | 276 | 14 | | | 209 | 11 | | |
| 7.620 | | 469 | 24 | | | 341 | 17 | | | 258 | 13 | | |
| 10.160 | | 576 | 29 | | | 448 | 23 | | | 327 | 17 | | |
| 12.700 | | 721 | 37 | | | 554 | 28 | | | 405 | 21 | | |

INGEONORT S.A.C.

INGEONORT

Scanned by TapScanner



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

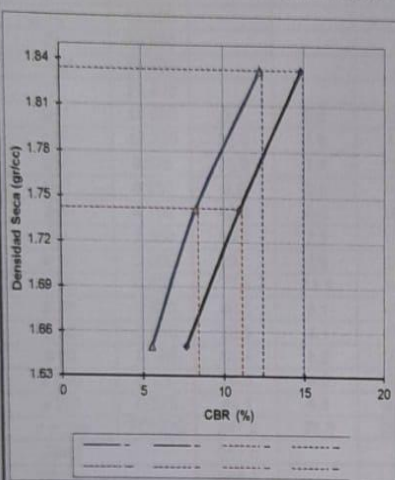
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360
CALICATA : C-1 M-2
PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : 26/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



RESULTADOS:

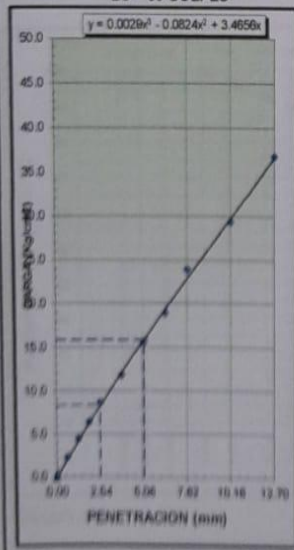
| | | | | |
|------------------------------|-------|------|-------|------|
| C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%) | 0.1": | 12.4 | 0.2": | 14.9 |
| C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%) | 0.1": | 8.4 | 0.2": | 11.1 |

Datos del Proctor

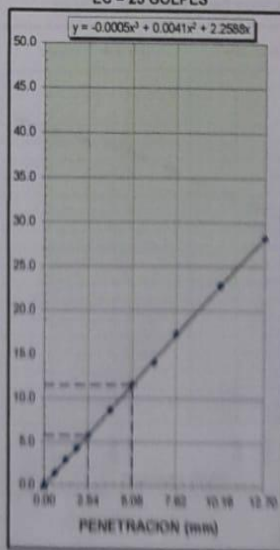
| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.837 | gr/cc |
| Óptimo Humedad | 15.53 | % |

Observaciones:

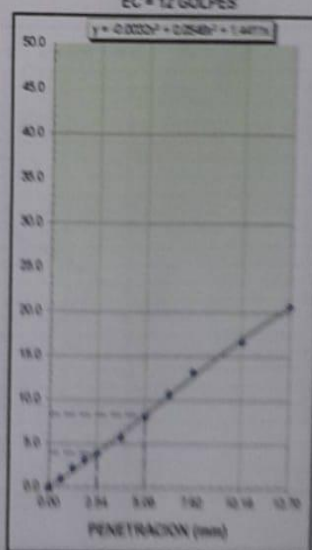
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

J.A.L.V.
INGENIERO CIVIL



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALICATA : C-2 M-2

PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m

TESISTA : Johnny Steben Carranza Gomez

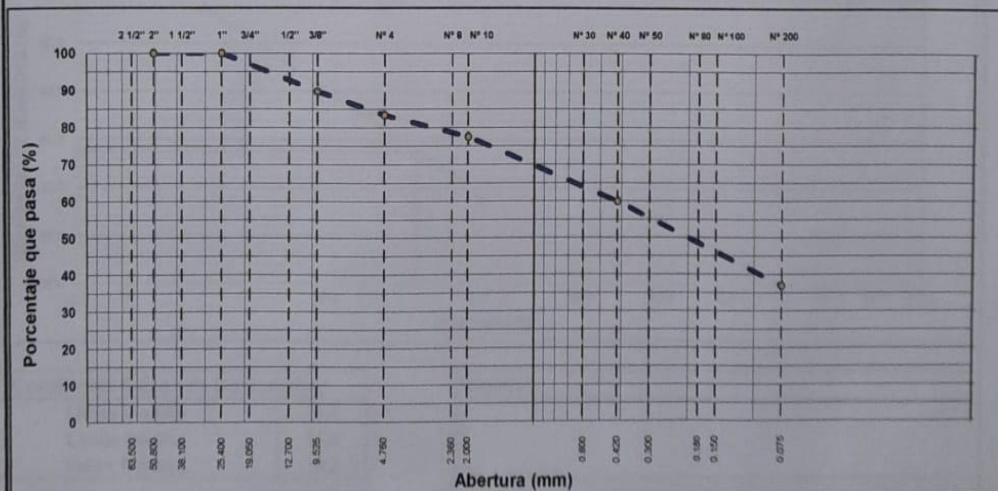
TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-------|------------------------|-------|-------|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total | = | 668.8 | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado | = | 421.8 | gr | | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino | = | 557.6 | gr | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido | = | 40.8 | % | | |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico | = | 25.4 | % | | |
| 3/4" | 19.050 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | Indice plastico | = | 15.3 | % | | |
| 1/2" | 12.700 | 33.0 | 4.9 | 4.9 | 95.1 | Clasif. AASHTO | = | A-6 | 1 | | |
| 3/8" | 9.525 | 35.9 | 5.4 | 10.3 | 89.7 | Clasif. SUCCS | = | SC | | | |
| 1/4" | 6.350 | 0.0 | 0.0 | 10.3 | 89.7 | Max. Dens. Seca | = | 1.681 | (gr/cm3) | | |
| # 4 | 4.760 | 42.3 | 6.3 | 16.6 | 83.4 | Opt. Cont. Hum. | = | 20.51 | % | | |
| # 8 | 2.360 | 19.3 | 2.9 | 19.5 | 80.5 | CBR 0.1" (100%) | = | 13.0 | % | | |
| # 10 | 2.000 | 20.1 | 3.0 | 22.5 | 77.5 | CBR 0.1" (95%) | = | 7.7 | % | | |
| # 30 | 0.600 | 77.5 | 11.6 | 34.1 | 65.9 | Ensayo Malla #200 | P.S. Seco | 668.8 | P.S. Lavado | 421.8 | % 200 |
| # 40 | 0.420 | 40.5 | 6.1 | 40.2 | 59.8 | | | | | | |
| # 50 | 0.300 | 20.9 | 3.1 | 43.3 | 56.7 | % Grava | = | 16.6 | % | | |
| # 80 | 0.180 | 61.4 | 9.2 | 52.5 | 47.5 | % Arena | = | 46.5 | % | | |
| # 100 | 0.150 | 26.8 | 4.0 | 56.5 | 43.5 | % Fino | = | 36.9 | % | | |
| # 200 | 0.075 | 44.1 | 6.6 | 63.1 | 36.9 | % Humedad | P.S.H. | 300.0 | P.S.S. | 239.5 | % |
| < # 200 | FONDO | 247.0 | 36.9 | 100.0 | 0.0 | | | | | | |
| FINO | | 557.6 | | | | Coef. Uniformidad | - | | Indice de Consistencia | | |
| TOTAL | | 668.8 | | | | Coef. Curvatura | - | | | | |
| | | | | | | Pot. de Expansión | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Encero Valera
INGENIERO CIVIL



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 2+400
CALICATA : C-2 M-2
PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

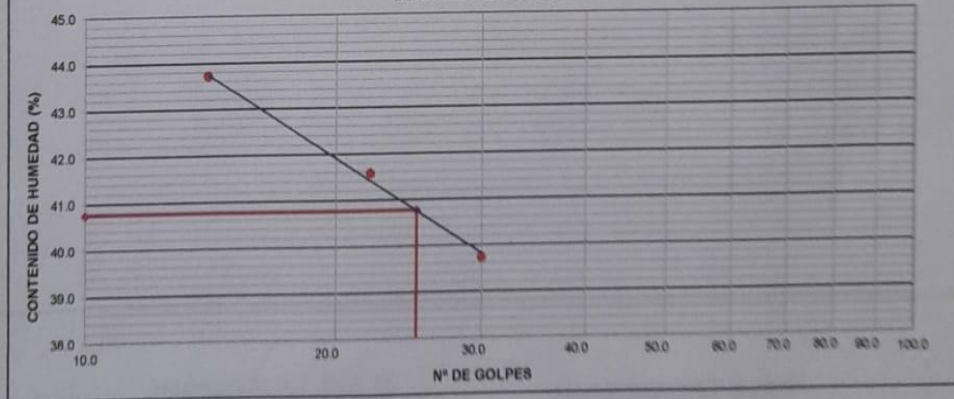
LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 38.09 | 37.45 | 38.26 |
| TARRO + SUELO SECO | 30.15 | 29.43 | 29.74 |
| AGUA | 7.94 | 8.02 | 8.52 |
| PESO DEL TARRO | 10.16 | 10.14 | 10.25 |
| PESO DEL SUELO SECO | 19.99 | 19.29 | 19.49 |
| % DE HUMEDAD | 39.72 | 41.58 | 43.71 |
| N° DE GOLPES | 30 | 22 | 14 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 13 | 14 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 26.78 | 26.55 |
| TARRO + SUELO SECO | 23.79 | 23.69 |
| AGUA | 2.99 | 2.86 |
| PESO DEL TARRO | 12.01 | 12.46 |
| PESO DEL SUELO SECO | 11.78 | 11.23 |
| % DE HUMEDAD | 25.38 | 25.47 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Límite Líquido | 40.8 |
| Límite Plástico | 25.4 |
| Índice Plástico | 15.3 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Baccero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108)

| | |
|--|--|
| PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Setiembre - 2021 |
| UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. : KM. 2+400 | |
| CALICATA : C-2 M-2 | |
| PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m | |
| TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez | |

DATOS

| | | | |
|----------------------------------|-------|------|--|
| N° de Ensayo | 1 | | |
| Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.) | 300.0 | | |
| Peso de Mat. Seco + Tara (gr.) | 239.5 | | |
| Peso de Tara (gr.) | | | |
| Peso de Agua (gr.) | 60.5 | | |
| Peso Mat. Seco (gr.) | 239.5 | | |
| Humedad Natural (%) | 25.26 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 25.3 | |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

[Firma]
Ely Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Firma]
Asst. J. Américo Valera
INGENIERO CIVIL
CIP N° 70304



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA

| | | | |
|-------------------|--|-------------------|--------------------|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO | : E.F.P. |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | ING. RESP. | : J.A.L.V. |
| PROGRESIV. | : KM. 2+400 | FECHA | : Setiembre - 2021 |
| CALICATA | : C-2 M-2 | | |
| PROFUND. | : De 0.10 a 1.50 m | | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | | |

| PROF. | M. | MUESTRA | SIMBOLO | DESCRIPCION | CLASIFICACION | |
|-------|----|---------|---------|---|---------------|----------|
| | | | | | (S.U.C.S) | (AASHTO) |
| 0.00 | | M-1 | | Suelo contaminado con materia orgánica | | |
| 0.10 | | | | | | |
| 0.20 | | | | | | |
| 0.30 | | | | | | |
| 0.40 | | | | | | |
| 0.50 | | | | | | |
| 0.60 | | | | | | |
| 0.70 | | M-2 | | Arenas arcillosas de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color marrón oscuro con humedad natural de 25.3 %. | SC | A-6 (1) |
| 0.80 | | | | | | |
| 0.90 | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | |
| 1.10 | | | | | | |
| 1.20 | | | | | | |
| 1.30 | | | | | | |
| 1.40 | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | |

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.

 Roy Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

 José Alucero Valera
 INGENIERO
 CIP



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALICATA : C-2 M-2

PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

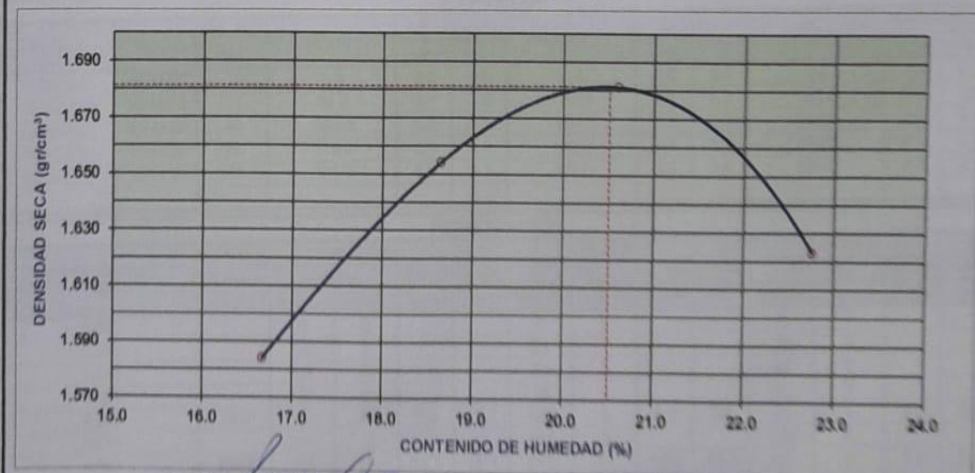
NUMERO DE CAPAS : 5

| NÚMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 6006 | 6114 | 6175 | 6142 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1741 | 1849 | 1910 | 1877 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.848 | 1.963 | 2.028 | 1.993 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.584 | 1.654 | 1.681 | 1.623 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|--|-------|--------------------------------------|-------|-------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 300.0 | 295.0 | 290.2 | 285.1 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 50.0 | 55.0 | 59.8 | 64.9 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 300.0 | 295.0 | 290.2 | 285.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 16.67 | 18.64 | 20.61 | 22.76 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.681 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 20.5 | | |

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
Rky Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
Jose A. Guerrero Valera
INGENIERO CIVIL
CIP N° 76394



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALICATA : C-2 M-2

PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 26/09/2021

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.681 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 20.5 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.
ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| | 6 | 5 | 4 | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 6 | 5 | 4 | | | |
| N° Capa | 5 | 5 | 5 | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | 25 | 12 | | | |
| Cond. de la muestra | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 12530 | | 12212 | | 12066 | |
| Peso de molde (gr) | 8265 | | 8159 | | 8230 | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 4265 | | 4053 | | 3836 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2118 | | 2108 | | 2110 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 2.014 | | 1.923 | | 1.818 | |
| Humedad (%) | 20.10 | | 20.69 | | 20.44 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.677 | | 1.593 | | 1.509 | |
| Tarro N° | S/N | | S/N | | S/N | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | | 350.0 | | 350.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 291.0 | | 290.0 | | 290.6 | |
| Peso del Agua (gr) | 59.0 | | 60.0 | | 59.4 | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| Peso del suelo seco (gr) | 291.0 | | 290.0 | | 290.6 | |
| Humedad (%) | 20.27 | | 20.69 | | 20.44 | |
| Promed. de Humedad (%) | 20.3 | | 20.7 | | 20.4 | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 26/09/2021 | 10:15:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 27/09/2021 | 10:15:00 | 24 | 81.0 | 2.1 | 1.8 | 108.0 | 2.7 | 2.3 | 127.0 | 3.2 | 2.8 |
| 28/09/2021 | 10:15:00 | 48 | 103.0 | 2.6 | 2.2 | 125.0 | 3.2 | 2.7 | 143.0 | 3.6 | 3.1 |
| 29/09/2021 | 10:15:00 | 88 | 119.0 | 3.0 | 2.6 | 145.0 | 3.7 | 3.2 | 162.0 | 4.1 | 3.5 |
| 30/09/2021 | 10:15:00 | 96 | 141.0 | 3.6 | 3.1 | 159.0 | 4.0 | 3.5 | 181.0 | 4.6 | 3.9 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 4 | | | |
|-----------------|---------------------------------|------------|--------------------|--------------------|------|------------|--------------------|--------------------|------|------------|--------------------|--------------------|-----|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | | 52 | 3 | | | 21 | 1 | | | 19 | 1 | | |
| 1.270 | | 96 | 5 | | | 51 | 3 | | | 38 | 2 | | |
| 1.905 | | 124 | 6 | | | 76 | 4 | | | 55 | 3 | | |
| 2.540 | 70.3 | 175 | 9 | 8.0 | 12.7 | 103 | 5 | 5.3 | 7.5 | 70 | 4 | 3.6 | 5.1 |
| 3.810 | | 231 | 12 | | | 161 | 8 | | | 108 | 6 | | |
| 5.080 | 105.5 | 315 | 16 | 10.1 | 15.2 | 213 | 11 | 10.9 | 10.3 | 153 | 8 | 7.8 | 7.4 |
| 6.350 | | 375 | 19 | | | 277 | 14 | | | 204 | 10 | | |
| 7.620 | | 467 | 24 | | | 341 | 17 | | | 253 | 13 | | |
| 10.160 | | 595 | 30 | | | 447 | 23 | | | 332 | 17 | | |
| 12.700 | | 731 | 37 | | | 573 | 29 | | | 419 | 21 | | |

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
Eduy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
José A. Torres
INGENIERO
C.I.P.N.



