

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO
YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES
DE CARRETERAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores:

Bonifacio Vergara, Abel Jesus

<https://orcid.org/0000-0002-4303-2243>

Bravo Cabanillas, Jose Manuel

<https://orcid.org/0000-0003-3049-2301>

Asesor:

Dr. Sócrates Pedro Muñoz Pérez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación:

**Tecnología e Innovación en Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sub Línea de Investigación:

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
infraestructura.**

Pimentel – Perú

2024

**ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA
FINES DE CARRETERAS.**

Aprobación del jurado

MAG. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO
Presidente del Jurado de Tesis

MAG. DELGADO PÉREZ MILTHON JEINER
Secretario del Jurado de Tesis

MAG. SEGURA SAAVEDRA WISTON ENRIQUE
Vocal del Jurado de Tesis



Universidad
Señor de Sipán

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACION JURADA, somos **Egresados** del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

ESTUDIO MICROSTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS.

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencia bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

| | | |
|----------------------------------|---------------|--|
| Bonifacio Vergara Abel Jesus. | DNI: 76443188 | |
| Bravo Cabanillas José Manuel. | DNI: 72314670 | |

Pimentel, 25 de febrero de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

BONIFACIO ABEL - BRAVO JOSE.pdf

AUTOR

BONIFACIO ABEL - BRAVO JOSE

RECuento de palabras

9970 Words

Recuento de caracteres

45954 Characters

Recuento de páginas

46 Pages

Tamaño del archivo

1.9MB

Fecha de entrega

Jun 29, 2024 12:56 AM GMT-5

Fecha del informe

Jun 29, 2024 12:57 AM GMT-5

● **22% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

Dedicatoria

Sobre todo, a Dios que sin El nada fuera posible, por su infinito amor y misericordia.

A mi abuela **Cleotilde Zuloeta Cruzalegui**; que en paz descanse, quien fue una persona muy amorosa quien me enseñó muchas cosas buenas para la vida.

Para mis padres **Ever Mauricio Bravo Zarate** y **Silvia Ysabel Cabanillas Zuloeta** que sin su paciencia, amor y apoyo no hubiera logrado esta meta propuesta en mi vida. De igual forma a mi hermana **Karen Bravo Cabanillas** quien me apoyo en los momentos difíciles.

A mi pareja **Berenisse Tullume Gonzales** por su paciencia, amor, comprensión y quien está apoyándome en cada decisión que tomo, a mi familia Bravo Zarate que a pesar de la distancia me dieron ánimos para que siga adelante.

Jose Manuel Bravo Cabanillas

Principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante.

A mi padre **Teobaldo Bonifacio D.** y **Madre María Delia Vergara de Bonifacio**, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mis hermanos por compartir momentos significativos conmigo, por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mi novia **Ines Aberlí Nieves Vílchez**, por estar dispuesta siempre a apoyarme. A mis compañeros con los que eh formado un equipo.

Abel Jesus Bonifacio Vergara

Agradecimientos

Primeramente, a Dios, a mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la USS, por los conocimientos compartidos y grandes experiencias a lo largo de nuestra vida universitaria.

A cada una de las personas que estuvieron en el proceso de este estudio de investigación.

A la familia de la facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Señor de Sipán.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Dedicatoria | 5 |
| Agradecimientos | 6 |
| Índice de tablas | 8 |
| Índice de figuras | 9 |
| RESUMEN | 10 |
| ABSTRACT | 11 |
| I.INTRODUCCION | 12 |
| 1.1 Realidad problemática..... | 12 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 17 |
| 1.3 Hipótesis. | 17 |
| 1.4 Objetivos | 17 |
| 1.5 Teorías relacionadas al tema | 18 |
| II. MATERIALES Y MÉTODO | 21 |
| 2.1 Tipo y Diseño de Investigación..... | 21 |
| 2.2 Variables, Operacionalización | 22 |
| 2.3 Población de estudio, muestra, muestro y criterios de selección. | 25 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 28 |
| 2.1 Procedimiento de análisis de datos..... | 30 |
| 2.2 Criterios éticos..... | 33 |
| III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 34 |
| 3.1 Resultados. | 34 |
| 3.2 Discusión..... | 55 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 56 |
| 4.1 Conclusiones..... | 56 |
| 4.2 Recomendación. | 57 |
| Referencias | 58 |
| ANEXOS | 62 |

Índice de tablas

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabla I. | <i>Operacionalización de variable dependiente.....</i> | 23 |
| Tabla II. | <i>Operacionalización de variable independiente.....</i> | 24 |
| Tabla III. | <i>Ensayos mecánicos al suelo arcilloso.....</i> | 27 |
| Tabla IV. | <i>Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC en 4 porcentajes para su evaluación.</i> | 27 |
| Tabla V. | <i>Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC + fibra de YUTE en 4 porcentajes para su evaluación.....</i> | 27 |
| Tabla VI. | <i>Recolección de CBC a diferente temperatura.....</i> | 34 |
| Tabla VII. | <i>Composición físico-químico de las 4 muestras de CBC.....</i> | 37 |
| Tabla VIII. | <i>Composición química medida por EDS en diferentes regiones</i> | 43 |
| Tabla IX. | <i>Composición FISICO-QUIMICA de la fibra de YUTE.....</i> | 43 |
| Tabla X. | <i>Clasificación del suelo natural.....</i> | 44 |
| Tabla XI. | <i>Resultados obtenidos de nuestro suelo natural.</i> | 44 |
| Tabla XII. | <i>Resultado de ensayo de Proctor al T.N.....</i> | 45 |
| Tabla XIII. | <i>Determinación del CBR.....</i> | 45 |
| Tabla XIV. | <i>Valor de CBR de penetración.....</i> | 45 |

Índice de figuras

| | | |
|---------------|--|----|
| Fig.1 | Procedimiento Inicial..... | 30 |
| Fig.2 | Procedimiento desarrollado para los resultados | 31 |
| Fig.3 | Procedimiento desarrollado para los resultados | 32 |
| Fig.4 | CBC a temperatura de 650°C..... | 35 |
| Fig.5 | CBC a temperatura de 700°C..... | 35 |
| Fig.6 | CBC a temperatura de 750°C..... | 36 |
| Fig.7 | CBC a temperatura de 800°C..... | 36 |
| Fig.8 | Tipo de ceniza a diferente temperatura. | 37 |
| Fig.9 | Resultado para CBC a temperatura de 650°C..... | 38 |
| Fig.10 | Resultados para CBC a temperatura de 700°C | 38 |
| Fig.11 | Resultado para CBC a temperatura de 750°C..... | 39 |
| Fig.12 | Resultado de CBC a temperatura de 800°C | 39 |
| Fig.13 | Temperatura optima CBC..... | 40 |
| Fig.14 | Se presenta la visión general de la amplia variedad de compuestos presentes en la muestra de interés. | 41 |
| Fig.15 | Se muestra la Zona 1 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico..... | 41 |
| Fig.16 | Se muestra la Zona 2 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico de cada grano de ceniza..... | 41 |
| Fig.17 | Son los granos más prominentes dentro de la muestra..... | 42 |
| Fig.18 | Se muestra los granos más prominentes dentro de la muestra..... | 42 |
| Fig.19 | Adición de CBC en suelo de C-1 | 46 |
| Fig.20 | Adición de CBC en suelo de C-2 | 47 |
| Fig.21 | Adición de CBC en suelo de C-3..... | 48 |
| Fig.22 | Adición de CBC en suelo de C-4 | 49 |
| Fig.23 | Adición de CBC y YUTE en T.N.1 | 49 |
| Fig.24 | Adición de CBC y YUTE en T.N.2 | 50 |
| Fig.25 | Adición de CBC y YUTE en T.N.3 | 51 |
| Fig.26 | Adición de CBC y YUTE en T.N.4 | 51 |
| Fig.27 | Permeabilidad C-01+20%CBC+1.50%YUTE. | 52 |
| Fig.28 | Permeabilidad C-02+20%CBC+1.50%YUTE. | 53 |
| Fig.29 | Permeabilidad C-03+20%CBC+1.50%YUTE. | 53 |
| Fig.30 | Permeabilidad C-04+20%CBC+1.50%YUTE. | 54 |

RESUMEN

Nuestra investigación quiere dar solución al problema del suelo arcilloso que genera daños en las diferentes estructuras de la construcción. Nuestro objetivo es analizar el estudio de su característica microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso habiendo incorporado fibra de Yute y ceniza de bagazo de caña (CBC) en el distrito de La Victoria, Chiclayo. El método empleado fue el siguiente: realizar cuatro calicatas cada 500 metros, obtener el bagazo de caña y quemarlo a 4 temperaturas (650°, 700°, 750° y 800°), obtenido la CBC y la adición del yute, se procedió a realizar el ensayo físico-químico, el ensayo mecánico y el análisis de microscopía electrónica EDS. Obteniendo como resultado óptimo de temperatura del quemado de la CBC la de 800°, se procedió a realizar la combinación del suelo patrón de cada calicata con la adición del óptimo de la CBC en dosis de 5%, 10%, 15% y 20% y del yute en una dosis de 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50%, para el Proctor Modificado realizado al suelo natural, se obtuvo que la calicata 4 tiene una densidad máxima seca de 1.46 g/cm³ y un óptimo contenido de humedad del 16.50%, la cual pertenece a la clasificación AASHTO A-6 (10) y una clasificación SUCS perteneciente al grupo CL que define al suelo como una arcilla de baja plasticidad con arena.

Concluyendo que la mejor combinación para estabilizar el suelo patrón de cada calicata fue la adición del 20% para la CBC y mientras que para el yute fue la del 1.50%.

Palabras Clave: Suelos arcillosos, yute, cenizas de bagazo de caña, estabilización, ensayos mecánicos.

ABSTRACT

Our research aims to provide a solution to the problem of clayey soil that causes damage to different construction structures. Our objective is to analyze the study of its microstructural characteristics and mechanical properties of clayey soil having incorporated jute fiber and sugarcane bagasse ash (CBC) in the district of La Victoria, Chiclayo. The method used was as follows: make four pits every 500 meters, obtain the sugarcane bagasse and burn it at 4 temperatures (650°, 700°, 750° and 800°), obtained the CBC and the addition of jute, proceeded to perform the physical-chemical test, the mechanical test and the analysis of electron microscopy EDS. Obtaining 800° as the optimum temperature for the burning of the CBC, we proceeded to combine the standard soil of each test pit with the addition of the optimum of CBC in doses of 5%, 10%, 15% and 20% and of jute in a dose of 0.75%, 1.00%, 1.25% and 1.50%, for the Modified Proctor performed on the natural soil, it was obtained that the calicata 4 has a maximum dry density of 1.46 g/cm³ and an optimum moisture content of 16.50%, which belongs to the AASHTO A-6 classification (10) and a SUCS classification belonging to the CL group that defines the soil as a clay of low plasticity with sand. It was concluded that the best combination with the standard soil of each test pit was the addition of 20% for CBC and 1.50% for jute.

Key words: Clayey soils, jute, bagasse ash, stabilization, mechanical tests.

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática

En la actualidad, una carretera habitual no cuenta con la capacidad de ajustarse al crecimiento actual de una carretera inteligente, por su composición y su precio elevado de sostenimiento. Debido que el ámbito agricultor genera residuos extensos y lo que se busca es que estos materiales se puedan eliminar, sin tener que afectar el ambiente, para eso es necesario incluir algunos materiales como el bagazo de caña, para mejorar la consolidación de los suelos [1].

El cual después de ser quemado en una caldera se obtiene la ceniza del BCA, al realizar ensayos de microscopía electrónica de barrido y propiedades mecánicas, se determina que la CBC puede ser un buen estabilizante del suelo y así reemplazar otros materiales más caros [2].

Siendo la subrasante el terreno de apoyo para toda carretera o pavimento, consta de varios tramos que resisten las cargas provocadas por el tráfico y las distribuyen de forma convincente por toda la estructura, actualmente lo más común es reforzar el suelo con diferentes materiales para obtener una plataforma con mayor rigidez, para mejorar el desempeño de la frágil subrasante para un mejor pavimento. [3].

La estabilización de la subrasante del pavimento es un problema para el transporte público, debido a que tiene suelos débiles y arcillosos, se está buscando aprovechar la industria de las fábricas del producto de la caña de azúcar ya que es menos costoso y sustentable en comparación con otros materiales que ya se han trabajado los cuales son más caros y contaminantes. En su uso disponible se busca poder mejorar la estabilización de los suelos [4].

Mediante el tratamiento único para los geotextiles de yute que implica la combinación de estos para mejorar su resistencia y durabilidad [5], considerando que en la mayoría de las carreteras fallidas se debe al suelo de cimentación sobre el que se construyeron estas carreteras. Los geotextiles de yute se producen en

grandes cantidades, se pueden usar de manera eficaz y económica para estabilizar sustratos tan débiles [6].

Dando como resultado una mejora en el CBR, LP, LL, Contenido de Humedad a través de los ensayos físico-mecánicos, además es un geotextil económico, rentable para la construcción y amigable para el medio ambiente [7].

Para Edeh y Abubakar [8], en el ámbito internacional se propone utilizar un aditivo como estabilizante del suelo a partir de la gran cantidad de residuos de CBCA, adicionando un 5%, 10% y 15%. En este estudio presentaron resultados de estabilización con la evaluación de un laboratorio para obtener características idóneas para el pavimento, realizados con ensayos mecánicos, concluyendo que al adicionar un 15% para la CBCA mejora la estabilización de los pavimentos asfálticos.

Abanto y Salinas [9], en su investigación en el ámbito nacional propone realizar el análisis de la estabilización para el mejoramiento de la subrasante, adicionado CBCA y también la cal que es muy común en nuestro país, ya que las subrasantes no alcanzan la resistencia mínima y por ende tenemos que realizar ensayos para estabilizar los suelos, incorporando al suelo un porcentaje de 15, 20 y 25 respectivamente de la CBCA y así obteniendo resultados de incremento del 30% en CBR, concluyendo que al adicionar el 20% de CBCA su resistencia aumenta.

Así mismo Sandra [10], en el distrito de Nuevo Chimbote, tiene como objetivo verificar que al mezclas adiciones de cenizas para el BCA hace que incremente sus propiedades tanto físicas como mecánicas para un suelo arcilloso, para su metodología se empleó la CBCA con ciertas cantidades de 10%, 20% y 30%, en sus resultados se de CBR se muestra que la mejor eficacia fue la del 20% de CBC, llegando a la conclusión que las CBC pueden ser aprovechadas como reemplazo de otro material parcial para suelos arcillosos.

Quispe [11], menciona que para su estudio en el departamento de Lima tuvo como objetivo estabilizar los suelos arcillosos que perjudica especialmente a la sociedad, es por esta razón que al estabilizar la cal y la CC, en porcentajes la Cal 5% de Ceniza de C 10%, cal (5%) de Ceniza de C (15%) y por último adicionando la cal al (5%) de Ceniza de C (20%). Obtenemos resultados del IP de 12.16%, 17.30% y 14.34%, tras la adición de aglomerantes llego a la conclusión que aumenta un máximo de 23.20 % a 25% respectivamente en su CBR.

Bernal y Cueva [12], dice que en nuestro departamento se presentan grandes problemas y poca durabilidad en la subrasante, esto se debe por la baja calidad que tienen sus suelos, para su objetivo el cual es utilizar la ceniza mediante los porcentajes 5%, 7% y 10%, obteniendo para el CBR un resultado de 14.5%, 16.1% y 17.1% respectivamente, en conclusión, la adición de 10% es la mejor para sus propiedades de resistencia en el suelo de la carretera Collique Alto.

Para Carlina [13] en Indonesia, al analizar su objetivo lo que ocasiona la CBC en la incorporación en suelos arcillosos, para su metodología se utilizó como aglomerante al suelo arcilloso en porcentajes de CBC al 7%, 10% y 13% y 3% de cáscara de huevo; en sus resultados aumento el CBR en una 92.3%, concluyendo que al incorporar la CB al 13% ayuda a estabilizar un suelo arcilloso debido a que incrementa sus cualidades.

En su investigación internacional Zalwango [14], tuvo como objetivo utilizar SCBA para reemplazar parcialmente la cal apagada para estabilizar suelos arcillosos expansivos, en su metodología se uso porcentajes SCBA al 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, por peso de suelo, en sus resultados se obtuvieron fueron que el indice de plasticidad con la adición de SCBA aumento en 1.58%, concluyendo que la incorporación de SCBA es un método positivo para la consolidación de suelos arcillosos.

Guataqira y Gaona [15], en el estado internacional propone como objetivo evaluar las características que ayudan a mejorar una subrasante con fibras de yute, en su metodología la comparación entre yute convencional tejido y no tejidos, y yutes tratados químicamente, estos se pudieron realizar mediante ensayos de CBR

y Modulo Resiliente en un laboratorio, en sus resultados ya realizados en subrasante se concluye que con el yute tejido están dentro del rango especificado y son adecuados como geotextil convencional.

A nivel nacional para Torres y Landa [16], muestra el suelo arcilloso estabilizado en las que encuentra características mecánicas, donde se puede encontrar el porcentaje óptimo de CBC y cal a incorporar, añadiéndose en porcentajes de 5% de estabilizador en el peso del suelo, en combinaciones de 100%, 75%, 50% de cal, 100%, 50% y 25% de CBC, el CBR aumento en 110.81%, por encima del suelo natural y la densidad en un 54.7%, concluyeron que estabilizar el suelo arcilloso con estos materiales mejora sus características.

En su investigación Sally [17] detalla en su objetivo que adicionar la fibra de yute con el fin de aumentar la resistencia mecánica del material de afirmado, en su metodología se añadió una porción de fibra de yute en las muestras de suelo con porcentajes de 0.50, 0.75 y 1 por ciento respectivamente del peso, en sus resultados dicho material afirmado aumenta hasta un 22% con la incorporación del yute de 1 del peso, concluyeron que esta fibra puede utilizarse como un buen material de refuerzo; ya que eleva el valor del CBR de un pavimento.

En el ámbito local Gutiérrez [18] menciona que tiene como objetivo evaluar las características del suelo, con una metodología de incorporar ceniza de bagazo para su estabilización, aplicando una combinación del 15% y 25% de ambos estímulos, sus resultados revelaron que su densidad seca máxima al 0% es de 1.85 kg/cm³, 15% (1/2 de c/u-1.92 kg/cm³) y 25% (1/2 de c/u-2.0 kg/cm³), concluyendo que la proporción óptima es al 15% ya que se encontraron los resultados más favorables en sus propiedades favoreciendo el suelo estabilizado.

Para Gonzales [19] tiene como objetivo analizar las propiedades microestructurales y mecánicas de un suelo adicionando CBCA y polietileno de alta densidad, en su metodología preparo porcentajes de 5, 10, 15 y 20% de CBCA mediante ensayos de Proctor modificado y CBR, el resultado optimo obtenido fue del 10% de CBCA más 0.75% de HDPE, también se brindaron muestras para SEM-

EDS esta se observó que contiene silicatos, óxidos de silicio, concluyendo las mejoras de las propiedades del suelo y es sustentable al medio ambiente.

Su objetivo de Flores [20], es la determinación del efecto de la limadura de acero sobre las propiedades microestructurales y mecánicas de morteros estructurales de albañilería, mediante un método aplicado a muestras de mortero con porcentajes de limaduras de acero del 3, 5, 7 y 9%, en base a los resultados en los que el acero de limadura está en el estado óptimo, la cantidad es 5%, la composición química es 85,47% Fe. La conclusión es que se observan calcio, óxidos de silicio y sulfato férrico mediante pruebas SEM-EDS.

Sugiere Tanzadeh [21], un objetivo de tratamiento unico para pavimentos felxibles, en su metologia propone tratamientos para mejorar estabilización las cuales son porcentajes de ,0, 2, 4, 8, y 16 respectivamente del peso seco del suelo, teniendo unos resultados mediante los ensayos de compresion y pruebas de CBR, llegando a la conclusion en base a la prueba de definicion de la curva tesion-deformasion mostrando un aumento significativo en el rendimiento efectivo y un notable aumento de la resistencia.

En el ámbito local Zapata [22], hace mención que el objetivo es valuar las propiedades mecánicas y microestructurales de morteros reemplazando parcialmente el cemento por ceniza de cascarilla de arroz, son incineradas a 700° C, sus resultados sustentan un claro aumento en los porcentajes de 3, 5 y 10 respectivamente mientras que con el 15% disminuye, llegando a la conclusión que el 5% es el óptimo, por otro lado en el análisis SEM-EDS se encontró un elevado contenido de oxígeno, silicio y calcio.

Según Meza [23], su objetivo era determinar la evaluación de ceniza de carbón provenientes de las ladrilleras de la victoria con el único propósito de utilizarlo como aditivo estabilizador en suelos arcillosos con fines de pavimentación, con una metodología de realizar 6 calicatas para luego añadir la CC en porcentajes de 5%, 10, 15 y 20, logrando resultados mediante ensayos realizados en laboratorios respecto a Proctor modificado, CBR. Se concluyo que la

hipótesis planteada se cumplió, al estabilizar el suelo arcilloso con una mejora del 10% de CC.

En el ámbito de la construcción su uso se justifica como aporte a la disminución de la contaminación de residuos sólidos que ocasionan las fábricas de azúcar, como en el caso de nuestra investigación que se propone el uso de la fibra de YUTE y la CBC para un mejoramiento de un suelo arcilloso, obtenido resultados favorables, así como su implementación en la ingeniería de carreteras. Siendo un buen aporte para la estabilización de suelos arcilloso en la ciudad de Chiclayo.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo influye la adición de 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% de yute y 5.00%, 10.00%, 15.00% y 20.00% de ceniza de bagazo de caña sobre las propiedades microestructurales y mecánicas en un suelo arcilloso?

1.3 Hipótesis.

La incorporación de 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% de yute y 5.00%, 10.00%, 15.00% y 20.00% de ceniza de bagazo de caña mejoran el comportamiento mecánico y las propiedades microestructurales del suelo arcilloso.

1.4 Objetivos

Objetivo general

Realizar el estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo, arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras.

Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón.
- Evaluar la temperatura optima de quemado mediante ensayo químicos de la CBC a diferentes temperaturas 650°C, 700°C, 750°C, 800°C.
- Analizar las propiedades microestructurales del valor óptimo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar mediante el ensayo de microscopia electrónica de barrido (SEM) incluyendo (EDS).

- Determinas las propiedades del suelo arcilloso incorporando fibra de yute al 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% y cenizas de bagazo de caña al 5.00%, 10.00%, 15.00% y 20.00%.

1.5 Teorías relacionadas al tema

Variables Independientes

a. Ceniza de Bagazo de Caña (CBC)

La CBC proviene del bagazo cuando fue utilizado como combustible en los ingenios cañeros para la generación de vapor, este CBC es un muy buen material puzolánico ya que contiene una buena cantidad de óxidos de sílice y aluminio, por lo que puede usarse como estabilizador en estabilización de suelos salinos. [24].

b. Fibra de Yute

Se extrajo y se recogió de la piel de las plantas de la familia Tiliácea. La fibra de yute se utiliza mucho porque se ha demostrado que tiene unas excelentes propiedades como la adherencia, resistencia química y un buen comportamiento a temperaturas elevadas, así como: La resistencia a la flexión, así como a la tracción, al impacto y al cizallamiento artificial, son cualidades mecánicas, y con el uso de agentes químicos promueve una reducción de la absorción de humedad, lo que permite mejorar el comportamiento del yute. [25]

Variables Dependientes

a. Suelo

Es la materia orgánica natural, descrita como un material parental (material geológico inalterado) siendo una estructura de diferentes cualidades: químicas, físicas y biológicas, caracterizada como capas hechas de porcentaje meteorizado que contiene microorganismos. Incluyendo reciclaje, la filtración y el intercambio de gases con la atmosfera forman parte del proceso. El suelo, al combinarse con la arena, aumenta la presión y la capacidad portante; en consecuencia, obtenemos una buena resistencia mediante estudios para futuras cimentaciones superficiales de edificaciones [26].

b. Suelo Arcilloso

Estos son suelos pesados, no drenan, ni se secan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Pueden utilizarse en la construcción siempre que

se sometan a pruebas mecánicas o a pruebas de granulometría por sedimentación, en general, los suelos arcillosos tienen a mejorar con el límite de contracción [27].

c. Subrasante

Es el nivel de la superficie terminada después de la etapa de corte, sobre el cual se debe colocar la estructura de recubrimiento. La subrasante es parte de la estructura vial entre la altura del pavimento y la estructura general de la carretera. Consiste en suelos preseleccionados con buenas propiedades, compactados en capas para formar un pavimento estable en condiciones óptimas, no afectado por la carga de diseño del tráfico. [15].

d. Estabilización de Suelos (SE)

Estas cualidades físicas de dicho suelo se modifican para reforzar las propiedades de resistencia a largo plazo, y la estabilización se consigue mejorando la propiedad de resistencia al cizallamiento del suelo, siendo su capacidad de carga una vez estabilizado. Provocando la disminución de la permeabilidad del suelo y por ende disminuye su resistencia, lo que provoca hinchazón, congelación y descongelación. En función del contenido de humedad, el suelo tiene la capacidad para encogerse [28].

e. Clasificación de Suelos

Es un sistema formado por un grupo de suelos de características similares. El objetivo es evaluar la calidad del suelo de forma sencilla comparándolo con otros suelos del mismo tipo con propiedades conocidas. Debido a que los suelos tienen tantas propiedades y combinaciones y son de gran interés para la ingeniería, las clasificaciones son específicas del campo de la ingeniería en el que se inventaron; por lo tanto, sólo se presentan las clasificaciones utilizadas en la construcción de carreteras [29].

Ensayos de laboratorio.

Granulometría

La prueba granulométrica es fundamental porque determina el tamaño y el número de partículas del suelo en función de su distribución en diferentes tamices, con la finalidad de entender y examinar sus propiedades como; la porosidad, la densidad del suelo, la permeabilidad y la resistencia [30].

Límites de Atterbeg

Limite liquido (LL)

Es la medida suficiente de agua expresada en porcentaje de la muestra seca de la prueba. La Copa Casagrande, mide la humedad del suelo con el cual se ha formado una ranura relativamente de 12.7mm y el número de golpes es 25 [31].

Limite Plástico (LP)

Es la cantidad de agua de la muestra en porcentaje de su peso seco cuando se seca a la temperatura, a la que los suelos que contienen arcilla pasan de una dureza semisólida a plástica. [32].

Índice de Plasticidad (IP)

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico [33]

Contenido de Humedad

Nos indica el porcentaje del estado del suelo en el campo, es uno de los ensayos más utilizadas para determinar la relación que existe con las propiedades índice y el comportamiento del suelo, dicha humedad se emplea para expresar las conexiones de agua, aire y fase sólida. Para las muestras que contienen arcillas, la consistencia de un suelo dado, junto con su LL y LP, se utiliza para mostrar su resistencia relativa. [34].

Proctor Modificado

Es una prueba de compactación que asegura el contenido de humedad ideal y el M.D.S. sean exactamente los especificados en la NTP 339.141 [17].

CBR

La prueba CBR calcula la resistencia al esfuerzo cortante en función de la compactación y dicho contenido de humedad. Los ensayos CBR se realizan utilizando muestras alteradas en el laboratorio y CBR in Situ. El ensayo se basa en determinar la presión necesaria para perforar un pistón en una sección de suelo. [30].

Microestructuras

Es una parte importante de la ciencia y la investigación de materiales, considerando la observación y descripción de elementos a escalas que van desde tamaños atómicos hasta componentes de ingeniería. Las descripciones a escala atómica no suelen considerarse parte de la caracterización de la microestructura, ya que la estructura molecular está determinada por la naturaleza. De esta manera, podemos cambiar propiedades específicas del material en un amplio rango cambiando la microestructura del material [35].

Microscopía electrónica de barrido (SEM)

Esta técnica se utiliza para estudios microestructurales de mezclas de mortero y caracterización de materias primas. En lugar de utilizar un haz de luz, este tipo de microscopio electrónico utiliza un haz de electrones para crear una imagen [36]. Se puede usar para observar y caracterizar superficies de materiales orgánicos e inorgánicos, proporcionando información morfológica para el análisis de materiales [37].

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

Esta investigación es aplicada, utilizando un enfoque cuantitativo, de acuerdo al autor, por lo tanto, se presenta un procedimiento seguro en que se utiliza la recopilación y análisis de los datos, apoyándonos en el cálculo y reiterativamente el uso de las estadísticas para identificar la realidad y el comportamiento de la población, contestando también las preguntas de la investigación y demostrar la hipótesis. Según Zaniteli et al. [38], la investigación aplicada muestra que el propósito de la investigación aplicada es adquirir nuevos conocimientos para resolver problemas prácticos.

Esta investigación cuenta con un diseño Cuasiexperimental, en este estudio, intentamos estabilizar un suelo arcilloso añadiendo CBC y yute, recogiendo datos mediante ensayos de laboratorio, según Zaniteli et al. [38], nos dice que esta metodología se adquiere un extenso dominio y una comprobación de la causa-efecto, debido a la aplicación de los componentes de la variable independiente

donde interviene el investigador, de mismo modo depende si es la investigación cualitativa o cuantitativa.

| | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|
| GE (1) | X ₁ | O ₁ |
| GE (2) | X ₂ | O ₂ |
| GE (3) | X ₃ | O ₃ |
| GE (4) | X ₄ | O ₄ |
| GE (5) | X ₁ | O ₅ |
| GE (6) | X ₂ | O ₆ |
| GE (7) | X ₃ | O ₇ |
| GE (8) | X ₄ | O ₈ |
| GC | -- | O ₉ |

Donde:

GE (1,2,3,4): Grupo experimental conformado por 32 muestras con la adición de CBC.

GE (5,6,7,8): Grupo experimental conformado por 32 muestras con la adición de CBCA y fibra de YUTE.

GC: Grupo control conformado por 9 muestras de SUELO ARICOLLOSO.

X_{1,2,3,4}: Tratamiento de grupo experimental, donde $X_1=5\%$, $X_2=10\%$, $X_3=15\%$, $X_4=20\%$ de adición de CBC.

X_{1,2,3,4}: Tratamiento de grupo experimental, donde $X_1=5\% - 0.75\%$, $X_2=10\% - 1\%$, $X_3=15\% - 1.25\%$, $X_4=20\% - 1.50\%$ de adición de CBCA y fibra de YUTE.

O_{1,2,3,4,5,6,7,8}: Observación al añadir CBCA y fibra de YUTE.

O₉: Observación de los resultados del grupo control.

2.2 Variables, Operacionalización

Variable dependiente: Estabilización de Suelo Arcilloso para fines de carreteras.

Variable independiente: Fibra de yute y ceniza de bagazo de caña.

Operacionalización

Tabla I. Operacionalización de variable dependiente.

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Valores finales | Tipo de Variable | Escala de medición |
|--|--|--|---------------------------|--|-------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------|
| Estabilización de Suelo Arcillo | Las propiedades de resistencia a largo plazo y la estabilización se consigue mejorando la propiedad de resistencia del suelo, siendo su capacidad de carga una vez estabilizado. [28] | Se basa en la evaluación del comportamiento mecánico del suelo arcilloso patrón y con la incorporación de yute y ceniza de bagazo de caña. | -Granulometría | -L.L. | Ficha técnica de laboratorio. | % gr/cm ³ | Numérica | Variables numéricas de razón. |
| | | | -Límites de Atteberg | -L.P. | | | | |
| | | | -Contenido de Humedad | -I.P. | | | | |
| | | | -Proctor Modificado | -Optimo CH | | | | |
| | | | -California Bearing Ratio | -CBR | | | | |
| | | | -Permeabilidad | -Microscopia Electrónica incluyendo EDS. | | | | |
| | | | -Microestructura | | | | | |

Nota: Los datos observacionales muestran respecto a la variable dependiente.

2.3 Población de estudio, muestra, muestro y criterios de selección.

Población. Se define como la totalidad de los sujetos o elementos que pertenecen al tema de investigación [39]

Para nuestra investigación la población, se conforma por la carretera no pavimentada localizado en el Caserío Chacupe Alto, La Victoria, Chiclayo, Lambayeque.

Muestra. Se conforma por una parte de la población para ser estudiados, en donde se aplicará los ensayos respectivos con el fin de obtener los resultados de la investigación [39]. En esta investigación se proyectó una distancia de 1500 metros conformada por suelos arcillosos típico del lugar de estudio, en la cual se extrajo 4 puntos de exploración (calicatas), cada punto con una distancia de 500metros.

Criterios de selección. Se emplearon criterios de exclusión para concretar la población, pues del grupo de muestras granulares de suelo que se consideraron, de 4 calicatas para la aplicación de la fase experimental considerando las adiciones del yute y la ceniza de bagazo de caña de azúcar, en función de las características previamente evaluadas, considerando analizas las propiedades físicas, mecánicas y microscopía electrónica de barrido (SEM), cumpliendo que sea un suelo arcilloso ya que es punto importante en el objetivo de nuestra tesis.

Procedimiento de Variable de Estudio.