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

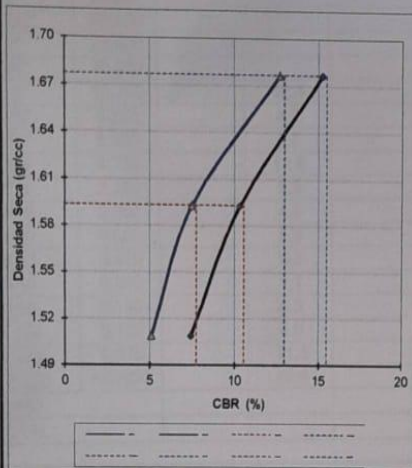
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 2+400
CALICATA : C-2 M-2
PROFUND. : De 0.10 a 1.50 m
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : 26/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



RESULTADOS:

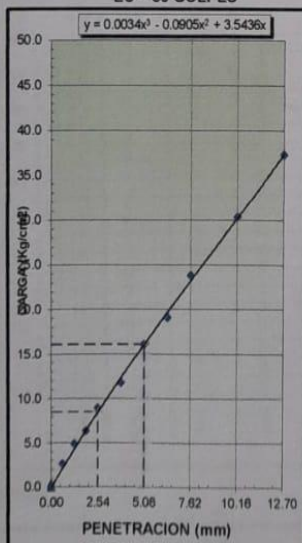
| | | | | |
|------------------------------|-------|------|-------|------|
| C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%) | 0.1": | 13.0 | 0.2": | 15.5 |
| C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%) | 0.1": | 7.7 | 0.2": | 10.5 |

Datos del Proctor

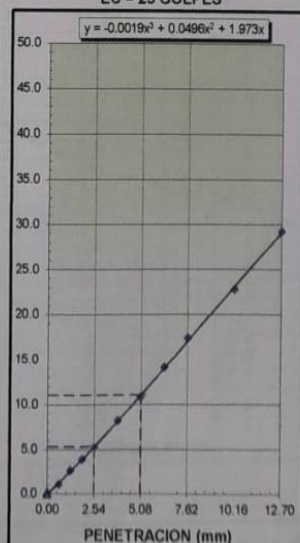
| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.681 | gr/cc |
| Óptimo Humedad | 20.51 | % |

Observaciones:

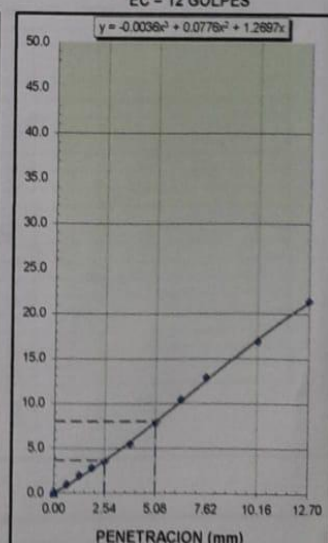
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

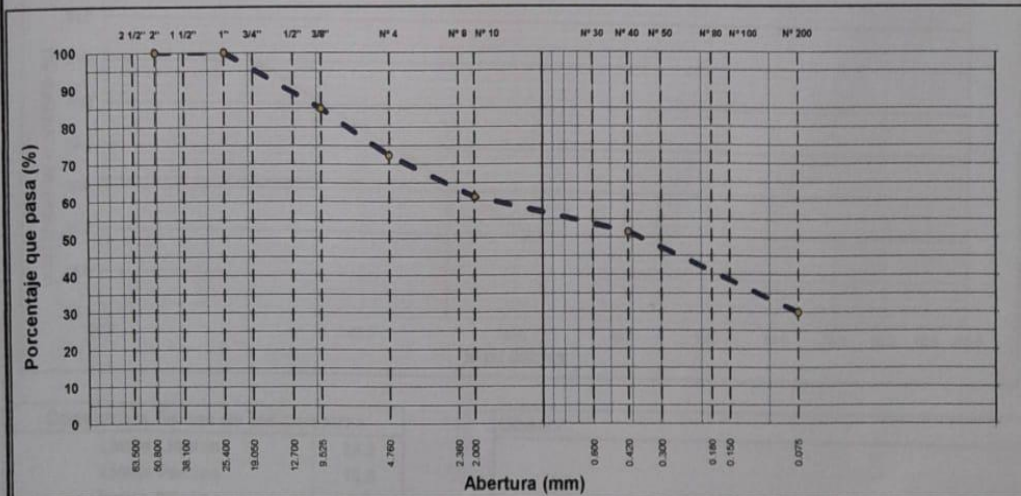
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360
CALICATA : C-1 M-2
MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | |
|---------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|------|-----------|-------------|------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total | = | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado | = | | gr | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino | = | | gr | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido | = | 28.2 | % | |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico | = | 18.6 | % | |
| 3/4" | 19.050 | | | | 100.0 | Indice plastico | = | 9.6 | % | |
| 1/2" | 12.700 | | 10.4 | | 89.6 | Clasif. AASHTO | = | A-2-4 | (0) | |
| 3/8" | 9.525 | | 4.7 | | 84.9 | Clasif. SUCCS | = | SC | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.0 | | 84.9 | Max. Dens. Seca | = | 1.807 | (gr/cm3) | |
| # 4 | 4.760 | | 12.6 | | 72.3 | Opt. Cont. Hum. | = | 12.77 | % | |
| # 8 | 2.360 | | 6.3 | | 66.0 | CBR 0.1" (100%) | = | 16.9 | % | |
| # 10 | 2.000 | | 4.9 | | 61.1 | CBR 0.1" (95%) | = | 13.3 | % | |
| # 30 | 0.600 | | 7.3 | | 53.8 | Ensayo Malla #200 | | P.S. Seco | P.S. Lavado | % 200 |
| # 40 | 0.420 | | 2.2 | | 51.6 | | | 738.9 | 518.4 | 29.8 |
| # 50 | 0.300 | | 1.1 | | 50.5 | % Grava | = | 27.7 | % | |
| # 80 | 0.180 | | 5.3 | | 45.2 | % Arena | = | 42.4 | % | |
| # 100 | 0.150 | | 4.0 | | 41.2 | % Fino | = | 29.9 | % | |
| # 200 | 0.075 | | 11.3 | | 29.9 | % Humedad | | P.S.H. | P.S.S | % |
| < # 200 | FONDO | | 29.9 | | 0.0 | | | | | |
| FINO | | | | | | Coef. Uniformidad | - | | | Índice de Consistencia |
| TOTAL | | | | | | Coef. Curvatura | - | | | |
| | | | | | | Pot. de Expansión | Bajo | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
 Jhonny Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Guerrero Valera
 Jose A. Guerrero Valera
 INGENIERO CIVIL



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

| | | | |
|-------------------|--|-------------------|--------------------|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO | : E.F.P. |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | ING. RESP. | : J.A.L.V. |
| PROGRESIV. | : KM. 0+360 | FECHA | : Setiembre - 2021 |
| CALICATA | : C-1 M-2 | | |
| MEZCLA | : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso | | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | | |

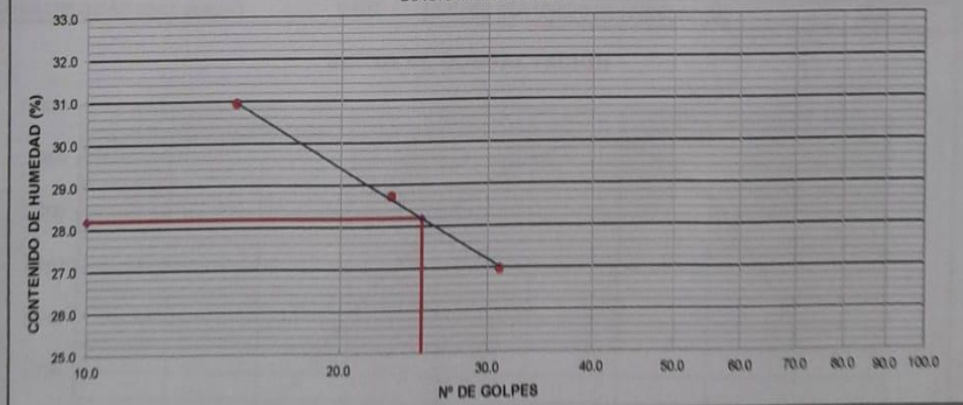
LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 15 | 16 | 17 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 36.85 | 36.34 | 36.68 |
| TARRO + SUELO SECO | 31.62 | 30.89 | 30.82 |
| AGUA | 5.23 | 5.45 | 5.86 |
| PESO DEL TARRO | 12.22 | 11.91 | 11.88 |
| PESO DEL SUELO SECO | 19.40 | 18.98 | 18.94 |
| % DE HUMEDAD | 26.96 | 28.71 | 30.94 |
| N° DE GOLPES | 31 | 23 | 15 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 18 | 19 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 26.31 | 26.45 |
| TARRO + SUELO SECO | 23.98 | 24.26 |
| AGUA | 2.33 | 2.19 |
| PESO DEL TARRO | 11.69 | 12.26 |
| PESO DEL SUELO SECO | 12.29 | 12.00 |
| % DE HUMEDAD | 18.96 | 18.25 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Límite Líquido | 28.2 |
| Límite Plástico | 18.6 |
| Índice Plástico | 9.6 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Eduardo Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Espinoza Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 78344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

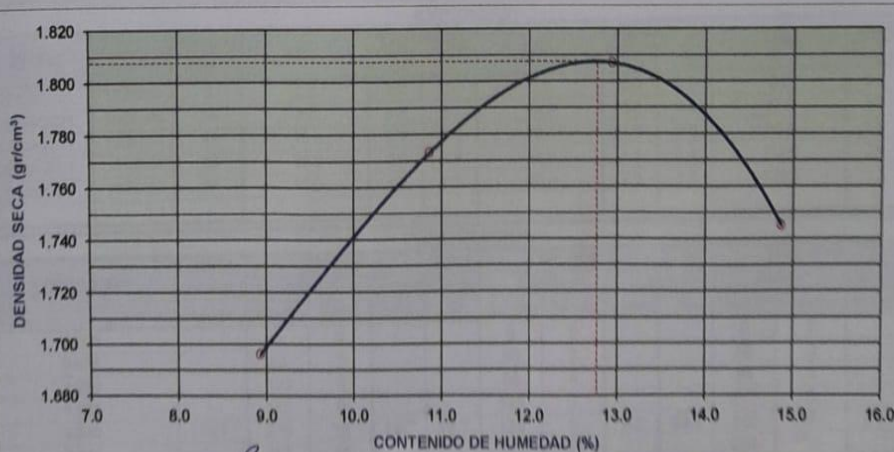
NUMERO DE CAPAS : 5

| NÚMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 6005 | 6117 | 6187 | 6153 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1740 | 1852 | 1922 | 1888 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.847 | 1.966 | 2.040 | 2.004 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.696 | 1.773 | 1.807 | 1.745 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|---|--------------|--|-------|-------------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 321.3 | 315.7 | 309.9 | 304.7 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 28.7 | 34.3 | 40.1 | 45.3 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 321.3 | 315.7 | 309.9 | 304.7 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 8.93 | 10.86 | 12.94 | 14.87 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) | 1.807 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 12.8 |

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Aucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 27/09/2021

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.807 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 12.8 %

CAPACIDAD : 5000 Kg
ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| Molde N° | 18 | 17 | 16 | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------------|----------|
| N° Capa | 5 | 5 | 5 | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | 25 | 12 | | | |
| Cond. de la muestra | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 12289 | | 12379 | | 12049 | |
| Peso de molde (gr) | 7990 | | 8324 | | 8196 | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 4299 | | 4055 | | 3853 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2114 | | 2106 | | 2109 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 2.034 | | 1.925 | | 1.827 | |
| Humedad (%) | 12.87 | | 12.47 | | 12.65 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.802 | | 1.712 | | 1.622 | |
| Tarro N° | S/N | | S/N | | S/N | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | | 350.0 | | 350.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 310.1 | | 311.2 | | 310.7 | |
| Peso del Agua (gr) | 39.9 | | 38.8 | | 39.3 | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| Peso del suelo seco (gr) | 310.1 | | 311.2 | | 310.7 | |
| Humedad (%) | 12.87 | | 12.47 | | 12.65 | |
| Promed. de Humedad (%) | 12.9 | | 12.5 | | 12.7 | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|------|-----------|-----|------|-----------|-----|-------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 27/09/2021 | 10:30:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 28/09/2021 | 10:30:00 | 24 | 8.0 | 0.2 | 0.2 | 25.0 | 0.6 | 0.5 | 47.0 | 1.2 | 1.0 |
| 29/09/2021 | 10:30:00 | 48 | 15.0 | 0.4 | 0.3 | 39.0 | 1.0 | 0.8 | 69.0 | 1.8 | 1.5 |
| 30/09/2021 | 10:30:00 | 88 | 36.0 | 0.9 | 0.8 | 65.0 | 1.7 | 1.4 | 112.0 | 2.8 | 2.4 |
| 1/10/2021 | 10:30:00 | 96 | 59.0 | 1.5 | 1.3 | 85.0 | 2.2 | 1.8 | 139.0 | 3.5 | 3.0 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 18 | | | | MOLDE N° 17 | | | | MOLDE N° 16 | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | | 64 | 3 | | | 56 | 3 | | | 50 | 3 | | |
| 1.270 | | 123 | 6 | | | 98 | 5 | | | 84 | 4 | | |
| 1.905 | | 172 | 9 | | | 141 | 7 | | | 117 | 6 | | |
| 2.540 | 70.3 | 230 | 12 | 11.7 | 16.7 | 180 | 9 | 9.2 | 13.1 | 146 | 7 | 7.4 | 10.6 |
| 3.810 | | 297 | 15 | | | 249 | 13 | | | 204 | 10 | | |
| 5.080 | 105.6 | 385 | 20 | 10.0 | 18.6 | 315 | 16 | 16.1 | 15.2 | 250 | 13 | 12.8 | 12.1 |
| 6.350 | | 460 | 23 | | | 358 | 18 | | | 293 | 15 | | |
| 7.620 | | 524 | 27 | | | 414 | 21 | | | 323 | 16 | | |
| 10.160 | | 656 | 33 | | | 518 | 26 | | | 403 | 21 | | |
| 12.700 | | 776 | 40 | | | 621 | 32 | | | 482 | 25 | | |