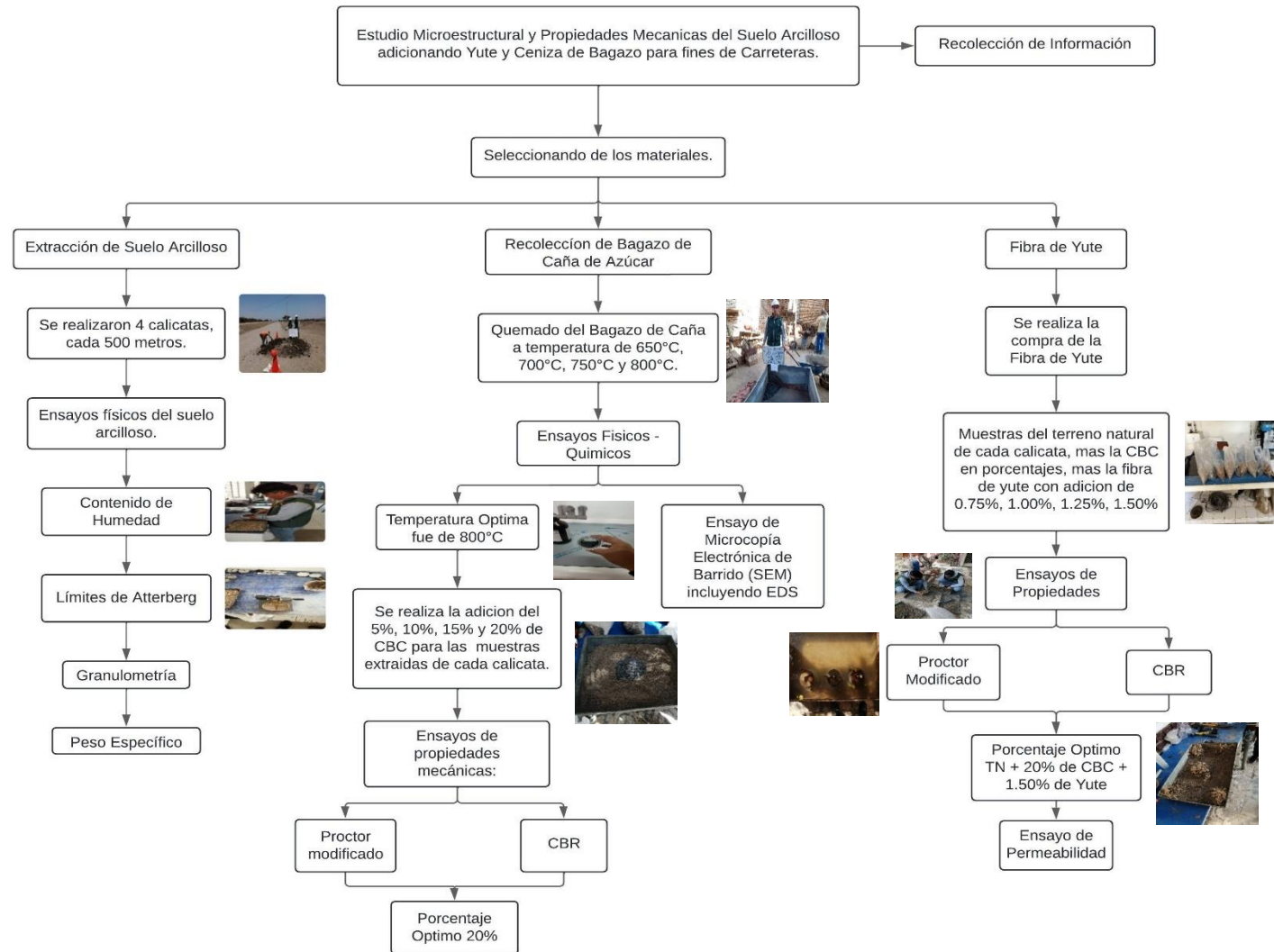


Tabla III. *Ensayos mecánicos al suelo arcilloso.*

| ENSAYOS MECANICOS AL SUELO PATRON | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|-------|
| MUESTRA | TIPO DE ENSAYO | SUB TOTAL | TOTAL |
| C-01 | PROCTOR MODIFICADO | 4 | 8 |
| C-02 | | | |
| C-03 | | | |
| C-04 | | | |
| C-01 | CBR | 4 | |
| C-02 | | | |
| C-03 | | | |
| C-04 | | | |

Nota: Se realizaron 8 ensayos mecánicas al suelo patrón.

Tabla IV. *Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC en 4 porcentajes para su evaluación.*

| ENSAYOS FISICOS AL SUELO PATRON | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------------|-----------|-------|
| MUESTRA | % DE ADICION | TIPO DE ENSAYO | SUB TOTAL | TOTAL |
| C-01 | 5% | PROCTOR MODIFICADO | 16 | 32 |
| C-02 | 10% | | | |
| C-03 | 15% | | | |
| C-04 | 20% | | | |
| C-01 | 5% | CBR | 16 | |
| C-02 | 10% | | | |
| C-03 | 15% | | | |
| C-04 | 20% | | | |

Nota: Se realizaron 32 ensayos mecánicos al suelo patrón y CBCA.

Tabla V. *Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC + fibra de YUTE en 4 porcentajes para su evaluación.*

| ENSAYOS FISICOS AL SUELO PATRON | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------|-------|
| MUESTRA | % DE ADICION CBC + YUTE | TIPO DE ENSAYO | SUB TOTAL | TOTAL |
| C-01 | 5% - 0.75% | PROCTOR MODIFICADO | 16 | 36 |
| C-02 | 10% - 1.00% | | | |
| C-03 | 15% - 1.25% | | | |
| C-04 | 20% - 1.50% | | | |
| C-01 | 5% - 0.75% | CBR | 16 | |
| C-02 | 10% - 1.00% | | | |
| C-03 | 15% - 1.25% | | | |
| C-04 | 20% - 1.50% | | | |

| | | | |
|------|-------------|---------------|---|
| C-01 | | | |
| C-02 | 20% - 1.50% | PERMEABILIDAD | 4 |
| C-03 | | | |
| C-04 | | | |

Nota: Se realizaron 36 ensayos mecánicos al suelo patrón más CBCA y yute.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Son las acciones que se realizaron para obtener los valores para dar viabilidad al proyecto [40]; en esta investigación el método principal para recolectar los datos fue la observación, lo cual permite ver la realidad del problema que presenta el suelo patrón, de tal manera posibilita examinar o contemplar cada uno de las pruebas realizadas en laboratorios, las cuales se encuentran bajo los parámetros de conformidad con las normas ASTM y NTP, y de esta forma anotar los resultados de un modo específico en los formatos estandarizados por las normas dadas para cada ensayo, respectivamente.

- Laboratorios: A&C, Rivelab y Centro de Caracterización de Materiales PUCP.
- Medios de observaciones: Equipos de laboratorios, formato de recolección y obtención de datos.
- Objetos a observar.
- Conocimientos observados: resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

Instrumentos de recolección de datos

- Formato de recopilación de datos
- Análisis Granulométrico – ASTM D422; NTP 339.128-1999
- Contenido de Humedad – ASTM D2216; NTP 339.127-1998
- LL, LP e IP – ASTM D4318; NTP 339.129-1999
- Clasificación SUCS – ASTM D2487; NTP 339.134-1999
- Clasificación AASHTO – ASTM M145; NTP 339.135-1999
- Proctor Modificado – ASTM D1557; NTP 339.141-1999
- CBR – ASTM D1883; NTP 339.145-1999

- Ensayo de Permeabilidad – ASTM D5084 ; NTP 339.147
- Balanza electrónica
- Molde de probeta

Validez de datos.

La validez es la capacidad o habilidad que se basa en que las pruebas realmente miden lo que se supone que deben medir y miden lo que el investigador pretendía medir con base en las variables consideradas o diseñadas., esta fue calificado por 5 ingenieros expertos en el ámbito de esta investigación.

Confiabilidad de datos.

Los registros utilizados para las pruebas correspondientes y sus formatos estandarizados están certificados globalmente por ASSHTO, ASTM y MTC, los resultados de las pruebas realizadas son garantizados y confiables junto con la documentación de calibración de los equipos utilizados [41].

2.1 Procedimiento de análisis de datos

Fig.1 Procedimiento Inicial.

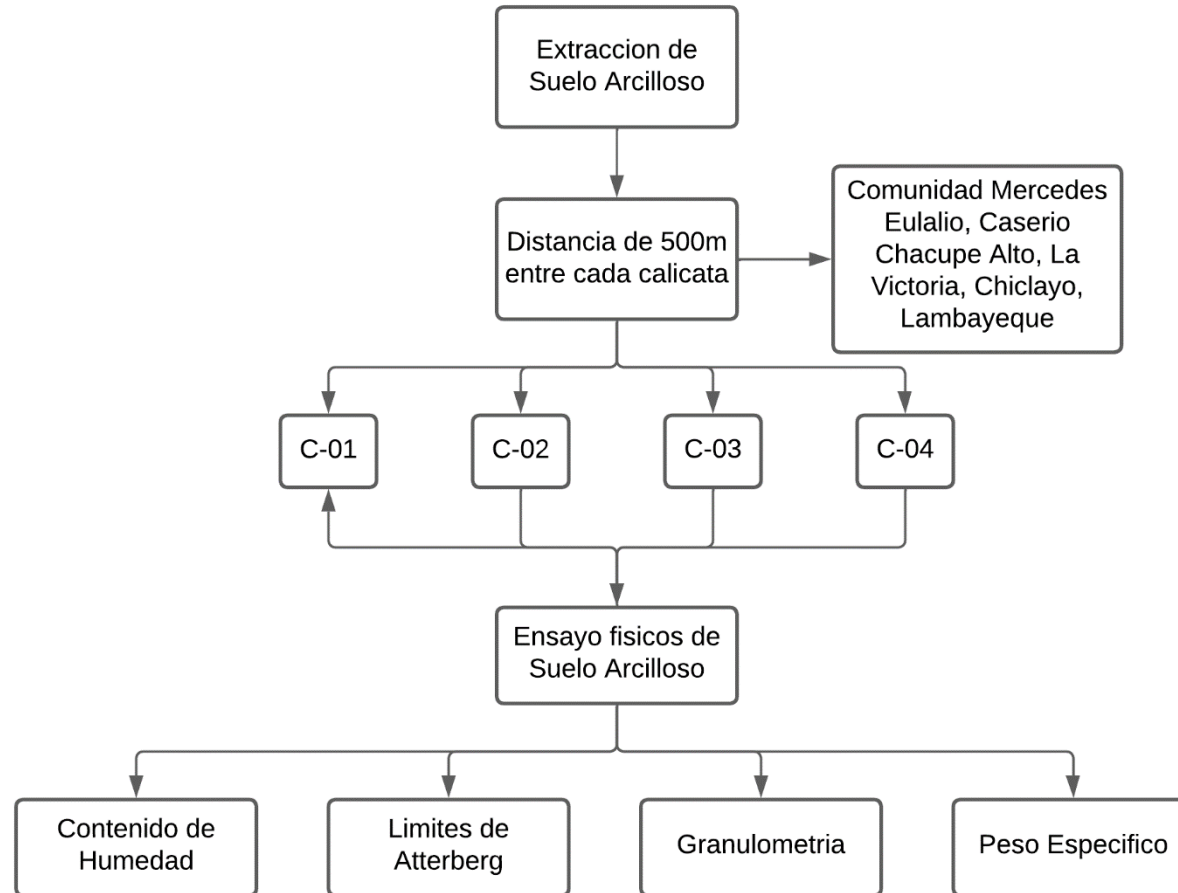


Fig.2 Procedimiento desarrollado para los resultados

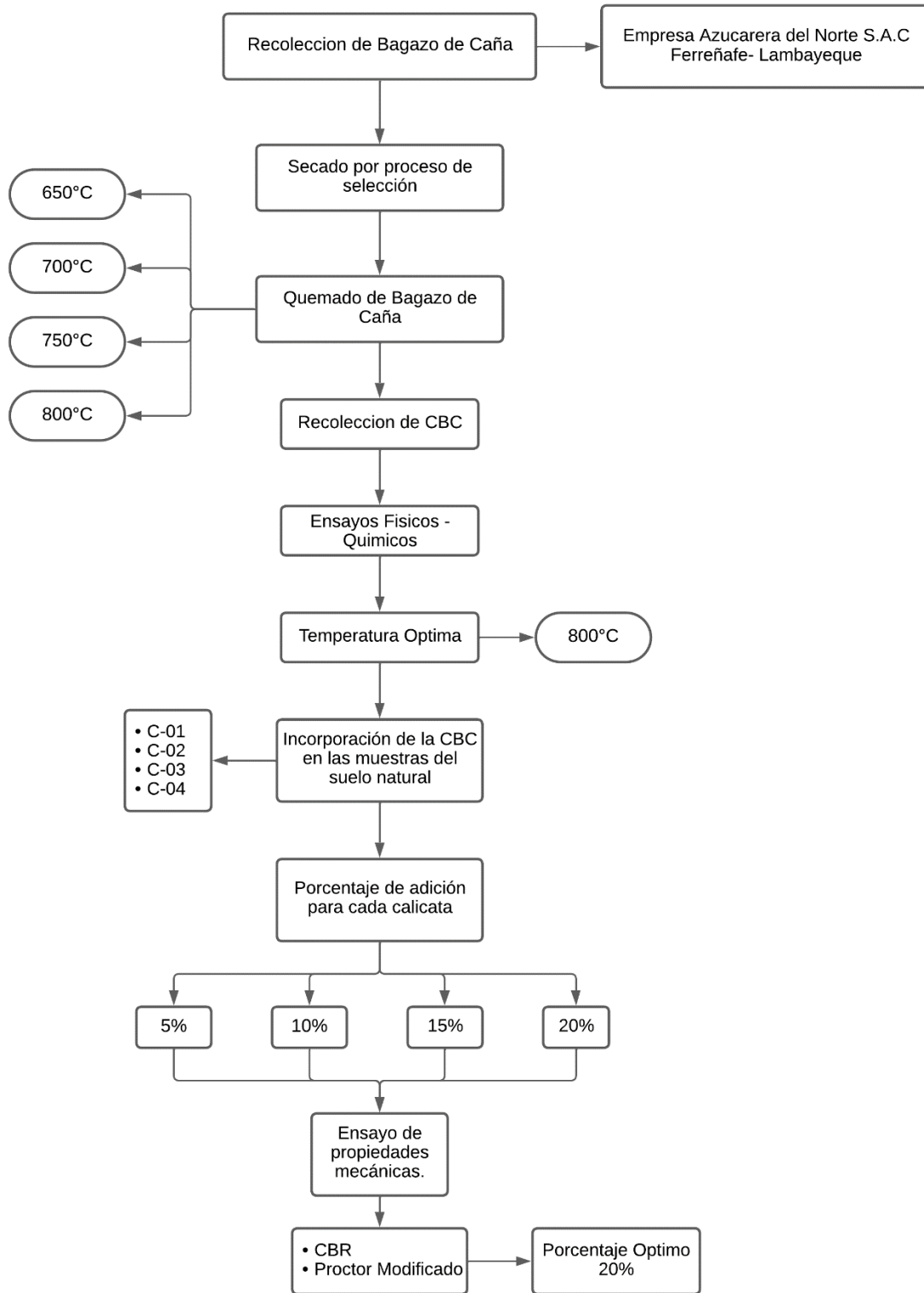
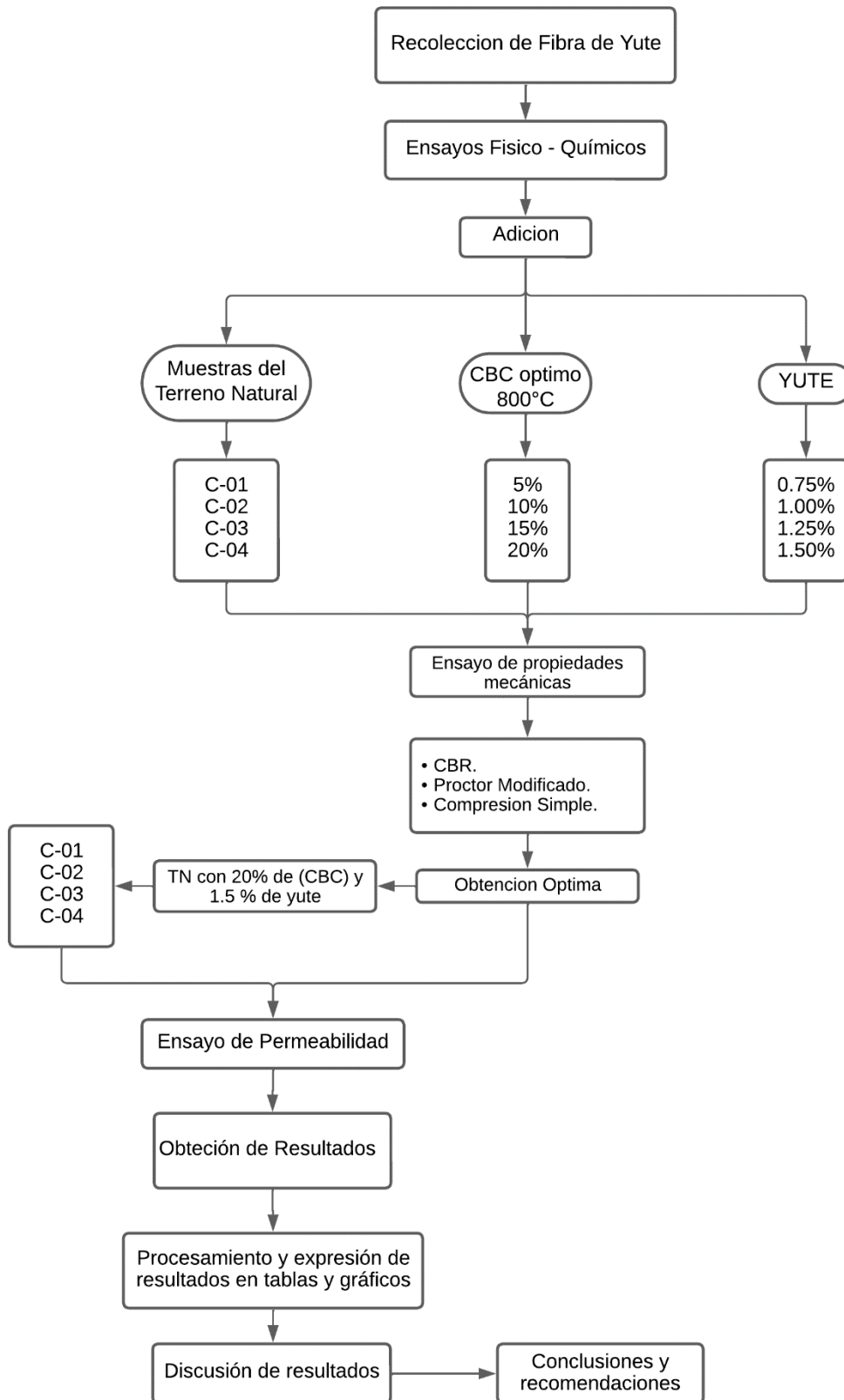


Fig.3 Procedimiento desarrollado para los resultados



2.2 Criterios éticos

Este tema de investigación se realiza con la finalidad de dar una alternativa de solución e influir con buenos conocimientos a los futuros estudios sobre la estabilización de suelo arcilloso empleado a nivel de subrasante. Respetando los principios generales y específicos que señala el Código de Ética en Investigación de la USS, con Resolución de Directorio n°053-2023/PD-USS, donde se hace mención a la responsabilidad y honestidad en el caso de citar investigación de otros autores.

El análisis de esta investigación es de credulidad y confianza por los tesisistas, siendo expuesto para su validez ante 5 especialistas en la materia.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados.

En el presente estudio se recolectó BCA de la empresa Azucarera del Norte SAC - Carretera a Ferreñafe - Lambayeque, obteniendo CBCA a cuatro temperaturas diferentes y fibra de yute comercial, con el fin de realizar un estudio físico-químico y obtener la mejor composición puzolánica de la CBCA y sus características que conforman la fibra de yute.

Tabla VI. Recolección de CBC a diferente temperatura.

| Horno artesanal – Quemado de bagazo de caña | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| Nombre de Azucarera | Nombre de Horno | Temperatura | Bagazo de caña | CBC |
| Empresa Azucarera del Norte SAC – Carretera a Ferreñafe – Lambayeque | Horno Artesanal | 650 °C | 5 kg | 1.5 kg |
| | | 700 °C | 5 kg | 1.5 kg |
| | | 750 °C | 5 kg | 1.35 kg |
| | | 800 °C | 5 kg | 1.3 kg |

Nota: Como se muestra en la Tabla VI, se hace el quemado del bagazo de caña para obtener la CBC, se aprecia que por cada 5kg de bagazo de caña obtenemos 1.5 kg a 1.3 kg de CBC dependiendo a que temperatura se incinere.



Fig.4 CBC a temperatura de 650°C



Fig.5 CBC a temperatura de 700°C



Fig.6 CBC a temperatura de 750°C



Fig.7 CBC a temperatura de 800°C

La composición física de la CBCA a cuatro temperaturas de quemado diferentes y tamizada a través de la malla N°200 expone el tamaño, la granulometría y la textura superficial, según la norma ASTM D-3174.

Tabla VII. *Composición físico-químico de las 4 muestras de CBC.*

| CBC | Temperatura °C | Tamiz N° | Color | Peso específico (gr/cm3) | Humedad |
|--------------|-----------------------|-----------------|--------------|---------------------------------|----------------|
| CBC-1 | 650°C | 200 | Gris oscuro | 2.5 | 2.14 |
| CBC-2 | 700°C | 200 | Gris oscuro | 2.4 | 2.30 |
| CBC-3 | 750°C | 200 | Gris oscuro | 2.3 | 2.30 |
| CBC-4 | 800°C | 200 | Gris oscuro | 2.3 | 2.30 |

Nota: En la Tabla VII, se observa las muestras de la CBC a diferentes temperaturas, al aumentar la temperatura sigue manteniendo su color; obtenemos resultados esperados entre 750°C y 800°C los más óptimos en óxido de silicio, óxido de calcio y óxidos combinados.



Fig.8 *Tipo de ceniza a diferente temperatura.*

Evaluando la composición química de la Ceniza de Bagazo de Caña

Clasificación de la CBC

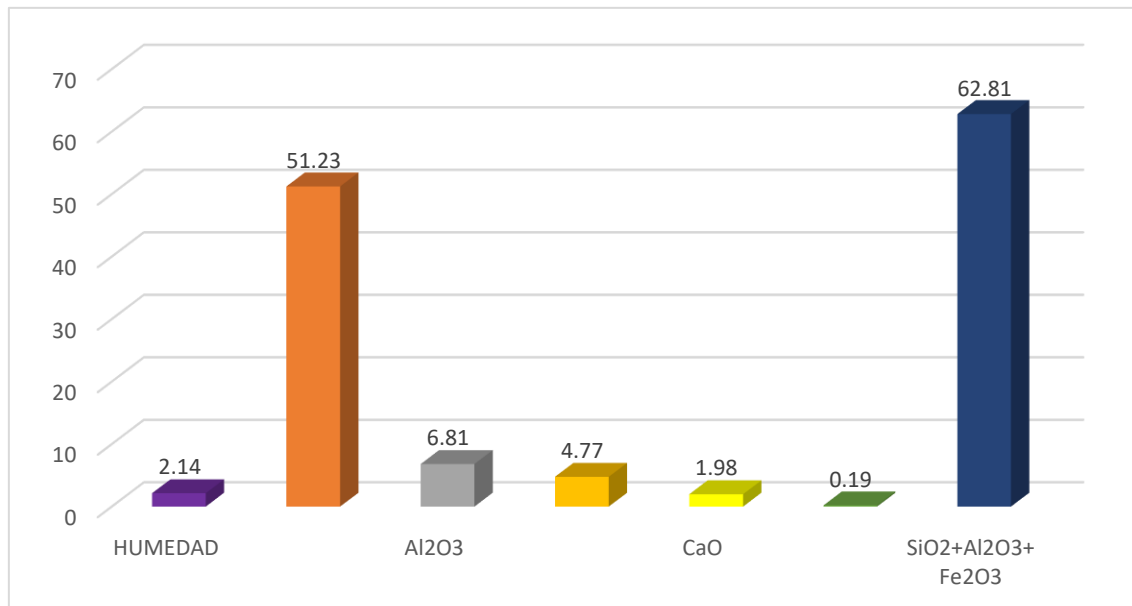


Fig.9 Resultado para CBC a temperatura de 650°C.

La Fig.9 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 650°C, mostrando un 1.98% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 62.81%.

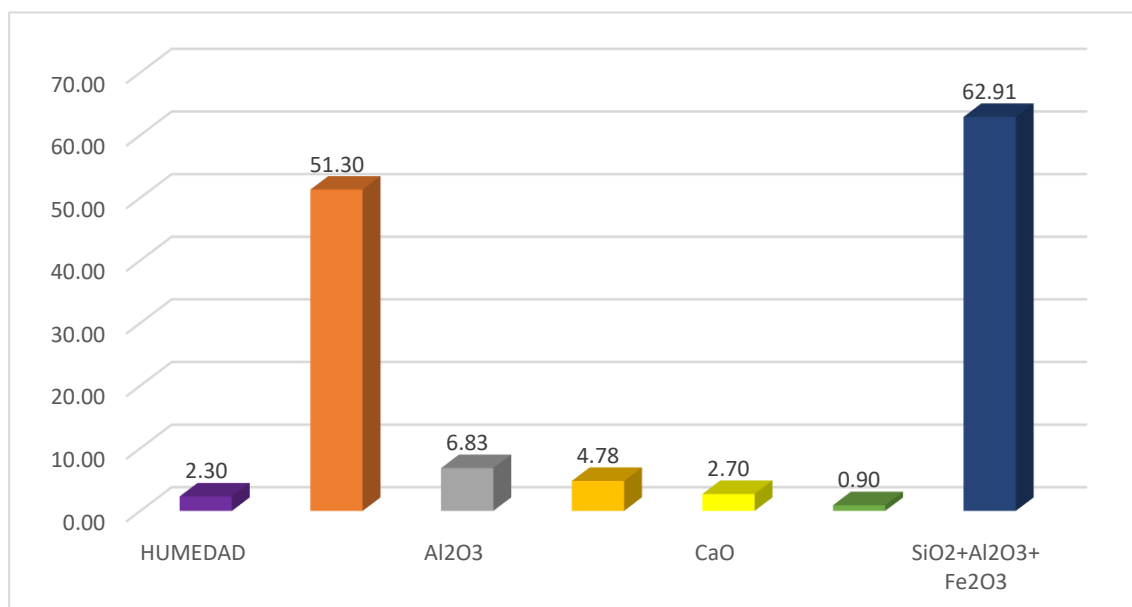


Fig.10 Resultados para CBC a temperatura de 700°C

La Fig.10 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 700°C, mostrando un 2.70% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 62.91%.

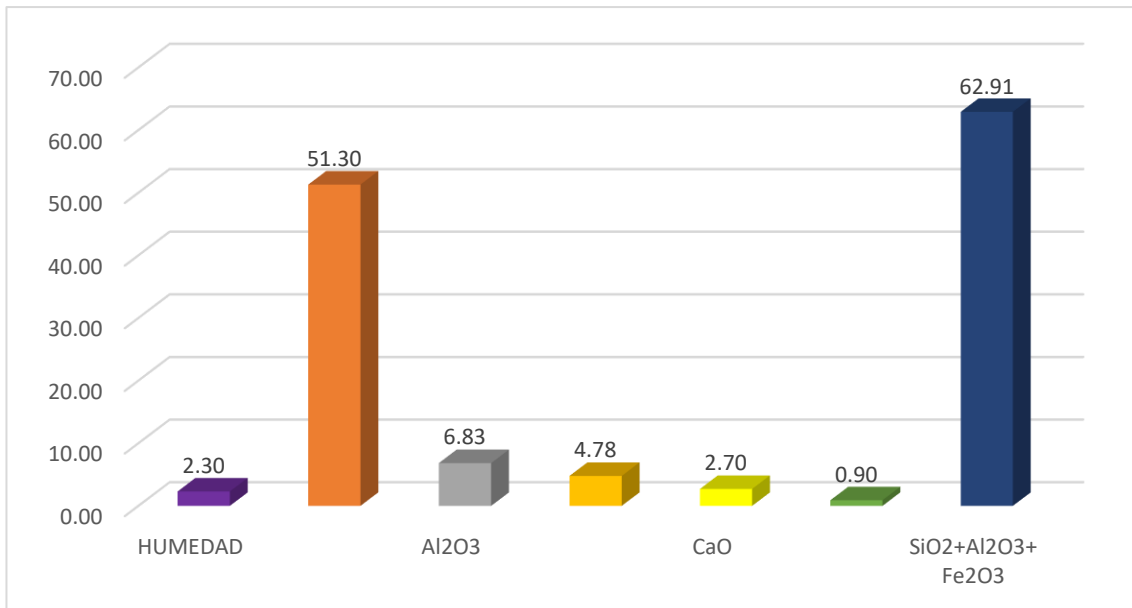


Fig.11 Resultado para CBC a temperatura de 750°C

La Fig.11 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 750°C, mostrando un 2.70% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 62.91%.

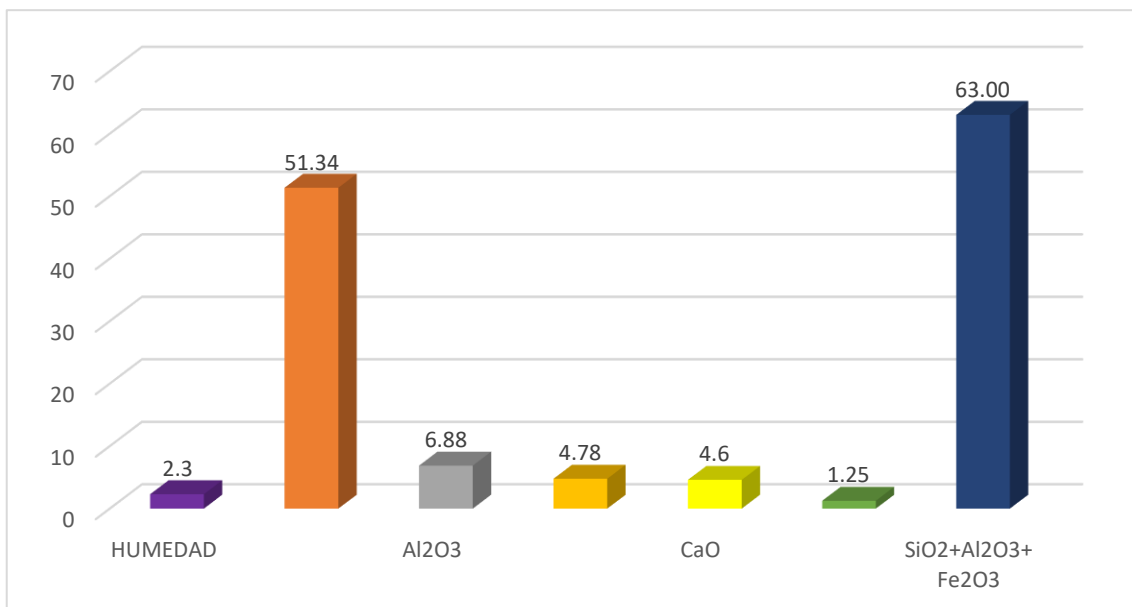


Fig.12 Resultado de CBC a temperatura de 800°C

La Fig.12 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 800°C, mostrando un 4.6% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 63.00%.

Temperatura Optima

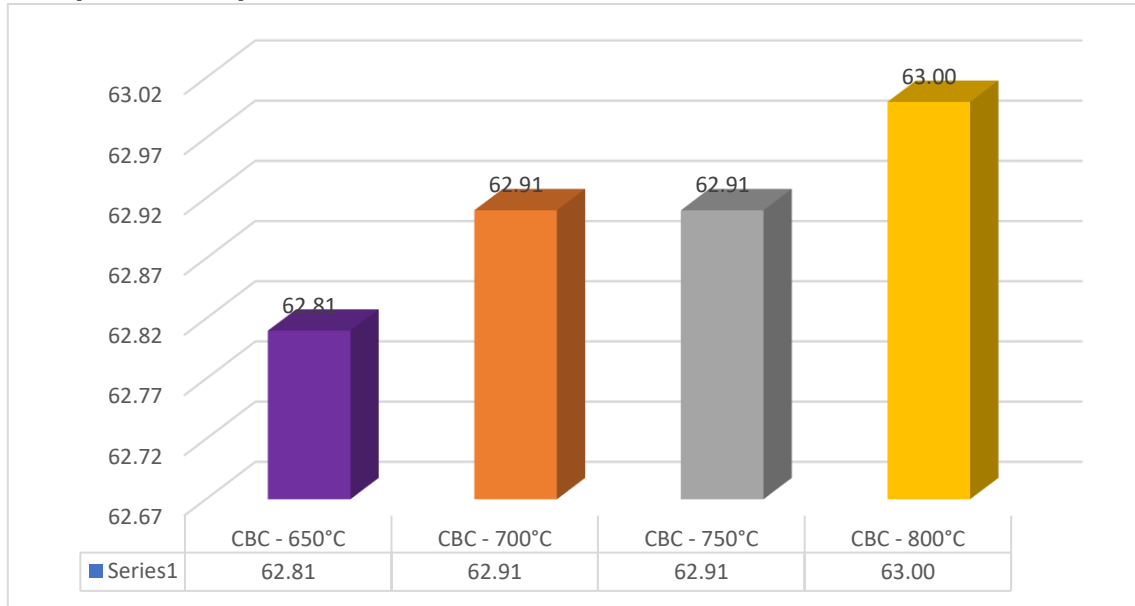


Fig.13 *Temperatura optima CBC*

Las muestras del estudio se representan en la Fig.13, con un resultado constante entre las temperaturas de 700°C a 750°C con un 62.91% material puzolánico y una ligera mejora en la temperatura de 800°C con un 63% de material rico en sílice, siendo esta ultima la Temperatura optima por presentar mejor porcentaje de contenido puzolánico.

Análisis morfológico y composicional mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en conjunción con Espectroscopía de rayos X Dispersiva en Energía (EDS)

Micrografía de la muestra a una magnificación de 70x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.

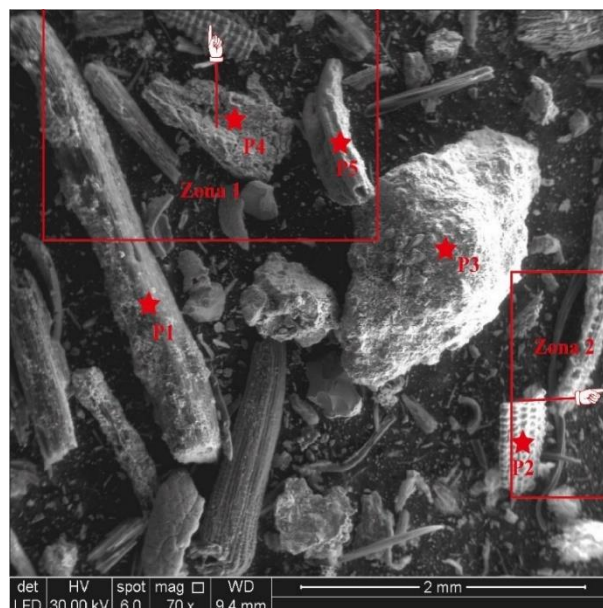


Fig.14 Se presenta la visión general de la amplia variedad de compuestos presentes en la muestra de interés.

Micrografía de la zona 1 a una magnificación de 101x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.

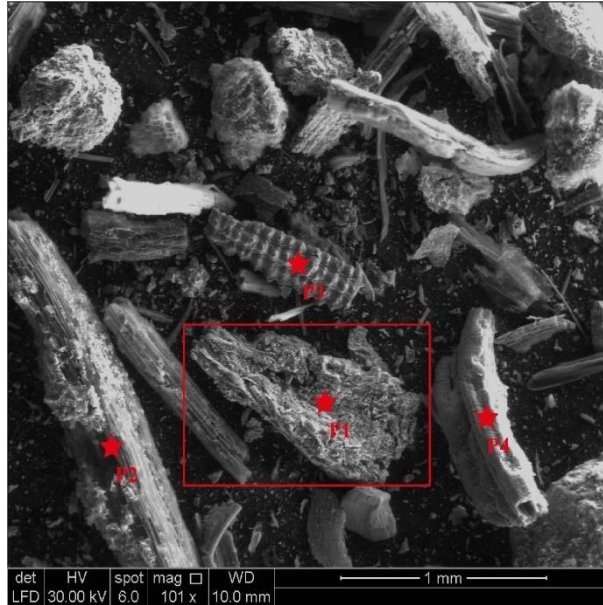


Fig.15 Se muestra la Zona 1 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico.

Micrografía de la zona 2 a una magnificación de 94x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.

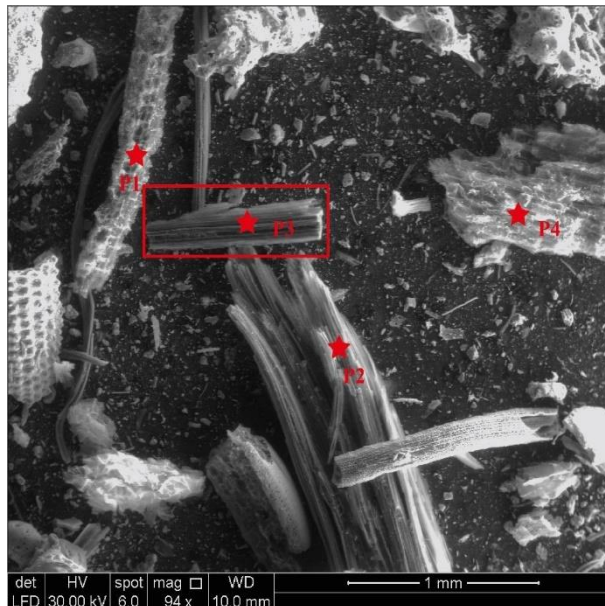


Fig.16 Se muestra la Zona 2 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico de cada grano de ceniza.

Micrografía del área marcada en la figura 17 con una magnificación de 258x, señal de electrones secundarios.

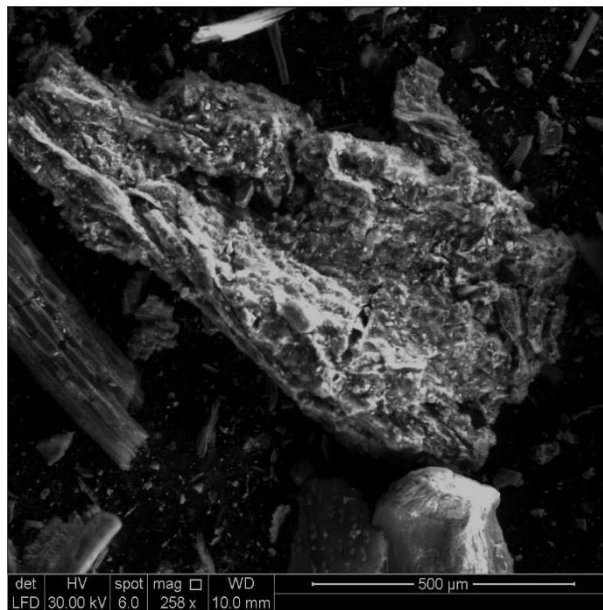


Fig.17 *Son los granos más prominentes dentro de la muestra.*

Micrografía del área marcada en la figura 18 con una magnificación de 270x, señal de electrones secundarios.

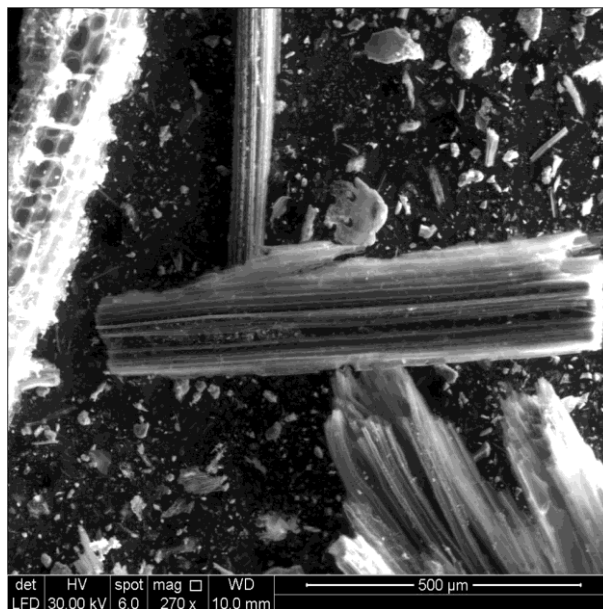


Fig.18 *Se muestra los granos más prominentes dentro de la muestra.*

Tabla VIII. Composición química medida por EDS en diferentes regiones

| Elemento químico | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | P5 | |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% |
| C | 53.7 | 64.79 | 23.02 | 32.41 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| O | 30.5 | 27.63 | 46.92 | 49.59 | 40.24 | 57.95 | 45.64 | 62.13 | 49.55 | 64.35 |
| Na | 1.8 | 1.14 | 0.97 | 0.72 | 1.93 | 1.94 | 2.23 | 2.11 | 1.82 | 1.64 |
| Mg | 0.96 | 0.57 | 0.27 | 0.19 | 2.55 | 2.42 | 1.16 | 1.04 | -- | -- |
| Al | 2.47 | 1.33 | 0.56 | 0.35 | 7.82 | 6.68 | 10.44 | 8.43 | 1.83 | 1.41 |
| Si | 4.79 | 2.47 | 26.53 | 15.97 | 20.62 | 16.92 | 21.66 | 16.8 | 36.35 | 26.89 |
| P | 0.4 | 0.19 | -- | -- | 0.57 | 0.42 | 0.44 | 0.31 | -- | -- |
| S | 0.37 | 0.17 | -- | -- | 0.24 | 0.18 | 0.48 | 0.33 | -- | -- |
| Cl | 0.88 | 0.36 | 0.56 | 0.27 | 0.93 | 0.61 | 0.57 | 0.35 | 4.96 | 2.91 |
| K | 1.14 | 0.42 | 0.68 | 0.29 | 3.5 | 2.06 | 5.51 | 3.07 | 3.27 | 1.74 |
| Ca | 1.6 | 0.58 | 0.48 | 0.2 | 11.87 | 6.82 | 5.29 | 2.87 | 1.6 | 0.83 |
| Fe | 1.36 | 0.35 | -- | -- | 9.73 | 4.01 | 6.57 | 2.56 | 0.62 | 0.23 |

Nota: Se presenta los resultados de las medidas de EDS, las concentraciones se expresan en porcentaje por masa (wt%) y porcentaje atómico (at%)

Composición FÍSICO-QUÍMICA de la fibra de yute

Características que presenta la fibra de yute de procedencia comercial, resultados obtenidos del ensayo físico-químico:

Tabla IX. Composición FÍSICO-QUÍMICA de la fibra de YUTE

| ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ) | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------|
| DETERMINACIONES | UNIDADES | RESULTADOS |
| pH | Unidad de pH | 6.30 |
| Conductividad Eléctrica | uS/cm | 121 |
| Humedad | % | 12.17 |
| Densidad | Kg/m ³ | 1185 |
| Longitud de fibra | Cm | 6 a 11 |
| Contenido de celulosa | % | < 65 |
| Retención de humedad | % | > 65 |
| Ceniza | % | 1.13 |
| Material soluble en H ₂ O | % | > 1.4 |

Nota: Se realizó el análisis físico-químico del yute.

Características Fisico-Mecanicas del suelo patrón.

Tabla X. Clasificación del suelo natural

| NOMBRE DEL ENSAYO | USO | NORMA TECNICA | PROPOSITO DE ENSAYO |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---|
| Contenido de humedad natural | Clasificación | NTP 339.131-1999 ASTM D2216 | Hallar el contenido de humedad natural de los suelos. |
| Análisis Granulométrico por tamizado | Clasificación | NTP 339.128-1999 ASTM D422 | Estudiar y conocer el tamaño de las partículas presentes del suelo. |
| Limite Liquido | Clasificación | NTP 339.129-1999 ASTM D4318 | Hallar el límite entre los estados plástico y semilíquido. |
| Limite Plástico | Clasificación | NTP 339.129-1999 ASTM D4318 | Hallar el límite entre los estados semisólidos y plástico. |
| Clasificación de suelos SUCS | Clasificación | NTP 339.134-1999 ASTM D2487 | Clasificar el suelo en el sistema unificado. |
| Clasificación de suelos AASHTO | Clasificación | NTP 339.135-1999 ASTM M145 | Clasifica los suelos inorgánicos en grupos. |
| Proctor Modificado | Compactación | NTP 339.141-1999 ASTM D1557 | Determina el óptimo contenido de humedad. |
| CBR | Diseño de espesores | NTP 339.145-1999 ASTM D1883 | Determina la capacidad de resistencia del suelo. |

Nota: En la tabla X se realizó la clasificación del suelo natural.

Tabla XI. Resultados obtenidos de nuestro suelo natural.

| Calicatas | Progresiva | % Arcilla y Limo | Límites de Atterberg | | | Clasificación | | Descripción del suelo |
|-----------|------------|------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|---------------|----------|--|
| | | | Limite liquido | Limite Plástico | Índice de Plasticidad | SUCS | AASHTO | |
| C-1 | 0+000 | 77.3 | 36.0 | 19.0 | 17.0 | CL | A-6 (11) | Arcilla de baja plasticidad con arena. |
| C-2 | 0+500 | 77.0 | 35.0 | 16.0 | 19.0 | CL | A-6 (12) | Arcilla de baja plasticidad con arena. |
| C-3 | 1+000 | 78.5 | 38.0 | 23.0 | 15.0 | CL | A-6 (10) | Arcilla de baja plasticidad con arena. |
| C-4 | 1+500 | 74.0 | 37.0 | 21.0 | 16.0 | CL | A-6 (10) | Arcilla de baja plasticidad con arena. |

Nota: En la tabla XI se muestra los resultados obtenidos del suelo natural.

En la Tabla XI, describe los resultados obtenidos de en las calicatas C-1, C-2, C-3 y C-4, se realizó los ensayos de granulometría guiado por las normas [42] NTP 339.128 / ASTM D422 [43] nos permite determinar el contenido de arcilla y limo existente en nuestras muestras.

Tabla XII. Resultado de ensayo de Proctor al T.N.

| Calicata | Máxima densidad seca (g/cm ³) | Óptimo contenido de humedad |
|----------|---|-----------------------------|
| C-1 | 1.770 | 16.00% |
| C-2 | 1.762 | 15.50% |
| C-3 | 1.740 | 16.00% |
| C-4 | 1.746 | 16.50% |

Nota: Elaboración propia

En la Tabla XII se muestra los resultados, obtenidos del ensayo de Proctor Modificado realizado al suelo natural encontrado en cada calicata la densidad máxima seca es de 1.746 g/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 16.50% perteneciendo a la clasificación AASHTO A-6 (10).

Tabla XIII. Determinación del CBR

| Calicata | Densidad seca (g/cm ³) | CBR |
|----------|------------------------------------|-------|
| | | 1" |
| C-1 | 1.77 | 7.20% |
| C-2 | 1.76 | 6.00% |
| C-3 | 1.74 | 6.60% |
| C-4 | 1.75 | 6.40% |

Nota: Elaboración propia

En la Tabla XIII se muestra los resultados obtenidos, tomando en cuenta la calicata C-1 presenta una densidad máxima seca de 1.77 g/cm³ perteneciendo a la clasificación AASHTO A-6 (11) y una clasificación SUCS perteneciente al grupo CL que define al suelo como una arcilla de baja plasticidad con arena.

Tabla XIV. Valor de CBR de penetración

| Calicata | CBR | |
|----------|-----------------------|-------|
| | % | 1" |
| C-1 | CBR al 100% de M.D.S. | 7.20% |
| | CBR al 95% de M.D.S. | 5.40% |
| C-2 | CBR al 100% de M.D.S. | 6.00% |
| | CBR al 95% de M.D.S. | 4.45% |
| C-3 | CBR al 100% de M.D.S. | 6.60% |
| | CBR al 95% de M.D.S. | 4.90% |

| | | |
|-----|-----------------------|-------|
| C-4 | CBR al 100% de M.D.S. | 6.40% |
| | CBR al 95% de M.D.S. | 4.70% |

Nota: Elaboración propia

La Tabla XIV, se muestra los resultados de penetración CBR obtenidos en todas las calicatas al 100% y al 95%.

Determinación de las propiedades mecánicas del suelo patrón con adición de CBC al 5%, 10%, 15% y 20%.

Suelo patrón C-1

El suelo patrón de la calicata C-1, dando una densidad máxima seca de 1.77 g/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 16.03%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 5.40% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 7.20%.

T.N.1 + 5%, 10%, 15% y 20% de CBC.

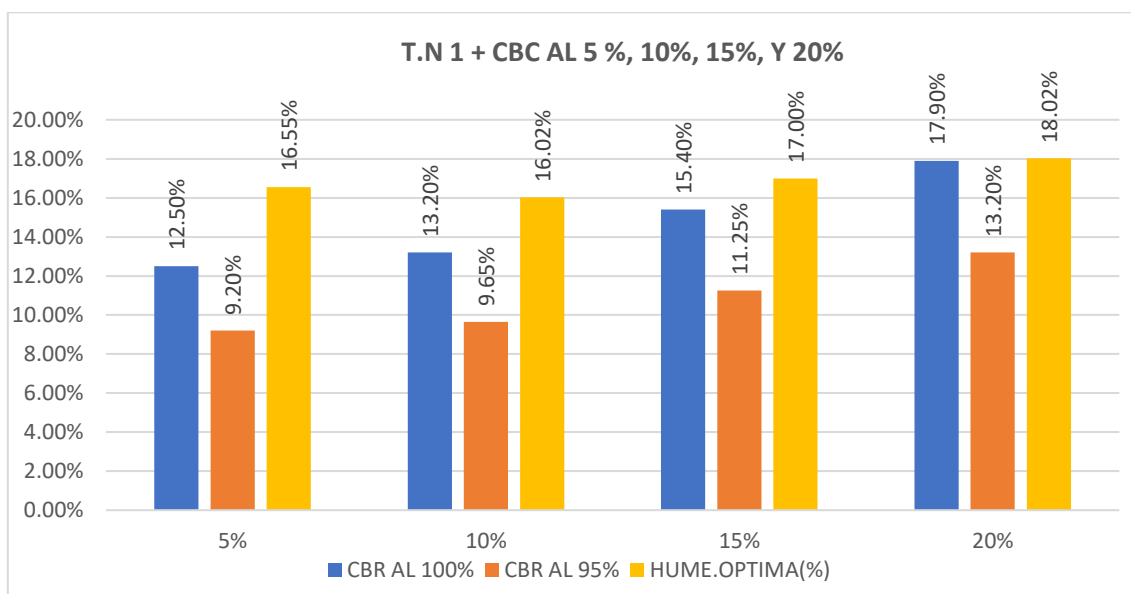


Fig.19 Adición de CBC en suelo de C-1

Para la figura 19 se muestra el resultado del suelo de la C-1 adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con un valor del 1.72 gr/cm³ en la Densidad M.S y un valor de 18.02% con el Óptimo C.H obtenidas, gracias al ensayo de Proctor M.; con un porcentaje del CBR al 95% de M.D.S. de 13.20% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.90%.

Suelo patrón C-2

El suelo patrón de la calicata C-2, dando una densidad máxima seca de 1.76 g/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 15.40%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 4.45% y con un CBR al 100% de M.D.S de 6.00%.

T.N.2 + 5%, 10%, 15% y 20% de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.

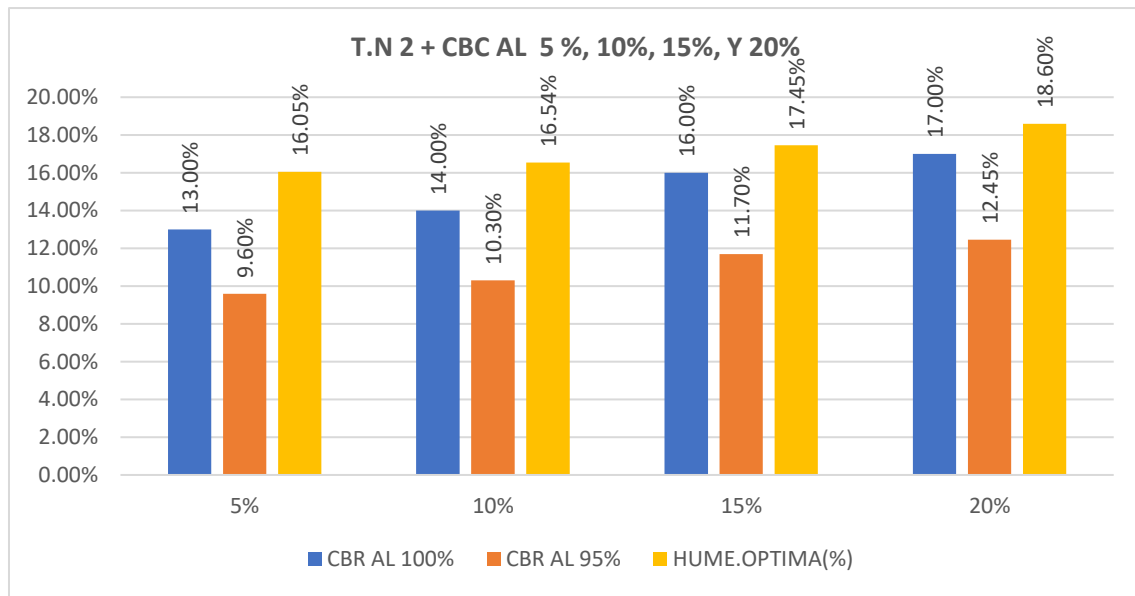


Fig.20 Adición de CBC en suelo de C-2

En la figura 20 se muestra el suelo patrón adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.72 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 18.60% cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 12.45% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.00%.

Suelo patrón C-3

El suelo patrón de la calicata C-3, dando una densidad máxima seca de 1.74 g/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 16.00%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 4.90% y con un CBR al 100% de M.D.S de 6.60%.

T.N.3 + 5%, 10%, 15% y 20% de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.

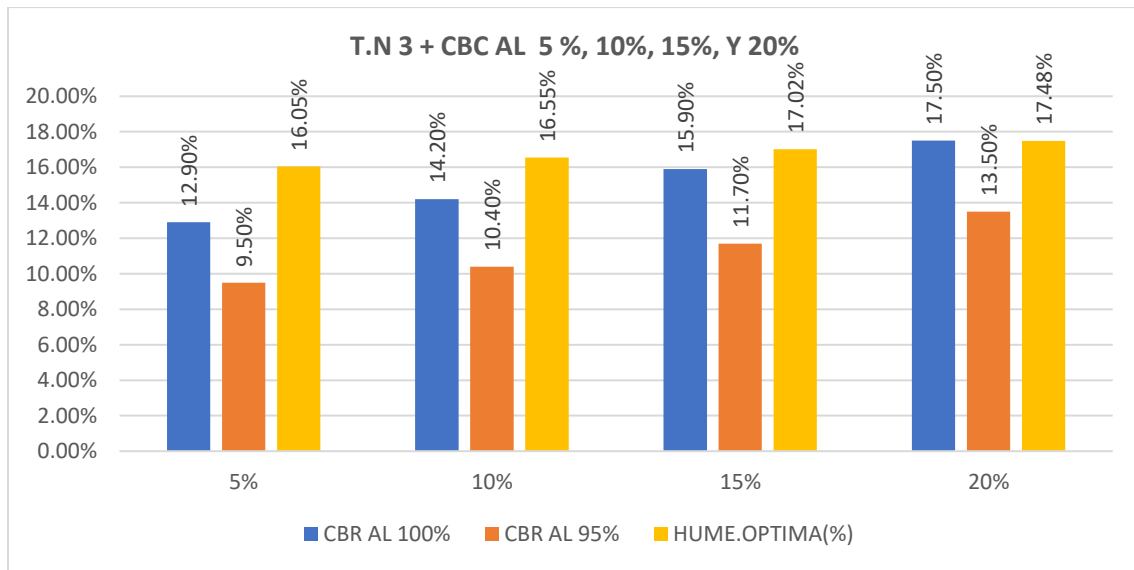


Fig.21 Adición de CBC en suelo de C-3

En la figura 21 se muestra el suelo patrón adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.70 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 17.48% cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 13.50% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.50%.

Suelo patrón C-4

El suelo patrón de la calicata C-4, dando una densidad máxima seca de 1.75 g/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 16.53%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 4.70% y con un CBR al 100% de M.D.S de 6.40%.

T.N.4 + 5%, 10%, 15% y 20% de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.

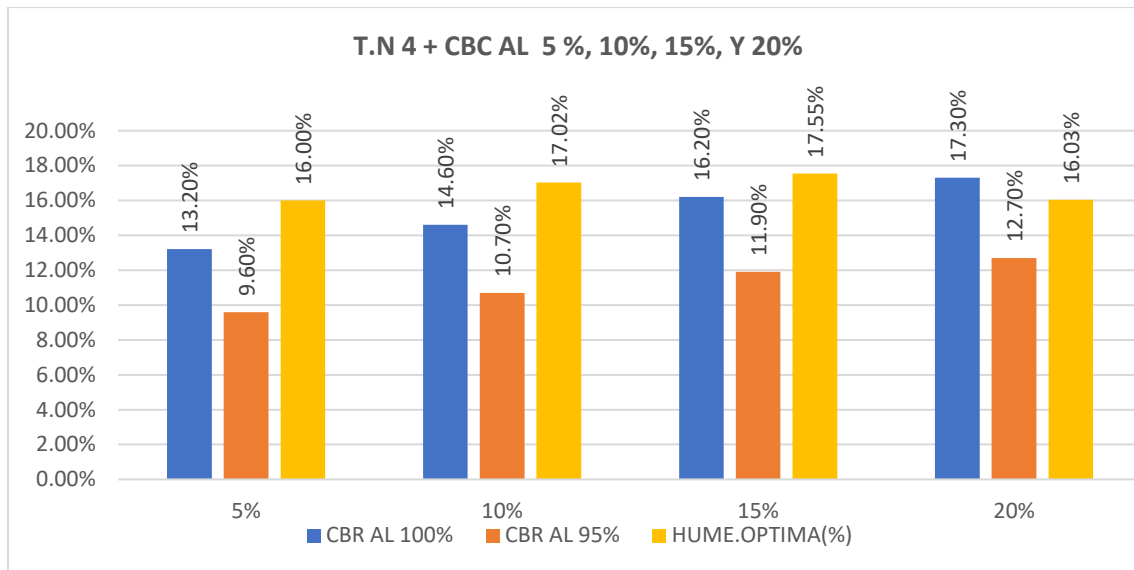


Fig.22 Adición de CBC en suelo de C-4

En la figura 22 se muestra el suelo patrón adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.71 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 16.03% cifras, obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 12.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.30%.

Determinación de las propiedades mecánicas del suelo patrón con adición de CBC al 5%, 10%, 15% y 20% y YUTE al 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50%.

T.N.1 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.

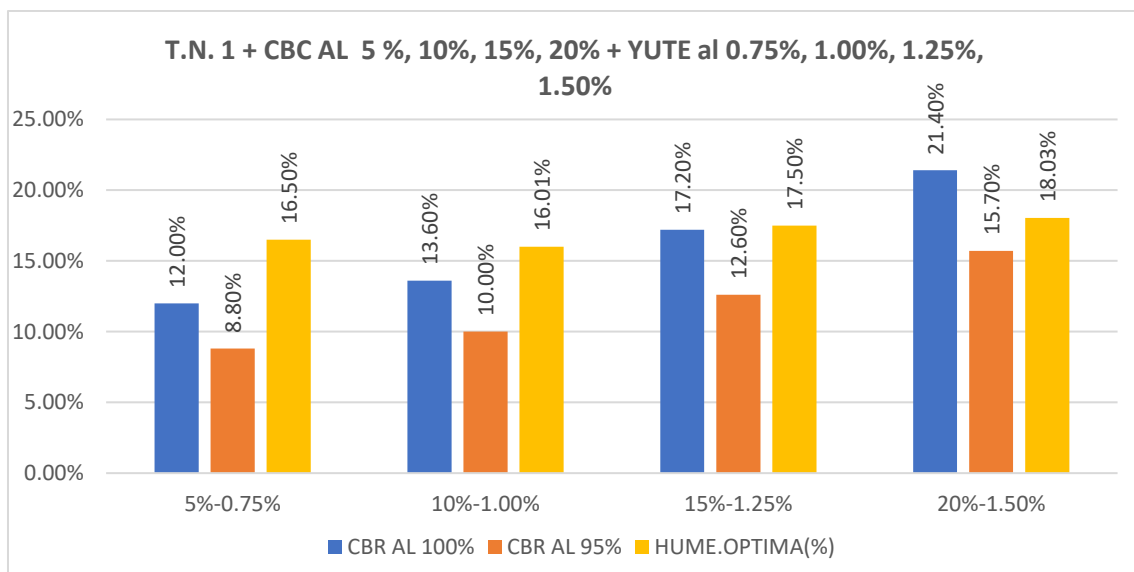


Fig.23 Adición de CBC y YUTE en T.N.1

En la figura 23, se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.72 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 18.03%, cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 15.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 21.40%.

T.N.2 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.

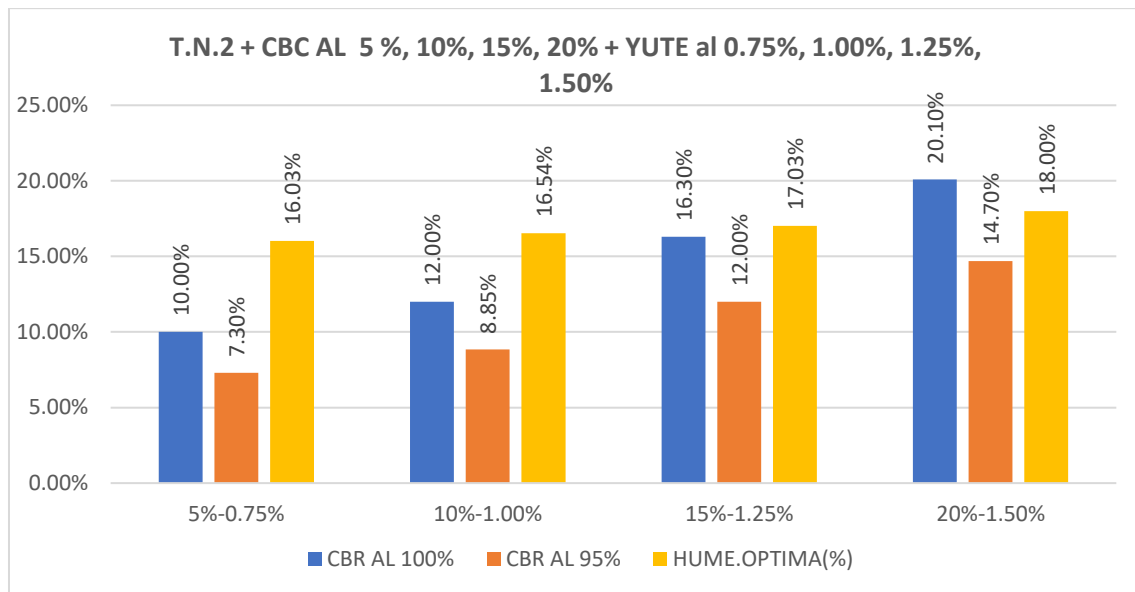


Fig.24 Adición de CBC y YUTE en T.N.2

En la figura 24 se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.71 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 18.00%, cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 14.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 20.10%.

T.N.3 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.

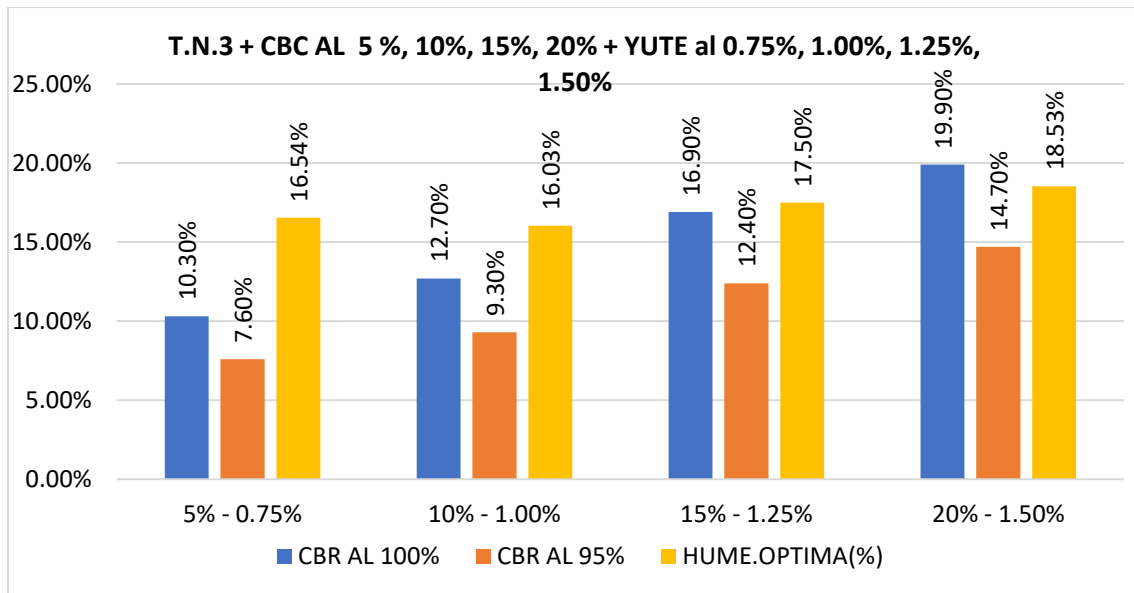


Fig.25 Adición de CBC y YUTE en T.N.3

En la figura 25 se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.72 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 18.53% cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 14.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 19.90%.

T.N.4 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.

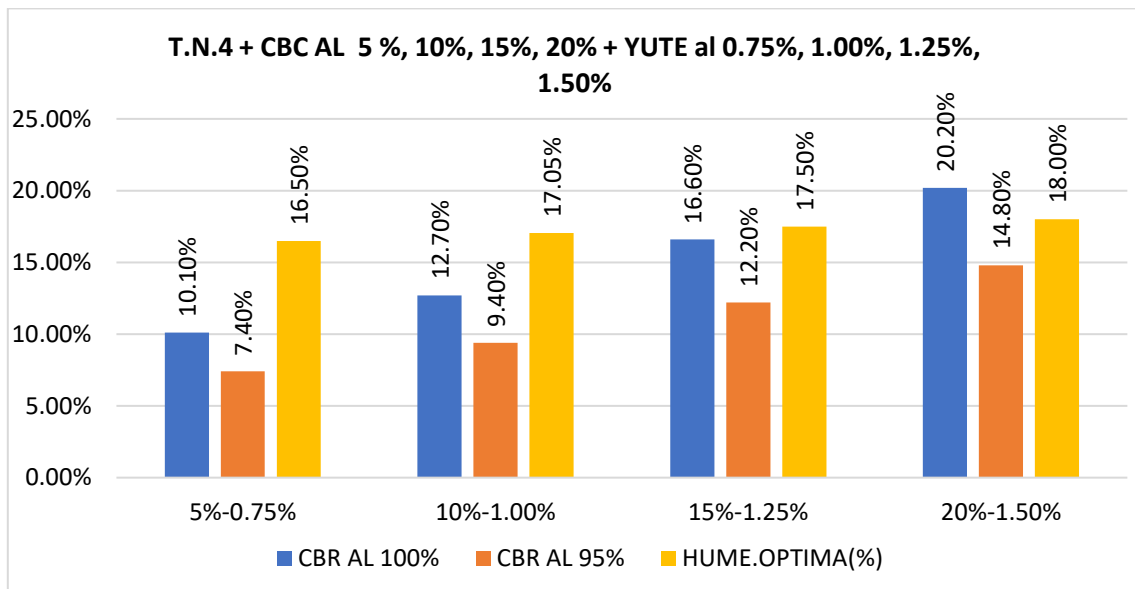


Fig.26 Adición de CBC y YUTE en T.N.4

En la figura 26 se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una, densidad máxima de 1.71 gr/cm³, con un óptimo, contenido de humedad de 18.00% cifras obtenidas gracias al

ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 14.80% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 20.20%.

Permeabilidad que presenta el suelo patrón de cada calicata con la adición del porcentaje óptimo de 20% ceniza de bagazo de caña y 1.50% de yute.