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Inguarán
INGENIERO



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso

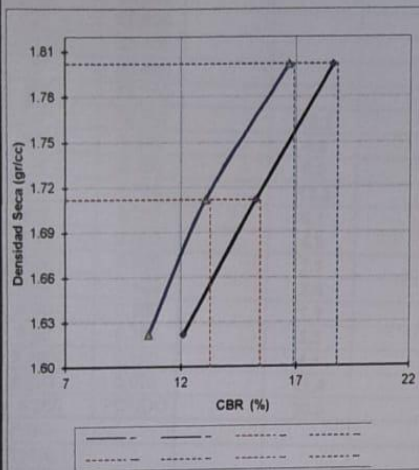
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 27/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



RESULTADOS:

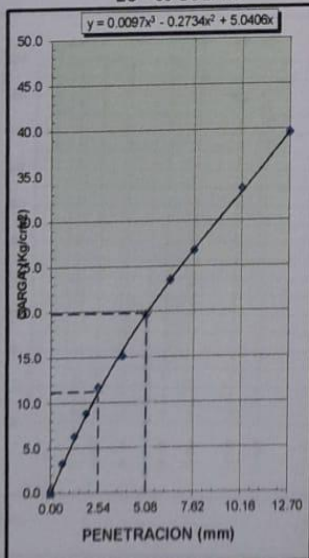
| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%) | 0.1": 16.9 | 0.2": 18.8 |
| C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%) | 0.1": 13.3 | 0.2": 15.4 |

Datos del Proctor

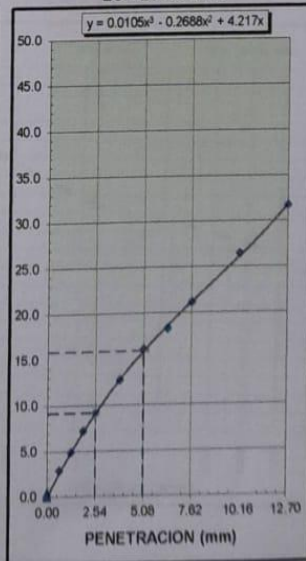
| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.807 | gr/cc |
| Optimo Humedad | 12.77 | % |

Observaciones:

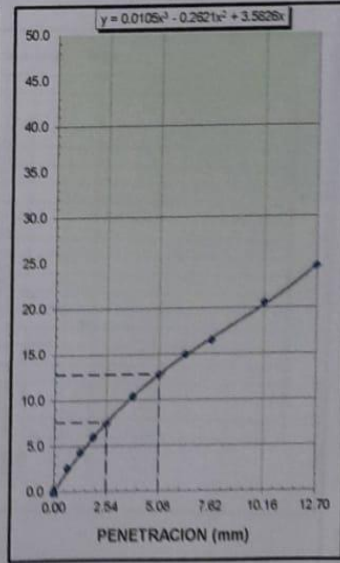
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Elv Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Lacerda Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 78374



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

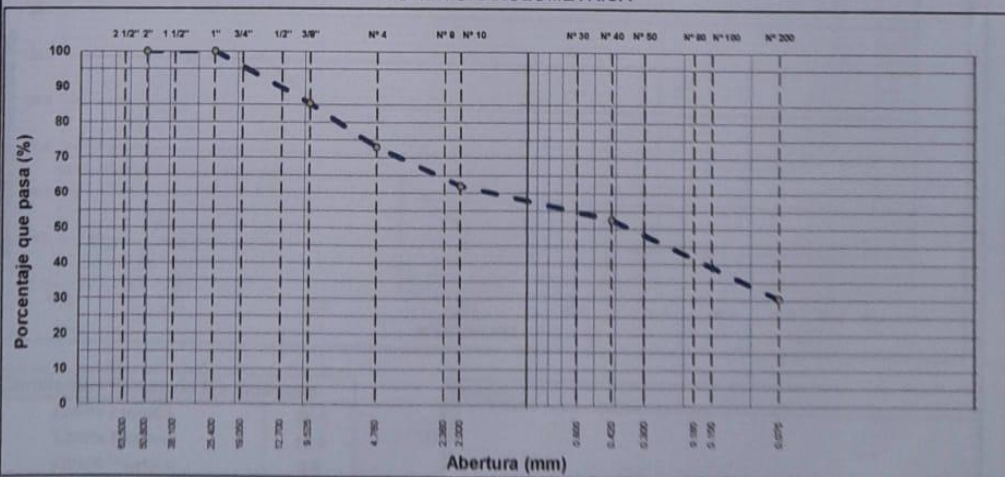
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E.107, E.204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

| | | |
|-------------------|--|--|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Setiembre - 2021 |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. | : KM. 0+360 | |
| CALICATA | : C-1 M-2 | |
| MEZCLA | : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | |

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---|-------------|-------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total = | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado = gr | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino = gr | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido = 25.5 % | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico = 19.0 % | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | 100.0 | Indice plastico = 6.5 % | | | |
| 1/2" | 12.700 | | 10.1 | | 89.9 | Clasif. AASHTO = A-2-4 (0) | | | |
| 3/8" | 9.525 | | 4.6 | | 85.3 | Clasif. SUCCS = SC - SM | | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.0 | | 85.3 | Max. Dens. Seca = 1.783 (gr/cm ³) | | | |
| # 4 | 4.760 | | 12.3 | | 73.0 | Opt. Cont. Hum. = 11.10 % | | | |
| # 8 | 2.360 | | 6.1 | | 66.9 | CBR 0.1" (100%) = 19.1 % | | | |
| # 10 | 2.000 | | 4.9 | | 62.0 | CBR 0.1" (95%) = 16.5 % | | | |
| # 30 | 0.600 | | 7.1 | | 54.9 | Ensayo Malla #200 | | | |
| # 40 | 0.420 | | 2.4 | | 52.5 | P.S. Seco | P.S. Lavado | % 200 | |
| # 50 | 0.300 | | 1.2 | | 51.3 | 738.9 | 518.4 | 29.8 | |
| # 80 | 0.180 | | 5.3 | | 46.0 | % Grava = 27.0 % | | | |
| # 100 | 0.150 | | 4.1 | | 41.9 | % Arena = 42.5 % | | | |
| # 200 | 0.075 | | 11.4 | | 30.5 | % Fino = 30.5 % | | | |
| < # 200 | FONDO | | 30.5 | | 0.0 | % Humedad | | | |
| | | | | | | P.S.H. | P.S.S. | | |
| FINO | | | | | | Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia | | | |
| TOTAL | | | | | | Coef. Curvatura - | | | |
| | | | | | | Pot. de Expansión - Bajo | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Blas Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guerrero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

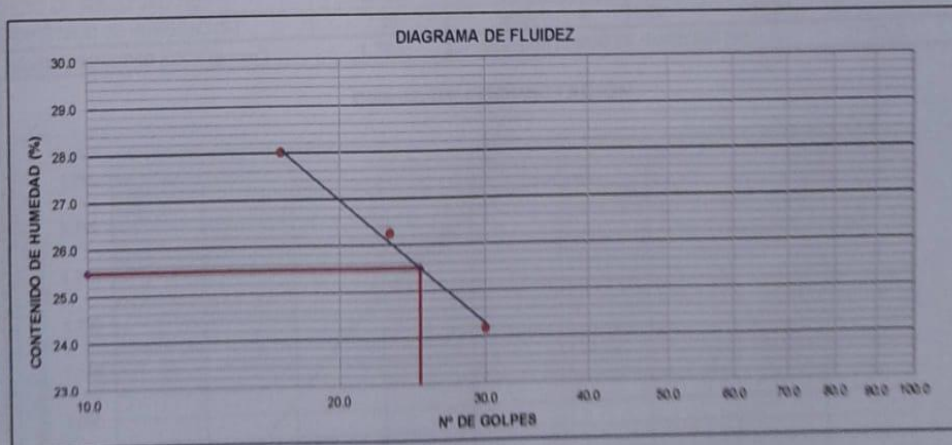
| | | | |
|------------|--|------------|--------------------|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO | : E.F.P. |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | ING. RESP. | : J.A.L.V. |
| PROGRESIV. | : KM. 0+360 | FECHA | : Setiembre - 2021 |
| CALICATA | : C-1 M-2 | | |
| MEZCLA | : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso | | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | | |

LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 20 | 21 | 22 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 38.01 | 37.34 | 38.19 |
| TARRO + SUELO SECO | 32.93 | 32.07 | 32.33 |
| AGUA | 5.08 | 5.27 | 5.86 |
| PESO DEL TARRO | 11.92 | 11.99 | 11.41 |
| PESO DEL SUELO SECO | 21.01 | 20.08 | 20.92 |
| % DE HUMEDAD | 24.18 | 26.25 | 28.01 |
| N° DE GOLPES | 30 | 23 | 17 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 23 | 24 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 26.01 | 27.12 |
| TARRO + SUELO SECO | 23.75 | 24.57 |
| AGUA | 2.26 | 2.55 |
| PESO DEL TARRO | 11.64 | 11.43 |
| PESO DEL SUELO SECO | 12.11 | 13.14 |
| % DE HUMEDAD | 18.66 | 19.41 |



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Límite Líquido | 25.5 |
| Límite Plástico | 19.0 |
| Índice Plástico | 6.5 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Alvarez Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

| | | |
|-------------------|--|--|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Setiembre - 2021 |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. | : KM. 0+360 | |
| CALICATA | : C-1 M-2 | |
| MEZCLA | : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | |

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

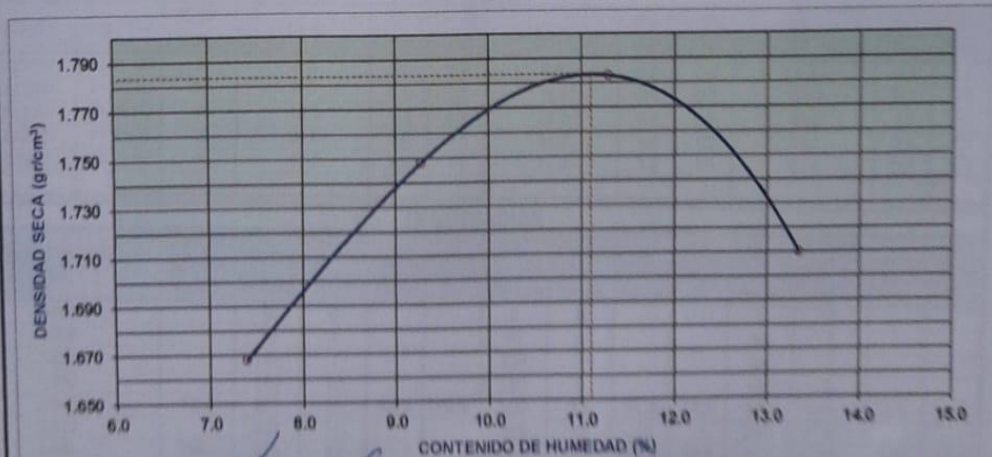
NUMERO DE CAPAS : 5

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 5952 | 6064 | 6134 | 6091 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1687 | 1799 | 1869 | 1826 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.791 | 1.910 | 1.984 | 1.938 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.668 | 1.748 | 1.783 | 1.710 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|--|-------|---------------------------------|-------|-------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 325.9 | 320.3 | 314.5 | 308.8 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 24.1 | 29.7 | 35.5 | 41.2 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 325.9 | 320.3 | 314.5 | 308.8 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 7.39 | 9.27 | 11.29 | 13.34 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.783 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 11.1 |

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: _____

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
 Mily Flórez Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
 José A. Álvarez Valera
 INGENIERO CIVIL
 C.T. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 27/09/2021

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.783 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.1 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.
ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| | 12 | 11 | 10 | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 12 | 11 | 10 | | | |
| N° Capa | 5 | 5 | 5 | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | 25 | 12 | | | |
| Cond. de la muestra | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 12256 | 11972 | 11908 | | | |
| Peso de molde (gr) | 8012 | 8035 | 8030 | | | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 4244 | 3937 | 3878 | | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2150 | 2095 | 2176 | | | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 1.974 | 1.879 | 1.782 | | | |
| Humedad (%) | 11.04 | 11.25 | 11.36 | | | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.778 | 1.689 | 1.600 | | | |
| Tarro N° | S/N | S/N | S/N | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 315.2 | 314.6 | 314.3 | | | |
| Peso del Agua (gr) | 34.8 | 35.4 | 35.7 | | | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |
| Peso del suelo seco (gr) | 315.2 | 314.6 | 314.3 | | | |
| Humedad (%) | 11.04 | 11.25 | 11.36 | | | |
| Promed. de Humedad (%) | 11.0 | 11.3 | 11.4 | | | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|------|-----------|-----|------|-----------|-----|------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 27/09/2021 | 11:30:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 28/09/2021 | 11:30:00 | 24 | 6.0 | 0.2 | 0.1 | 15.0 | 0.4 | 0.3 | 27.0 | 0.7 | 0.6 |
| 29/09/2021 | 11:30:00 | 48 | 12.0 | 0.3 | 0.3 | 29.0 | 0.7 | 0.6 | 43.0 | 1.1 | 0.9 |
| 30/09/2021 | 11:30:00 | 88 | 24.0 | 0.6 | 0.5 | 55.0 | 1.4 | 1.2 | 78.0 | 2.0 | 1.7 |
| 1/10/2021 | 11:30:00 | 96 | 47.0 | 1.2 | 1.0 | 71.0 | 1.8 | 1.5 | 97.0 | 2.5 | 2.1 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 12 | | | | MOLDE N° 11 | | | | MOLDE N° 10 | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.636 | | 78 | 4 | | | 81 | 4 | | | 55 | 3 | | |
| 1.270 | | 143 | 7 | | | 136 | 7 | | | 94 | 5 | | |
| 1.906 | | 192 | 10 | | | 181 | 9 | | | 127 | 6 | | |
| 2.540 | 70.3 | 261 | 13 | 13.3 | 16.9 | 226 | 12 | 11.5 | 16.4 | 176 | 9 | 9.0 | 12.8 |
| 3.810 | | 327 | 17 | | | 300 | 16 | | | 240 | 12 | | |
| 5.080 | 105.6 | 435 | 22 | 22.2 | 21.0 | 391 | 20 | 19.9 | 18.9 | 311 | 16 | 15.9 | 15.0 |
| 6.350 | | 511 | 26 | | | 448 | 23 | | | 344 | 18 | | |
| 7.620 | | 574 | 29 | | | 494 | 25 | | | 383 | 20 | | |
| 10.160 | | 706 | 36 | | | 588 | 30 | | | 463 | 24 | | |
| 12.700 | | 820 | 42 | | | 691 | 35 | | | 532 | 27 | | |

INGEONORT S.A.C.

Eduy Flores Pérez
Eduy Flores Pérez
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose
Jose



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

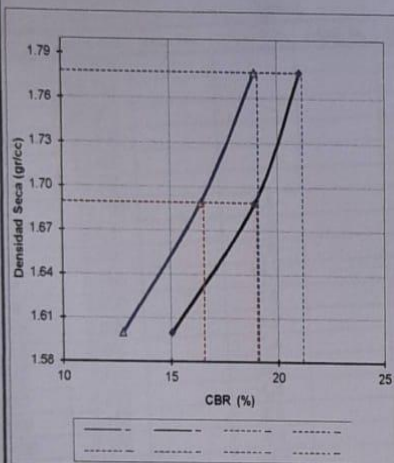
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360
CALICATA : C-1 M-2
MEZCLA : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : 27/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



RESULTADOS:

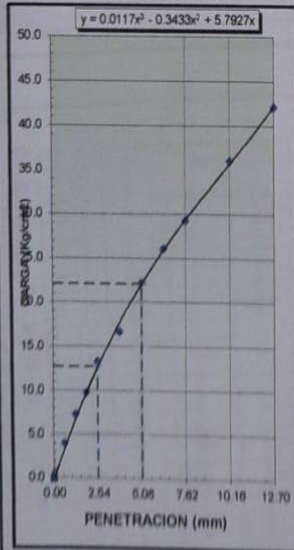
| | | | | |
|------------------------------|-------|------|-------|------|
| C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%) | 0.1": | 19.1 | 0.2": | 21.2 |
| C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%) | 0.1": | 16.5 | 0.2": | 19.0 |

Datos del Proctor

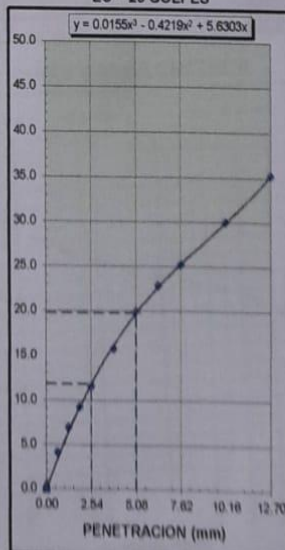
| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.783 | gr/cc |
| Optimo Humedad | 11.10 | % |

Observaciones:

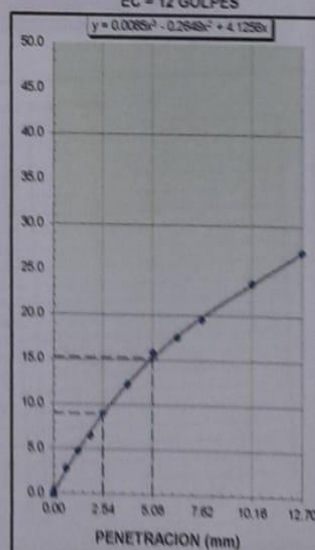
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

[Signature]
Blóy Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
José A. Tapero Valero
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-68

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 5% de cal + 5% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

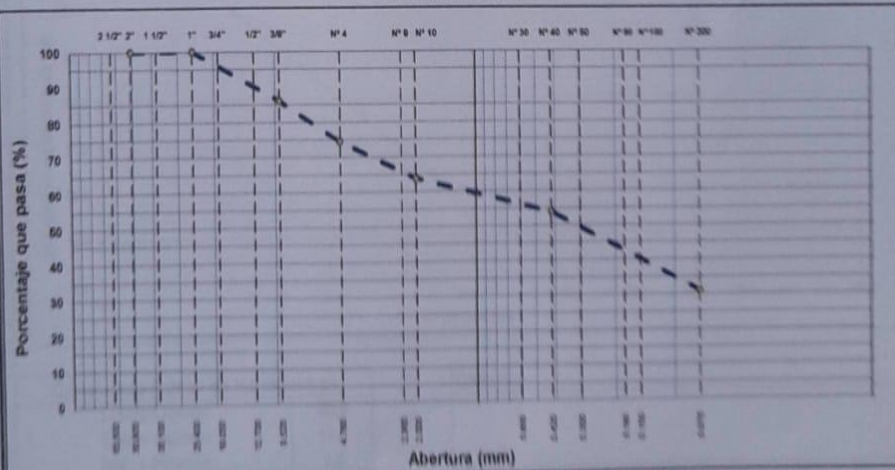
TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total = |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado = |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino = |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido = 20.8 % |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico = 17.6 % |
| 3/4" | 19.050 | | | 100.0 | | Indice plastico = 3.2 % |
| 1/2" | 12.700 | | 9.6 | 90.4 | | Clasif. AASHTO = A-2.4 0 |
| 3/8" | 9.525 | | 4.3 | 86.1 | | Clasif. SUCCS = SM |
| 1/4" | 6.350 | | 0.0 | 86.1 | | Max. Dens. Seca = 1.767 (g/cm ³) |
| # 4 | 4.760 | | 11.7 | 74.4 | | Opt. Cont. Hum. = 9.61 % |
| # 8 | 2.360 | | 6.0 | 68.4 | | CBR 0.1" (100%) = 22.7 % |
| # 10 | 2.000 | | 4.6 | 63.8 | | CBR 0.1" (95%) = 19.2 % |
| # 30 | 0.600 | | 7.4 | 56.4 | | Ensayo Malla #200 |
| # 40 | 0.420 | | 2.5 | 53.9 | | P.S. Seco 738.9 |
| # 50 | 0.300 | | 1.3 | 52.6 | | P.S. Lavado 518.4 |
| # 80 | 0.180 | | 5.5 | 47.1 | | % Grava = 25.6 % |
| # 100 | 0.150 | | 4.4 | 42.7 | | % Arena = 43.3 % |
| # 200 | 0.075 | | 11.6 | 31.1 | | % Fino = 31.1 % |
| < # 200 | FONDO | | 31.1 | 0.0 | | % Humedad P.S.H. P.S.S. % |
| FINO | | | | | | Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia |
| TOTAL | | | | | | Coef. Curvatura - Pot. de Expansión Bajo |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Juan A. Rivera Valero
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

| | | | |
|-------------------|--|-------------------|--------------------|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO | : E.F.P. |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | ING. RESP. | : J.A.L.V. |
| PROGRESIV. | : KM. 0+360 | FECHA | : Setiembre - 2021 |
| CALICATA | : C-1 M-2 | | |
| MEZCLA | : Suelo natural + 5% de cal + 5% de yeso | | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | | |

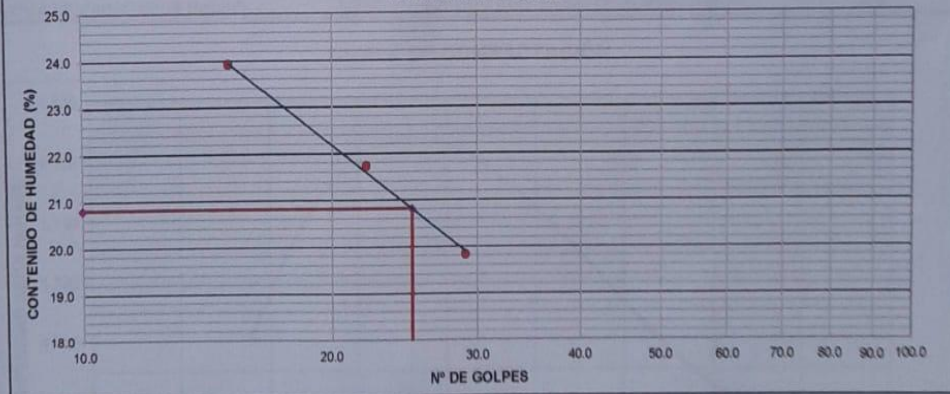
LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 25 | 26 | 27 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 37.64 | 37.11 | 37.81 |
| TARRO + SUELO SECO | 33.43 | 32.71 | 32.52 |
| AGUA | 4.21 | 4.40 | 5.29 |
| PESO DEL TARRO | 12.19 | 12.46 | 10.40 |
| PESO DEL SUELO SECO | 21.24 | 20.25 | 22.12 |
| % DE HUMEDAD | 19.82 | 21.73 | 23.92 |
| N° DE GOLPES | 29 | 22 | 15 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 28 | 29 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 26.44 | 26.67 |
| TARRO + SUELO SECO | 24.10 | 24.48 |
| AGUA | 2.34 | 2.19 |
| PESO DEL TARRO | 10.45 | 12.31 |
| PESO DEL SUELO SECO | 13.65 | 12.17 |
| % DE HUMEDAD | 17.14 | 18.00 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Límite Líquido | 20.8 |
| Límite Plástico | 17.6 |
| Índice Plástico | 3.2 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
Jhonny Steben Carranza Gomez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Guerrero Valera
Jose A. Guerrero Valera



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

| | |
|--|--|
| PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Setiembre - 2021 |
| UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. : KM. 0+360 | |
| CALICATA : C-1 M-2 | |
| MEZCLA : Suelo natural + 5% de cal + 5% de yeso | |
| TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez | |

COMPACTACIÓN

| | |
|------------------------------------|-----|
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN : | "A" |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA : | 25 |
| NUMERO DE CAPAS : | 5 |

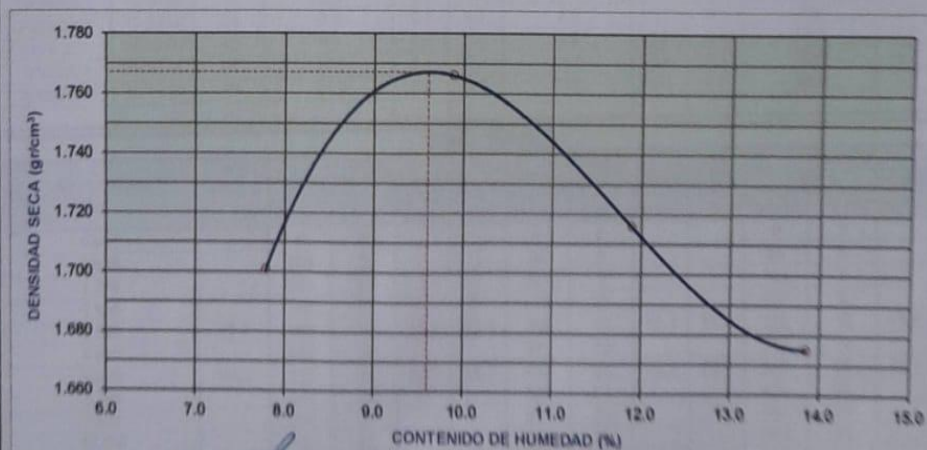
| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 5992 | 6093 | 6074 | 6061 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1727 | 1828 | 1809 | 1796 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.833 | 1.941 | 1.920 | 1.907 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.701 | 1.766 | 1.716 | 1.675 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 324.7 | 318.5 | 312.8 | 307.4 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 25.3 | 31.5 | 37.2 | 42.6 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 324.7 | 318.5 | 312.8 | 307.4 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 7.79 | 9.89 | 11.89 | 13.86 |

| | | | |
|---|-------|--|-----|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) | 1.767 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 9.6 |
|---|-------|--|-----|

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Blas Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Guerrero Valero
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360

CALICATA : C-1 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 5% de cal + 5% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 28/09/2021

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.767 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 9.6 %

CAPACIDAD : 5000 Kg
ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| Molde N° | 15 | 14 | 13 | | | |
|--|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| N° Capa | 5 | 5 | 5 | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | 25 | 12 | | | |
| Cond. de la muestra | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 11756 | | 11684 | | 11407 | |
| Peso de molde (gr) | 7713 | | 7805 | | 7723 | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 4043 | | 3879 | | 3684 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2098 | | 2113 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 1.927 | | 1.836 | | 1.736 | |
| Humedad (%) | 9.44 | | 9.72 | | 9.55 | |
| Densidad seca (gr/cm³) | 1.761 | | 1.673 | | 1.585 | |
| Tarro N° | S/N | | S/N | | S/N | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | | 350.0 | | 350.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 319.8 | | 319.0 | | 319.5 | |
| Peso del Agua (gr) | 30.2 | | 31.0 | | 30.5 | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| Peso del suelo seco (gr) | 319.8 | | 319.0 | | 319.5 | |
| Humedad (%) | 9.44 | | 9.72 | | 9.55 | |
| Promed. de Humedad (%) | 9.4 | | 9.7 | | 9.6 | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|------|-----------|-----|------|-----------|-----|------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 28/09/2021 | 10:30:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 29/09/2021 | 10:30:00 | 24 | 3.0 | 0.1 | 0.1 | 5.0 | 0.1 | 0.1 | 7.0 | 0.2 | 0.2 |
| 30/09/2021 | 10:30:00 | 48 | 9.0 | 0.2 | 0.2 | 8.0 | 0.2 | 0.2 | 15.0 | 0.4 | 0.3 |
| 1/10/2021 | 10:30:00 | 88 | 17.0 | 0.4 | 0.4 | 25.0 | 0.6 | 0.5 | 32.0 | 0.6 | 0.7 |
| 2/10/2021 | 10:30:00 | 96 | 25.0 | 0.6 | 0.5 | 31.0 | 0.8 | 0.7 | 43.0 | 1.1 | 0.9 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 15 | | | | MOLDE N° 14 | | | | MOLDE N° 13 | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | | 108 | 6 | | | 85 | 4 | | | 85 | 4 | | |
| 1.270 | | 193 | 10 | | | 161 | 8 | | | 144 | 7 | | |
| 1.905 | | 242 | 12 | | | 215 | 11 | | | 177 | 9 | | |
| 2.540 | 70.3 | 309 | 16 | 15.8 | 22.4 | 262 | 13 | 13.4 | 19.0 | 226 | 12 | 11.5 | 16.4 |
| 3.810 | | 420 | 21 | | | 371 | 19 | | | 315 | 16 | | |
| 5.080 | 105.5 | 510 | 26 | 26.0 | 24.7 | 457 | 23 | 23.3 | 22.1 | 366 | 20 | 19.7 | 18.7 |
| 6.350 | | 596 | 30 | | | 523 | 27 | | | 451 | 23 | | |
| 7.620 | | 666 | 34 | | | 579 | 30 | | | 488 | 25 | | |
| 10.160 | | 801 | 41 | | | 677 | 35 | | | 566 | 29 | | |
| 12.700 | | 921 | 47 | | | 777 | 40 | | | 637 | 33 | | |

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
Jhonny Steben Carranza Gomez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
Jhonny Steben Carranza Gomez



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

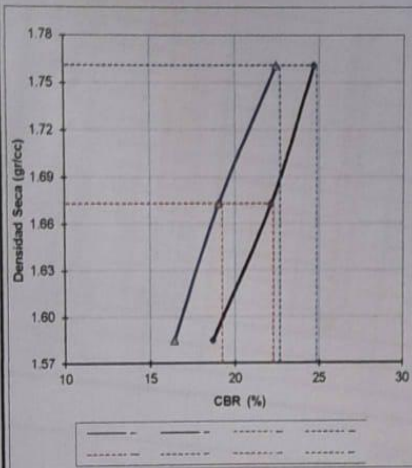
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360
CALICATA : C-1 M-2
MEZCLA : Suelo natural + 5% de cal + 5% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : 28/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



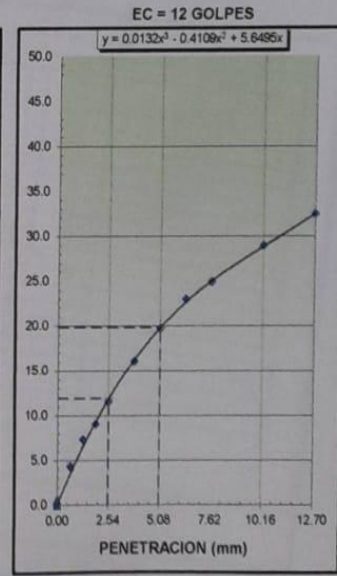
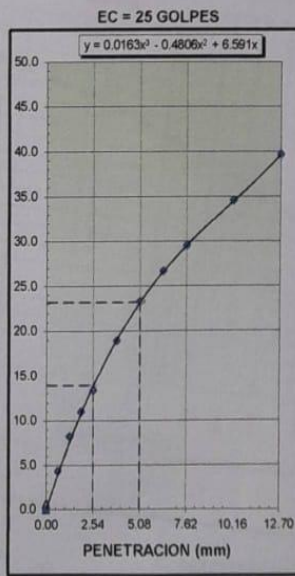
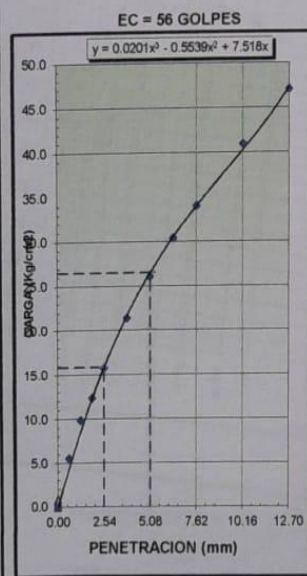
RESULTADOS:

| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%) | 0.1": 22.7 | 0.2": 24.9 |
| C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%) | 0.1": 19.2 | 0.2": 22.3 |

Datos del Proctor

| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.767 | gr/cc |
| Optimo Humedad | 9.61 | % |

Observaciones:



INGEONORT S.A.C.