C-01: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE

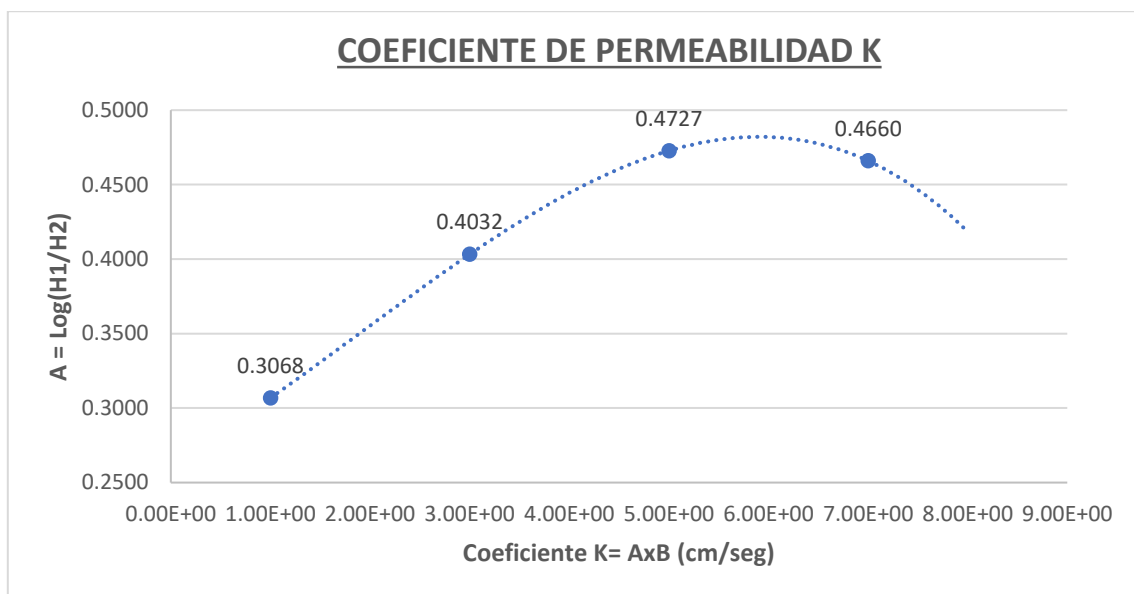


Fig.27 Permeabilidad C-01+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 27, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% de YUTE, en una altura de agua determinada en cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-01 un coeficiente de permeabilidad de $K= 1.11 \times 10^{-3}$ cm/seg.

C-02: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE

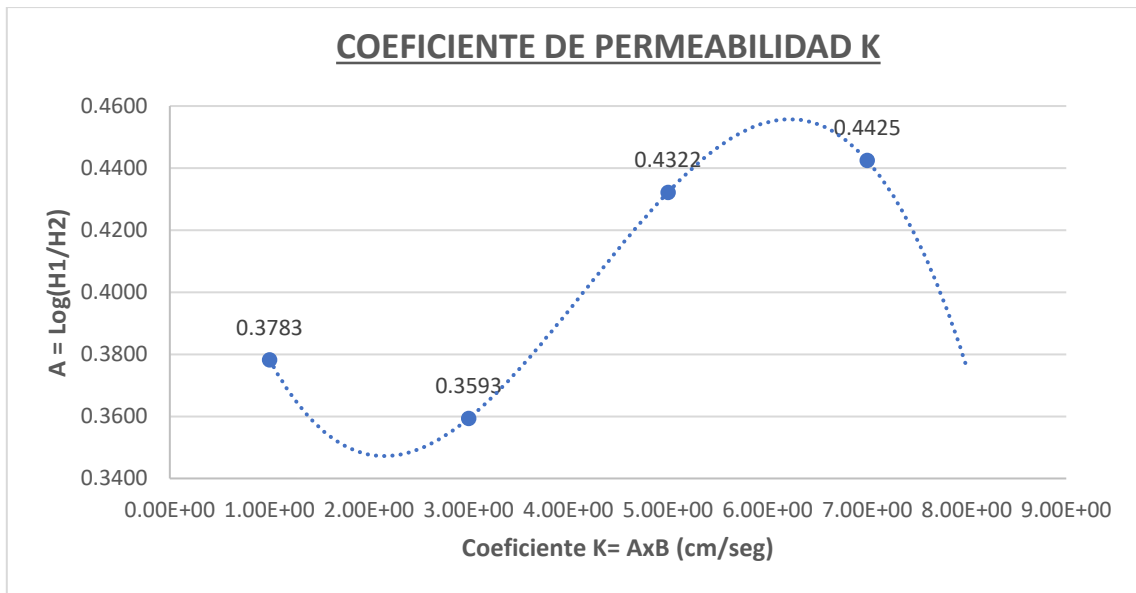


Fig.28 Permeabilidad C-02+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 28, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% YUTE, en una altura de agua determinada en cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-02 un coeficiente de permeabilidad de $K= 1.15 \times 10^{-3}$ cm/seg.

C-03: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE

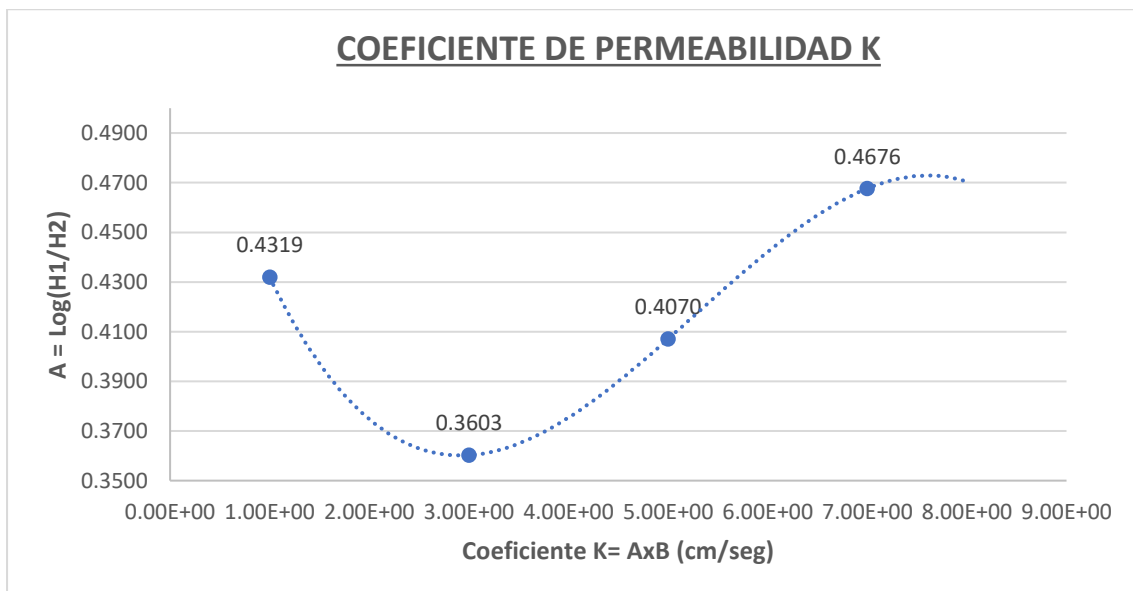


Fig.29 Permeabilidad C-03+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 29, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% YUTE, en una altura de agua determinada en

cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-03 un coeficiente de permeabilidad de $K= 1.16 \times 10^{-3}$ cm/seg.

C-04: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE

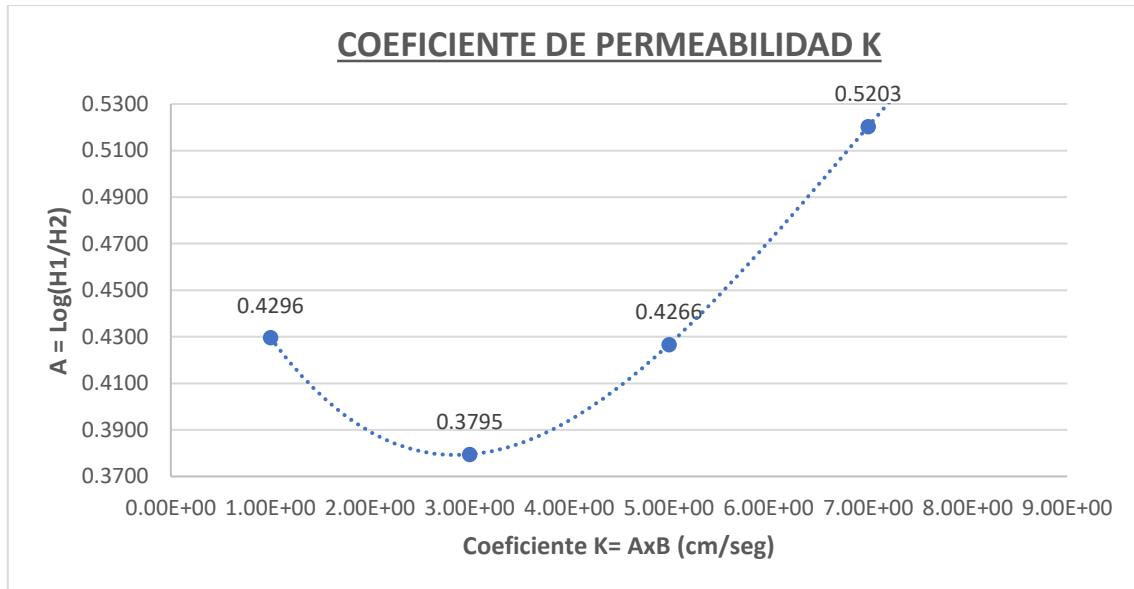


Fig.30 Permeabilidad C-04+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 30, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% YUTE, en una altura de agua determinada en cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-04 un coeficiente de permeabilidad de $K= 1.12 \times 10^{-3}$ cm/seg.

DURABILIDAD

Con los resultados obtenidos de la mezcla óptima de 20% de CBC + 1.5% de Yute que incrementan notoriamente la capacidad portante del terrero, se llega a la conclusión que la fibra de yute tratado en la subrasante produce un endurecimiento y se consolida en menos de un año bajo la acción de la sobrecarga de subbase, el propio peso del pavimento, la rodadura y cargas de tráfico. Siendo así que con el transcurrir del tiempo la subrasante se vuelve cada vez menos dependiente de la fibra para su estabilidad, lo que hace que la durabilidad a largo plazo de la fibra yute sea algo redundante.

Pues la característica de alta resistencia del yute hace que actúe como una membrana de soporte que redistribuye las cargas de tráfico en un área más amplia del subsuelo haciendo que a la aplicación de una capa de subrasante reforzada con fibra de yute modificada mejore la resistencia del suelo de la subrasante, manteniendo intacta su biodegradabilidad durante el período de diseño a tomarse en cuenta según la norma AASHTO M288 – GEOTEXTILES y NTP EG-2013.

Se busca disminuir la biodegradabilidad microbiana de la fibra de yute al mezclarlo con la CBC que tiene componentes cementantes dándole una mayor resistencia a la permeabilidad, por ende, mejora su durabilidad en función a la mezcla con el suelo arcilloso.

Por eso este estudio de investigación busca determinar la resistencia que aporta la CBC y la fibra de yute en la estabilización de un suelo arcilloso.

3.2 Discusión

De acuerdo al OE1 determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón, obtenidos mediante los ensayos en base a las normas NTP y ASTM que se muestran en la tabla N°10 y N°11 para las muestras del distrito La Victoria, se observó que el porcentaje de índice de plasticidad para las muestras obtenidas de las 4 calicatas se mantienen en un rango de 15% a 19% clasificándolo por el método SUCS como tipo CL y por el método AASHTO tipo A-6(10-11-12) definiéndolo como una arcilla de baja plasticidad con arena, por su parte Gutiérrez [18] en su investigación clasifica a la muestra de su suelo patrón por el método SUCS en la calicata 1 como CH arcilloso de alta plasticidad y en la calicata 2 como suelo arenoso arcilloso SC, dando concordancia con lo investigado ya que el procedimiento es esencial en los estudios de suelos, siendo indispensable para determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón.

De acuerdo al OE2 evaluar la temperatura óptima de quemado mediante ensayo químicos de la CBC a diferentes temperaturas 650°C, 700°C, 750°C y 800°C, en la figura N°13 se aprecia su composición química en $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ de las 4 muestras de ceniza de bagazo de caña de azúcar, a más temperatura incrementa su composición de sílice, tomando en cuenta que en nuestra investigación con resultados óptimos en la muestra 3 de 62.91% a una temperatura de 750°C y en la muestra, 4 a una temperatura, de 800°C tiene una composición de 63%, sin embargo Sharma Abhishek; [1] menciona en su estudio que a diferente temperatura de quemado y composición química, sus resultados en la muestra de ceniza 1 una composición de 17.08% y para la muestra 2 una composición de 16.84%, este estudio está en total desacuerdo puesto que las temperaturas de quemado del estudio antes mencionado no otorgaría una buena composición de sílice según la norma ASTM D3174.

De acuerdo al OE3 determinar las propiedades del suelo arcilloso incorporando a la calicata 1 adicionado con ceniza de bagazo de caña y yute en porcentaje de 5%, 10%, 15% y 20% y 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50% respectivamente, mostrada en la figura N°23

obteniendo como mejor resultado en función al suelo patrón mencionado en la tabla N°11 con un índice de máxima densidad seca de 1.72gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 18.03%, un CBR al 95% de M.D.S. de 15.70%, ubicándose en el rango del 20% - 1.50% de adición de CBC y YUTE. Según Guataquira Nuñez [15] en su investigación menciona que el valor de CBR para el suelo tipo arcilloso es mayor con el geotextil de yute, dando valores del 12 % y 18% a un CBR del 95% de M.D.S, estando de acuerdo con la investigación realizada pues puesto que se tiene una mejora considerable al aplicar fibra de yute para ser utilizado como refuerzo en un suelo arcilloso.

De acuerdo al OE4, con la muestra de ceniza optima a 800°C se hizo un estudio de microestructural mediante Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) en conjunción con Espectroscopia de rayos X Dispersiva en Energía (EDS), determinando principalmente altos valores de Carbono (C), Oxígeno (O) y Silicio (Si); los valores de oxígeno y silicio sugieren la presencia de Sílice (SiO₂) siendo este un componente importante que aporta un aumento en la capacidad portante de los suelos blandos siendo este comprobado con los ensayos de CBR considerando un método viable para tratar el suelo arcilloso, , los resultados son respaldados por Gonzales [19], quienes encontraron mediante el análisis de microscopia electrónica de barrido pequeñas cantidades de silicatos, sílice; por su parte Zapata [22] se encontró un elevado contenido de oxígeno, silicio y calcio.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se determino el análisis del T.N., extraídos de cada punto de calicatas realizadas en la Comunidad Mercedes Eulalio, se obtuvieron características de extracto diferente la cual permitió clasificarlos según el tipo de suelo, con el método AASHTO A6 (10-11-12) como suelo arcilla de baja plasticidad con arena.

Con los resultados físicos – químicos de la CBC a través del laboratorio Rivelab, mediante ensayos de analíticas en calizas, se determinó la clasificación y composición puzolánico en SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃, de las 4 muestras de ceniza de bagazo, clasificando la mejor muestra con resultados obtenidos de 63% de óxidos combinados, clasificándose como

ceniza tipo F por tener elementos tipo cementante, según la norma ASTM D3174 para ser incluido como aditivo en el ámbito de la construcción.

Correspondiente a la fibra de yute en combinación con la CBC, influye positivamente al incorporar adecuadamente porcentajes al suelo arcilloso, mejorando significativamente su resistencia en ser estabilizado.

Al realizar el estudio de microscopía a la muestra nos sugiere la presencia de sílice y diversos aluminosilicatos, esto nos brinda un detalle más específico sobre la aparición de compuestos en la muestra tratada.

4.2 Recomendación.

Utilizar esta combinación para el suelo patrón, con la finalidad de estabilizar el suelo arcilloso, pues la ceniza ofrece propiedades cementantes adecuados a las normas ASTM C618-08 y la fibra de yute aporta una gran mejoría en su resistencia y estabilidad del suelo.

Realizar una correcta selección de la CBC, y evaluar sus propiedades mediante ensayos físico – químicos, para lograr determinar su mejor composición puzolánico $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ para ser utilizado como aditivo en el suelo de estudio.

Se recomienda utilizar la combinación de suelo patrón + 20% de CBC + 1.50% de Yute, ya que en los resultados nos muestra que se obtuvo el mayor valor de CBR, lo que puede resultar ser más significativo para el medio ambiente para futuros proyectos en la rama de la ingeniería civil.

Se recomienda realizar estudios de microscopía de las muestras, porque muchos estudios no realizan un ensayo de microestructura y por ende muchas veces se carece de un buen sustento técnico y más confiable.

Referencias

- [1] A. Sharma and R. K. Sharma, "Características de la subrasante del suelo estabilizado con residuos agrícolas, residuos de construcción y cal," *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 80, no. 3, pp. 2473 - 2484, 2021.
- [2] R. A. M. R. Jagadesh P. y K. P. T, «Adaptabilidad de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en mortero,» *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, pp. 225-240, 2019.
- [3] M. Mahedi, B. Cetin and D. J. White, "Cement, Lime, and Fly Ashes in Stabilizing Expansive Soils: Performance Evaluation and Comparison," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, no. 7, p. 4020177, 2020.
- [4] A. Khandelwal y R. Kishor, «Utilización sostenible de cenizas de bagazo de caña en subrasantes de carreteras: una revisión crítica,» *Elsevier Ltd*, nº 78, pp. 114-119, 2023.
- [5] G. Sachin Chakravarthy, A. GuhaRay y A. Kar, «Experimental Investigations on Strength and Durability of Alkali-Activated Binder-Treated Natural Jute Geotextile,» *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, vol. 4, nº 97, p. 9, 2021.
- [6] A. Ansari, P. B. Daigavane, S. Pathan, N. Shaikh y F. Shaikh, «Use of Geotextiles in Roads Over Weak Subgrades,» *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 137, pp. 365-373, 2021.
- [7] j. M. P. Ashfak y S. Kori, «Mejora de las propiedades portantes del suelo de algodón negro mediante una mezcla óptima de fibras de yute y coco como refuerzo,» *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, p. 4172–4177, 2019.
- [8] J. E. J. M. Edeh y A. Abubakar, «Estabilización con ceniza de bagazo de caña de pavimento asfáltico recuperado como material vial,» *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 20, nº 12, pp. 1385-1391, 2019.
- [9] L. C. Abanto and E. Salinas, "Análisis de la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú," Repositorio: UPN-Institucional, Trujillo, 2021.
- [10] P. T. Sandra, "Estabilización de Suelos Arcillosos Con Cenizas de Caña de Bagazo De Caña De Azúcar," Repositorio: PUCP- Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, 2023.
- [11] J. T. W. Quispe, "Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022," Repositorio: UCV- Institucional, Lima, 2022.
- [12] E. G. Bernal and V. M. Cueva, "Aplicación de ecoestabilizantes de suelo cohesivo a partir de ceniza de *Oryza Sativa* del camino

- Collique Alto - Pucalá – Lambayeque 2021," Repositorio: UCV-Institucional, Lambayeque, 2021.
- [13] M. Carlina, Y. Apriyanti and F. Fahriani, "The Effect of Addition of Bagasse Ash and Eggshell Powder on CBR Value of Clay Soil," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 926, no. 1, p. 12102, 2021.
- [14] P. Zalwango, A. Bazairwe and S. Ainomugisha, "Blending lime with sugarcane bagasse ash for stabilizing expansive clay soils in subgrade," *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 53, no. 5, p. 210510, 2021.
- [15] M. N. Guataquira Nuñez y O. M. Gaona Caballero, «ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL GEOTEXTIL CONVENCIONAL Y EL GEOTEXTIL DE YUTE QUÍMICAMENTE TRATADO EMPLEADO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN OBRAS VIALES, Y SU EVALUACION COMO ALTERNATIVA DE USO EN COLOMBIA.,» 2020.
- [16] S. F. Torres and J. Y. Landa, "Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María - Monzón en la provincia de Leoncio Prado," Repositorio: UPC-Institucional, Lima, 2020.
- [17] B. C. Sally, «INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE YUTE EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL MATERIAL DE AFIRMADO DE LA CANTERA "BAZAN" - CAJAMARCA, 2017.,» 2019.
- [18] J. A. Gutiérrez, "Efecto de la adición de ceniza de bagazo y lodo de granito en la estabilización de suelos arcillosos, Lambayeque," Repositorio: UCV-Institucional, Lambayeque, 2021.
- [19] S. C. Gonzales Macedo, «Propiedades Microestructurales y Mecánicas de un suelo adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar y polietileno de alta densidad,» Repositorio USS, 2023.
- [20] C. Flores, «Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural,» Repositorio USS, 2023.
- [21] R. Tanzadeh, M. Vafaeian and M. Y. Fard, "The influence of lime powder on the behaviour of clay soil," *Gradjevinar*, vol. 73, no. 9, pp. 907 - 915, 2021.
- [22] S. Zapata, «Impacto del Uso de Cascarilla de Arroz en Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Morteros de Mampostería,» Repositorio USS, 2023.
- [23] V. Meza, «EVALUACIÓN DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ADITIVO ESTABILIZADOR EN SUELOS ARCILLOSOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN,» Repositorio USS, 2023.

- [24] P. Mishra y V. K. Arora, «Ash, Stabilization of Silty Soil with Marble Dust and Sugarcane Bagasse,» *Recycled Waste Materials*, vol. 32, pp. 51-58, 2019.
- [25] E. Y. Sanchez Guevara, "Análisis de las Propiedades Mecánicas del Adobe Elaborado con Fibras de Yute.," Repositorio Universidad Señor de Sipán., Pimentel, 2023.
- [26] A. J. Lopez Chanta y D. Torres Vera, «Mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales mediante la determinación de los parámetros de resistencia Jaén - Cajamarca 2021.,» 2021.
- [27] L. A. Torres Lora, «Correlación del límite de contracción y la actividad coloidal en suelos arcillosos, La Victoria - Lambayeque 2019.,» Repositorio de Tesis - Universidad Señor de Sipán, 2019.
- [28] A. F. Al-Baidhani y A. J. Al-Taie, «Características de rendimiento del material de desecho bajo en carbono para estabilizar tierra con una plasticidad extremadamente alta.,» *Acta Politécnica*, vol. 5, nº 61, pp. 579-589, 2021.
- [29] Y. J. Huancoillo, "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno," Repositorio:UNAP-Institucional, Puno, 2017.
- [30] D. A. García Liberato y A. Romero Naranjo, «VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA ENTRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO - CEMENTO Y LA ESTABILIZACIÓN CON SUELO - CEMENTO Y FIBRA DE FIQUE,» Repositorio de la Universidad de Ibagué, 2019.
- [31] F. M. Gonzales, «Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno,» Puno, 2018.
- [32] E. J. Camargo y M. Á. Peralta, «Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de ceniza de café en el municipio de Viotá cundinamarca,» Colombia, 2020.
- [33] M. d. T. y. C. MTC, «Manual de Ensayos de Materiales,» MTC, Lima, 2016.
- [34] A. M. Bazán Galarreta y K. S. Prado Holguín, «Correlación entre el CBR y el PDC en la determinación de la resistencia del suelo en la localidad de Moche.,» Repositorio de Tesis Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2021.
- [35] A. S. P. Moragues Terrades, «Caracterización microestructural de materiales base cemento mediante ensayos destructivos (Parte I),» *"Cemento y Hormigón"*, vol. 1, nº 921, p. 29, 2018.
- [36] Santamaría, «Fabricación de morteros de albañilería con escoria negra de horno eléctrico de arco EAF y escoria blanca de horno cachara LF,» *Universidad de Burgos*, vol. 1, nº 1, p. 310, 2015.

- [37] Liu, Wang, Gao y Fryda, «Characterization of the white deposit on the surface of cement mortars by correlative light-electron microscopy (CLEM),» *Semantic Scholar*, vol. 10, p. 70, 2022.
- [38] D. L. L. Zaniletti, «Study Types in Orthopaedics Research: Is My Study Design Appropriate for the Research Ques,» *The Journal of Arthroplasty*, vol. 37, nº 10, pp. 1939-1944, 2002.
- [39] J. L. Arias G., J. Holgado T., T. L. Tafur P. y M. J. Vasquez P., «Metodología delainvestigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis.,» de *Metodología delainvestigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis.*, Puno, Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., 2022, p. 104.
- [40] A. José, «Metodologia de la investigacion,» EDITADA POR INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INNOVACION CIENCIA Y TECNOLOGIA INUDI PERÚ, 2020.
- [41] C. D. Sergio, «METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación,» San Marcos EIR, 2019.
- [42] NTP.339.128, «SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.,» INACAL, LIMA, 2019.
- [43] ASTM-D422, «Método de Ensayo Estándar para el Análisis Granulométrico,» ASTM, 2019.
- [44] NTP-339.129, «SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelo,» INCAL, Lima, 2019.
- [45] ASTM-D4318, «Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils,» ASTM, 2018.
- [46] M. Carlina, Y. Apriyanti and F. Fahriani, "El efecto de la adición de ceniza de bagazo y polvo de cáscara de huevo sobre el valor CBR del suelo arcilloso," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 926, no. 1, p. 12102, 2021.

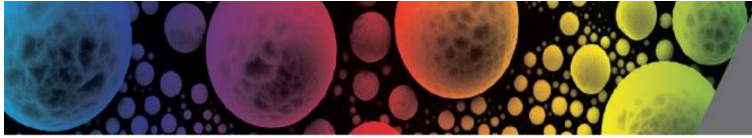
ANEXOS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Anexo 1. | Matriz de consistencia..... | 63 |
| Anexo 2. | Ensayos de Análisis Microestructural..... | 65 |
| Anexo 3. | Análisis Físico - Químicos de la CBC y YUTE | 74 |
| Anexo 4. | Certificado de Laboratorio A & C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos. | 83 |
| Anexo 5. | Propiedades Físico - Mecánicas del Suelo Patrón 1 | 86 |
| Anexo 6. | Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC% | 92 |
| Anexo 7. | Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC% + YUTE% | 108 |
| Anexo 8. | Propiedades Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 2 | 124 |
| Anexo 9. | Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC% | 130 |
| Anexo 10. | Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC% + YUTE% | 146 |
| Anexo 11. | <i>Ensayo Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 3</i> | 162 |
| Anexo 12. | <i>Ensayos Mecánicas del Suelo Patrón 3 + CBC%</i> | 168 |
| Anexo 13. | Ensayos Mecánicas del Suelo Patrón 3 + CBC% + Yute%..... | 184 |
| Anexo 14. | Ensayos Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 4..... | 200 |
| Anexo 15. | Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC | 206 |
| Anexo 16. | Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC + YUTE | 222 |
| Anexo 17. | Ensayo de Permeabilidad al Suelo Patrón + Optimo CBC% + Optimo Yute% | 238 |
| Anexo 18. | <i>Certificados de Calibración de los Equipos</i> | 243 |
| Anexo 19. | Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del Instrumento AIKEN | 261 |
| Anexo 20. | Ficha de Validación y Confiabilidad de Aiken por 5 jueces expertos. | 269 |
| Anexo 21. | <i>Panel Fotográfico</i> | 280 |

Anexo 1. Matriz de consistencia

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | POBLACIÓN Y MUESTRA | ENFOQUE/TIPO/DISEÑO | TÉCNICAS/ INSTRUMENTO |
|--|--|---|---|--|--|---|
| ¿Cómo influye el estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carretera? | <p>Objetivo General</p> <p>Evaluar el estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras.</p> | <p>La incorporación de cenizas de bagazo de caña al 5%, 10%, 15% y 20% y fibra de yute al 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50% mejoran el comportamiento físico-mecánico del suelo arcilloso.</p> | <p>V.I.: Ceniza de bagazo de caña y fibra de yute.</p> | <p>Población: En esta investigación los pobladores beneficiados en el Caserío Chapuce Alto, La Victoria, Chiclayo, Lambayeque.</p> <p>Muestra: En esta investigación se proyectó una distancia de 1500 metros conformada por suelos arcillosos típico de la zona de estudio, en la cual se extrajo 4 puntos de exploración (calicatas), cada punto con una distancia de 500metros.</p> | <p>Tipo: Aplicada.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Diseño: Experimental.</p> <p>Nivel: Cuasiexperimental.</p> | <p>Técnicas: Observación</p> <p>Instrumento: Recolección de datos</p> |
| | <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón Evaluar la temperatura optima de quemado mediante ensayo químicos de la CBC a diferentes temperaturas 650°C, 700°C, 750°C, 800°C. Determinas las propiedades del suelo arcilloso, incorporando las cenizas de bagazo de caña al 5%, 10%, 15% y 20% y fibra de yute al 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50%. Analizar las propiedades microestructurales del valor óptimo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar mediante los ensayos de microscopia electrónica de barrido (SEM) incluyendo (EDS). | | <p>V.D.: Estabilización de suelo arcilloso para fines de carreteras.</p> | | | |

Anexo 2. Ensayos de Análisis Microestructural



INFORME TÉCNICO

Número Total de Páginas: 8

SOLICITADO POR : JOSE MANUEL BRAVO CABANILLAS.
MUESTRA : Cenizas de bagazo de caña de azúcar.
REALIZADO POR : Ing. Pablo Valverde.
FECHA DE EMISIÓN: 06.03.2024.



I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó el análisis morfológico y composicional mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en conjunción con Espectroscopía de rayos X Dispersiva en Energía (EDS), de una muestra que, de acuerdo con la información brindada por el solicitante, correspondía a cenizas de bagazo de caña de azúcar (800°C).

II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las medidas fueron realizadas con un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de marca FEI modelo Quanta 200, para lo cual se utilizó un voltaje de aceleración de 30 kV y un tamaño de punto de 6, tanto para las imágenes como para la composición. Se midieron diversas áreas con una magnificación entre 70 a 270x a fin de captar los rasgos de interés. Las medidas de espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS) fueron realizadas con un detector de marca EDAX, montado en el microscopio electrónico. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición elemental se realizó con el software EDAX Genesis XM 4, utilizando una corrección de matriz ZAF.

Con respecto a la preparación de la muestra, se seleccionó una porción de muestra que fue montada sobre un poste de aluminio para microscopía electrónica fijada con cinta adhesiva de carbono. Las medidas fueron realizadas en un régimen de bajo vacío con inyección de vapor de agua, con la finalidad de evitar la acumulación de carga superficial en las muestras y permitir medidas sin necesidad de recubrir las muestras con oro. Esto fue hecho para prevenir sesgos en las medidas de EDS.

III. RESULTADOS

Para obtener la mayor cantidad de información de la muestra, el análisis consistió en la adquisición de imágenes y análisis elemental desde una perspectiva general hasta un enfoque más detallado, incluyendo análisis por sectores y granos específicos de la muestra.

Las **Figuras 1, 2, 3, 4 y 5** corresponden a la señal de electrones secundarios, que provienen principalmente de la superficie de la muestra y proporcionan una mayor sensibilidad a los rasgos topográficos. La **Figura 1** ofrece una **visión general** de la amplia variedad de compuestos presentes en la muestra de interés. A nivel **más local**, se adquirieron las **Figuras 2 (Zona 1) y 3 (Zona 2)**, donde se aprecia de manera más detallada el **aspecto textural y morfológico** de cada grano de ceniza. Finalmente, las **figuras 4 y 5** son imágenes de los **granos más prominentes** dentro de la muestra.

En todas las imágenes se han identificado regiones de interés para el análisis elemental. En las **Tablas 1, 2 y 3** se presentan los resultados de las medidas de EDS asociadas con las figuras 1, 2 y 3, respectivamente. Las concentraciones de cada elemento se expresan en **porcentaje por masa (wt%)** y **porcentaje atómico (at%)**. Es importante destacar que el margen de error en las medidas de EDS es típicamente del orden de ± 1 at%, lo que hace que los resultados sean principalmente cualitativos para los elementos con concentraciones muy bajas. En las **Figuras 6-10** se muestran los espectros de EDS más relevantes de las regiones identificadas, con el fin de verificar la calidad del ajuste.

A partir de las imágenes obtenidas por electrones secundarios, se pueden observar los diferentes aspectos de las cenizas como resultado del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar. Las formas (irregulares, alargadas, esféricas) y texturas (rugosas, porosas, lisas) que presentan posiblemente dependan de las temperaturas y condiciones durante la combustión. De manera complementaria, los análisis EDS realizados en las cenizas muestran altos valores de carbono (C), oxígeno (O) y silicio (Si). El alto contenido de carbono en las cenizas indica la presencia de materia orgánica no quemada en la muestra. Además, los valores de oxígeno y silicio sugieren la posible presencia de sílice (SiO_2), ya sea como componente natural de la caña de azúcar o como impurezas minerales presentes en la caña de azúcar que son añadidas durante su procesamiento. En menor medida, se observa la presencia de hierro (Fe), aluminio (Al), sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg), que junto con los elementos de alto contenido indican la presencia de aluminosilicatos. Ejemplos de aluminosilicatos incluyen feldspatos, micas, zeolitas o arcillas, que tienen amplias aplicaciones industriales o tecnológicas. Finalmente, a nivel de trazas, se detecta la presencia de azufre (S), fósforo (P) y cloro (Cl), que estarían principalmente asociados al crecimiento de la caña de azúcar debido probablemente a su presencia en el suelo.

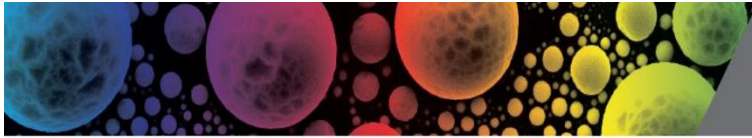


Figura 1. Micrografía de la muestra a una magnificación de 70x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.

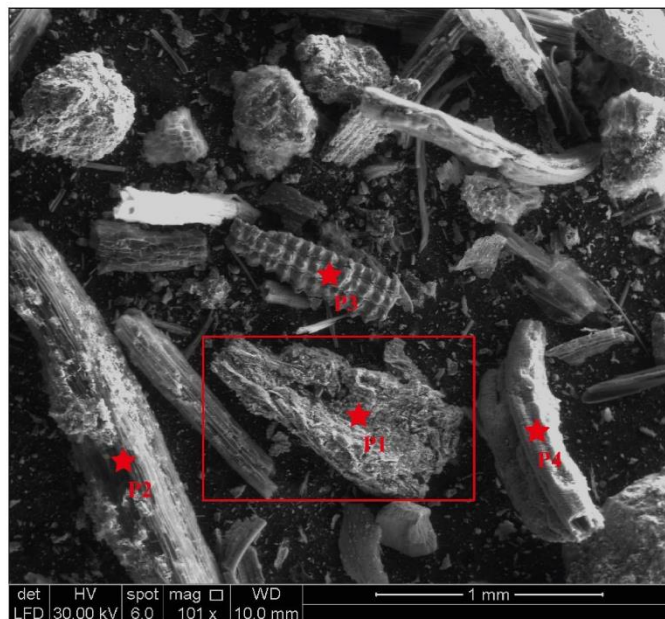


Figura 2. Micrografía de la zona 1 a una magnificación de 101x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.

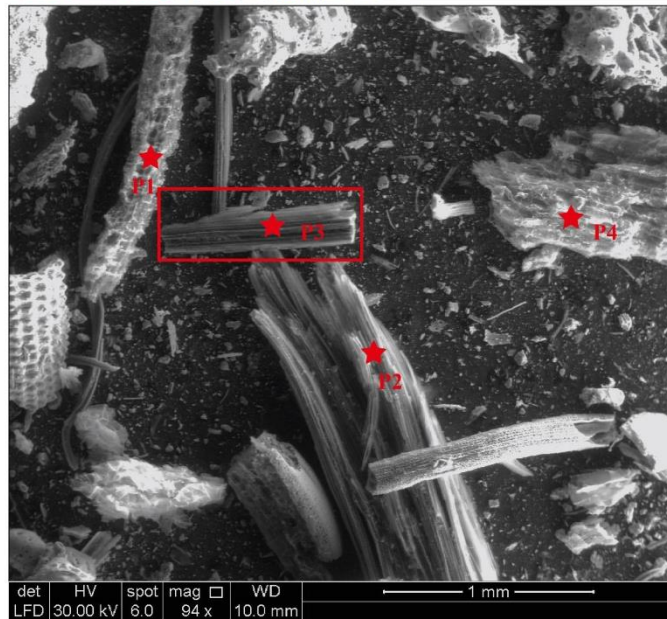


Figura 3. Micrografía de la zona 2 a una magnificación de 94x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.

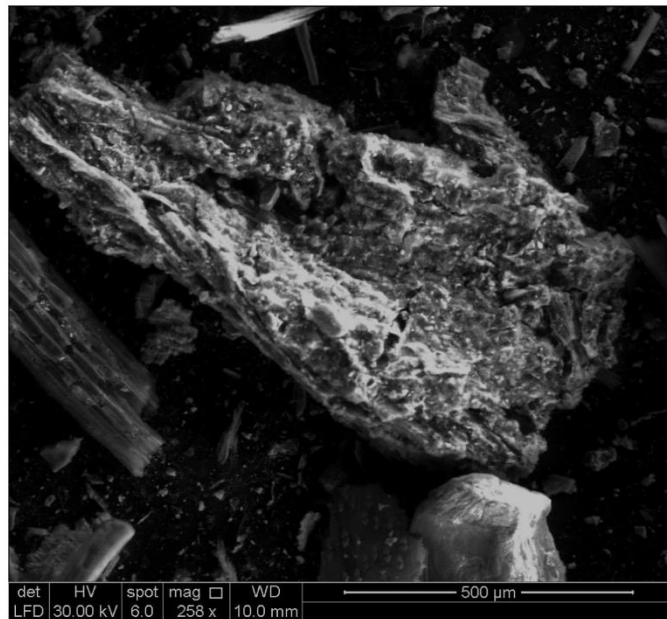


Figura 4. Micrografía del área marcada en la figura 2 con una magnificación de 258x, señal de electrones secundarios.

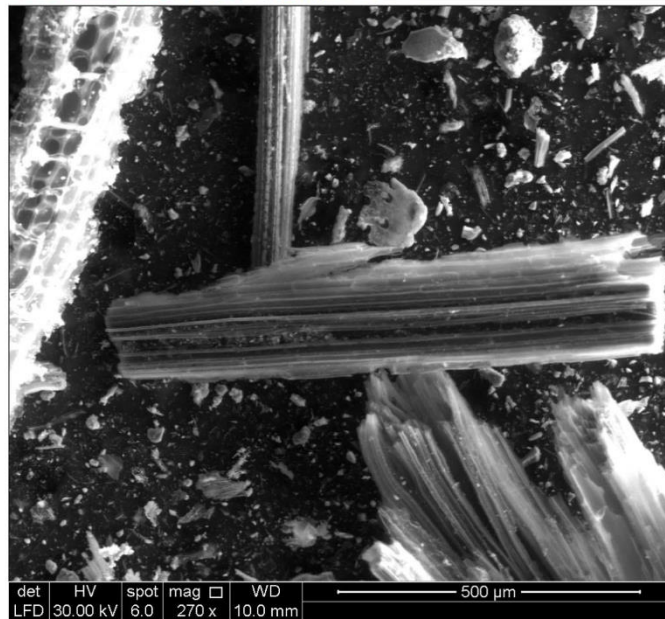


Figura 5. Micrografía del área marcada en la figura 3 con una magnificación de 270x, señal de electrones secundarios.

Tabla 1. Composición química medida por EDS en diferentes regiones.

| Elemento químico | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | P5 | |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% |
| C | 53.7 | 64.79 | 23.02 | 32.41 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| O | 30.5 | 27.63 | 46.92 | 49.59 | 40.24 | 57.95 | 45.64 | 62.13 | 49.55 | 64.35 |
| Na | 1.8 | 1.14 | 0.97 | 0.72 | 1.93 | 1.94 | 2.23 | 2.11 | 1.82 | 1.64 |
| Mg | 0.96 | 0.57 | 0.27 | 0.19 | 2.55 | 2.42 | 1.16 | 1.04 | -- | -- |
| Al | 2.47 | 1.33 | 0.56 | 0.35 | 7.82 | 6.68 | 10.44 | 8.43 | 1.83 | 1.41 |
| Si | 4.79 | 2.47 | 26.53 | 15.97 | 20.62 | 16.92 | 21.66 | 16.8 | 36.35 | 26.89 |
| P | 0.4 | 0.19 | -- | -- | 0.57 | 0.42 | 0.44 | 0.31 | -- | -- |
| S | 0.37 | 0.17 | -- | -- | 0.24 | 0.18 | 0.48 | 0.33 | -- | -- |
| Cl | 0.88 | 0.36 | 0.56 | 0.27 | 0.93 | 0.61 | 0.57 | 0.35 | 4.96 | 2.91 |
| K | 1.14 | 0.42 | 0.68 | 0.29 | 3.5 | 2.06 | 5.51 | 3.07 | 3.27 | 1.74 |
| Ca | 1.6 | 0.58 | 0.48 | 0.2 | 11.87 | 6.82 | 5.29 | 2.87 | 1.6 | 0.83 |
| Fe | 1.36 | 0.35 | -- | -- | 9.73 | 4.01 | 6.57 | 2.56 | 0.62 | 0.23 |

Tabla 2. Composición química medida por EDS en diferentes regiones.

| Elemento químico | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | |
|------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% |
| C | -- | -- | 76.2 | 83.09 | 19.73 | 29.21 | 17.38 | 25.89 |
| O | 43.01 | 59.7 | 17.15 | 14.04 | 43.1 | 47.91 | 46.6 | 52.12 |
| Na | 2.05 | 1.98 | 1.34 | 0.76 | -- | -- | 2.95 | 2.3 |
| Mg | 1.18 | 1.08 | 0.23 | 0.12 | -- | -- | 0.63 | 0.46 |
| Al | 9.16 | 7.54 | 0.78 | 0.38 | 1.37 | 0.9 | 2.93 | 1.94 |
| Si | 26.05 | 20.6 | 1.21 | 0.57 | 31.48 | 19.93 | 21.44 | 13.66 |
| P | 0.15 | 0.11 | 0.21 | 0.09 | -- | -- | 0.1 | 0.06 |
| S | 0.25 | 0.17 | 0.2 | 0.08 | -- | -- | 0.12 | 0.07 |
| Cl | 0.45 | 0.28 | 0.73 | 0.27 | 1.86 | 0.93 | 2.59 | 1.31 |
| K | 5.15 | 2.92 | 0.58 | 0.19 | 2.46 | 1.12 | 2.59 | 1.18 |
| Ca | 4.06 | 2.25 | 0.92 | 0.3 | -- | -- | 1.28 | 0.57 |
| Fe | 8.5 | 3.38 | 0.45 | 0.1 | -- | -- | 1.4 | 0.45 |

Tabla 3. Composición química medida por EDS en diferentes regiones.

| Elemento químico | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% | wt% | at% |
| C | 58.4 | 71.38 | 60.14 | 71.34 | 55.81 | 67.13 | 48.16 | 59.81 |
| O | 19.59 | 17.97 | 25.36 | 22.58 | 29.06 | 26.24 | 33.64 | 31.36 |
| Na | 1.16 | 0.74 | -- | -- | 2.11 | 1.33 | 2.37 | 1.54 |
| Mg | 0.93 | 0.56 | -- | -- | 0.47 | 0.28 | 0.5 | 0.31 |
| Al | 0.99 | 0.54 | 1.2 | 0.63 | 0.51 | 0.27 | 1.95 | 1.08 |
| Si | 10.65 | 5.56 | 3.72 | 1.89 | 1.75 | 0.9 | 6.15 | 3.27 |
| P | 0.26 | 0.12 | -- | -- | -- | -- | 0.18 | 0.09 |
| S | 1.12 | 0.51 | -- | -- | -- | -- | 0.24 | 0.11 |
| Cl | 1.43 | 0.59 | 2.74 | 1.1 | 3.96 | 1.61 | 0.86 | 0.36 |
| K | 1.94 | 0.73 | 3.01 | 1.1 | 2.39 | 0.88 | 2.2 | 0.84 |
| Ca | 3.55 | 1.3 | 3.83 | 1.36 | 3.23 | 1.16 | 2.29 | 0.85 |
| Fe | -- | -- | -- | -- | 0.71 | 0.18 | 1.46 | 0.39 |

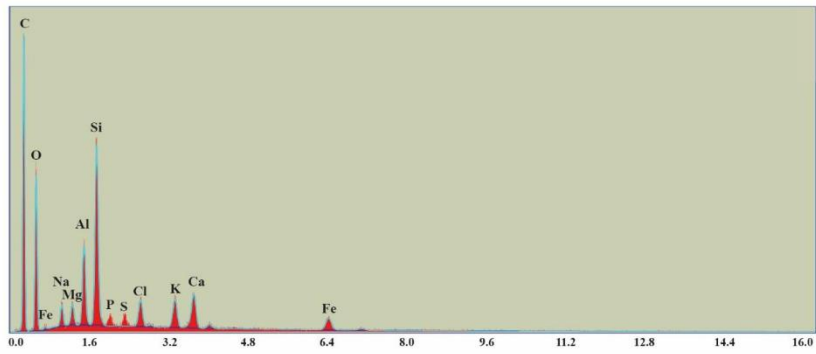


Figura 6. Espectro de EDS y ajuste en la región P1 de la figura 1.

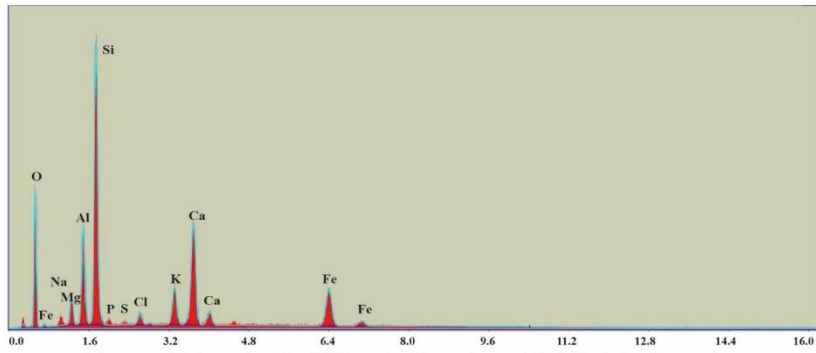


Figura 7. Espectro de EDS y ajuste en la región P3 de la figura 1.

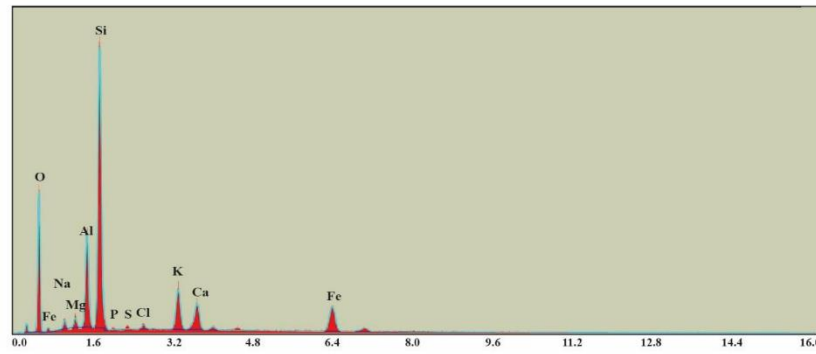


Figura 8. Espectro de EDS y ajuste en la región P1 de la figura 2.

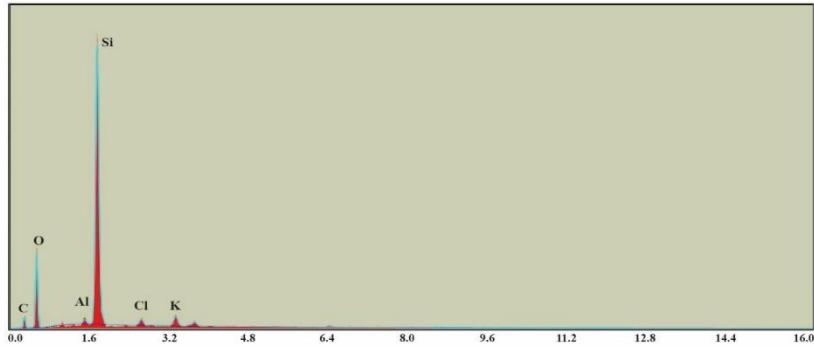


Figura 9. Espectro EDS y ajuste de la región P3 de la figura 2.

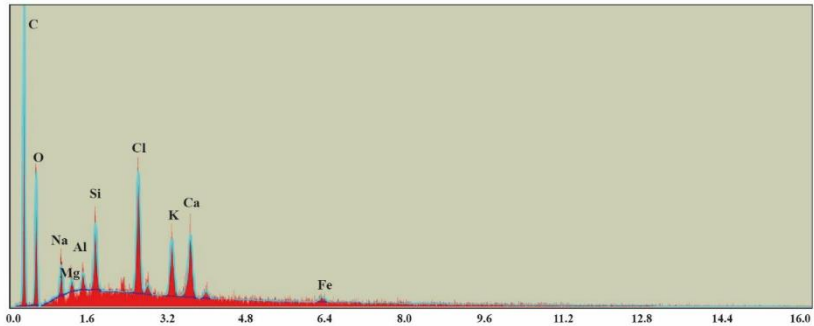


Figura 10. Espectro EDS y ajuste de la región P3 de la figura 3.

IV. CONCLUSIONES

Los análisis micrográficos revelaron una amplia variedad de texturas y formas en las cenizas de bagazo de azúcar, estas probablemente son atribuibles a las diferentes temperaturas y condiciones de combustión. Además, los análisis de EDS sugieren la presencia de sílice y diversos aluminosilicatos, respaldados por los contenidos elementales encontrados. Finalmente, se recomienda realizar análisis de difracción de rayos X (DRX) para una identificación más precisa de estas especies minerales y complementar la información previamente expuesta.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Caracterización de Materiales

Dr. Jorge Andrés Guerra Torres
Jefe

Anexo 3. *Análisis Físico - Químicos de la CBC y YUTE*

INFORME DE ENSAYO N°1267-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| SOLICITUD DE SERVICIO | : | 021122C71 |
| NOMBRE DEL SOLICITANTE | : | Abel Jesús Borifacio Vergara- José Manuel Bravo Cabanillas |
| TÍTULO DE LA TESIS | : | "Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras" |
| PROCEDENCIA DE LA MUESTRA | : | Muestra proporcionada por el cliente |
| PROPOSITO DEL SERVICIO | : | Análisis físico químicos |
| PRODUCTO DECLARADO | : | Ceniza de bagazo |
| CODIGO DE MUESTRA | : | CNZ-650 |
| CANTIDAD DE MUESTRA | : | 01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra |
| LUGAR DE TOMA DE MUESTRA | : | Empresa Azucarera del Norte SAC - Camocera a Fomofale - Lambayeque |
| LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : | Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022 |
| FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS | : | 02/11/2022 |
| FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS | : | 08/11/2022 |

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)

| DETERMINACIONES | UNIDADES | RESULTADOS CNZ-650 |
|--|----------|-----------------------|
| HUMEDAD | % | 2.14 |
| SiO ₂ | % | 51.23 |
| Al ₂ O ₃ | % | 6.61 |
| Fe ₂ O ₃ | % | 4.77 |
| CaO | % | 1.98 |
| MgO | % | 0.19 |
| SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ | --- | 62.81 |

| ENSAYO | NORMA O REFERENCIA |
|--------------------------------|--|
| HUMEDAD | NTP 338.127.1998 (revisada el 2016) |
| Fe ₂ O ₃ | Cálculos a partir de óxidos combinados |
| Al ₂ O ₃ | Gravimetría |
| SiO ₂ | Gravimetría |
| CaO y MgO | Volumétrica |

Rivelab

Laboratorio



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

INFORME DE ENSAYO N°1270-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| SOLICITUD DE SERVICIO | : | 021122CZ4 |
| NOMBRE DEL SOLICITANTE | : | Abel Jesús Bonifacio Vergara-José Manuel Bravo Cabanillas |
| TÍTULO DE LA TESIS | : | "Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras" |
| PROCEDENCIA DE LA MUESTRA | : | Muestra proporcionada por el cliente |
| PROPOSITO DEL SERVICIO | : | Análisis físico-químicos |
| PRODUCTO DECLARADO | : | Ceniza de bagazo |
| CODIGO DE MUESTRA | : | CNZ-800 |
| CANTIDAD DE MUESTRA | : | 01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra |
| LUGAR DE TOMA DE MUESTRA | : | Empresa Azucarera del Norte SAC - Carrotora a Forroñaño - Lambayeque |
| LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : | Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022 |
| FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS | : | 02/11/2022 |
| FECHA DE TÉRMINO DE LOS ENSAYOS | : | 08/11/2022 |

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)

| DETERMINACIONES | UNIDADES | RESULTADOS CNZ-800 |
|--|----------|-----------------------|
| HUMEDAD | % | 2.30 |
| SiO ₂ | % | 51.34 |
| Al ₂ O ₃ | % | 6.88 |
| Fe ₂ O ₃ | % | 4.78 |
| CaO | % | 4.6 |
| MgO | % | 1.25 |
| SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ | --- | 63.00 |

| ENSAYO | NORMA O REFERENCIA |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| HUMEDAD | NTP 335-127-1982 (revisada el 2019) |
| Fe ₂ O ₃ | Cálculo a partir de óxidos combinados |
| Al ₂ O ₃ | Gravimetría |
| SiO ₂ | Gravimetría |
| CaO y MgO | Volumétrica |




 Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

INFORME DE ENSAYO N°1269-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

| | | |
|--|---|--|
| SOLICITUD DE SERVICIO | : | 021122C23 |
| NOMBRE DEL SOLICITANTE | : | Abel Jesús Bonifacio Vergara - José Manuel Bravo Cabanillas |
| TITULO DE LA TESIS | : | "Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionado yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras" |
| PROCEDENCIA DE LA MUESTRA | : | Muestra proporcionada por el cliente |
| PROPOSITO DEL SERVICIO | : | Análisis físico-químico |
| PRODUCTO DECLARADO | : | Ceniza de bagazo |
| CODIGO DE MUESTRA | : | CNZ-750 |
| CANTIDAD DE MUESTRA | : | 01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra |
| LUGAR DE TOMA DE MUESTRA | : | Empresa Azucarera del Norte SAC - Carretera a Ferreñafe - Lambayeque |
| LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : | Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022 |
| FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS | : | 02/11/2022 |
| FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS | : | 09/11/2022 |

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)

| DETERMINACIONES | UNIDADES | RESULTADOS CNZ-750 |
|--|----------|-----------------------|
| HUMEDAD | % | 2.30 |
| SiO ₂ | % | 51.30 |
| Al ₂ O ₃ | % | 6.63 |
| Fe ₂ O ₃ | % | 4.78 |
| CaO | % | 2.70 |
| MgO | % | 0.90 |
| SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ | --- | 62.91 |

| ENSAYO | NORMA O REFERENCIA |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| HUMEDAD | NTP 332.127-1999 (revisado el 2019) |
| Fe ₂ O ₃ | Cálculo a partir de óxidos combinados |
| Al ₂ O ₃ | Gravimetría |
| SiO ₂ | Gravimetría |
| CaO y MgO | Volumetría |

Rivelab

Laboratorio



Dr. JOSÉ RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

INFORME DE ENSAYO N°1268-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

| | | |
|--|---|---|
| SOLICITUD DE SERVICIO | : | 021122C22 |
| NOMBRE DEL SOLICITANTE | : | Abel Jesús Bonifacio Vergara - José Manuel Bravo Cabanillas |
| TÍTULO DE LA TESIS | : | "Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras" |
| PROCEDENCIA DE LA MUESTRA | : | Muestra proporcionada por el cliente |
| PROPOSITO DEL SERVICIO | : | Análisis físico químicos |
| PRODUCTO DECLARADO | : | Ceniza de bagazo |
| CODIGO DE MUESTRA | : | CNZ-700 |
| CANTIDAD DE MUESTRA | : | 01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra |
| LUGAR DE TOMA DE MUESTRA | : | Empresa Azucarera del Norte SAC - Carretera a Ferreñafe - Lambayeque |
| LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : | Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022 |
| FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS | : | 02/11/2022 |
| FECHA DE TÉRMINO DE LOS ENSAYOS | : | 09/11/2022 |

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)

| DETERMINACIONES | UNIDADES | RESULTADOS CNZ-700 |
|--|----------|-----------------------|
| HUMEDAD | % | 2.30 |
| SiO ₂ | % | 51.30 |
| Al ₂ O ₃ | % | 6.83 |
| Fe ₂ O ₃ | % | 4.78 |
| CaO | % | 2.70 |
| MgO | % | 0.80 |
| SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ | -- | 62.91 |

| ENSAYO | NORMA O REFERENCIA |
|--------------------------------|--|
| HUMEDAD | NTP 330 127-1308 (revisada el 2018) |
| Fe ₂ O ₃ | Cálculos a partir de óxidos combinados |
| Al ₂ O ₃ | Gravimetría |
| SiO ₂ | Gravimetría |
| CaO y MgO | Volúmetría |




 Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. C.I.P. 130519

INFORME DE ENSAYO N°1273-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 12 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

| | | |
|---------------------------------|---|---|
| SOLICITUD DE SERVICIO | : | 021122FY |
| NOMBRE DEL SOLICITANTE | : | Abel Jesús Bonifacio Vergara - José Manuel Bravo Cabanillas |
| TÍTULO DE LA TESIS | : | "Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras" |
| PROCEDENCIA DE LA MUESTRA | : | Muestra proporcionada por el cliente |
| PROPOSITO DEL SERVICIO | : | Análisis físicos químicos |
| PRODUCTO DECLARADO | : | Fibra de yute |
| IDENTIFICACION /MARCA | : | SM |
| CANTIDAD DE MUESTRA | : | 01 bolsa sellada herméticamente de 500 g. |
| FECHA DE TOMA DE MUESTRA | : | 02/11/2022 |
| FECHA DE INICIO DEL ANALISIS | : | 02/11/2022 |
| MUESTRA DIRIMIENTE | : | Muestra No Sujeta a Dismenda por ser Muestra Penecible y/o Muestra Única. |
| FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS | : | 12/11/2022 |

ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

| DETERMINACIONES | UNIDADES | RESULTADOS |
|--------------------------------------|-------------------|------------|
| pH | Unidad de pH | 6.30 |
| Conductividad eléctrica | uS/cm | 121 |
| Humedad | % | 12.17 |
| Densidad | kg/m ³ | 1185 |
| Longitud de fibra | cm | 6 a 11 |
| Contenido de celulosa | % | < 65 |
| Retención de humedad | % | > 65 |
| Ceniza | % | 1.13 |
| Material soluble en H ₂ O | % | >1.4 |

| ENSAYO | NORMA O REFERENCIA |
|---------------|------------------------------|
| Humedad | NTP-ISO 712-2010 |
| Cenizas | NTP 205 004-2022 |
| pH | FPA Manual 0045 D. Versión 4 |
| Densidad | Gravimetría |
| Conductividad | NTP 338.156-2001 |



 Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

Informe de Calibración

LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 5 de 5

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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.

Recalibración

Los resultados son válidos 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 reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



FICHA RUC : 20477591451
LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C.

Número de Transacción : 67312367
 CIR - Constancia de Información Registrada

Información General del Contribuyente

| | |
|------------------------------------|--|
| Apellidos y Nombres ó Razón Social | : LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C. |
| Tipo de Contribuyente | : 39-SOCIEDAD ANONIMA CERRADA |
| Fecha de Inscripción | : 07/02/2012 |
| Fecha de Inicio de Actividades | : 07/02/2012 |
| Estado del Contribuyente | : ACTIVO |
| Dependencia SUNAT | : 0063 - I.R.LA LIBERTAD-MEPECO |
| Condición del Domicilio Fiscal | : HABIDO |
| Emisor electrónico desde | : 24/01/2018 |
| Comprobantes electrónicos | : FACTURA (desde 24/01/2018) |

Datos del Contribuyente

| | |
|--------------------------------------|---|
| Nombre Comercial | : - |
| Tipo de Representación | : - |
| Actividad Económica Principal | : 7120 - ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS |
| Actividad Económica Secundaria 1 | : 0990 - ACTIVIDADES DE APOYO PARA OTRAS ACTIVIDADES DE EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS |
| Actividad Económica Secundaria 2 | : 2029 - FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS N.C.P. |
| Sistema Emisión Comprobantes de Pago | : MANUAL |
| Sistema de Contabilidad | : MANUAL |
| Código de Profesión / Oficio | : - |
| Actividad de Comercio Exterior | : SIN ACTIVIDAD |
| Número Fax | : - |
| Teléfono Fijo 1 | : 44 - 290778 |
| Teléfono Fijo 2 | : - |
| Teléfono Móvil 1 | : 44 - 917163730 |
| Teléfono Móvil 2 | : - |
| Correo Electrónico 1 | : rivelabperu@hotmail.com |
| Correo Electrónico 2 | : - |

Domicilio Fiscal

| | |
|--|--------------------------------------|
| Actividad Economica | : 7120 - ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS |
| Departamento | : LA LIBERTAD |
| Provincia | : TRUJILLO |
| Distrito | : TRUJILLO |
| Tipo y Nombre Zona | : URB. MONSERRATE IV ETAPA |
| Tipo y Nombre Vía | : CAL. ISABEL DE BOBADILLA |
| Nro | : 524 |
| Km | : - |
| Mz | : - |
| Lote | : - |
| Dpto | : - |
| Interior | : - |
| Otras Referencias | : - |
| Condición del inmueble declarado como Domicilio Fiscal | : OTROS. |

Datos de la Empresa

| | |
|-----------------------------|--------------|
| Fecha Inscripción RR.PP | : 30/01/2012 |
| Número de Partida Registral | : 11184563 |
| Tomo/Ficha | : - |
| Folio | : - |
| Asiento | : - |
| Origen del Capital | : NACIONAL |
| País de Origen del Capital | : - |

Registro de Tributos Afectos

| Tributo | Afecto desde | Marca de Exoneración | Exoneración Desde | Hasta |
|---------|--------------|----------------------|-------------------|-------|
|---------|--------------|----------------------|-------------------|-------|

| | | | | |
|---------------------------------|------------|---|---|---|
| IGV - OPER. INT. - CTA. PROPIA | 07/02/2012 | - | - | - |
| RENTA 4TA. CATEG. RETENCIONES | 01/10/2014 | - | - | - |
| RENTA 5TA. CATEG. RETENCIONES | 01/03/2014 | - | - | - |
| RENTA - REGIMEN MYPE TRIBUTARIO | 01/01/2017 | - | - | - |
| ESSALUD SEG REGULAR TRABAJADOR | 01/03/2014 | - | - | - |
| SNP - LEY 19990 | 01/03/2014 | - | - | - |

Representantes Legales

| Tipo y Número de Documento | Apellidos y Nombres | Cargo | Fecha de Nacimiento | Fecha Desde | Nro. Orden de Representación |
|--------------------------------------|---|---|---|----------------------------------|------------------------------|
| DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -42611004 | RIVERO CORCUERA JOSE MARTIN Dirección ---- COVICIP Mz L' Lote 05 | GERENTE GENERAL Ubigeo LA LIBERTAD TRUJILLO TRUJILLO | 14/09/1984 Teléfono 13 - - | 30/01/2012 Correo - | - |

Otras Personas Vinculadas

| Tipo y Nro.Doc. | Apellidos y Nombres | Vínculo | Fecha de Nacimiento | Fecha Desde | Origen | Porcentaje |
|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|-------------|--------|--------------|
| DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -17862878 | CORCUERA VASQUEZ ELVIA EULALIA Dirección | SOCIO Ubigeo - - - | 26/04/1957 Teléfono - - - | 30/01/2012 | - | 50.000000000 |
| DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -42611004 | RIVERO CORCUERA JOSE MARTIN Dirección | SOCIO Ubigeo - - - | 14/09/1984 Teléfono - - - | 30/01/2012 | - | 50.000000000 |

Importante

La SUNAT se reserva el derecho de verificar el domicilio fiscal declarado por el contribuyente en cualquier momento.

Documento emitido a través de SOL - SUNAT Operaciones en Línea, que tiene validez para realizar trámites Administrativos, Judiciales y demás

DEPENDENCIA SUNAT
Fecha:06/05/2022
Hora:09:15

Anexo 4. *Certificado de Laboratorio A & C Exploración
Geotécnica y Mecánica de Suelos.*

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

Chiclayo, 15 de diciembre del 2022

Quien suscribe:

REPRESENTANTE LEGAL.

ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL

Prolg. Av. Chiclayo MZ. “3” Lt. “59” – Saúl Cantoral – Chiclayo – Lambayeque.

ASUNTO: Realización de ensayos de Mecánica de Suelos en el laboratorio, A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN**, para informar que los tesisistas: BONIFACIO VERGARA ABEL JESÚS con código universitario 2142813116, identificado con número de DNI: 76443188; BRAVO CABANILLAS JOSÉ MANUEL con código universitario 2131817759, identificado con número de DNI: 72314670, con nombre del proyecto de investigación **“ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS”**, ha realizado sus ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC: 20437420433** bajo la supervisión del técnico encargado de laboratorio.

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarles los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.

Cristian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR
RUC: 20437420433
ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL
REPRESENTANTE LEGAL

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

Chiclayo, 15 de diciembre del 2022

Quien suscribe:

REPRESENTANTE LEGAL.

ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL

Profg. Av. Chiclayo MZ. “3” Lt. “59” – Saúl Cantoral – Chiclayo – Lambayeque.

ASUNTO: Realización de ensayo de Permeabilidad en el laboratorio, A&C
EXPLORACIÓN GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN**, para informar que los tesisistas: BONIFACIO VERGARA ABEL JESÚS con código universitario 2142813116, identificado con número de DNI: 76443188; BRAVO CABANILLAS JOSÉ MANUEL con código universitario 2131817759, identificado con número de DNI: 72314670, con nombre del proyecto de investigación **“ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS”**, ha realizado su ensayo de permeabilidad en mi laboratorio de Mecánica de Suelos, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC: 20437420433** bajo la supervisión del técnico encargado de laboratorio.



Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente.