Jhonny Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Tacero Valera
 INGENIERO CIVIL



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

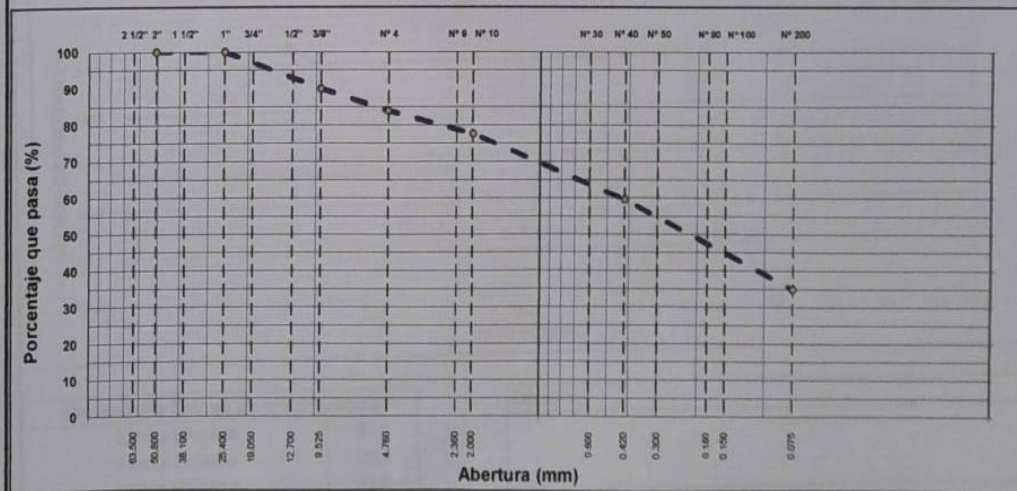
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 2+400
CALICATA : C-2 M-2
MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total = 738.9 |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado = 518.4 gr |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino = 527.2 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido = 37.7 % |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico = 25.9 % |
| 3/4" | 19.050 | | | | 100.0 | Indice plastico = 11.8 % |
| 1/2" | 12.700 | | 4.8 | | 95.2 | Clasif. AASHTO = A-2-6 (1) |
| 3/8" | 9.525 | | 5.3 | | 89.9 | Clasif. SUCCS = SM |
| 1/4" | 6.350 | | 0.0 | | 89.9 | Max. Dens. Seca = 1.667 (gr/cm3) |
| # 4 | 4.760 | | 6.1 | | 83.8 | Opt. Cont. Hum. = 17.91 % |
| # 8 | 2.360 | | 3.0 | | 80.8 | CBR 0.1" (100%) = 14.8 % |
| # 10 | 2.000 | | 3.2 | | 77.6 | CBR 0.1" (95%) = 11.5 % |
| # 30 | 0.600 | | 11.8 | | 65.8 | Ensayo Malla #200 |
| # 40 | 0.420 | | 6.3 | | 59.5 | P.S. Seco = 738.9 |
| # 50 | 0.300 | | 3.3 | | 56.2 | P.S. Lavado = 518.4 |
| # 80 | 0.180 | | 9.3 | | 46.9 | % 200 = 29.8 |
| # 100 | 0.150 | | 4.6 | | 42.3 | % Grava = 16.2 % |
| # 200 | 0.075 | | 7.3 | | 35.0 | % Arena = 48.8 % |
| < # 200 | FONDO | | 35.0 | | 0.0 | % Fino = 35.0 % |
| FINO | | | | | | % Humedad |
| TOTAL | | | | | | P.S.H. P.S.S. % |
| | | | | | | Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia |
| | | | | | | Coef. Curvatura - |
| | | | | | | Pot. de Expansión |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Ros Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valero
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 12026



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

| | | | |
|-------------------|--|-------------------|--------------------|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO | : E.F.P. |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La Capilla - Cutervo - Cajamarca | ING. RESP. | : J.A.L.V. |
| PROGRESIV. | : KM. 2+400 | FECHA | : Setiembre - 2021 |
| CALICATA | : C-2 M-2 | | |
| MEZCLA | : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso | | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | | |

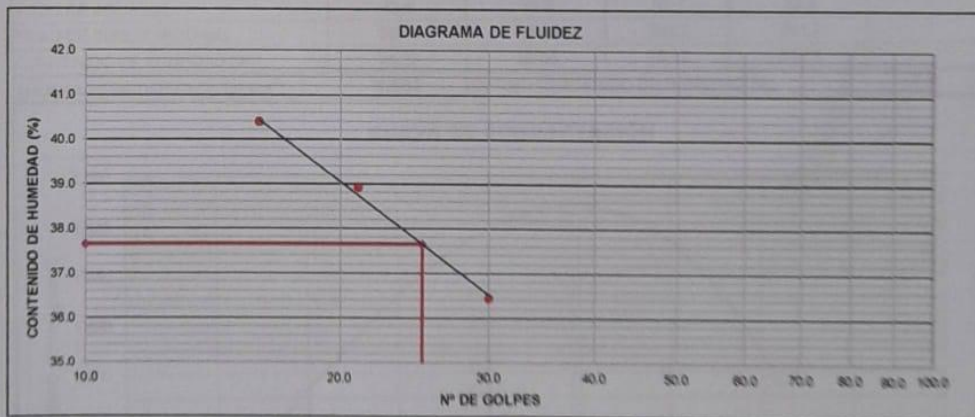
LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 30 | 31 | 32 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 39.09 | 38.45 | 39.17 |
| TARRO + SUELO SECO | 31.97 | 31.13 | 31.25 |
| AGUA | 7.12 | 7.32 | 7.92 |
| PESO DEL TARRO | 12.43 | 12.32 | 11.64 |
| PESO DEL SUELO SECO | 19.54 | 18.81 | 19.61 |
| % DE HUMEDAD | 36.44 | 38.92 | 40.39 |
| N° DE GOLPES | 30 | 21 | 16 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 33 | 34 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 28.13 | 28.01 |
| TARRO + SUELO SECO | 24.50 | 24.60 |
| AGUA | 3.63 | 3.41 |
| PESO DEL TARRO | 10.26 | 11.61 |
| PESO DEL SUELO SECO | 14.24 | 12.99 |
| % DE HUMEDAD | 25.49 | 26.25 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Límite Líquido | 37.7 |
| Límite Plástico | 25.9 |
| Índice Plástico | 11.8 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
INGENIERO CIVIL



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 2+400
CALICATA : C-2 M-2
MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

COMPACTACIÓN

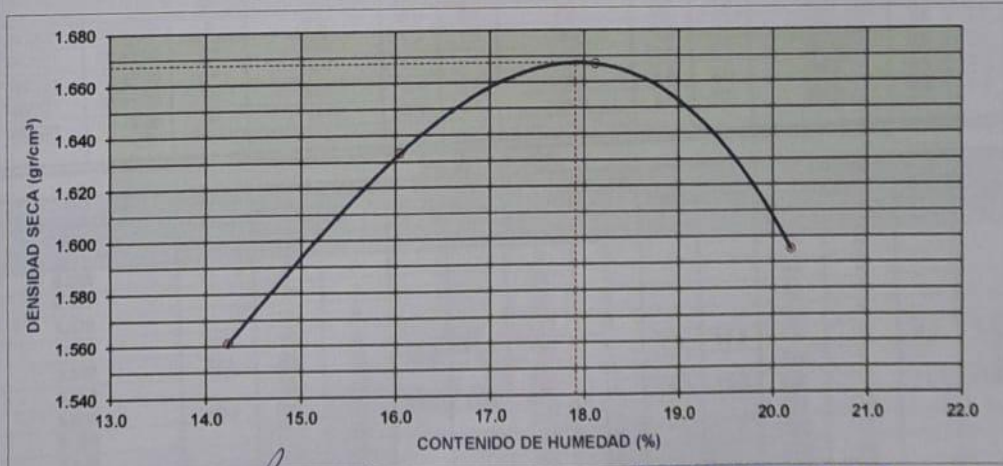
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25
NUMERO DE CAPAS : 5

| NÚMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 5945 | 6050 | 6120 | 6071 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1680 | 1785 | 1855 | 1806 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.783 | 1.895 | 1.969 | 1.917 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.561 | 1.633 | 1.667 | 1.595 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|--|-------|---------------------------------|-------|-------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 306.4 | 301.6 | 296.3 | 291.2 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 43.6 | 48.4 | 53.7 | 58.8 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 306.4 | 301.6 | 296.3 | 291.2 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 14.23 | 16.05 | 18.12 | 20.19 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.667 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 17.9 |

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Eddy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Quintero Véliz
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 78344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALICATA : C-2 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 30/09/2021

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.667 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.9 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.
ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| | 18 | 17 | 16 | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 18 | 17 | 16 | | | |
| N° Capa | 5 | 5 | 5 | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | 26 | 12 | | | |
| Cond. de la muestra | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 12135 | | 12239 | | 11904 | |
| Peso de molde (gr) | 7990 | | 8324 | | 8196 | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 4145 | | 3915 | | 3708 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2114 | | 2106 | | 2109 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 1.961 | | 1.859 | | 1.758 | |
| Humedad (%) | 18.08 | | 17.81 | | 17.61 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.661 | | 1.578 | | 1.495 | |
| Tarro N° | S/N | | S/N | | S/N | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | | 350.0 | | 350.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 296.4 | | 297.1 | | 297.6 | |
| Peso del Agua (gr) | 53.6 | | 52.9 | | 52.4 | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| Peso del suelo seco (gr) | 296.4 | | 297.1 | | 297.6 | |
| Humedad (%) | 18.08 | | 17.81 | | 17.61 | |
| Promed. de Humedad (%) | 18.1 | | 17.8 | | 17.6 | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 30/09/2021 | 08:45:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1/10/2021 | 08:45:00 | 24 | 55.0 | 1.4 | 1.2 | 79.0 | 2.0 | 1.7 | 103.0 | 2.6 | 2.2 |
| 2/10/2021 | 08:45:00 | 48 | 76.0 | 1.9 | 1.7 | 101.0 | 2.6 | 2.2 | 120.0 | 3.0 | 2.6 |
| 3/10/2021 | 08:45:00 | 88 | 95.0 | 2.4 | 2.1 | 119.0 | 3.0 | 2.6 | 138.0 | 3.5 | 3.0 |
| 4/10/2021 | 08:45:00 | 96 | 115.0 | 2.9 | 2.5 | 139.0 | 3.5 | 3.0 | 158.0 | 4.0 | 3.4 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 18 | | | | MOLDE N° 17 | | | | MOLDE N° 16 | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | | 76 | 4 | | | 56 | 3 | | | 46 | 2 | | |
| 1.270 | | 121 | 6 | | | 90 | 5 | | | 80 | 4 | | |
| 1.905 | | 157 | 8 | | | 117 | 6 | | | 103 | 5 | | |
| 2.540 | 70.3 | 200 | 10 | 10.2 | 14.5 | 155 | 8 | 7.9 | 11.2 | 127 | 6 | 6.5 | 9.2 |
| 3.810 | | 262 | 13 | | | 211 | 11 | | | 174 | 9 | | |
| 5.080 | 105.5 | 355 | 18 | 18.1 | 17.2 | 272 | 14 | 13.9 | 13.2 | 229 | 12 | 11.7 | 11.1 |
| 6.350 | | 397 | 20 | | | 310 | 16 | | | 255 | 13 | | |
| 7.620 | | 488 | 25 | | | 377 | 19 | | | 298 | 15 | | |
| 10.160 | | 611 | 31 | | | 483 | 25 | | | 376 | 19 | | |
| 12.700 | | 741 | 38 | | | 586 | 30 | | | 457 | 23 | | |

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José Antonio...
INGEONORT



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

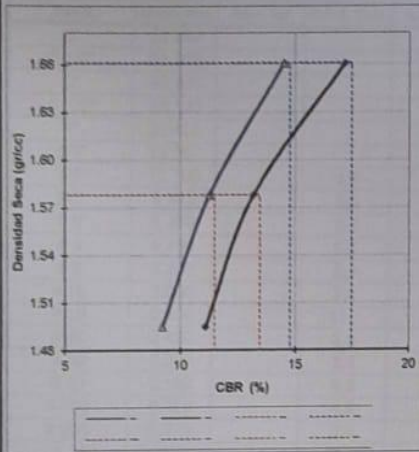
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 2+400
CALICATA : C-2 M-2
MEZCLA : Suelo natural + 2% de cal + 2% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : 30/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



RESULTADOS:

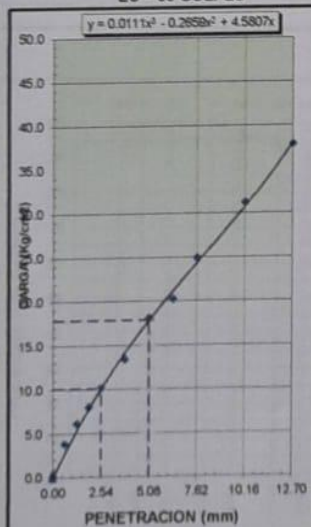
| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| C.B.R. A1 100% De M.D.S. (%) | 0.1": 14.8 | 0.2": 17.5 |
| C.B.R. A1 95% De M.D.S. (%) | 0.1": 11.5 | 0.2": 13.5 |

Datos del Proctor

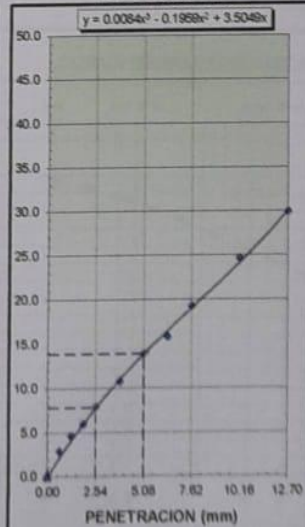
| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.667 | gr/cc |
| Optimo Humedad | 17.91 | % |

Observaciones:

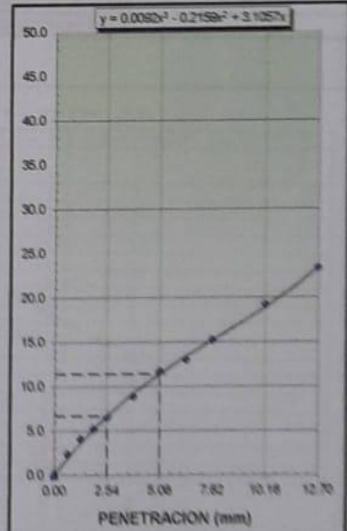
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Luján Velasco
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 78394



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-68

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALICATA : C-2 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