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.
Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO PROFESIONAL

ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL.
REPRESENTANTE LEGAL

Anexo 5. Propiedades Físico - Mecánicas del Suelo Patrón 1

| | | | |
|---|--|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128 1999 Rev. 01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : LAB - G - 002 | Fecha : 29 - 04 - 2022 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

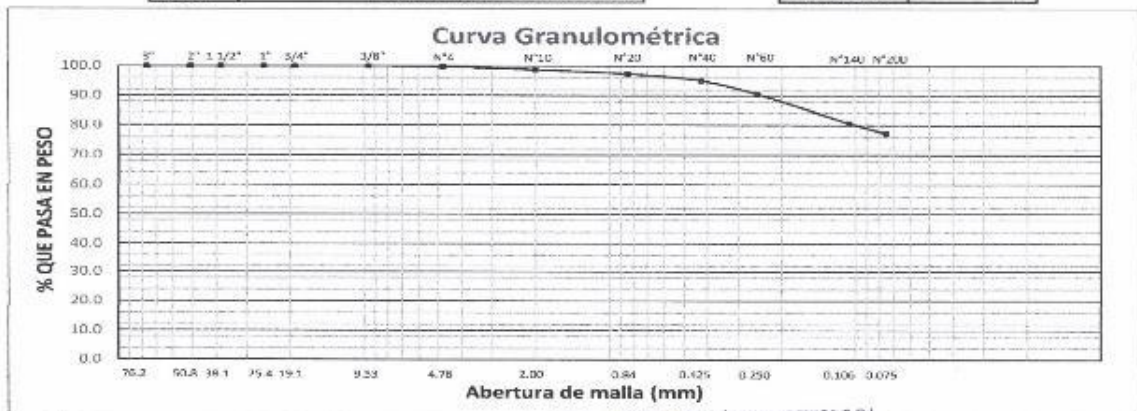
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | | | | | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | |
|--------------------------------------|--------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------------------|-------------------------|
| NTP 339 - 128 : 1999 (Rev. 2019) | | | | | | | |
| ABERTURA DE MALLA | | MASA RETENIDA (g.) | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | | |
| (Pulg.) | (mm) | | | | | | |
| 3" | 76.200 | --- | --- | --- | 100.0 | Muestra Inicial (g.) : 300.00 | |
| 2" | 50.800 | --- | --- | --- | 100.0 | Fracción fina (g.) : --- | |
| 1 1/2" | 38.100 | --- | --- | --- | 100.0 | CARACTERÍSTICAS | |
| 1" | 25.400 | --- | --- | --- | 100.0 | | % Bolones (75 - 300 mm) |
| 3/4" | 19.050 | --- | --- | --- | 100.0 | % Gravas (4.75 - 75 mm) | 0.2 |
| 3/8" | 9.525 | --- | --- | --- | 100.0 | % Arenas (0.075 - 4.75 mm) | 22.5 |
| N° 4 | 4.760 | 0.63 | 0.7 | 0.2 | 99.8 | % Arena gruesa (4.75 - 2.00 mm) | 1.0 |
| N° 10 | 2.000 | 3.12 | 1.0 | 1.3 | 98.8 | % Arena media (2.00 - 0.42 mm) | 3.7 |
| N° 20 | 0.840 | 4.25 | 1.4 | 2.7 | 97.3 | % Arena fina (2.00 - 0.42 mm) | 17.8 |
| N° 40 | 0.425 | 6.89 | 2.3 | 5.0 | 95.0 | % Limos y arcillas (<0.075 mm) | 77.3 |
| N° 60 | 0.250 | 13.65 | 4.6 | 9.5 | 90.5 | Diámetro efectivo D30 (mm) | --- |
| N° 140 | 0.106 | 29.45 | 9.8 | 19.3 | 80.7 | Diámetro efectivo D10 (mm) | --- |
| N° 200 | 0.075 | 10.16 | 3.4 | 22.7 | 77.3 | Coefficiente de uniformidad (Cu) | --- |
| < N° 200 | FONDO | 231.85 | 77.3 | 100.0 | 0.0 | Coefficiente de curvatura (Cc) | --- |

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Límite Líquido (%) | 36.0 |
| Límite Plástico (%) | 19.0 |
| Índice de Plasticidad (%) | 17.0 |
| SUCS(*) | Arcilla de baja plasticidad con arena |



| | |
|-------------|-----------------|
| Muestra | C - 01 / M - 01 |
| SUCS(*) | CL |
| AASHTO(*) | A - 6 (1.1) |
| Profundidad | 0 |



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REGISTRO N° 424340

Página 4 de 157

| | | | |
|---|--|---|-----------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | LIMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129 :1999) (Rev.01) |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Pruebas Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : LAB - G - 001 | Fecha : 29 - 04 - 2020 | Versión : 01 | Página 01 de 01 |

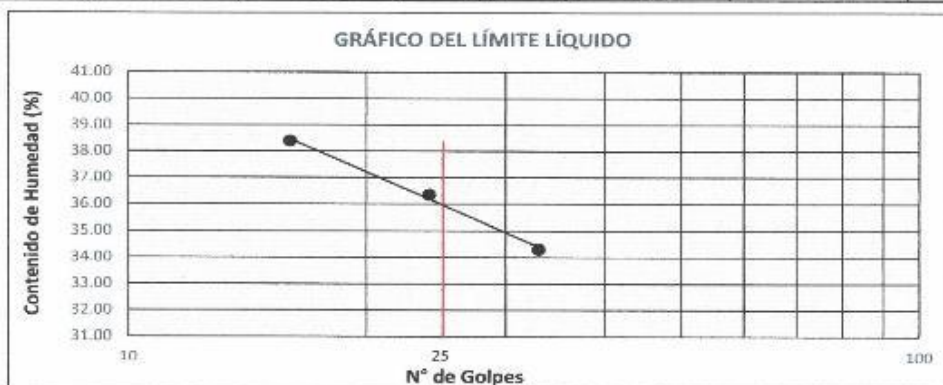
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

| LIMITES DE ATTERBERG NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019) | | | |
|--|--------------------------------------|--|--------|
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA | Método de preparación húmeda | EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO | Manual |
| | Tamizado por lavado en el tamiz N°40 | EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO | Manual |
| | Preparación con agua destilada | PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40 | 5% |

| DATOS DEL ENSAYO | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 1 | 2 | 10 | 5 | 19 |
| N° de Tara | 1 | 2 | 10 | 5 | 19 |
| N° de Golpes | 16 | 24 | 33 | --- | --- |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | 28.16 | 26.33 | 29.64 | 19.33 | 17.54 |
| Tara + Suelo seco (g.) | 23.96 | 22.95 | 25.66 | 18.39 | 16.90 |
| Masa del Agua (g.) | 4.20 | 3.38 | 3.98 | 0.94 | 0.64 |
| Masa de la Tara (g.) | 13.02 | 13.65 | 14.06 | 13.35 | 13.44 |
| Masa del Suelo Seco (g.) | 10.94 | 9.30 | 11.60 | 5.04 | 3.46 |
| Porcentaje de Humedad (%) | 38.39 | 36.34 | 34.31 | 18.65 | 18.50 |





| LÍMITES DE CONSISTENCIA | |
|-------------------------|------|
| Límite Líquido | 36.0 |
| Límite Plástico | 19.0 |
| Índice de Plasticidad | 17.0 |

| | |
|-------------------------|-----------------|
| CALICATA | C - 01 / M - 01 |
| Profundidad | m |
| Clasificación SUCS(*) | CL |
| Clasificación AASHTO(*) | A-6 (11) |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 3 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arruategui Braun
 INGENIERO SUPERVISOR
 REGISTRO N° 173530

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 1/11/2022

Muestra: Terreno Natural

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)



| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 64.2 | 64.4 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.4 | 22.9 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.64 | 76.12 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 737.69 | 738.02 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 22.9 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99936 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.51 | 2.51 | | |
| Promedio | 2.51 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristian Miguel Zoroastri
PROPIETARIO SUPERVISOR
REG. CIP. N° 174070

Página 32 de 157

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : E - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

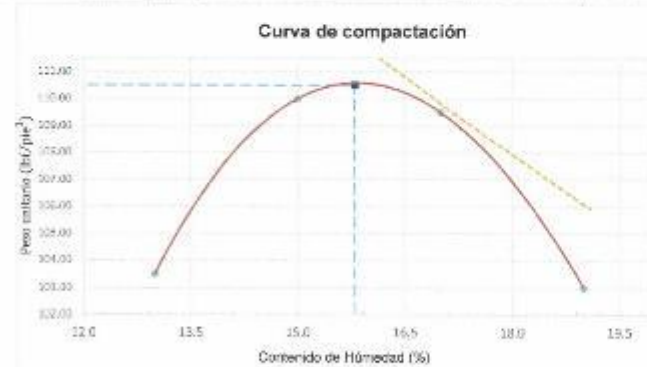
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 3/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|-----------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C. 01 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | TERRENO NATURAL | Humedad (%) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5570 | 5730 | 5734 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1784 | 1924 | 1866 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.880 | 2.027 | 2.053 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 32 | 19 | 28 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 746.32 | 648.33 | 764.65 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 670.05 | 574.15 | 668.10 |
| Masa de Tara (g) | | 94.46 | 84.16 | 106.35 |
| Masa del Agua (g) | | 76.26 | 74.18 | 96.55 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 575.6 | 489.99 | 561.75 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.20 | 15.10 | 17.20 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.661 | 1.761 | 1.752 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.29 | 17.27 | 17.18 |
| Peso Unitario Seco (lbf/pie ³) | | 103.69 | 109.94 | 109.37 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.50 lbf/pie ³ |
| | 17.36 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.770 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lbf/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (g) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (g) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (g) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.51 |
|------------------------------------|------|

Página 5 de 157

Observaciones

1. ^(*) Referir al Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 1556 - 13)

2. Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

3. (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.


 Cristian Miguel Arzuzategui Berrón
 INGENIERO SUPERVISOR
 RES. CIP. 01-474620



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S. de RL.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

Muestra: Terreno natural

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|------------|--------|-----------------------|-----------|------------|-----------|-----------------------|-----------|------------|--------|-----------------------|------|
| MOLDE N° | 7 | | | 2 | | | 6 | | | | | | |
| CAPAS N° | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | | 25 | | | 12 | | | | | | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | | MOJADA | | SIN MOJAR | | MOJADA | | SIN MOJAR | | MOJADA | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,445 | | 11,525 | | 12,239 | | 12,347 | | 11,447 | | 11,661 | | |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,752 | | 6,752 | | 7,600 | | 7,600 | | 6,972 | | 6,972 | | |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4693 | | 4773 | | 4639 | | 4747 | | 4475 | | 4689 | | |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,285 | | 2,285 | | 2,343 | | 2,343 | | 2,379 | | 2,379 | | |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.05 | | 2.09 | | 1.98 | | 2.03 | | 1.88 | | 1.97 | | |
| TARA N° | 32 | | 8 | | 22 | | 34 | | 16 | | 85 | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 148.90 | | 142.19 | | 146.66 | | 146.60 | | 136.43 | | 162.35 | | |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 141.37 | | 132.90 | | 138.00 | | 136.85 | | 129.94 | | 149.89 | | |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.53 | | 9.29 | | 8.66 | | 9.75 | | 6.49 | | 12.46 | | |
| PESO DE TARA (g) | 94.40 | | 79.33 | | 85.34 | | 84.16 | | 89.66 | | 90.35 | | |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.97 | | 53.57 | | 52.66 | | 52.69 | | 40.3 | | 59.54 | | |
| HUMEDAD (%) | 16.03% | | 17.34% | | 16.45% | | 18.50% | | 16.11% | | 20.93% | | |
| DENSIDAD SECA | 1.77 | | 1.78 | | 1.70 | | 1.71 | | 1.62 | | 1.63 | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % | | |
| 5-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 | | |
| 6-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 10.130 | 10.130 | 8.71 | 10.350 | 10.350 | 8.90 | 11.090 | 11.090 | 9.54 | | |
| 7-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 12.260 | 12.260 | 10.54 | 12.320 | 12.320 | 10.59 | 13.240 | 13.240 | 11.38 | | |
| 8-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 14.530 | 14.530 | 12.49 | 14.680 | 14.680 | 12.62 | 14.840 | 14.840 | 12.76 | | |
| 9-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 16.090 | 16.090 | 13.83 | 16.200 | 16.200 | 13.93 | 16.650 | 16.650 | 14.32 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | CARGA | MOLDE N° 7 | | | | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 6 | | | |
| pulg. | ESTÁNDAR | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | (lbs/pulg ²) | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 19.10 | 42 | 34.00 | | 16.40 | 36.1 | 12.00 | | 9.50 | 20.9 | 7.00 | |
| 0.040 | | 40.90 | 90.0 | 30.00 | | 34.10 | 75 | 25.00 | | 20.50 | 45.1 | 15.00 | |
| 0.060 | | 60.00 | 132.0 | 44.00 | | 49.10 | 108 | 36.00 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | |
| 0.080 | | 79.10 | 174.0 | 58.00 | | 64.10 | 141 | 47.00 | | 38.20 | 84 | 28.00 | |
| 0.100 | 1000 | 98.20 | 216.0 | 72.00 | 7.20 | 80.50 | 177.1 | 59.00 | 5.90 | 47.70 | 104.9 | 35.00 | 3.50 |
| 0.200 | 1500 | 159.50 | 350.9 | 117.00 | | 130.90 | 288 | 96.00 | | 77.70 | 170.9 | 57.00 | |
| 0.300 | | 203.20 | 447 | 149.00 | | 166.40 | 366.1 | 122.00 | | 98.20 | 216 | 72.00 | |
| 0.400 | | 226.40 | 498.1 | 166.00 | | 185.50 | 408.1 | 136.00 | | 114.50 | 251.9 | 84.00 | |
| 0.500 | | 245.50 | 540.1 | 180.00 | | 201.80 | 448.0 | 148.00 | | 120.00 | 264 | 88.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 14 de 157

Cristóbal H. Rodríguez

 Ingeniero Supervisor

 REG. CIP. N° 174530



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB-G-014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

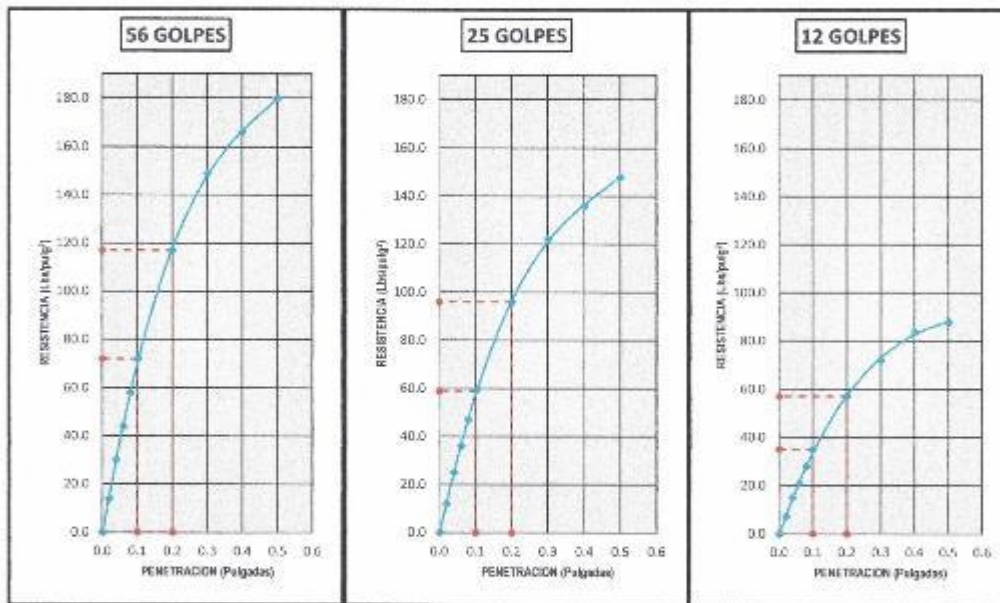
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SUE-2022
Fecha de Ensayo : 5/11/2022

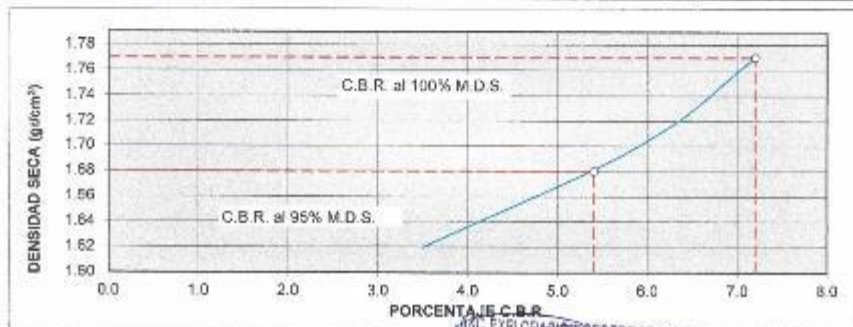
Calicata: C 01
Muestra: Terreno natural

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.77 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 7.20 |
| Humedad Óptima (%) | 16.03% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 5.40 |





Carga (1^o): 720lb/pulg² Carga (2^o): 1170lb/pulg² Carga (3^o): 590lb/pulg² Carga (4^o): 900lb/pulg² Carga (1^o): 350lb/pulg² Carga (2^o): 570lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Cristóbal Miguel A. Cruzaléiz Díaz
Ingeniero en Geotecnia
R.C. CH-17-1523

Anexo 6. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC%

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112



Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de ensayo : 1/11/2022 Muestra: Natural + 5% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63,4 | 63,8 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 22,8 | 23,1 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76,02 | 75,84 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692,19 | 692,19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 739,35 | 739,26 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23,6 | 23,1 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0,99919 | 0,99931 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2,63 | 2,63 | | |
| Promedio | 2,63 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Gerente General: Roberto Aguilar
 INGENIERO SUPERVISOR
 N° 33.913.131-1999

| | | | |
|---|--|--------------------|---|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Tarapacá Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 18 - 107 |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

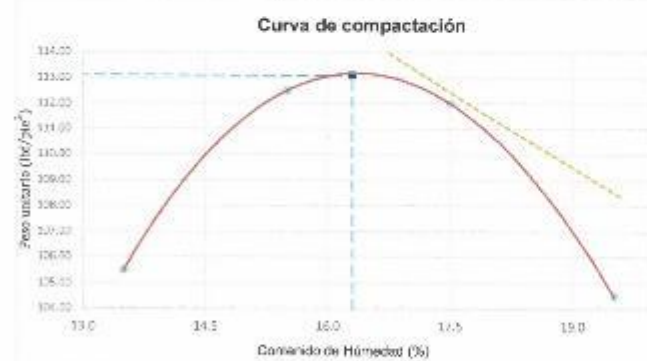
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 1/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|---------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C - 01 | Clasif. SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 5% Bagazo | Humedad (**) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5603 | 5761 | 5792 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1817 | 1975 | 2006 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.915 | 2.081 | 2.114 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 1 | 31 | 74 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 846.35 | 745.32 | 832.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 757.89 | 657.69 | 718.94 |
| Masa de Tara | (g) | 103.35 | 94.33 | 74.46 |
| Masa del Agua | (g) | 88.46 | 87.63 | 113.22 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 654.54 | 563.36 | 644.48 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.50 | 15.60 | 17.60 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.687 | 1.800 | 1.798 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.55 | 17.65 | 17.63 |
| Peso Unitario Seco | (lbf/pie ³) | 103.32 | 112.37 | 112.25 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 113.00 lbf/pie ³ |
| | 17.75 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.810 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lbf/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.50 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 6.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|-------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(**) | 2.63 |
|-------------------------------------|------|

Observaciones

^(*) Nota: el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D-4718 - 03).

^(**) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arruategui Basso
 Ingeniero Supervisador
 REG. CIP. N° 174680



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 6 | | 4 | | 9 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,992 | 12,075 | 12,253 | 12,363 | 11,694 | 11,924 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,972 | 6,972 | 7,568 | 7,568 | 6,864 | 6,864 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5020 | 5103 | 4685 | 4795 | 4830 | 5060 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,379 | 2,379 | 2,302 | 2,302 | 2,495 | 2,495 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.11 | 2.15 | 2.04 | 2.08 | 1.94 | 2.03 |
| TARA N° | 1 | 70 | 45 | 88 | 89 | 35 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 140.38 | 133.77 | 131.21 | 141.33 | 131.90 | 151.61 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 132.43 | 124.21 | 122.28 | 131.31 | 124.61 | 138.85 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.77 | 9.56 | 8.93 | 10.02 | 6.69 | 12.76 |
| PESO DE TARA (g) | 85.46 | 70.66 | 60.64 | 78.64 | 84.35 | 79.33 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.95 | 53.55 | 52.64 | 52.67 | 40.3 | 59.52 |
| HUMEDAD (%) | 16.55% | 17.85% | 16.96% | 19.02% | 16.62% | 21.44% |
| DENSIDAD SECA | 1.81 | 1.82 | 1.74 | 1.75 | 1.66 | 1.67 |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 5-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 6-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 10.130 | 10.130 | 8.71 | 10.290 | 10.290 | 8.85 | 10.480 | 10.480 | 9.01 |
| 7-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 11.290 | 11.290 | 9.71 | 11.450 | 11.450 | 9.85 | 11.700 | 11.700 | 10.06 |
| 8-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 13.260 | 13.260 | 11.40 | 13.500 | 13.500 | 11.61 | 14.270 | 14.270 | 12.27 |
| 9-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 14.260 | 14.260 | 12.26 | 14.640 | 14.640 | 12.59 | 15.050 | 15.050 | 12.94 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|-----------|--------|-----------------------|------------|-----------|---------|-------|------------|-----------------------|--------|---------|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 9 | | | |
| | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | |
| | | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | | % | Lectura | lbs | | lbs/pulg ² | % | Lectura |
| 0.020 | | 34.10 | 75 | 25.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | | 16.40 | 36.1 | 22.00 | |
| 0.040 | | 70.90 | 156.0 | 52.00 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | | 34.10 | 75 | 25.00 | |
| 0.060 | | 103.60 | 227.9 | 76.00 | | 84.50 | 185.9 | 62.00 | | 50.50 | 111.1 | 37.00 | |
| 0.080 | | 136.40 | 300.1 | 100.00 | | 111.80 | 246 | 82.00 | | 66.80 | 147 | 46.00 | |
| 0.100 | 1000 | 170.50 | 375.1 | 125.00 | 12.50 | 139.10 | 306 | 102.00 | 10.20 | 83.20 | 183 | 61.00 | 6.10 |
| 0.200 | 1500 | 278.20 | 612.0 | 204.00 | | 236.40 | 498.1 | 166.00 | | 135.00 | 297 | 99.00 | |
| 0.300 | | 353.20 | 777 | 259.00 | | 287.70 | 632.9 | 211.00 | | 171.80 | 378 | 126.00 | |
| 0.400 | | 392.70 | 863.9 | 288.00 | | 320.50 | 705.1 | 235.00 | | 199.10 | 438 | 146.00 | |
| 0.500 | | 426.80 | 939.0 | 313.00 | | 347.10 | 764.8 | 255.00 | | 208.60 | 458.9 | 153.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Civiliz Miguel Arruñategui Díez
INGENIERO SUPERIOR
REG. 421-90-12650



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

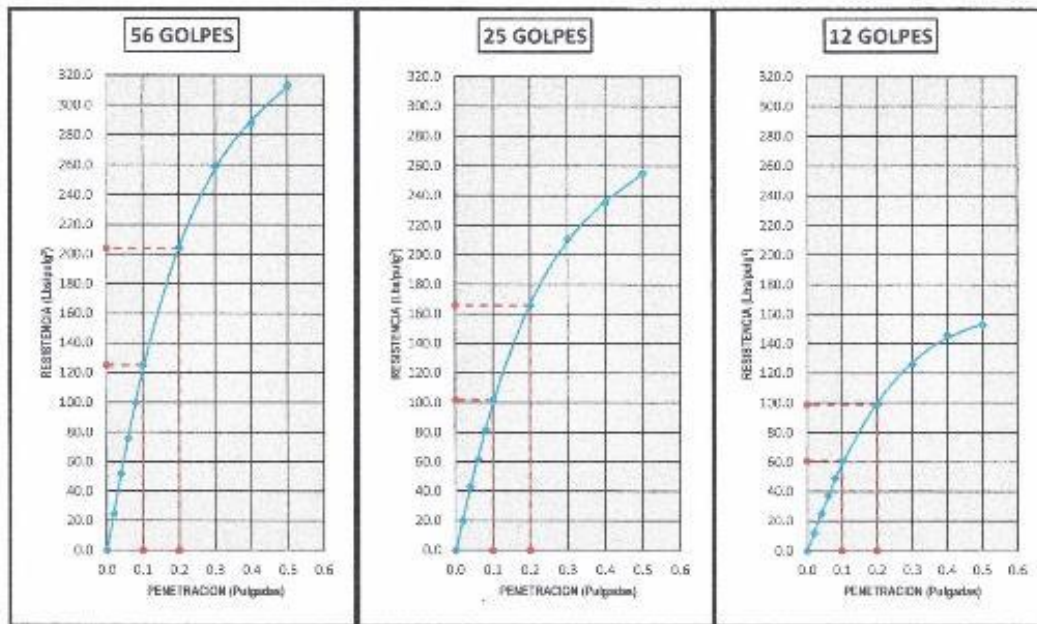
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

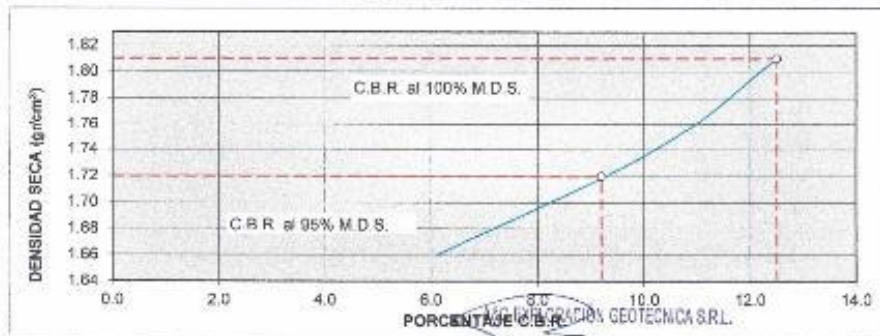
Muestra: Natural + 5% Regazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.81 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.50 |
| Humedad Óptima (%) | 16.33% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 9.20 |





Carga (1'): 125lb/pulg² Carga (2'): 204lb/pulg² Carga (3'): 307lb/pulg² Carga (7'): 1091lb/pulg² Carga (17'): 601lb/pulg² Carga (12'): 991lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristián Miguel Arredondo Bruna
 INGENIERO GEOTECNICO
 REG. CIR. N° 174530

| | | | |
|--|---|--------------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 | |  Registro N° 107 |
| | Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 1/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)



| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 62.9 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.4 | 23.5 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.98 | 76.16 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.18 | 738.24 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.4 | 23.6 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99924 | 0.99919 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.53 | 2.53 | | |
| Promedio | 2.53 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 34 de 157

Cristina del Amorillo de Brusón
INGENIERA GEOTÉCNICA
REG. CIR. N° 174510

| | | | |
|--|--|--------------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mezclas de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LC-167 |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

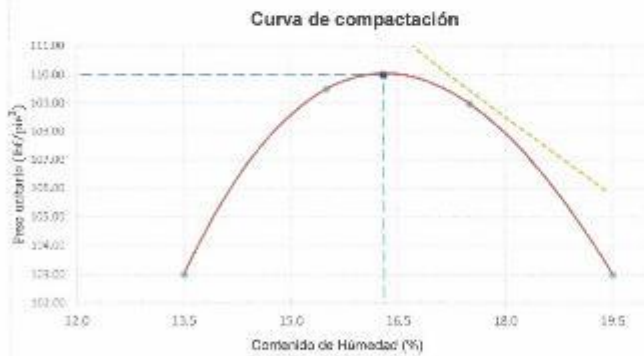
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 1/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------|--------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Píñon | Manual | Calicata | C - 01 | Clasific. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 10% Bagazo | Humedad (*) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 2565 | 5703 | 5734 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1779 | 1917 | 1948 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.875 | 2.020 | 2.053 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 74 | 13 | 22 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 746.32 | 659.55 | 694.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 667.94 | 582.01 | 602.11 |
| Masa de Tara (g) | | 86.46 | 75.16 | 68.64 |
| Masa del Agua (g) | | 78.38 | 77.55 | 92.05 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 581.48 | 506.85 | 533.47 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.50 | 15.30 | 17.30 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.652 | 1.752 | 1.750 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.20 | 17.18 | 17.16 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 103.13 | 109.37 | 109.25 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.00 lb/ft ³ |
| | 17.28 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.762 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica [®] (*) | 2.53 |
|--------------------------------------|------|

Página 7 de 157

Observaciones : [®] Revisar el Ensayo de Control de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM D-4728 - 19).
[®] Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
 (*) Los valores en los cuadros en blanco solo son referidos por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina Espinoza Arroyave
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. INACAL 1264-01



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.C.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 1 | | 4 | | 7 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,156 | 12,236 | 12,098 | 12,207 | 11,023 | 11,228 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,451 | 7,451 | 7,568 | 7,568 | 6,752 | 6,752 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,705 | 4,785 | 4,530 | 4,639 | 4,271 | 4,476 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,304 | 2,304 | 2,302 | 2,302 | 2,285 | 2,285 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.04 | 2.08 | 1.97 | 2.02 | 1.87 | 1.96 |
| TARA N° | 54 | 103 | 26 | 35 | 98 | 41 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 128.62 | 132.48 | 143.74 | 154.75 | 140.89 | 159.41 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 121.10 | 123.20 | 135.09 | 145.01 | 134.41 | 146.97 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.52 | 9.28 | 8.65 | 9.74 | 6.48 | 12.44 |
| PESO DE TARA (g) | 74.16 | 69.66 | 82.46 | 82.25 | 94.26 | 87.46 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.94 | 53.54 | 52.63 | 52.66 | 40.3 | 59.51 |
| HUMEDAD (%) | 16.02% | 17.33% | 16.44% | 18.50% | 16.10% | 20.90% |
| DENSIDAD SECA | 1.76 | 1.77 | 1.69 | 1.7 | 1.61 | 1.62 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|-------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 5-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 6-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 0.200 | 9.200 | 7.91 | 8.400 | 8.400 | 7.22 | 10.730 | 10.730 | 9.23 |
| 7-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 10.260 | 10.260 | 8.82 | 10.940 | 10.940 | 9.41 | 12.470 | 12.470 | 10.72 |
| 8-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 11.380 | 11.380 | 9.79 | 12.700 | 12.700 | 10.92 | 14.080 | 14.080 | 12.11 |
| 9-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 13.270 | 13.270 | 11.41 | 14.140 | 14.140 | 12.16 | 15.140 | 15.140 | 13.02 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 7 | | | |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | | 17.70 | 38.9 | 13.00 | |
| 0.040 | | 75.00 | 165.0 | 55.00 | | 61.40 | 135.1 | 45.00 | | 36.80 | 81 | 27.00 | |
| 0.060 | | 109.13 | 240.0 | 80.00 | | 88.60 | 194.9 | 65.00 | | 53.20 | 117 | 39.00 | |
| 0.080 | | 144.50 | 317.9 | 106.00 | | 117.30 | 258.1 | 85.00 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | |
| 0.100 | 1000 | 180.00 | 396.0 | 132.00 | 13.20 | 145.90 | 321 | 107.00 | 10.70 | 87.30 | 192.1 | 64.00 | 6.40 |
| 0.200 | 1500 | 293.20 | 645.0 | 215.00 | | 237.30 | 522.1 | 174.00 | | 141.80 | 312 | 104.00 | |
| 0.300 | | 372.30 | 819.1 | 273.00 | | 301.40 | 663.1 | 221.00 | | 180.00 | 396 | 132.00 | |
| 0.400 | | 414.50 | 911.9 | 304.00 | | 335.50 | 738.1 | 259.00 | | 210.00 | 462 | 154.00 | |
| 0.500 | | 450.00 | 990.0 | 330.00 | | 365.50 | 804.1 | 268.00 | | 218.20 | 480 | 150.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina Maura Ferrnaldy Brown
INGENIERO SUPERVISOR
REG. CUBA 24540



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB-G-014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

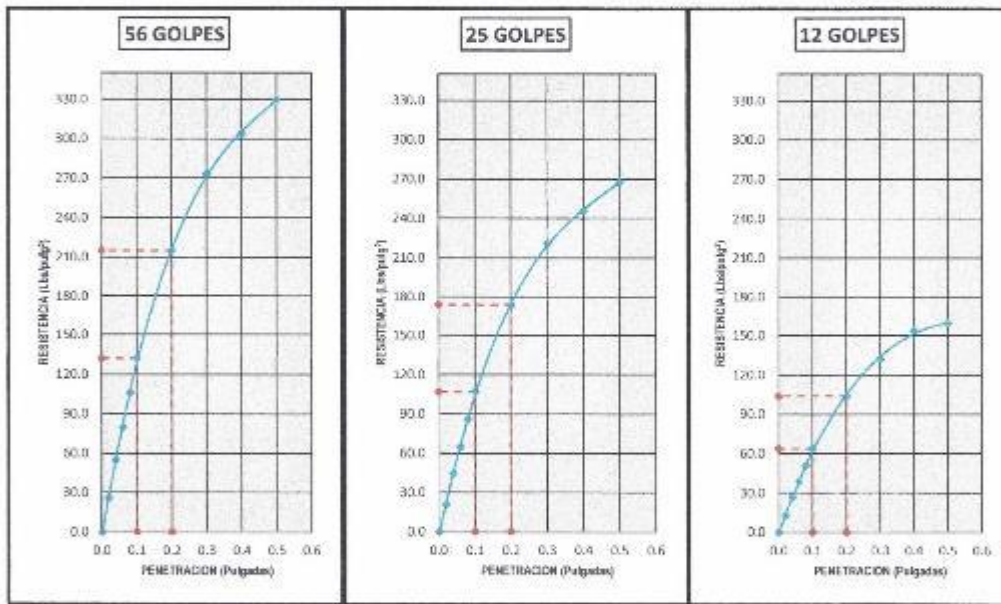
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022
Fecha de Ensayo : 5/11/2022

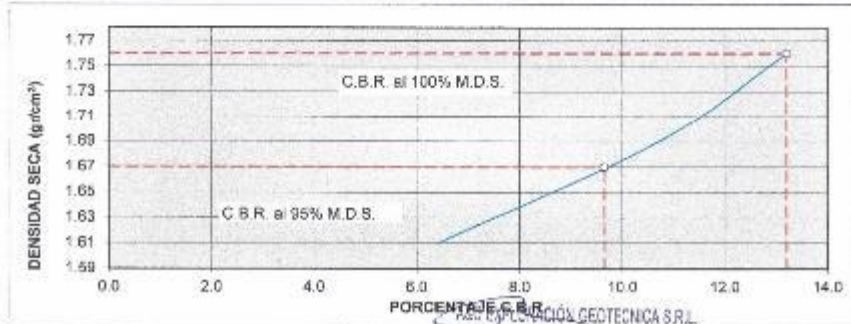
Calicata: C - 01
Muestra: Natural + 10% Oligazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.76 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 13.20 |
| Humedad Óptima (%) | 16.02% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 9.65 |





Carga (1°): 132lb/pulg² Carga (2°): 225lb/pulg² Carga (1°): 107lb/pulg² Carga (2°): 174lb/pulg² Carga (1°): 69lb/pulg² Carga (2°): 104lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Reyes
Ingeniero Geotécnico
A&C Exploración Geotécnica S.R.L.

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 15 - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/11/2022



Muestra: Natural + 15% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 64.2 | 63.7 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.6 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.84 | 75.48 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.43 | 737.62 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.1 | 23.5 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99931 | 0.99921 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.51 | 2.51 | | |
| Promedio | 2.51 | | | |

Observaciones : _____


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristóbal Aguilar Arce
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIR. N° 174530

| | | | |
|---|--|--------------------|--|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N°12-187</p> |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUF - 2022
 Fecha de Ensayo : 3/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²)
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------|------------------|--|
| Preparación de la muestra | Humedo | Tipo de Píson | Manual | Calicata | C. 01 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A. | | | Material | Natural + 15% Bagazo | Humedad (*) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 2531 | 5694 | 5713 | 5613 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1765 | 1908 | 1927 | 1827 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.860 | 2.011 | 2.031 | 1.925 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 3 | 20 | 6 | 15 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 548.65 | 626.35 | 715.31 | 691.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 491.98 | 554.03 | 619.00 | 590.79 |
| Masa de Tara | (g) | 94.16 | 106.33 | 85.15 | 79.51 |
| Masa del Agua | (g) | 56.67 | 72.32 | 96.31 | 109.37 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 397.82 | 447.7 | 533.84 | 511.28 |
| Contenido de Agua | (%) | 14.20 | 16.20 | 18.00 | 20.20 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.620 | 1.731 | 1.721 | 1.601 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 15.98 | 16.99 | 16.89 | 15.70 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 101.70 | 108.06 | 107.44 | 99.95 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 108.50 lb/ft ³ |
| | 17.04 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.738 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado W _p (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada W _p (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.00 % |
| O. C. H. modificado W _p (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--|------|
| Gravedad Específica G _s (*) | 2.51 |
|--|------|

Página 8 de 157

Observaciones

*) Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM D 4753 - 13l.
 *) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
 *) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - UN.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Rodríguez Arredondo
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. PROF. 22520



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 - SUE 2022
Fecha de Ensayo : 7/11/2022

Calicata: C - 01
Muestra: Natural + 15% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|---------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 3 | | 6 | | 1 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,489 | 12,573 | 11,637 | 11,747 | 11,739 | 11,944 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,464 | 7,464 | 6,972 | 6,972 | 7,451 | 7,451 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5,025 | 5,109 | 4,665 | 4,775 | 4,288 | 4,493 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,468 | 2,468 | 2,379 | 2,379 | 2,304 | 2,304 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.04 | 2.07 | 1.96 | 2.01 | 1.86 | 1.95 |
| TARA N° | 23 | 15 | 41 | 17 | 48 | 65 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 139.58 | 142.67 | 159.96 | 155.26 | 121.28 | 157.86 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.60 | 132.87 | 150.79 | 145.01 | 114.41 | 144.83 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.98 | 9.8 | 9.17 | 10.25 | 6.87 | 13.03 |
| PESO DE TAMA (g) | 84.66 | 79.33 | 98.16 | 92.35 | 74.16 | 85.32 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.94 | 53.54 | 52.63 | 52.66 | 40.3 | 50.51 |
| HUMEDAD (%) | 17.00% | 18.308% | 17.42% | 19.46% | 17.07% | 21.90% |
| DENSIDAD SECA | 1.74 | 1.75 | 1.67 | 1.68 | 1.59 | 1.60 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|--------|-----------|------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 7-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 8-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 7.620 | 7.620 | 6.55 | 8.100 | 8.100 | 6.96 | 9.150 | 9.150 | 7.87 |
| 9-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 8.360 | 8.360 | 7.19 | 9.200 | 9.200 | 7.91 | 10.460 | 10.460 | 8.99 |
| 10-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 9.460 | 9.460 | 8.13 | 10.600 | 10.600 | 9.11 | 11.170 | 11.170 | 9.60 |
| 11-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 11.240 | 11.240 | 9.66 | 11.650 | 11.650 | 10.02 | 12.140 | 12.140 | 10.44 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 1 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 42.30 | 93.1 | 31.00 | | 34.20 | 75 | 25.00 | | 20.50 | 45.1 | 15.00 | |
| 0.040 | | 87.30 | 192.1 | 64.00 | | 70.90 | 156 | 52.00 | | 42.30 | 93.1 | 31.00 | |
| 0.060 | | 128.20 | 282.0 | 94.00 | | 103.60 | 227.9 | 76.00 | | 62.70 | 137.9 | 46.00 | |
| 0.080 | | 167.70 | 368.9 | 123.00 | | 136.40 | 300.1 | 100.00 | | 81.80 | 180 | 60.00 | |
| 0.100 | 1000 | 210.00 | 462.0 | 154.00 | 15.40 | 170.50 | 375.1 | 125.00 | 12.50 | 102.30 | 225.1 | 75.00 | 7.50 |
| 0.200 | 1500 | 342.30 | 753.1 | 251.00 | | 278.20 | 612 | 204.00 | | 166.40 | 366.1 | 122.00 | |
| 0.300 | | 435.00 | 957 | 319.00 | | 353.20 | 777 | 259.00 | | 211.40 | 463.1 | 155.00 | |
| 0.400 | | 482.70 | 1061.9 | 354.00 | | 392.20 | 863.0 | 288.00 | | 245.50 | 540.1 | 180.00 | |
| 0.500 | | 525.00 | 1155.0 | 385.00 | | 426.80 | 949 | 313.00 | | 256.40 | 564.1 | 188.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - UA

ABC Exploración Geotécnica S.R.L.
Ingeniero Geotécnico
Miguel Ángel Arroyave
Miguel Ángel Arroyave
Miguel Ángel Arroyave



A&L Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

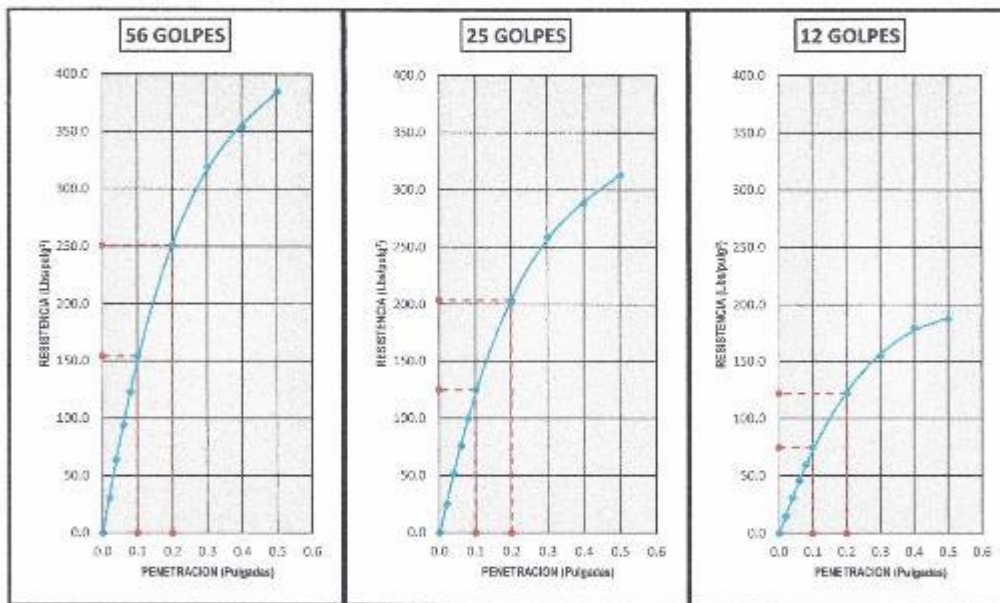
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 7/11/2022

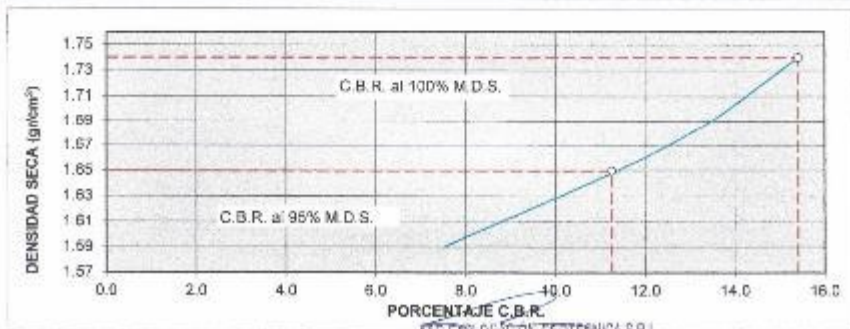
Calicata: C - 01
Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.74 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 15.40 |
| Humedad Óptima (%) | 17.00% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 11.25 |





Carga (1^ª): 154 lbs/pulg² Carga (2^ª): 251 lbs/pulg² Carga (1^ª): 225 lbs/pulg² Carga (2^ª): 304 lbs/pulg² Carga (1^ª): 75 lbs/pulg² Carga (2^ª): 122 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ASOCIACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Calle 100 No. 100-100, Bogotá, Colombia
Tel: +57 (0)212 4500000
REG. COP N° 174530

| | | | |
|---|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Pruebas Acreditado Registro N° LB - 197 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)



| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 64.1 | 64.2 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.1 | 23.5 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.99 | 76.64 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.84 | 739.28 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.5 | 23.2 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99921 | 0.99929 | | |
| Gravedad Específica (G _{20°C}) | 2.59 | 2.59 | | |
| Promedio | 2.59 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 36 de 157

Cristóbal Manuel Espinoza Acosta
INGENIERO SUPERIOR
RUC: CUI N° 374530

| | | | |
|---|--|--------------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187 |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 9/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

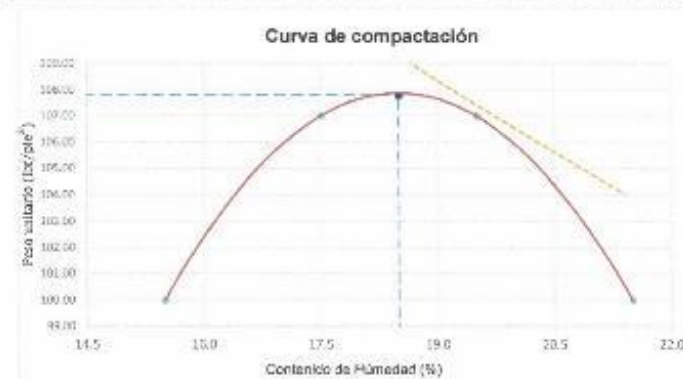
| | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------|------------------|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pisón | Manual | Calicata | C - 01 | Clasif. SUCS (*) |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 20% Bagazo | Humedad (*) |

ENSAYO DE COMPACTACION

| | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------|--|-------|--|-------|
| Número de molde | | 2 | | 2 | | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5543 | | 5691 | | 5723 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | | 3786 | | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | | 949 | | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1757 | | 1905 | | 1937 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.851 | | 2.007 | | 2.041 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | | | | | | |
|--|--|--------|--|--------|--|--------|--|--------|
| N° Tara | | 44 | | 9 | | 54 | | 7 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 646.32 | | 594.16 | | 646.35 | | 679.51 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 573.75 | | 529.41 | | 557.09 | | 576.76 |
| Masa de Tara (g) | | 102.31 | | 89.33 | | 94.26 | | 97.35 |
| Masa del Agua (g) | | 72.57 | | 74.75 | | 89.32 | | 102.75 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 471.46 | | 430.08 | | 462.87 | | 479.41 |
| Contenido de Agua (%) | | 15.40 | | 17.40 | | 19.30 | | 21.40 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.604 | | 1.730 | | 1.733 | | 1.601 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.73 | | 16.77 | | 16.78 | | 15.70 |
| Peso Unitario Seco (lbf/pie ³) | | 100.13 | | 106.75 | | 106.81 | | 99.95 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 107.50 lbf/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca | 16.89 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.722 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lbf/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 18.00 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.59 |
|------------------------------------|------|

Página 9 de 157

Observaciones : ^(*) Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM D 4753 - 05.
^(*) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través de métodos usuales.
^(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina: *[Firma]*
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. INACAL N° 17550

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 7/11/2022

Calicata: C - 01
 Muestra: Natural + 20% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
| MOLDE N° | 9 | | 7 | | 8 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,929 | 12,014 | 11,217 | 11,322 | 13,610 | 13,893 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,864 | 6,864 | 6,752 | 6,752 | 7,646 | 7,646 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5065 | 5150 | 4465 | 4570 | 5964 | 6247 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,495 | 2,495 | 2,285 | 2,285 | 3,217 | 3,217 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.03 | 2.06 | 1.95 | 2.00 | 1.85 | 1.94 |
| TARA N° | 1 | 50 | 13 | 26 | 98 | 74 |
| PESO TARA - SUELO HUMEDO (g) | 134.96 | 146.06 | 141.68 | 153.11 | 127.85 | 167.32 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 126.50 | 135.71 | 131.97 | 142.32 | 120.57 | 153.68 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.46 | 10.35 | 9.71 | 10.79 | 7.28 | 13.64 |
| PESO DE TARA (g) | 79.55 | 82.16 | 79.33 | 89.55 | 80.31 | 94.16 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.95 | 53.55 | 52.64 | 52.67 | 40.3 | 59.52 |
| HUMEDAD (%) | 18.02% | 19.33% | 18.45% | 20.49% | 18.08% | 22.92% |
| DENSIDAD SECA | 1.72 | 1.73 | 1.65 | 1.66 | 1.57 | 1.58 |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 7-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | |
| 8-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.960 | 5.960 | 5.12 | 6.350 | 6.350 | 5.46 | 6.050 | 6.050 | 5.20 |
| 9-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.350 | 7.350 | 6.32 | 7.030 | 7.030 | 6.04 | 7.100 | 7.100 | 6.10 |
| 10-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 8.360 | 8.360 | 7.19 | 7.960 | 7.960 | 6.84 | 8.040 | 8.040 | 6.91 |
| 11-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 9.260 | 9.260 | 7.96 | 9.480 | 9.480 | 8.15 | 9.810 | 9.810 | 8.44 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|-----------|--------|-----------------------|------------|-----------|---------|-------|------------|-----------------------|--------|---------|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 9 | | | | MOLDE N° 7 | | | | MOLDE N° 8 | | | |
| | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | |
| | | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | | % | Lectura | lbs | | lbs/pulg ² | % | Lectura |
| 0.020 | | 49.10 | 108 | 36.00 | | 39.50 | 86.9 | 29.00 | | 23.20 | 51 | 17.00 | |
| 0.040 | | 102.30 | 225.1 | 75.00 | | 83.20 | 183 | 61.00 | | 49.10 | 108 | 36.00 | |
| 0.060 | | 148.60 | 326.9 | 109.00 | | 121.40 | 267.1 | 89.00 | | 72.30 | 159.1 | 53.00 | |
| 0.080 | | 195.00 | 429.0 | 143.00 | | 159.50 | 350.9 | 117.00 | | 95.50 | 210.1 | 70.00 | |
| 0.100 | 1000 | 244.10 | 537.0 | 179.00 | 17.90 | 199.10 | 438 | 145.00 | 14.60 | 118.60 | 260.9 | 87.00 | 8.70 |
| 0.200 | 1500 | 398.20 | 876.0 | 292.00 | | 324.50 | 713.9 | 238.00 | | 193.60 | 425.9 | 142.00 | |
| 0.300 | | 505.90 | 1113 | 371.00 | | 411.80 | 906 | 302.00 | | 245.50 | 540.1 | 180.00 | |
| 0.400 | | 561.80 | 1236 | 412.00 | | 458.20 | 1005 | 336.00 | | 285.00 | 627 | 209.00 | |
| 0.500 | | 610.90 | 1344.0 | 448.00 | | 497.70 | 1094.9 | 365.00 | | 297.30 | 654.1 | 218.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA


 Cristian Kuper Arruñaga Brogan
 Inge. Mecánica de Suelos
 REG. C.O. de 14628



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE 2022

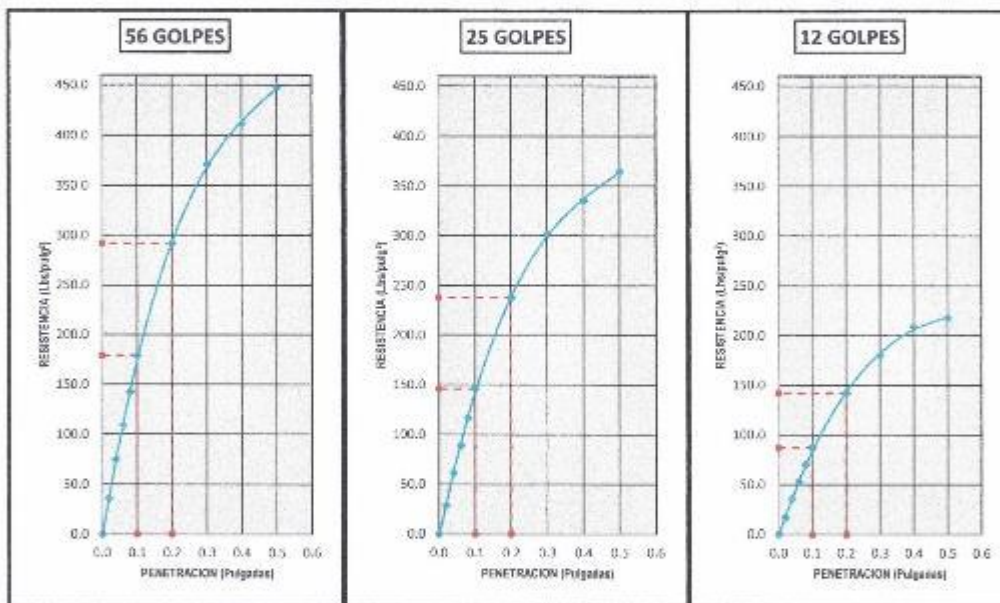
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/11/2022

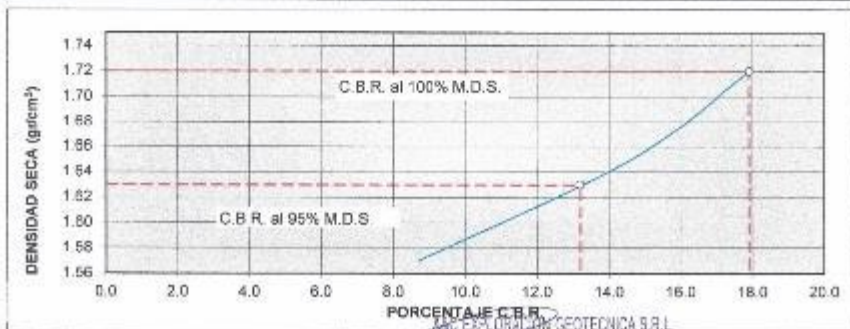
Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.72 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 17.90 |
| Humedad Óptima (%) | 18.02% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 13.20 |





Carga (1^o): 138lb/pulg2 Carga (2^o): 252lb/pulg2 Carga (3^o): 440lb/pulg2 Carga (4^o): 638lb/pulg2 Carga (5^o): 870lb/pulg2 Carga (6^o): 1420lb/pulg2



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina Pineda Arriaga
Ingeniera Geotécnica
RUC - CIE - 00174800

Anexo 7. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC% + YUTE%

| | | | |
|---|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LB - 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de ensayo : 3/11/2022



Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 64.6 | 63.5 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.4 | 23.7 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.85 | 76.23 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.98 | 739.22 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.1 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99931 | | |
| Gravedad Específica (G ₂₀ °C) | 2.61 | 2.61 | | |
| Promedio | 2.61 | | | |

Observaciones : _____


Cristian Antonio Arzuaga
 INGENIERO SUPERVISOR
 RGS - CIR N° 124530

| | | | |
|---|--|--|-------------------|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º E - 187 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SJE - 2022
 Fecha de Ensayo : 3/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pésón | Manual | Calicata | C. 01 | Clasific. 90/65 (*) | --- |
|------------------------------|-----------------------|---------------|--------|----------|--------------------------------|---------------------|--------|
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 5% Bagazo + 0.75% Y. | Humedad (*) | --- |
| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | | | |
| Número de molde | | 2 | | 2 | | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 561.3 | | 575.8 | | 577.8 | 570.3 |
| Masa del Molde | (g) | 378.6 | | 378.6 | | 378.6 | 378.6 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | | 949 | | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 182.7 | | 197.2 | | 199.2 | 191.7 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.925 | | 2.078 | | 2.099 | 2.020 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| N° Tara | | 33 | | 10 | | 8 | 5 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 646.35 | | 715.33 | | 649.30 | 801.31 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 579.46 | | 628.04 | | 566.35 | 683.46 |
| Masa de Tara | (g) | 94.16 | | 79.66 | | 94.33 | 84.28 |
| Masa del Agua | (g) | 66.89 | | 86.69 | | 82.95 | 117.85 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 483.3 | | 548.98 | | 472.02 | 599.18 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.80 | | 15.80 | | 17.60 | 19.70 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.692 | | 1.794 | | 1.785 | 1.688 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.59 | | 17.59 | | 17.51 | 16.55 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 105.63 | | 112.00 | | 111.43 | 105.38 |



| | |
|--|--|
| Peso unitario seco máximo | 112.50 lb/ft ³ 17.67 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.802 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.50 % |
| Ó. C. H. modificado (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 < 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8 " < 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4 " < 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

Gravedad Específica (*) : 2.61

Página 10 de 157

Observaciones

1) * Reemplazar el Ensayo de Compactación de Peso Unitario y Contenido de Humedad (NTP 339.141:1999 Rev. 2019) a través del método seco.
 (*) Los moldeos listados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian M. M. S. S. S.
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. 30-44837



ABC Federación Geotécnica y Mecánica de Suelos S.C.L.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 7/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-----------|-----------------------|-----------|------------|-----------|-----------------------|-----------|------------|-----------|-----------------------|------|
| MOLDE N° | 6 | | | 1 | | | 7 | | | | | | |
| CAPAS N° | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | | 25 | | | 12 | | | | | | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,961 | 12,044 | 12,112 | 12,220 | 11,146 | 11,356 | | | | | | | |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,972 | 6,972 | 7,451 | 7,451 | 6,752 | 6,752 | | | | | | | |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,989 | 5,072 | 4,661 | 4,769 | 4,394 | 4,604 | | | | | | | |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,379 | 2,379 | 2,304 | 2,304 | 2,285 | 2,285 | | | | | | | |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.10 | 2.13 | 2.07 | 2.07 | 1.92 | 2.01 | | | | | | | |
| TARA N° | 22 | 41 | 16 | 35 | 106 | 89 | | | | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 139.38 | 160.57 | 147.83 | 141.33 | 116.61 | 150.44 | | | | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.63 | 151.03 | 138.92 | 131.33 | 109.94 | 137.70 | | | | | | | |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.75 | 9.54 | 8.91 | 10 | 6.67 | 12.74 | | | | | | | |
| PESO DE TARA (g) | 84.66 | 97.46 | 86.26 | 78.64 | 69.66 | 78.16 | | | | | | | |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.97 | 53.57 | 52.66 | 52.69 | 40.3 | 59.54 | | | | | | | |
| HUMEDAD (%) | 16.50% | 17.81% | 16.92% | 18.98% | 16.56% | 21.40% | | | | | | | |
| DENSIDAD SECA | 1.80 | 1.81 | 1.73 | 1.74 | 1.65 | 1.66 | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % | | |
| 7-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | | | |
| 8-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 6.900 | 6.900 | 5.93 | 7.080 | 7.080 | 6.04 | 7.100 | 7.100 | 6.10 | | |
| 9-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 7.930 | 7.930 | 6.82 | 7.450 | 7.450 | 6.41 | 8.260 | 8.260 | 7.10 | | |
| 10-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 8.350 | 8.350 | 7.18 | 8.120 | 8.120 | 6.98 | 9.060 | 9.060 | 7.70 | | |
| 11-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 9.510 | 9.510 | 8.18 | 9.810 | 9.810 | 8.44 | 10.050 | 10.050 | 8.94 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE N° 7 | | | |
| | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 32.70 | 71.9 | 24.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | | 16.40 | 36.1 | 12.00 | |
| 0.040 | | 68.20 | 150.0 | 50.00 | | 55.90 | 123 | 41.00 | | 34.10 | 75 | 25.00 | |
| 0.060 | | 99.50 | 218.9 | 73.00 | | 81.80 | 180 | 60.00 | | 49.10 | 108 | 36.00 | |
| 0.080 | | 130.90 | 288.0 | 96.00 | | 106.40 | 234.1 | 78.00 | | 64.10 | 141 | 47.00 | |
| 0.100 | 1000 | 163.60 | 359.9 | 120.00 | 12.00 | 133.60 | 293.9 | 98.00 | 9.80 | 80.50 | 177.1 | 59.00 | 5.90 |
| 0.200 | 1500 | 267.30 | 588.1 | 196.00 | | 218.20 | 480 | 160.00 | | 130.90 | 288 | 96.00 | |
| 0.300 | | 338.20 | 744 | 248.00 | | 276.80 | 609 | 203.00 | | 166.40 | 366.1 | 122.00 | |
| 0.400 | | 376.40 | 828.1 | 276.00 | | 306.80 | 675 | 245.00 | | 193.60 | 425.9 | 142.00 | |
| 0.500 | | 409.10 | 900.0 | 300.00 | | 334.10 | 735 | 285.00 | | 201.80 | 444 | 148.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Carolina Espino Arzuaga Becerra
INGENIERO SUPERVISOR
INACAL - DA



A&C Exploraciones Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

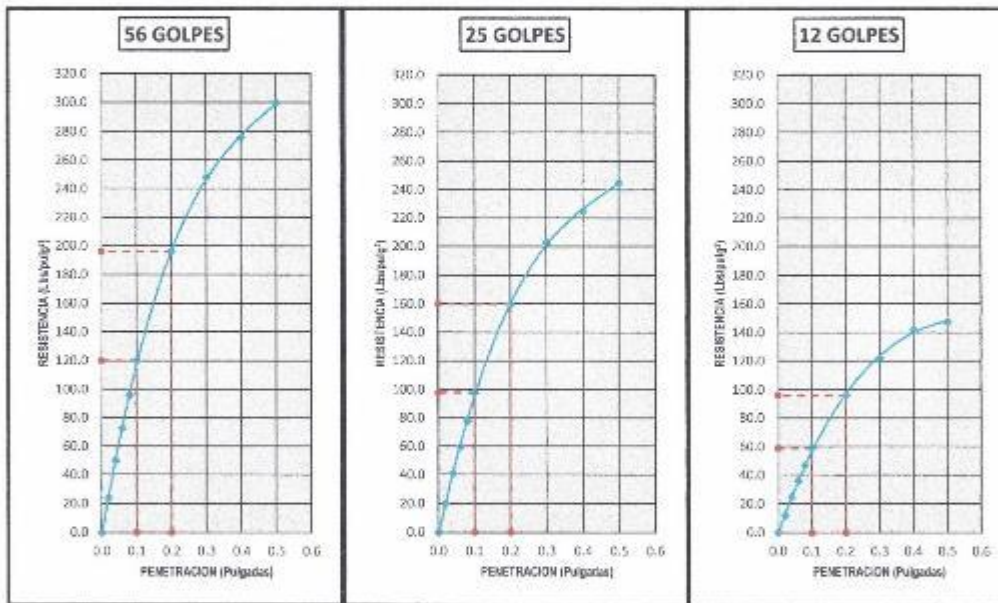
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/11/2022

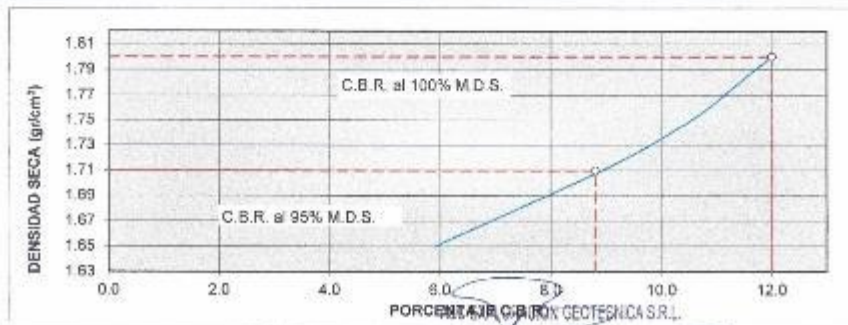
Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.80 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.00 |
| Humedad Óptima (%) | 16.50% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 8.80 |





Carga (1^ª): 120lb/pulg² Carga (2^ª): 196lb/pulg² Carga (3^ª): 58lb/pulg² Carga (4^ª): 160lb/pulg² Carga (5^ª): 58lb/pulg² Carga (6^ª): 38lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristóbal Miguel Arraño
INGENIERO EN GEOTECNIA
REG. CIP. N° 174539

Página 25 de 157

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE-167 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 4/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute



Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 01 | C - 01 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 63.9 | 64.1 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.8 | 23.5 | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.51 | 75.68 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.85 | 738.36 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.5 | 23.2 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99921 | 0.99929 | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.56 | 2.56 | |
| Promedio | 2.56 | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

 Cristhina M. José Arroyave-Brown
 INGENIERA SUPERVISOR
 REG. CIP. N.º 474330

| | | | |
|---|--|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º 187 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

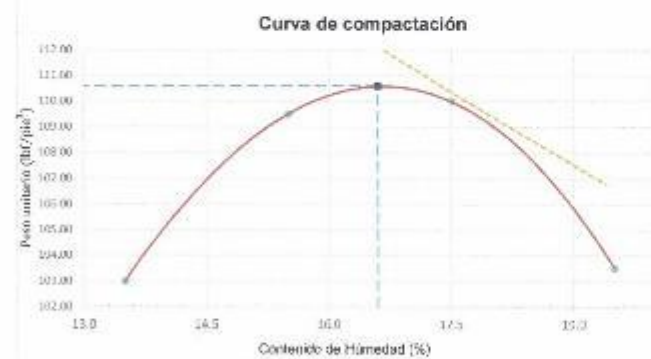
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 4/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|--------------------------------|------------------|---|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C. 01 | Clasif. SUCS (*) | - |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 10% Bagazo + 1% Yute | Humedad (*) | - |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5556 | 5706 | 5746 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1770 | 1920 | 1960 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.865 | 2.023 | 2.065 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 41 | 16 | 23 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 746.32 | 846.31 | 794.61 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 570.98 | 746.03 | 690.64 |
| Masa de Tara | (g) | 106.35 | 89.66 | 90.54 |
| Masa del Agua | (g) | 75.34 | 100.78 | 103.97 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 584.63 | 656.37 | 600.1 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.30 | 15.30 | 17.30 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.646 | 1.755 | 1.760 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.14 | 17.21 | 17.26 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 102.75 | 109.56 | 109.87 |



| | |
|--|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 119.50 lb/ft ³ |
| | 17.36 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.770 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ¹⁾ (%) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ²⁾ (%) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado ³⁾ (%) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 5/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|---------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ⁴⁾ (%) | 2.56 |
|---------------------------------------|------|

Página 11 de 157

Observaciones : ¹⁾ Revisar el Ensayo en Conversión de Peso Unitario y Contenido de humedad (NTPM - 0 - 713 - 10).
²⁾ Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.
³⁾ Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arriaza
 INGENIERO SUPERIOR
 REG. CO. Nº 17023



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S. de RL.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 4 | | 7 | | 6 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 32 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,294 | 12,375 | 11,274 | 11,381 | 11,445 | 11,661 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,568 | 7,568 | 6,752 | 6,752 | 6,972 | 6,972 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,726 | 4,807 | 4,522 | 4,629 | 4,473 | 4,689 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,302 | 2,302 | 2,285 | 2,285 | 2,379 | 2,379 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.05 | 2.09 | 1.98 | 2.03 | 1.88 | 1.97 |
| TARA N° | 15 | 8 | 46 | 35 | 50 | 87 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 135.65 | 142.17 | 146.77 | 119.08 | 121.10 | 152.17 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 128.13 | 132.90 | 138.12 | 109.35 | 114.63 | 139.73 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.52 | 9.27 | 8.65 | 9.73 | 6.47 | 12.44 |
| PESO DE TARA (g) | 81.16 | 79.33 | 85.46 | 56.66 | 74.35 | 80.19 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.97 | 53.57 | 52.66 | 52.69 | 40.3 | 59.54 |
| HUMEDAD (%) | 16.01% | 17.30% | 16.43% | 18.47% | 16.06% | 20.89% |
| DENSIDAD SECA | 1.77 | 1.78 | 1.70 | 1.71 | 1.62 | 1.63 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 8-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | |
| 9-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 5.430 | 5.430 | 4.67 | 5.900 | 5.900 | 5.07 | 6.000 | 6.000 | 5.16 |
| 10-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 6.100 | 6.100 | 5.25 | 6.300 | 6.300 | 5.42 | 6.300 | 6.500 | 5.59 |
| 11-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 7.250 | 7.250 | 6.23 | 7.350 | 7.350 | 6.32 | 7.430 | 7.430 | 6.39 |
| 12-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 7.860 | 7.860 | 6.76 | 7.900 | 7.900 | 6.79 | 8.090 | 8.090 | 6.96 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 7 | | | | MOLDE N° 6 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 36.80 | 81 | 27.00 | | 30.00 | 66 | 22.00 | | 17.70 | 38.9 | 13.00 | |
| 0.040 | | 77.70 | 170.9 | 57.00 | | 62.70 | 137.9 | 46.00 | | 38.20 | 84 | 28.00 | |
| 0.060 | | 113.20 | 249.0 | 83.00 | | 92.70 | 203.9 | 68.00 | | 54.50 | 119.9 | 40.00 | |
| 0.080 | | 148.60 | 326.9 | 109.00 | | 121.40 | 267.1 | 89.00 | | 72.30 | 159.1 | 53.00 | |
| 0.100 | 1000 | 185.30 | 408.1 | 136.00 | 13.60 | 151.40 | 333.1 | 111.00 | 11.10 | 90.00 | 198 | 66.00 | 6.60 |
| 0.200 | 1500 | 302.70 | 665.9 | 222.00 | | 246.80 | 543 | 181.00 | | 147.30 | 324.1 | 108.00 | |
| 0.300 | | 384.50 | 845.9 | 282.00 | | 313.60 | 689.9 | 230.00 | | 186.80 | 411 | 137.00 | |
| 0.400 | | 426.80 | 939 | 313.00 | | 347.70 | 769.9 | 250.00 | | 215.50 | 474.1 | 158.00 | |
| 0.500 | | 463.60 | 1019.9 | 340.00 | | 379.10 | 834 | 278.00 | | 225.00 | 495 | 165.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Arzate
INGENIERO SUPERIOR
REG. INACAL 144250

Página 26 de 257



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2021

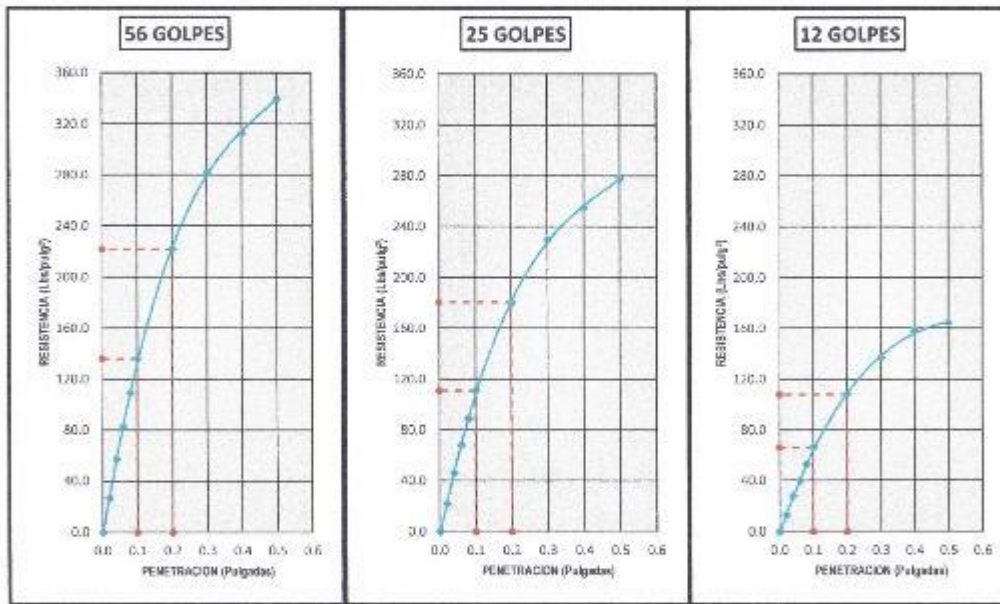
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