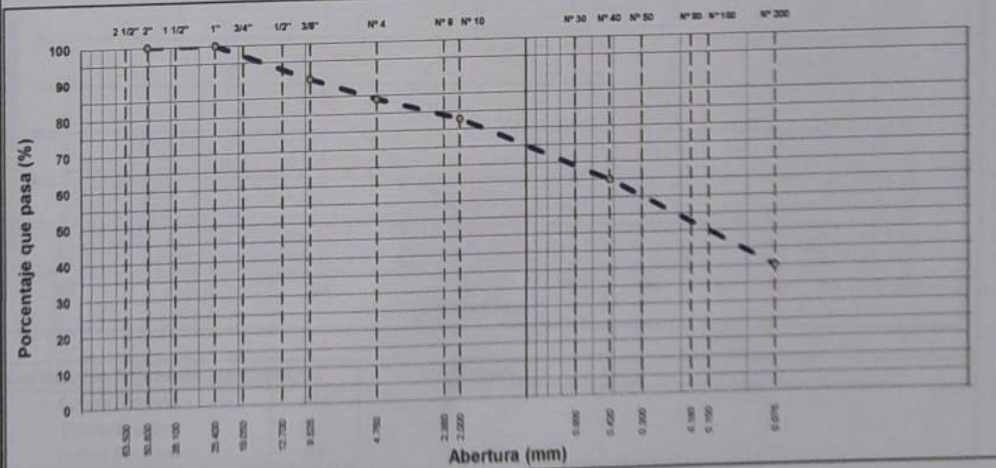
TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|-------------|-------|-----------------------|------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total | = | 738.9 | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado | = | 518.4 | g | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino | = | 527.2 | g | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido | = | 35.2 | % | |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico | = | 25.7 | % | |
| 3/4" | 19.050 | | | | 100.0 | Indice plastico | = | 9.5 | % | |
| 1/2" | 12.700 | | 4.8 | | 95.2 | Clasif. AASHTO | = | A-2-4 | | 0 |
| 3/8" | 9.525 | | 5.2 | | 90.0 | Clasif. SUCCS | = | SM | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.0 | | 90.0 | Max. Dens. Seca | = | 1.658 | (gr/cm ³) | |
| # 4 | 4.760 | | 6.1 | | 83.9 | Opt. Cont. Hum. | = | 17.21 | % | |
| # 8 | 2.360 | | 2.9 | | 81.0 | CBR 0.1" (100%) | = | 18.0 | % | |
| # 10 | 2.000 | | 3.1 | | 77.9 | CBR 0.1" (95%) | = | 14.8 | % | |
| # 30 | 0.600 | | 11.7 | | 66.2 | Ensayo Malla #200 | P.S. Seca | | | |
| # 40 | 0.420 | | 6.3 | | 59.9 | | P.S. Lavado | 518.4 | % 200 | 29.8 |
| # 50 | 0.300 | | 3.4 | | 56.5 | % Grava | = | 16.1 | % | |
| # 80 | 0.180 | | 9.2 | | 47.3 | % Arena | = | 48.8 | % | |
| # 100 | 0.150 | | 4.6 | | 42.7 | % Fino | = | 35.1 | % | |
| # 200 | 0.075 | | 7.6 | | 35.1 | % Humedad | P.S.H. | | P.S.S. | % |
| < # 200 | FONDO | | 35.1 | | 0.0 | Coef. Uniformidad | - | | | Índice de Consistencia |
| FINO | | | | | | Coef. Curvatura | - | | | |
| TOTAL | | | | | | Pot. de Expansión | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Kla. Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guerrero Valera
INGENIERO CIVIL
CIP N° 78344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-90

| | |
|--|--|
| PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Setiembre - 2021 |
| UBICACIÓN : Santo Domingo de La Capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. : KM. 2+400 | |
| CALICATA : C-2 M-2 | |
| MEZCLA : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso | |
| TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez | |

LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 35 | 36 | 37 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 37.45 | 36.95 | 38.15 |
| TARRO + SUELO SECO | 30.99 | 29.77 | 30.85 |
| AGUA | 6.46 | 7.18 | 7.30 |
| PESO DEL TARRO | 12.08 | 10.25 | 11.82 |
| PESO DEL SUELO SECO | 18.91 | 19.52 | 19.03 |
| % DE HUMEDAD | 34.16 | 36.78 | 38.36 |
| N° DE GOLPES | 29 | 20 | 15 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 38 | 39 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 27.65 | 26.45 |
| TARRO + SUELO SECO | 24.05 | 23.22 |
| AGUA | 3.60 | 3.23 |
| PESO DEL TARRO | 10.27 | 10.46 |
| PESO DEL SUELO SECO | 13.78 | 12.76 |
| % DE HUMEDAD | 26.12 | 25.31 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Límite Líquido | 35.2 |
| Límite Plástico | 25.7 |
| Índice Plástico | 9.5 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhony Steben Carranza
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José Antonio Valera
INGENIERO



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALICATA : C-2 M-2

MEZCLA : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

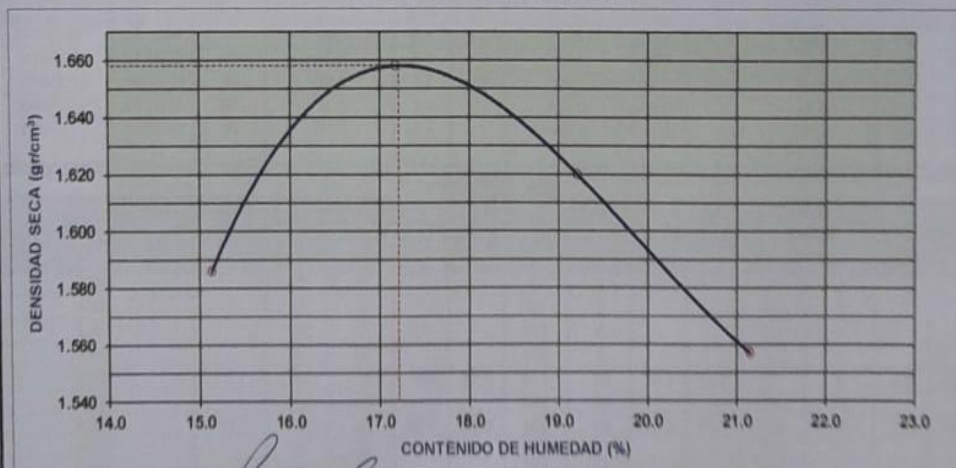
NUMERO DE CAPAS : 5

| NÚMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 5985 | 6095 | 6084 | 6042 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1720 | 1830 | 1819 | 1777 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.826 | 1.943 | 1.931 | 1.886 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.586 | 1.658 | 1.620 | 1.557 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|---|--------------|--|-------|-------------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 304.0 | 298.7 | 293.6 | 288.9 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 46.0 | 51.3 | 56.4 | 61.1 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 304.0 | 298.7 | 293.6 | 288.9 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 15.13 | 17.17 | 19.21 | 21.15 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) | 1.658 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 17.2 |

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Eddy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.T.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| | | |
|-------------------|--|--|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : 30/09/2021 |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. | : KM. 2+400 | |
| CALICATA | : C-2 M-2 | |
| MEZCLA | : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | |

DATOS DEL PROCTOR

| | | |
|-----------------------------|-------|-------------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 1.658 | g/cm ³ |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 17.2 | % |

| | | |
|-----------|--------|-----|
| CAPACIDAD | : 5000 | Kg. |
| ANILLO | : 1 | |

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| | 21 | | 20 | | 19 | |
|---------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------------|----------|
| | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Molde N° | 21 | | 20 | | 19 | |
| N° Capa | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Cond. de la muestra | | | | | | |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 12091 | | 11895 | | 11788 | |
| Peso de molde (gr) | 7994 | | 8033 | | 8115 | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 4097 | | 3862 | | 3673 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2113 | | 2105 | | 2112 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 1.939 | | 1.835 | | 1.739 | |
| Humedad (%) | 17.37 | | 16.90 | | 16.98 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.652 | | 1.570 | | 1.487 | |
| Tarro N° | S/N | | S/N | | S/N | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | | 350.0 | | 350.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 298.2 | | 299.4 | | 299.2 | |
| Peso del Agua (gr) | 51.8 | | 50.6 | | 50.8 | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| Peso del suelo seco (gr) | 298.2 | | 299.4 | | 299.2 | |
| Humedad (%) | 17.37 | | 16.90 | | 16.98 | |
| Promed. de Humedad (%) | 17.4 | | 16.9 | | 17.0 | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|------|-----------|-----|------|-----------|-----|-------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 30/09/2021 | 10:10:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1/10/2021 | 10:10:00 | 24 | 20.0 | 0.5 | 0.4 | 29.0 | 0.7 | 0.6 | 42.0 | 1.1 | 0.9 |
| 2/10/2021 | 10:10:00 | 48 | 26.0 | 0.7 | 0.6 | 43.0 | 1.1 | 0.9 | 58.0 | 1.5 | 1.3 |
| 3/10/2021 | 10:10:00 | 88 | 38.0 | 1.0 | 0.8 | 69.0 | 1.8 | 1.5 | 93.0 | 2.4 | 2.0 |
| 4/10/2021 | 10:10:00 | 96 | 57.0 | 1.4 | 1.2 | 85.0 | 2.2 | 1.8 | 115.0 | 2.9 | 2.5 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 21 | | | | MOLDE N° 20 | | | | MOLDE N° 19 | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | | 79 | 4 | | | 61 | 3 | | | 49 | 3 | | |
| 1.270 | | 138 | 7 | | | 116 | 6 | | | 99 | 5 | | |
| 1.905 | | 187 | 10 | | | 162 | 8 | | | 132 | 7 | | |
| 2.540 | 70.3 | 245 | 13 | 12.5 | 17.8 | 201 | 10 | 10.3 | 14.6 | 161 | 8 | 8.2 | 11.7 |
| 3.810 | | 332 | 17 | | | 274 | 14 | | | 239 | 12 | | |
| 5.080 | 105.5 | 432 | 22 | 22.0 | 20.9 | 349 | 18 | 17.8 | 16.9 | 305 | 16 | 15.6 | 14.8 |
| 6.350 | | 497 | 25 | | | 389 | 20 | | | 338 | 17 | | |
| 7.620 | | 569 | 29 | | | 459 | 23 | | | 378 | 19 | | |
| 10.160 | | 691 | 35 | | | 563 | 29 | | | 458 | 23 | | |
| 12.700 | | 821 | 42 | | | 666 | 34 | | | 537 | 27 | | |

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

[Signature]
José IN



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

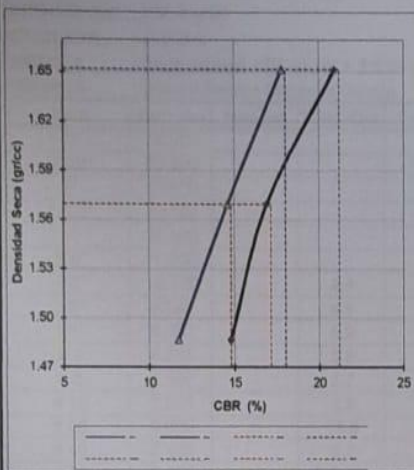
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La Capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 2+400
CALICATA : C-2 M-2
MEZCLA : Suelo natural + 3% de cal + 3% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : 30/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



RESULTADOS:

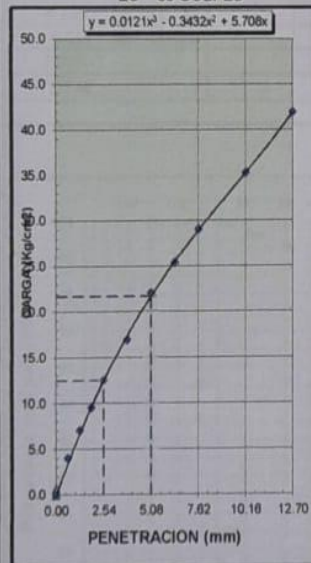
| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%) | 0.1": 18.0 | 0.2": 21.2 |
| C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%) | 0.1": 14.8 | 0.2": 17.1 |

Datos del Proctor

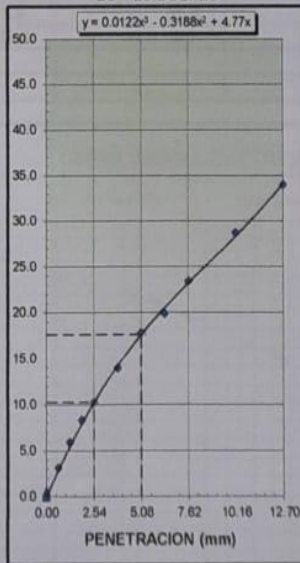
| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.658 | gr/cc |
| Óptimo Humedad | 17.21 | % |

Observaciones:

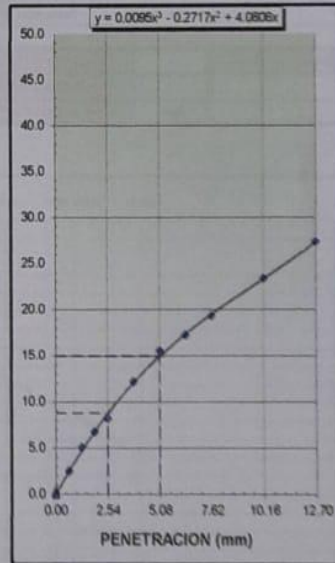
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guerrero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

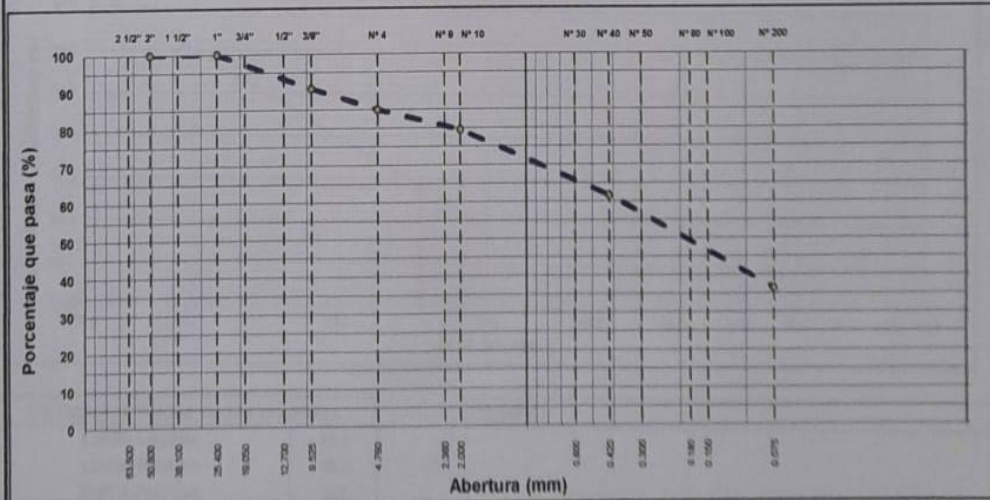
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 2+400
CALICATA : C-2 M-2
MEZCLA : Suelo natural +5% de cal + 5% de yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-------------|------------------------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total | = | 738.9 | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado | = | 518.4 | gr | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino | = | 527.2 | gr | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido | = | 30.8 | % | |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico | = | 25.6 | % | |
| 3/4" | 19.050 | | | | 100.0 | Indice plastico | = | 5.2 | % | |
| 1/2" | 12.700 | | 4.4 | | 95.6 | Clasif. AASHTO | = | A-4 | 0 | |
| 3/8" | 9.525 | | 4.9 | | 90.7 | Clasif. SUCCS | = | SM | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.0 | | 90.7 | Max. Dens. Seca | = | 1.634 | (gr/cm ³) | |
| # 4 | 4.760 | | 5.8 | | 84.9 | Opt. Cont. Hum. | = | 15.83 | % | |
| # 8 | 2.360 | | 2.7 | | 82.2 | CBR 0.1" (100%) | = | 22.0 | % | |
| # 10 | 2.000 | | 2.8 | | 79.4 | CBR 0.1" (95%) | = | 18.4 | % | |
| # 30 | 0.600 | | 11.5 | | 67.9 | Ensayo Malla #200 | P.S. Seco | P.S. Lavado | % 200 | |
| # 40 | 0.420 | | 6.3 | | 61.6 | | 738.9 | 518.4 | 29.8 | |
| # 50 | 0.300 | | 3.2 | | 58.4 | % Grava | = | 15.1 | % | |
| # 80 | 0.180 | | 9.3 | | 49.1 | % Arena | = | 48.4 | % | |
| # 100 | 0.150 | | 4.7 | | 44.4 | % Fino | = | 36.5 | % | |
| # 200 | 0.075 | | 7.9 | | 36.5 | % Humedad | P.S.H. | P.S.S. | % | |
| < # 200 | FONDO | | 36.5 | | 0.0 | | | | | |
| FINO | | | | | | Coef. Uniformidad | - | | Indice de Consistencia | |
| TOTAL | | | | | | Coef. Curvatura | - | | | |
| | | | | | | Pot. de Expansión | Bajo | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Blm. Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Juan A. INGEONORT S.A.C.



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

| | | | |
|-------------------|--|-------------------|--------------------|
| PROYECTO | : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO | : E.F.P. |
| UBICACIÓN | : Santo Domingo de La Capilla - Cutervo - Cajamarca | ING. RESP. | : J.A.L.V. |
| PROGRESIV. | : KM. 2+400 | FECHA | : Setiembre - 2021 |
| CALICATA | : C-2 M-2 | | |
| MEZCLA | : Suelo natural +5% de cal + 5% de yeso | | |
| TESISTA | : Jhonny Steben Carranza Gomez | | |

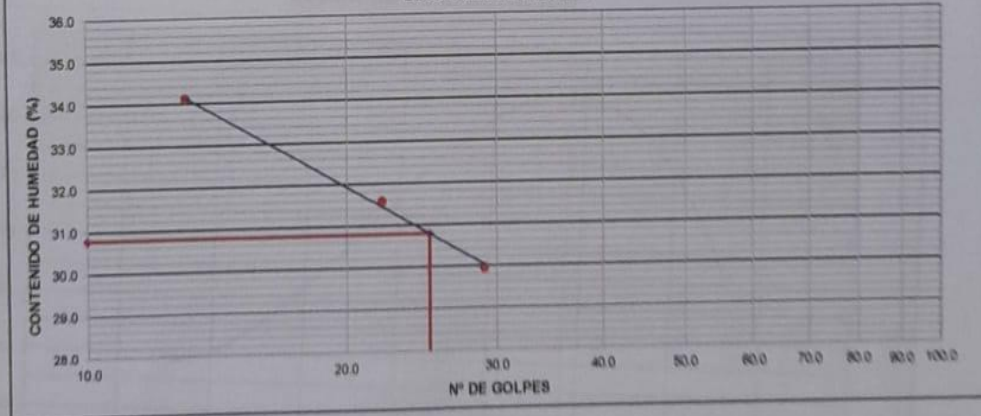
LÍMITE LÍQUIDO

| N° TARRO | 40 | 41 | 42 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 39.15 | 38.47 | 39.00 |
| TARRO + SUELO SECO | 32.97 | 32.10 | 32.12 |
| AGUA | 6.18 | 6.37 | 6.88 |
| PESO DEL TARRO | 12.33 | 11.92 | 11.95 |
| PESO DEL SUELO SECO | 20.64 | 20.18 | 20.17 |
| % DE HUMEDAD | 29.94 | 31.57 | 34.11 |
| N° DE GOLPES | 29 | 22 | 13 |

LÍMITE PLÁSTICO

| N° TARRO | 43 | 44 |
|----------------------|-------|-------|
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 25.81 | 25.73 |
| TARRO + SUELO SECO | 22.56 | 22.94 |
| AGUA | 3.25 | 2.79 |
| PESO DEL TARRO | 10.07 | 11.84 |
| PESO DEL SUELO SECO | 12.49 | 11.10 |
| % DE HUMEDAD | 26.02 | 25.14 |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

| | |
|-----------------|------|
| Límite Líquido | 30.8 |
| Límite Plástico | 25.6 |
| Índice Plástico | 5.2 |

Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Jhonny Steben Carranza Gomez
Jhonny Steben Carranza Gomez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guerrero Vidora
José A. Guerrero Vidora



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

| | | |
|---------------------|--|--|
| PROYECTO : | Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021 | TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Setiembre - 2021 |
| UBICACIÓN : | Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca | |
| PROGRESIV. : | KM. 2+400 | |
| CALICATA : | C-2 M-2 | |
| MEZCLA : | Suelo natural +5% de cal + 5% de yeso | |
| TESISTA : | Jhonny Steben Carranza Gomez | |

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25
 NUMERO DE CAPAS : 5

| NÚMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr) | 5881 | 5965 | 6048 | 6005 |
| PESO DE MOLDE (gr) | 4265 | 4265 | 4265 | 4265 |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 1616 | 1700 | 1783 | 1740 |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) | 942 | 942 | 942 | 942 |
| DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³) | 1.715 | 1.805 | 1.893 | 1.847 |
| DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.537 | 1.587 | 1.634 | 1.571 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | s/n | s/n | s/n | s/n |
|--|-------|---------------------------------|-------|-------|
| PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr) | 350.0 | 350.0 | 350.0 | 350.0 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr) | 313.6 | 307.8 | 302.1 | 297.6 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PESO DE AGUA (gr) | 36.4 | 42.2 | 47.9 | 52.4 |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | 313.6 | 307.8 | 302.1 | 297.6 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.61 | 13.71 | 15.86 | 17.61 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.634 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 15.8 |

CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.:

INGEONORT S.A.C.
[Signature]
 Flor Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.
[Signature]
 José A. Guerrero Valera
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 7038



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La Capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALICATA : C-2 M-2

MEZCLA : Suelo natural +5% de cal + 5% de yeso

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 30/09/2021

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.634 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.8 %

CAPACIDAD : 5000 Kg
ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

| | 21 | 20 | 19 | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 21 | 20 | 19 | | | |
| N° Capa | 5 | 5 | 5 | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | 25 | 12 | | | |
| Cond. de la muestra | NO | SATURADO | NO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso molde + suelo húmedo (gr) | 11975 | | 11792 | | 11705 | |
| Peso de molde (gr) | 7994 | | 8033 | | 8115 | |
| Peso de suelo húmedo (gr) | 3981 | | 3759 | | 3590 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2113 | | 2105 | | 2112 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 1.884 | | 1.786 | | 1.700 | |
| Humedad (%) | 15.70 | | 15.47 | | 16.01 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.628 | | 1.547 | | S/N | |
| Tarro N° | S/N | | S/N | | S/N | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr) | 350.0 | | 350.0 | | 350.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr) | 302.5 | | 303.1 | | 301.7 | |
| Peso del Agua (gr) | 47.5 | | 46.9 | | 48.3 | |
| Peso del tarro (gr) | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| Peso del suelo seco (gr) | 302.5 | | 303.1 | | 301.7 | |
| Humedad (%) | 15.70 | | 15.47 | | 16.01 | |
| Promed. de Humedad (%) | 15.7 | | 15.5 | | 16.0 | |

EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|----------|------------|------|-----------|-----|------|-----------|-----|------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 30/09/2021 | 11:25:00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1/10/2021 | 11:25:00 | 24 | 4.0 | 0.1 | 0.1 | 11.0 | 0.3 | 0.2 | 17.0 | 0.4 | 0.4 |
| 2/10/2021 | 11:25:00 | 48 | 11.0 | 0.3 | 0.2 | 18.0 | 0.5 | 0.4 | 29.0 | 0.7 | 0.6 |
| 3/10/2021 | 11:25:00 | 88 | 21.0 | 0.5 | 0.5 | 31.0 | 0.8 | 0.7 | 42.0 | 1.1 | 0.9 |
| 4/10/2021 | 11:25:00 | 96 | 30.0 | 0.8 | 0.7 | 41.0 | 1.0 | 0.9 | 53.0 | 1.3 | 1.2 |

PENETRACIÓN

| PENETRACION mm. | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 21 | | | | MOLDE N° 20 | | | | MOLDE N° 19 | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|-------------|--------------------|--------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % | Dial (div) | kg/cm ² | kg/cm ² | % |
| 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | | 99 | 5 | | | 76 | 4 | | | 66 | 3 | | |
| 1.270 | | 184 | 9 | | | 152 | 8 | | | 125 | 6 | | |
| 1.905 | | 232 | 12 | | | 204 | 10 | | | 168 | 9 | | |
| 2.540 | 70.3 | 300 | 15 | 15.3 | 21.8 | 251 | 13 | 12.8 | 18.2 | 217 | 11 | 11.1 | 15.7 |
| 3.810 | | 411 | 21 | | | 356 | 18 | | | 306 | 16 | | |
| 5.080 | 105.5 | 501 | 26 | 25.6 | 24.2 | 428 | 22 | 21.8 | 20.7 | 377 | 19 | 19.2 | 18.2 |
| 6.350 | | 587 | 30 | | | 504 | 26 | | | 442 | 23 | | |
| 7.620 | | 656 | 33 | | | 558 | 28 | | | 479 | 24 | | |
| 10.180 | | 792 | 40 | | | 657 | 34 | | | 559 | 29 | | |
| 12.700 | | 912 | 47 | | | 758 | 39 | | | 628 | 32 | | |

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Scanned by TapScanner



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAFICOS CBR

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 2+400

CALIGATA : C-2 M-2

MEZCLA : Suelo natural +5% de cal + 5% de yeso

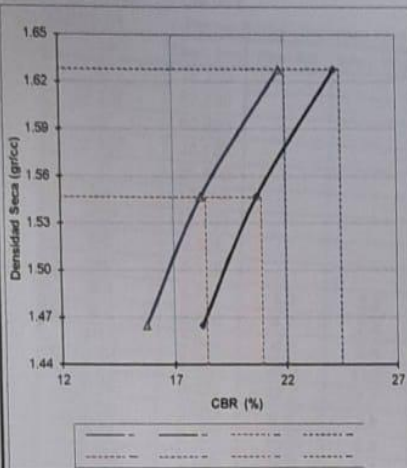
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 30/09/2021

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



RESULTADOS:

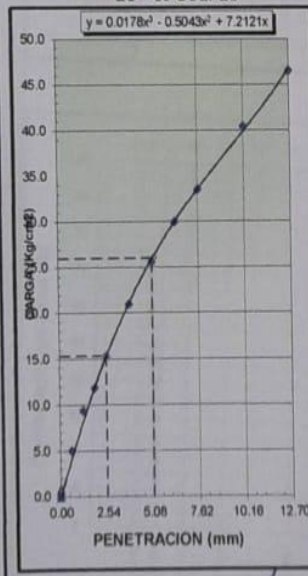
| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%) | 0.1": 22.0 | 0.2": 24.5 |
| C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%) | 0.1": 18.4 | 0.2": 20.9 |

Datos del Proctor

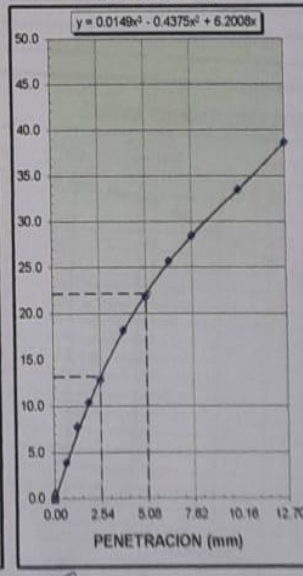
| | | |
|-----------------|-------|-------|
| Max. Dens. Seca | 1.634 | gr/cc |
| Optimo Humedad | 15.83 | % |

Observaciones:

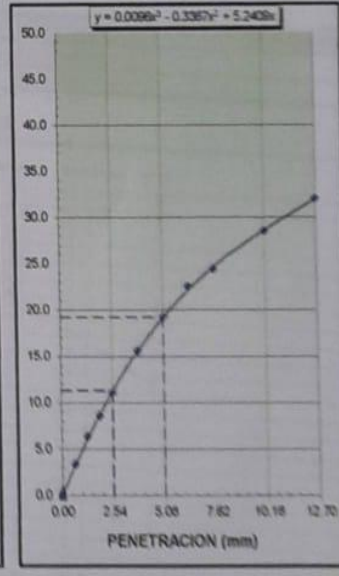
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Flora Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Juan Lucero Valera
INGENIERO CIVIL



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021

UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca

PROGRESIV. : KM. 0+360 - 2+400

CALICATA : C-1 - C-2

MUESTRA : Cal viva

TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

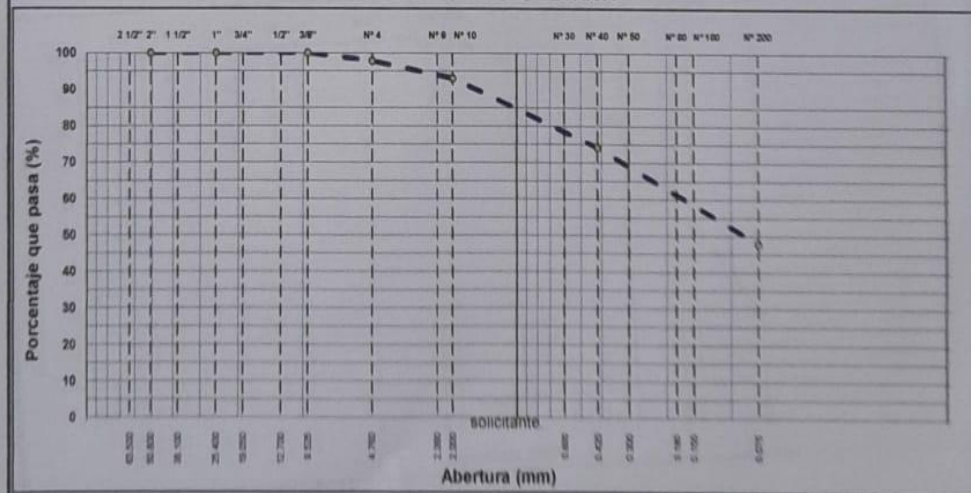
TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|------------------------|-------|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total | = | 178.5 | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado | = | 92.9 gr | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino | = | 174.6 gr | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Límite líquido | = | % | |
| 1" | 25.400 | | | | | Límite plástico | = | % | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | Índice plástico | = | % | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | Clasif. AASHTO | = | | |
| 3/8" | 9.525 | | | | | Clasif. SUCCS | = | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | 100.0 | Max. Dens. Seca | = | (gr/cm ³) | |
| # 4 | 4.760 | 3.9 | 2.2 | 2.2 | 97.8 | Opt. Cont. Hum. | = | % | |
| # 8 | 2.360 | 4.2 | 2.4 | 4.5 | 95.5 | CBR 0.1" (100%) | = | % | |
| # 10 | 2.000 | 4.2 | 2.4 | 6.9 | 93.1 | CBR 0.1" (95%) | = | % | |
| # 30 | 0.600 | 21.3 | 11.9 | 18.8 | 81.2 | Ensayo Malla #200 | P.S. Seco | P.S. Lavado | % 200 |
| # 40 | 0.420 | 12.7 | 7.1 | 25.9 | 74.1 | % Grava | = | % | |
| # 50 | 0.300 | 6.8 | 3.8 | 29.7 | 70.3 | % Arena | = | % | |
| # 80 | 0.180 | 10.7 | 6.0 | 35.7 | 64.3 | % Fino | = | % | |
| # 100 | 0.150 | 11.9 | 6.7 | 42.4 | 57.6 | % Humedad | P.S.H. | P.S.S. | % |
| # 200 | 0.075 | 17.2 | 9.6 | 52.0 | 48.0 | Coef. Uniformidad | | Índice de Coesistencia | |
| < # 200 | FONDO | 85.6 | 48.0 | 100.0 | 0.0 | Coef. Curvatura | | | |
| FINO | | 174.6 | | | | Pot. de Expansión | | | |
| TOTAL | | 178.5 | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

 May Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

 José A. Alvarez Valera



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

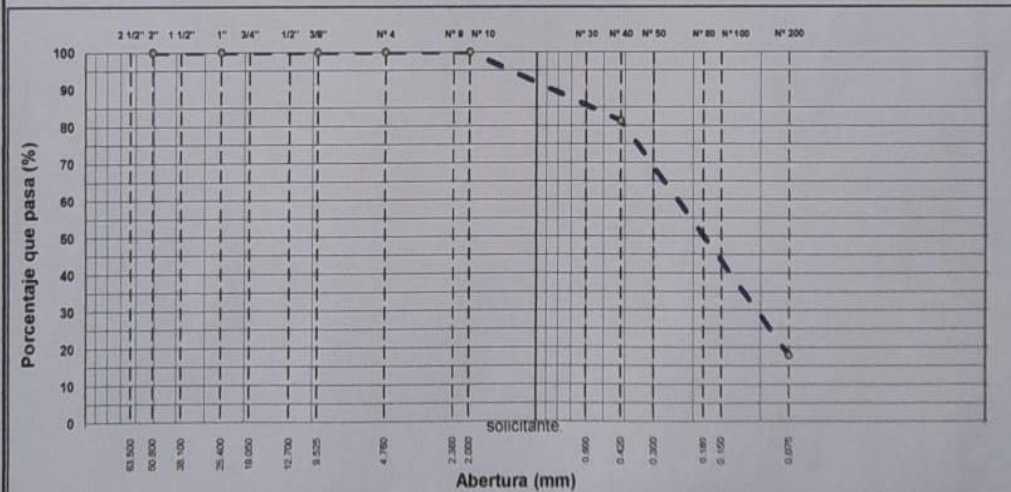
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el Tramo La Capilla - Cedro Pampa - Cajamarca 2021
UBICACIÓN : Santo Domingo de La capilla - Cutervo - Cajamarca
PROGRESIV. : KM. 0+360 - 2+400
CALICATA : C-1 - C-2
MUESTRA : Yeso
TESISTA : Jhonny Steben Carranza Gomez

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Setiembre - 2021

| Tamiz | Abert. mm. | Peso Ret. | %Ret. Parc. | %Ret. Ac. | % Q' Pasa | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|------------|-------------|------------------------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | Peso total | = | 197.1 | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | Peso lavado | = | 161.8 | gr | |
| 2" | 50.800 | | | | | Peso fino | = | 197.1 | gr | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Limite liquido | = | | % | |
| 1" | 25.400 | | | | | Limite plastico | = | | % | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | Indice plastico | = | | % | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | Clasif. AASHTO | = | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | | | Clasif. SUCCS | = | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Max. Dens. Seca | = | | (gr/cm3) | |
| # 4 | 4.760 | | | | | Opt. Cnt. Hum. | = | | % | |
| # 8 | 2.360 | | | | | CBR 0.1" (100%) | = | | % | |
| # 10 | 2.000 | | | | 100.0 | CBR 0.1" (95%) | = | | % | |
| # 30 | 0.600 | 20.0 | 10.1 | 10.2 | 89.9 | Ensayo Malla #200 | P.S. Seco. | P.S. Lavado | % 200 | |
| # 40 | 0.420 | 17.0 | 8.6 | 18.8 | 81.2 | | | | | |
| # 50 | 0.300 | 8.9 | 4.5 | 23.3 | 76.7 | % Grava | = | | % | |
| # 80 | 0.180 | 27.3 | 13.9 | 37.2 | 62.9 | % Arena | = | | % | |
| # 100 | 0.150 | 28.8 | 14.6 | 51.8 | 48.2 | % Fino | = | | % | |
| # 200 | 0.075 | 59.8 | 30.3 | 82.1 | 17.9 | % Humedad | P.S.H. | P.S.S. | % | |
| < # 200 | FONDO | 35.3 | 17.9 | 100.0 | 0.0 | | | | | |
| FINO | | 197.1 | | | | Coef. Uniformidad | | | Indice de Consistencia | |
| TOTAL | | 197.1 | | | | Coef. Curvatura | | | | |
| | | | | | | Pot. de Expansión | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.:

INGEONORT S.A.C.

Max Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José Carlos Estera

ANEXO 8

PROTOCOLO DE ENSAYOS QUÍMICOS DE LA CAL Y YESO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI
INFORME DE ANÁLISIS

LASACI/IQUNT

| | |
|---------------------------------|---|
| SOLICITANTE | : Tesista: JHONNY STEBEN CARRANZA GOMEZ |
| PROYECTO | : "Estabilizacion de suelo incorporando ca y yeso como aglomerantes naturales en el tramo de La Capilla-Cedro Pampa.Cajamarca 2021" |
| NOMBRE COMERCIAL | : OXIDO DE CALCIO |
| CANTIDAD DE MUESTRA: | 1 Kg |
| UBICACION | : BAMBAMARCA-CAJAMARCA |
| FECHA DE INGRESO | : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO | |

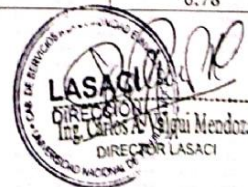
Análisis físicos

| Determinación | Resultados |
|---------------|------------|
| Aspecto | Bueno |
| Color | Blanco |

Análisis Químicos

| Determinación | Formulas | Unidades | Resultados |
|---------------------|--------------------------------|----------|------------|
| Oxido de calcio | CaO | % | 82.53 |
| Oxido de Fierro | Fe ₂ O ₃ | % | 0.064 |
| Oxido de magnesio | MgO | % | 0.528 |
| Oxido de silicio | SiO ₂ | % | 1.79 |
| Oxido de aluminio | Al ₂ O ₃ | % | 0.51 |
| Impurezas de carbón | | % | 0.78 |

TRUJILLO 23 DE NOVIEMBRE DEL 2023



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

✉ lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

INFORME DE ANÁLISIS LASACI/IQUNT

| | |
|---------------------------------|---|
| SOLICITANTE | : Tesista: JHONNY STEBEN CARRANZA GOMEZ |
| PROYECTO | : "Estabilizacion de suelo incorporando ca y yeso como aglomerantes naturales en el tramo de La Capilla-Cedro Pampa.Cajamarca 2021" |
| NOMBRE COMERCIAL | : SULFATO DE CALCIO |
| CANTIDAD DE MUESTRA: | 1 Kg |
| UBICACION | : MORROPE-LAMBAYEQUE |
| FECHA DE INGRESO | : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO | |

Físico

| DETERMINACIONES | RESULTADOS |
|-----------------|-----------------|
| Color | Blanco-Beise |
| Apariencia | Polvo granulado |
| Olor | Inodolo |
| Humedad | 0.64 |
| pH | 7.78 |
| PUREZA | 66.48 |

Químico

| DETERMINACIONES | UNIDADES | Resultados |
|-----------------|----------|------------|
| Sulfato | % | 38.73 |
| Calcio | % | 27.15 |
| Azufre | % | 16.01 |
| Fosforo | mg/kg | 0.29 |
| Potasio | % | 0.18 |
| Magnesio | % | 0.11 |
| Sodio | mg/kg | 6.71 |

| PARAMETROS | Unidades | Resultados |
|------------|----------|------------|
| Plomo | Pb mg/kg | 0.0063 |
| Cadmio | Cd mg/kg | 0.0021 |
| Hierro | Fe mg/kg | 1.81 |
| Cobre | Cu mg/kg | 0.43 |
| Zinc | Zn mg/kg | 0.66 |

TRUJILLO 25 DE NOVIEMBRE DEL 2021



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

✉ lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632

**ANEXO. APU Y PRESUPUESTO DE ESTABILIZACIÓN DE TRAMO LA
CAPILLA – CEDROPAMPA CON CAL Y YESO**

Análisis de precios unitarios

Presupuest 030100 ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CAL Y YESO COMO AGLOMERANTES NATURALES EN EL TRAMO LA CAPILLA-CEDROPAMPA, CAJAMARCA

Subpresupuest 001 ESTABILIZACION DE SUELOS Fecha presupuesto 05/12/2021

Partida 01.01 COSTO DE LABORATORIO

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb 1,500.00

| Código | Descripción Recurs | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|---|--------|-----------|----------|------------|-----------------|
| 0290230080 | Materiales COSTO TOTAL DE RESULTADOS DE LABORATORIO | glb | | 1.0000 | 1,500.00 | 1,500.00 |
| | | | | | | 1,500.00 |

Partida 01.02 ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LA CAL Y YESO

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb 500.00

| Código | Descripción Recurs | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|--|--------|-----------|----------|------------|---------------|
| 0270110324 | Materiales ANALISIS FISICO QUIMICOS CAL Y YESO | glb | | 1.0000 | 500.00 | 500.00 |
| | | | | | | 500.00 |

Partida 01.03 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 9,500.00

| Código | Descripción Recurs | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|--------------|--|--------|-----------|----------|------------|-----------------|
| 029032000900 | Materiales MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | glb | | 1.0000 | 9,500.00 | 9,500.00 |
| | | | | | | 9,500.00 |

Partida 01.04 MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE CON YESO Y CAL

Rendimiento m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m3 64.96

| Código | Descripción Recurs | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|--------------|--|--------|-----------|----------|------------|--------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010002 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0267 | 27.46 | 0.73 |
| 0101010005 | PEON | hh | 1.0000 | 0.0267 | 16.78 | 0.45 |
| | | | | | | 1.18 |
| | Materiales | | | | | |
| 021302000200 | CAL BOLSA 20 kg | bol | | 1.4000 | 15.50 | 21.70 |
| 021303000100 | YESO BOLSA 28 kg | bol | | 1.0000 | 25.00 | 25.00 |
| 0290130022 | AGUA | m3 | | 0.1250 | 3.73 | 0.47 |
| | | | | | | 47.17 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.18 | 0.04 |
| 030110000600 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 1.8 ton | hm | 1.0000 | 0.0267 | 106.64 | 2.85 |
| 0301170001 | EXCAVADORA | hm | 1.0000 | 0.0267 | 178.29 | 4.76 |
| 0301180002 | TRACTOR DE ORUGAS | hm | 1.0000 | 0.0267 | 153.44 | 4.10 |
| 0301200001 | MOTONIVELADORA | hm | 1.0000 | 0.0267 | 181.87 | 4.86 |
| | | | | | | 16.61 |

Análisis de precios unitarios

Presupuest **030100** ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CAL Y YESO COMO AGLOMERANTES NATURALES EN EL TRAMO LA CAPILLA-CEDROPAMPA, CAJAMARCA

Subpresupuest **001** ESTABILIZACION DE SUELOS Fecha presupuesto **05/12/2021**

Partida **01.05** TRANSPORTE A Dp = 31km

Rendimiento **m3/DIA** MO. **60.0000** EQ. **60.0000** Costo unitario directo por : m3 **23.76**

| Código | Descripción Recurs | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|--------------|--------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.1333 | 18.56 | 2.47 |
| | | | | | | 2.47 |
| | Equipos | | | | | |
| 030122000400 | CAMION VOLQUETE DE 10 m3 | hm | 1.0000 | 0.1333 | 159.70 | 21.29 |
| | | | | | | 21.29 |

Partida **01.06** PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Rendimiento **glb/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **35,211.68**

| Código | Descripción Recurs | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|--------------------------|--------|-----------|----------|------------|------------------|
| | Materiales | | | | | |
| 0267130005 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | glb | | 1.0000 | 35,211.68 | 35,211.68 |
| | | | | | | 35,211.68 |

Presupuesto

Presupuesto 0301001 ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CAL Y YESO COMO AGLOMERANTES
 NATURALES EN EL TRAMO LA CAPILLA-CEDROPAMPA, CAJAMARCA
 Subpresupuesto 001 ESTABILIZACION DE SUELOS
 Cliente CARRANZA GOMEZ, JHONNY STEVEN Costo al 05/12/2021
 Lugar CAJAMARCA - CUTERVO - LA CAPILLA

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------|--|------|----------|------------|-------------|
| 01 | ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO CAL Y YESO | | | | 246,898.72 |
| 01.01 | COSTO DE LABORATORIO | glb | 1.00 | 1,500.00 | 1,500.00 |
| 01.02 | ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LA CAL Y YESO | glb | 1.00 | 500.00 | 500.00 |
| 01.03 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | glb | 1.00 | 9,500.00 | 9,500.00 |
| 01.04 | MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE CON YESO Y CAL | m3 | 3,040.00 | 64.96 | 197,478.40 |
| 01.05 | TRANSPORTE A Dp = 31km | m3 | 114.00 | 23.76 | 2,708.64 |
| 01.06 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | glb | 1.00 | 35,211.68 | 35,211.68 |
| | Costo Directo | | | | 246,898.72 |

SON : DOSCIENTOS CUARENTISEIS MIL OCHOCIENTOS NOVENTIOCHO Y 72/100 NUEVOS SOLES

ANEXO 9.
PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 40: Comienzo de excavación de calicata 1



Figura 41: Calicata nº 1 en el km 0 + 360



Figura 42: Codificación de muestra de la calicata nº 1



Figura 43: Profundidad de la calicata nº 1 de 1.50 m



Figura 38: Comienzo de excavación de calicata n° 2



Figura 45: Calicata n° 2 en el km 2 + 400

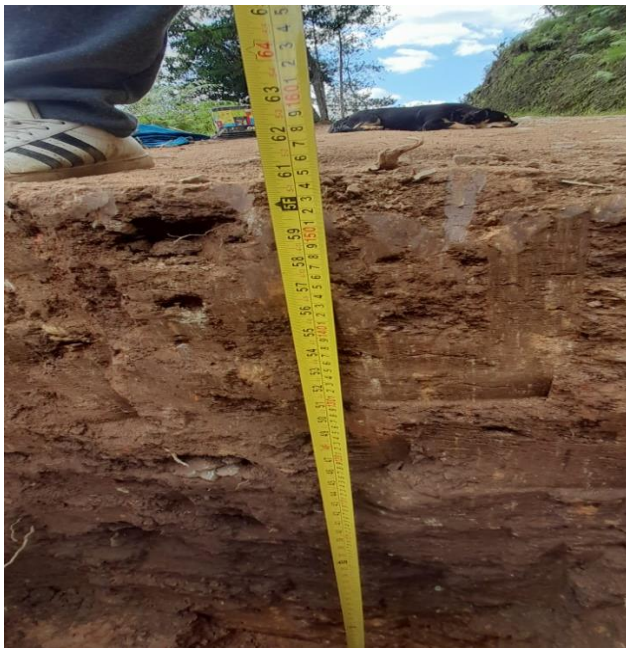


Figura 46: Profundidad de la calicata n° 2 de 1.50 m

Ensayo de granulometría y clasificación



Figura 47: Muestra para tamizar



Figura 48: Tamizando la muestra



Figura 49: Peso del tamizado

Ensayo de Limites de Atterberg



Figura 50: Preparando pasta



Figura 51: Aplanado horizontal en la copa de casa grande



Figura 52: Haciendo uso del acanalador

Ensayo de Proctor Modificado y CBR



Figura 53: Toma de muestra



Figura 54: Aplicando 25 golpes



Figura 55: Enrazado de muestra

Ensayo de CBR



Figura 56: Prensa de carga de CBR

ANEXO 10. PLANO DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