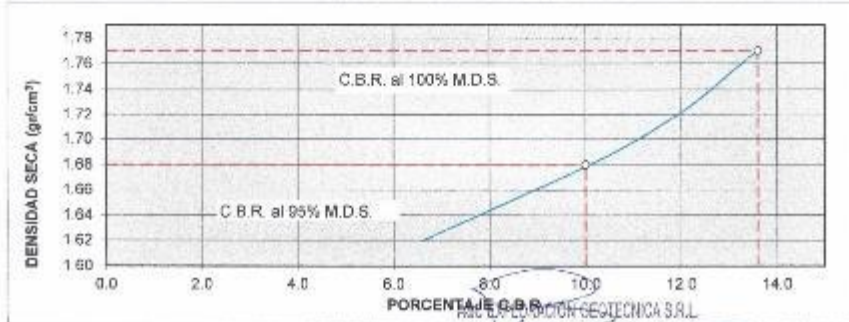
Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.77 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 13.60 |
| Humedad Óptima (%) | 16.01% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 10.00 |





Carga (1°): 128lb/pulg² Carga (2°): 222lb/pulg² Carga (1°): 111lb/pulg² Carga (2°): 181lb/pulg² Carga (1°): 66lb/pulg² Carga (2°): 108lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina Mendiola
 INGENIERA SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174539

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE-187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de ensayo : 4/11/2022



Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.5 | 63.1 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.2 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.11 | 75.98 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.52 | 738.41 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.6 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99919 | | |
| Gravedad Específica (G ₂₀ °C) | 2.55 | 2.55 | | |
| Promedio | 2.55 | | | |

Observaciones :


 ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian David Llanos Briones
 Ingeiero Superior
 REG. SUP. N° 10534

| | | | |
|---|--|--------------------|---|
|  <p>ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado</p> |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

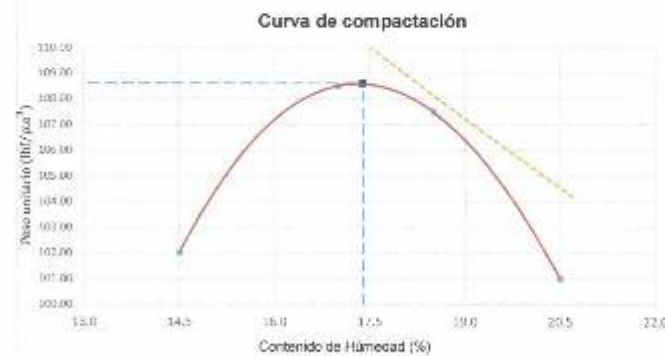
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : ABC - 043 - SJE - 2022
 Fecha de Ensayo : 4/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³)
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|--------------------------------|--------------------|----|
| Preparación de la muestra | Humedo | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C. 01 | Clasific. SACS (*) | -- |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 15% Bagazo + 1.25% Y | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|---|--|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5563 | 5710 | 5726 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 2777 | 3924 | 3940 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 2.872 | 2.027 | 2.044 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 26 | 6 | 31 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 648.37 | 746.66 | 802.34 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 578.34 | 552.23 | 589.65 |
| Masa de Tara (g) | | 100.64 | 94.46 | 85.35 |
| Masa del Agua (g) | | 70.03 | 94.43 | 112.69 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 477.7 | 557.77 | 603.3 |
| Contenido de Agua (%) | | 14.70 | 16.90 | 18.70 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.632 | 1.734 | 1.722 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.01 | 17.01 | 16.89 |
| Peso Unitario Seco (lb/pie ³) | | 101.88 | 108.25 | 107.50 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 108.50 lb/pc ³ |
| | 17.04 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.74 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ² (*) | -- lb/pc ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ² (*) | -- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.50 % |
| Ó. C. H. modificado ² (*) | -- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| Método C | | |
|------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ³ (*) | 2.55 |
|--------------------------------------|------|

Página 12 de 157

Observaciones : ¹ Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (Método - D-1714 - 131)
² Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.
³ Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Armijo López Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. COPPE 174650



ARC Exploración Geométrica y Mecánica de Suelos, S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ARC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 9 | | 4 | | 7 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,966 | 12,051 | 12,101 | 12,207 | 11,025 | 11,226 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,864 | 6,884 | 7,568 | 7,568 | 6,752 | 6,752 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5102 | 5187 | 4533 | 4639 | 4273 | 4474 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,495 | 2,495 | 2,302 | 2,302 | 2,285 | 2,285 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.04 | 2.08 | 1.97 | 2.02 | 1.87 | 1.96 |
| TARA N° | 46 | 85 | 13 | 25 | 97 | 64 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 139.35 | 142.00 | 142.26 | 142.87 | 141.71 | 159.39 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.13 | 131.92 | 132.82 | 132.35 | 134.63 | 146.06 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.22 | 10.08 | 9.44 | 10.52 | 7.08 | 13.33 |
| PESO DE TARA (g) | 84.15 | 78.35 | 80.16 | 79.66 | 94.35 | 86.52 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.97 | 53.57 | 52.66 | 52.69 | 40.3 | 59.54 |
| HUMEDAD (%) | 17.50% | 18.82% | 17.93% | 19.97% | 17.58% | 22.39% |
| DENSIDAD SECA | 1.74 | 1.75 | 1.67 | 1.68 | 1.59 | 1.60 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 8 Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 9-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.510 | 5.510 | 4.74 | 5.700 | 5.700 | 4.50 | 5.970 | 5.970 | 5.13 |
| 10-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 6.630 | 6.630 | 5.70 | 6.710 | 6.710 | 5.77 | 6.950 | 6.950 | 5.98 |
| 11-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 6.930 | 6.930 | 5.96 | 7.070 | 7.070 | 6.08 | 7.210 | 7.210 | 6.20 |
| 12-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.200 | 7.200 | 6.19 | 7.350 | 7.350 | 6.32 | 7.480 | 7.480 | 6.43 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 9 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 7 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 46.40 | 102.1 | 34.00 | | 38.20 | 84 | 28.00 | | 23.20 | 51 | 17.00 | |
| 0.040 | | 88.20 | 216.0 | 72.00 | | 79.10 | 174 | 58.00 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | |
| 0.060 | | 143.20 | 315.0 | 105.00 | | 115.90 | 255 | 85.00 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | |
| 0.080 | | 188.20 | 414.0 | 138.00 | | 152.70 | 335.9 | 112.00 | | 91.40 | 201.1 | 67.00 | |
| 0.100 | 1000 | 234.50 | 515.9 | 172.00 | 17.20 | 190.90 | 420 | 140.00 | 14.00 | 114.50 | 251.9 | 84.00 | 8.40 |
| 0.200 | 1500 | 381.80 | 840.0 | 280.00 | | 310.90 | 684 | 228.00 | | 186.80 | 411 | 137.00 | |
| 0.300 | | 485.50 | 1068.1 | 356.00 | | 395.50 | 870.1 | 290.00 | | 237.30 | 522.1 | 174.00 | |
| 0.400 | | 540.00 | 1189 | 396.00 | | 439.00 | 970.8 | 327.00 | | 275.50 | 606.1 | 202.00 | |
| 0.500 | | 586.40 | 1290.1 | 430.00 | | 477.30 | 1060.1 | 350.00 | | 286.40 | 630.1 | 210.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - OI

Cristian David Arriagada Brown
INGENIERO SUPERVISOR
REG. CIP 141.155.11

Página 28 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

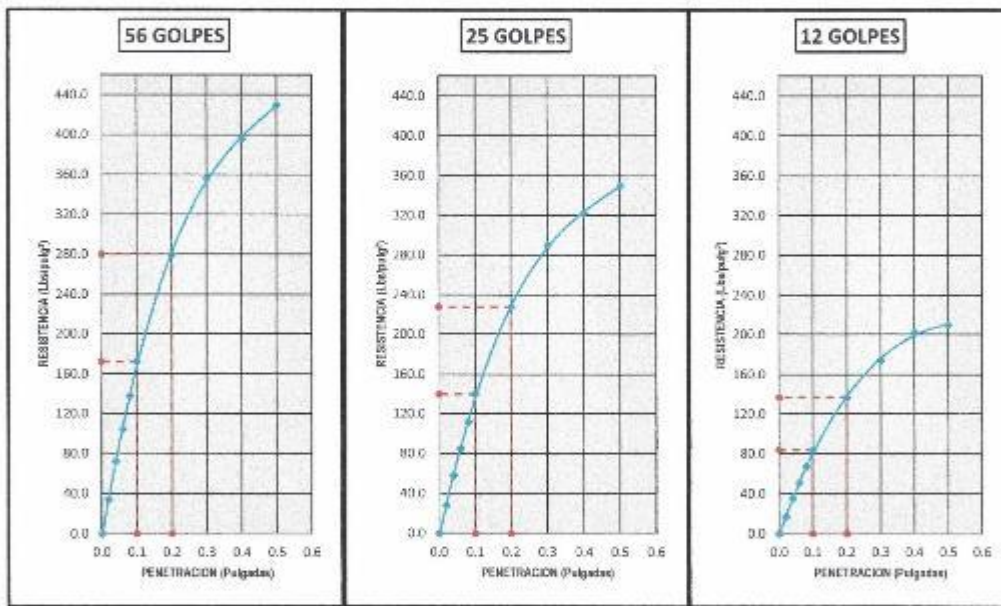
Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

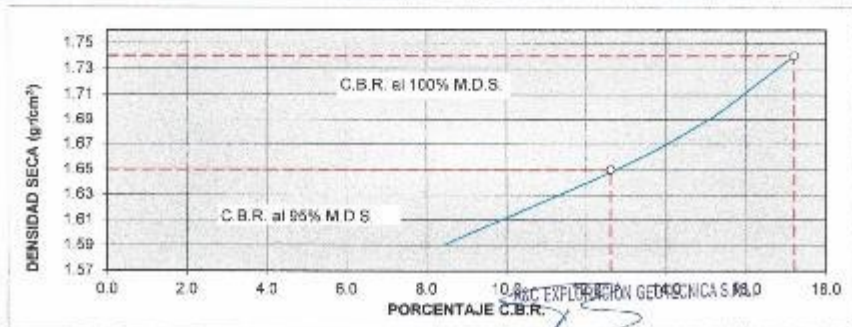
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.74 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 17.20 |
| Humedad Óptima (%) | 17.50% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 12.60 |





Carga (1°): 172 lbs/pulg² Carga (2°): 280 lbs/pulg² Carga (3°): 340 lbs/pulg² Carga (4°): 778 lbs/pulg² Carga (5°): 89 lbs/pulg² Carga (6°): 137 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Cristhian Miguel Arronizaga Rojas
INGENIERO EN GEOTECNIA
REG. CIP 341 144620

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LC-187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 4/11/2022



Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| Calicata | C - 01 | C - 01 | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 67.6 | 63.2 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.8 | 23.4 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 77.16 | 76.65 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 739.25 | 738.91 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.5 | 23.1 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99921 | 0.99931 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.56 | 2.56 | | |
| Promedio | 2.56 | | | |

Observaciones : _____


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel
 Ingeiero Supervisor
 REG. CIP. N° 174230

| | | | |
|---|--|--------------------|--|
|  <p>ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 157</p> |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

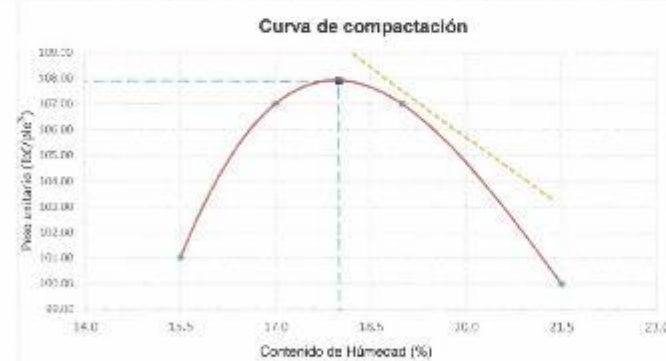
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : ABC - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 4/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²)
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|--|--------------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pisón | Manual | Calicata | C - 01 | Clasific. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 20% Bagazo + 1.50% Humedad (*) | Humedad (*) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5553 | 5690 | 5720 | 5630 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1767 | 1904 | 1934 | 1844 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.862 | 2.006 | 2.038 | 1.943 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 10 | 2 | 8 | 9 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 745.32 | 626.64 | 689.26 | 674.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 658.98 | 547.66 | 593.86 | 571.35 |
| Masa de Tara (g) | | 94.16 | 89.33 | 96.16 | 90.74 |
| Masa del Agua (g) | | 86.34 | 78.98 | 95.4 | 102.81 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 564.82 | 458.33 | 497.7 | 480.61 |
| Contenido de Agua (%) | | 15.30 | 17.20 | 19.20 | 21.40 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.615 | 1.712 | 1.710 | 1.600 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.84 | 16.79 | 16.77 | 15.69 |
| Peso Unitario Seco (lbf/pie ³) | | 100.82 | 106.88 | 106.75 | 99.88 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 107.50 lbf/pie ³ |
| | 16.89 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.72 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ² (*) | -- lbf/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ² (*) | -- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 18.00 % |
| G. C. H. modificado ² (*) | -- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 < 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/8 " < 20 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| Método C | | |
|-------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/4 " < 30 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ² (*) | 2.56 |
|--------------------------------------|------|

Página 13 de 157

Observaciones

1. Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D-4718 - L21)

2. Si es necesario por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método suc.

(*) Los valores indicados en los datos se midieron por el INACAL - UN.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina Miguel Armas
 Ingeniera Geotécnica
 N° de C.P. 12440



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.B.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE Nº | 8 | | 10 | | 5 | |
| CAPAS Nº | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 14,177 | 14,289 | 12,786 | 12,909 | 11,904 | 12,106 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,646 | 7,646 | 7,541 | 7,541 | 7,636 | 7,636 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 6,531 | 6,643 | 5,245 | 5,368 | 4,268 | 4,470 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 3,217 | 3,217 | 2,684 | 2,684 | 2,302 | 2,302 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.03 | 2.06 | 1.95 | 2.00 | 1.85 | 1.94 |
| TARA Nº | 1 | 20 | 13 | 25 | 17 | 8 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 135.09 | 149.40 | 138.71 | 133.14 | 128.04 | 144.36 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 126.62 | 139.04 | 128.99 | 122.34 | 120.75 | 130.71 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.47 | 10.36 | 9.72 | 10.8 | 7.29 | 13.65 |
| PESO DE TARA (g) | 79.64 | 85.46 | 76.32 | 69.64 | 80.46 | 71.16 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.98 | 53.58 | 52.67 | 52.7 | 40.3 | 59.55 |
| HUMEDAD (%) | 18.03% | 19.34% | 18.45% | 20.49% | 18.09% | 22.92% |
| DENSIDAD SECA | 1.73 | 1.73 | 1.65 | 1.66 | 1.57 | 1.58 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 8 Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 9-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 6.990 | 6.990 | 5.96 | 6.990 | 6.990 | 6.01 | 7.100 | 7.100 | 6.10 |
| 10-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.060 | 7.060 | 6.07 | 7.130 | 7.130 | 6.13 | 7.300 | 7.300 | 6.28 |
| 11-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 7.110 | 7.110 | 6.11 | 7.350 | 7.350 | 6.32 | 7.490 | 7.490 | 6.44 |
| 12-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.410 | 7.410 | 6.37 | 7.750 | 7.750 | 6.66 | 7.950 | 7.950 | 6.84 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 5 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|-------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|---|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | | 28.60 | 62.9 | 23.00 | |
| 0.040 | | 121.40 | 267.1 | 83.00 | | 99.50 | 218.9 | 73.00 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | |
| 0.060 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | | 144.50 | 317.9 | 106.00 | | 85.90 | 189 | 63.00 | |
| 0.080 | | 233.20 | 513.0 | 171.00 | | 189.50 | 416.9 | 139.00 | | 113.20 | 249 | 83.00 | |
| 0.100 | 1000 | 291.80 | 642.0 | 214.00 | 21.40 | 237.30 | 522.1 | 174.00 | 17.40 | 141.80 | 312 | 104.00 | |
| 0.200 | 1500 | 475.90 | 1047.0 | 349.00 | | 387.30 | 857.1 | 284.00 | | 231.80 | 510 | 170.00 | |
| 0.300 | | 604.10 | 1329 | 443.00 | | 490.90 | 1080 | 360.00 | | 293.20 | 645 | 215.00 | |
| 0.400 | | 670.90 | 1476 | 492.00 | | 545.50 | 1200 | 400.00 | | 340.90 | 750 | 250.00 | |
| 0.500 | | 729.50 | 1604.9 | 535.00 | | 593.20 | 1305 | 435.00 | | 354.50 | 779.9 | 260.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Miguel Ángel Arruñada Brown
INGENIERO EN GEOTECNIA S.B.L.
REG. C.R. Nº 174532

Página 30 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

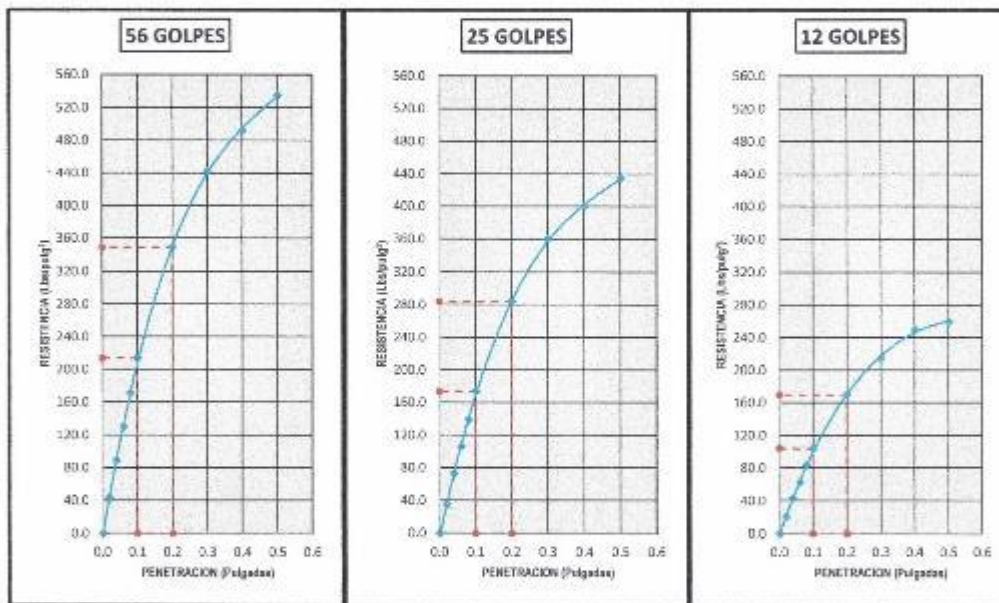
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

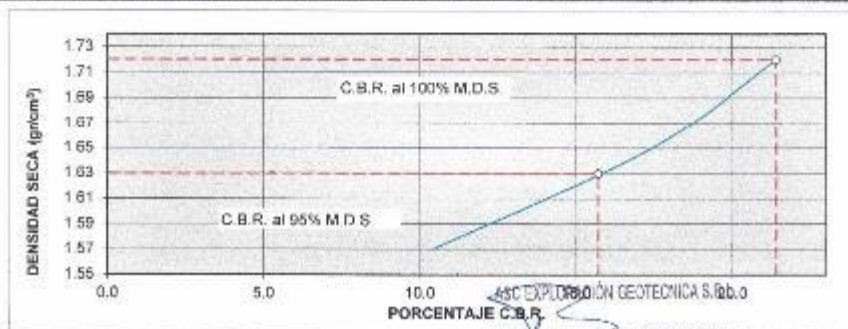
Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.72 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 21.40 |
| Humedad Óptima (%) | 18.03% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 15.70 |





Carga (1"): 214 lb/pulg² Carga (2"): 349 lb/pulg² Carga (1"): 174 lb/pulg² Carga (2"): 284 lb/pulg² Carga (1"): 109 lb/pulg² Carga (2"): 170 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C Exploración Geotécnica S.R.L.
Cristian Miguel Arrunategui Basso
INGENIERO SUPERVISOR
REG. CIP. N° 179530

Anexo 8. Propiedades Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 2

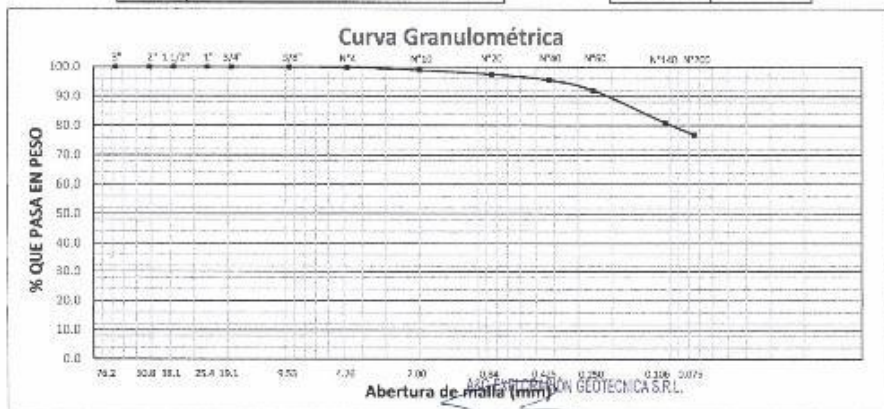
| | | | |
|--|--|---|-------------------|
|  NRC Geotecnia y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128 1999 Rev. 01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 167 | |
| Código : LAB - G - 002 | Fecha : 29 - 04 - 2022 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |
| INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112 | | | |

D. de Trabajo : A&C 043 SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|--|
| NTP 339 - 128 : 1999 (Rev. 2019) | | | | | | |
| ABERTURA DE MALLA | | MASA RETENIDA (g.) | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
| (Pulg.) | (mm) | | | | | |
| 3" | 76.200 | --- | --- | --- | 100.0 | Muestra inicial (g.) : 320.34 |
| 2" | 50.800 | --- | --- | --- | 100.0 | Fracción fina (g.) : --- |
| CARACTERÍSTICAS | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | --- | --- | --- | 100.0 | % Bolones (75 - 300 mm) : --- |
| 1" | 25.400 | --- | --- | --- | 100.0 | % Gravas (4.75 - 75 mm) : 0.2 |
| 3/4" | 19.050 | --- | --- | --- | 100.0 | % Arenas (0.075 - 4.75 mm) : 22.9 |
| 3/8" | 9.525 | --- | --- | --- | 100.0 | % Arena gruesa (4.75 - 2.00 mm) : 0.9 |
| N° 4 | 4.760 | 0.54 | 0.2 | 0.2 | 99.8 | % Arena media (2.00 - 0.42 mm) : 3.4 |
| N° 10 | 2.000 | 2.95 | 0.9 | 1.1 | 98.9 | % Arena fina (2.00 - 0.42 mm) : 18.5 |
| N° 20 | 0.840 | 4.65 | 1.5 | 2.5 | 97.5 | % Limos y arcillas (<0.075 mm) : 77.0 |
| N° 40 | 0.425 | 6.24 | 1.9 | 4.5 | 95.5 | Diámetro efectivo D60 (mm) : --- |
| N° 60 | 0.250 | 11.14 | 3.5 | 8.0 | 92.0 | Diámetro efectivo D30 (mm) : --- |
| N° 140 | 0.106 | 35.53 | 11.1 | 19.1 | 80.9 | Diámetro efectivo D10 (mm) : --- |
| N° 200 | 0.075 | 12.69 | 4.0 | 23.0 | 77.0 | Coefficiente de uniformidad (Cu) : --- |
| < N° 200 | FDNDQ | 246.60 | 77.0 | 100.0 | 0.0 | Coefficiente de curvatura (Cc) : --- |

| | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Límite Líquido (%) | 35.0 |
| Límite Plástico (%) | 16.0 |
| Índice de Plasticidad (%) | 19.0 |
| SUCS(*) | Arilla de baja plasticidad con arena |

| | |
|-------------|-----------------|
| Muestra | C - 02 / M - 01 |
| SUCS(*) | CL |
| AASHTO(*) | A-6 [12] |
| Profundidad | 0 |



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA


 Cristian Arraondo Brown
 INGENIERO EN GEOTECNIA S.R.L.
 REG. CIP. N° 17469

Página 42 de 157

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

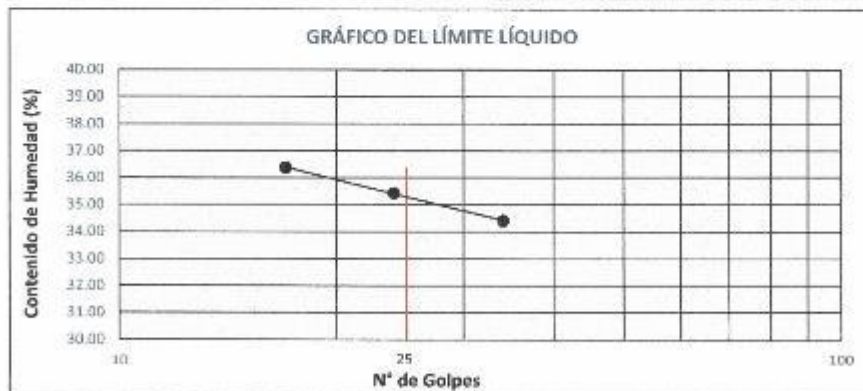
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|--|--------|
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA | Método de preparación húmeda | EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO | Manual |
| | Tamizado por lavado en el tamiz N°40 | EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO | Manual |
| | Preparación con agua destilada | PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40 | 4% |

| DATOS DEL ENSAYO | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 10 | 9 | 6 | 8 | 1 |
| N° de Tara | 10 | 9 | 6 | 8 | 1 |
| N° de Golpes | 17 | 24 | 34 | --- | --- |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | 26.04 | 27.13 | 25.62 | 19.95 | 18.65 |
| Tara + Suelo seco (g.) | 22.81 | 23.86 | 22.60 | 19.12 | 17.91 |
| Masa del Agua (g.) | 3.23 | 3.27 | 3.02 | 0.83 | 0.74 |
| Masa de la Tara (g.) | 13.93 | 14.63 | 13.82 | 13.92 | 13.25 |
| Masa del Suelo Seco (g.) | 8.88 | 9.23 | 8.78 | 5.20 | 4.68 |
| Porcentaje de Humedad (%) | 36.37 | 35.43 | 34.40 | 15.96 | 15.81 |



| LÍMITES DE CONSISTENCIA | |
|-------------------------|------|
| Límite Líquido | 35.0 |
| Límite Plástico | 16.0 |
| Índice de Plasticidad | 19.0 |



| | |
|-------------------------|-----------------|
| CALICATA | C - 02 / M - 01 |
| Profundidad | m |
| Clasificación SUCS(*) | CL |
| Clasificación AASHTO(*) | A-6 (12) |

(*) Los métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 41 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.


 Cristian Mijangos Aguirre
 INGENIERO SUBSUELOS
 RUC - CUS N° 174570

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 9/11/2022

Muestra: Terreno Natural

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)



| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 62.8 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.1 | 23.6 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 78.32 | 75.66 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 739.02 | 737.46 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.4 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99924 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.49 | 2.49 | | |
| Promedio | 2.49 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 70 de 157

Cristian Miguel Arranategui Brown
Ingeniero SUPERVISOR

| | | | |
|---|--|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° 15 - 187 | |
| Código : L - G - D15 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

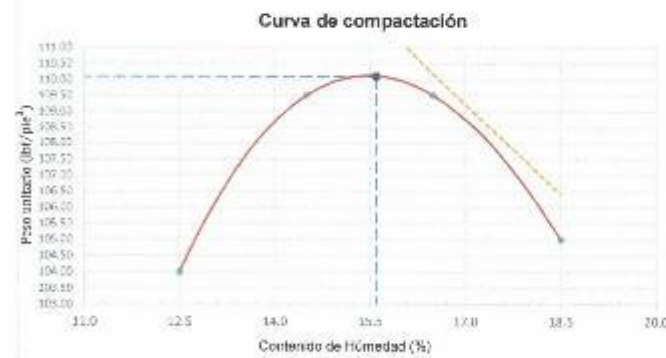
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 9/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|----------|-----------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plisón | Manual | Calicata | C. 02 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | TERRENO NATURAL | Humedad (*) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5565 | 5689 | 5723 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1779 | 1903 | 1937 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.875 | 2.005 | 2.041 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 11 | 21 | 22 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 675.95 | 547.69 | 480.15 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 615.98 | 485.24 | 420.26 |
| Masa de Tara (g) | | 135.49 | 55.77 | 55.80 |
| Masa del Agua (g) | | 59.97 | 62.45 | 59.89 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 480.49 | 429.47 | 364.46 |
| Contenido de Agua (%) | | 12.50 | 14.50 | 16.40 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.667 | 1.751 | 1.753 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.35 | 17.17 | 17.19 |
| Peso Unitario Seco (lbf/pie ³) | | 104.07 | 109.31 | 109.44 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.00 lbf/pie ³ |
| | 17.28 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.762 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^② (*) | --- lbf/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^② (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 15.50 % |
| Ó. C. H. modificado ^② (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 205 | 7% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |


| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^① (*) | 2.48 |
|--------------------------------------|------|

Página 43 de 157

Observaciones : ^① Referir al Anexo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (AS/NZ - 2 4701 - 11).
^② Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través de método seco.
 (*) Los métodos ensayados no han sido acreditados por el INACAL - DA.


A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arroyave Brouse
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CER. N° 174530

| | | | | | | |
|---|---|------------------------|--------------|-------------------|--|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*) | | | | | |
| | Código : LAB - G - 014 | Fecha : 30 - 07 - 2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 | | |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 13/11/2022

Calicata: C - 02
 Muestra: Terreno natural

| California Bearing Ratio - C.B.R. | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
| MOLDE Nº | 4 | | 1 | | 7 | |
| CAPAS Nº | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12.243 | 12.324 | 11.960 | 12.068 | 11.000 | 11.205 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7.558 | 7.568 | 7.451 | 7.451 | 6.752 | 6.752 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4.675 | 4.756 | 4.509 | 4.617 | 4.248 | 4.453 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2.302 | 2.302 | 2.304 | 2.304 | 2.285 | 2.285 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.03 | 2.07 | 1.96 | 2.00 | 1.86 | 1.95 |
| TARA Nº | 41 | 65 | 49 | 32 | 25 | 34 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 138.34 | 139.16 | 130.61 | 134.23 | 126.84 | 144.95 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.11 | 130.21 | 122.28 | 124.82 | 120.61 | 132.87 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.23 | 8.95 | 8.33 | 9.41 | 6.23 | 12.08 |
| PESO DE TARA (g) | 84.16 | 76.66 | 69.64 | 72.15 | 80.35 | 73.35 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.95 | 53.55 | 52.64 | 52.67 | 40.3 | 59.52 |
| HUMEDAD (%) | 15.40% | 16.71% | 15.82% | 17.87% | 15.47% | 20.30% |
| DENSIDAD SECA | 1.76 | 1.77 | 1.69 | 1.7 | 1.61 | 1.62 |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 13-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 14-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 10.320 | 10.320 | 8.87 | 10.390 | 10.390 | 8.93 | 11.620 | 11.620 | 9.99 |
| 15-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 12.410 | 12.410 | 10.67 | 12.510 | 12.510 | 10.76 | 12.920 | 12.920 | 11.11 |
| 16-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 14.290 | 14.290 | 12.29 | 14.580 | 14.580 | 12.54 | 14.900 | 14.900 | 12.81 |
| 17-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 16.150 | 16.150 | 13.89 | 16.400 | 16.400 | 14.10 | 16.850 | 16.850 | 14.49 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------------------|-----------|-----------------------|------|------------------|-----------|-----------------------|------|------------------|-----------|-----------------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE Nº 4 | | | | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 7 | | | |
| | | CARGA Lectura | CORECCION | | | CARGA Lectura | CORECCION | | | CARGA Lectura | CORECCION | | |
| | | | lbs | lbs/pulg ² | % | | lbs | lbs/pulg ² | % | | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 16.40 | 36.1 | 12.00 | | 13.60 | 29.9 | 10.00 | | 8.20 | 18 | 6.00 | |
| 0.040 | | 34.10 | 75.0 | 25.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | | 16.40 | 36.1 | 12.00 | |
| 0.060 | | 50.50 | 111.1 | 37.00 | | 40.90 | 90 | 30.00 | | 24.50 | 53.9 | 18.00 | |
| 0.080 | | 65.50 | 144.1 | 48.00 | | 53.20 | 117 | 39.00 | | 31.40 | 69.1 | 23.00 | |
| 0.100 | 1000 | 81.80 | 180.0 | 60.00 | 6.00 | 66.80 | 147 | 49.00 | 4.90 | 39.50 | 86.9 | 29.00 | |
| 0.200 | 1500 | 123.60 | 293.9 | 98.00 | | 109.10 | 240 | 80.00 | | 64.10 | 141 | 47.00 | |
| 0.300 | | 169.10 | 372 | 124.00 | | 137.70 | 302.8 | 101.00 | | 81.80 | 180 | 60.00 | |
| 0.400 | | 188.20 | 414 | 138.00 | | 154.10 | 338 | 113.00 | | 95.50 | 210.1 | 70.00 | |
| 0.500 | | 204.50 | 449.9 | 150.00 | | 162.20 | 360.9 | 123.00 | | 99.50 | 218.9 | 73.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA


 Cristian Daniel Arraolaga Brown
 Ingeniero en Geotecnia
 REG. CIP. N° 174219

Página 52 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.U.C.S.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 02

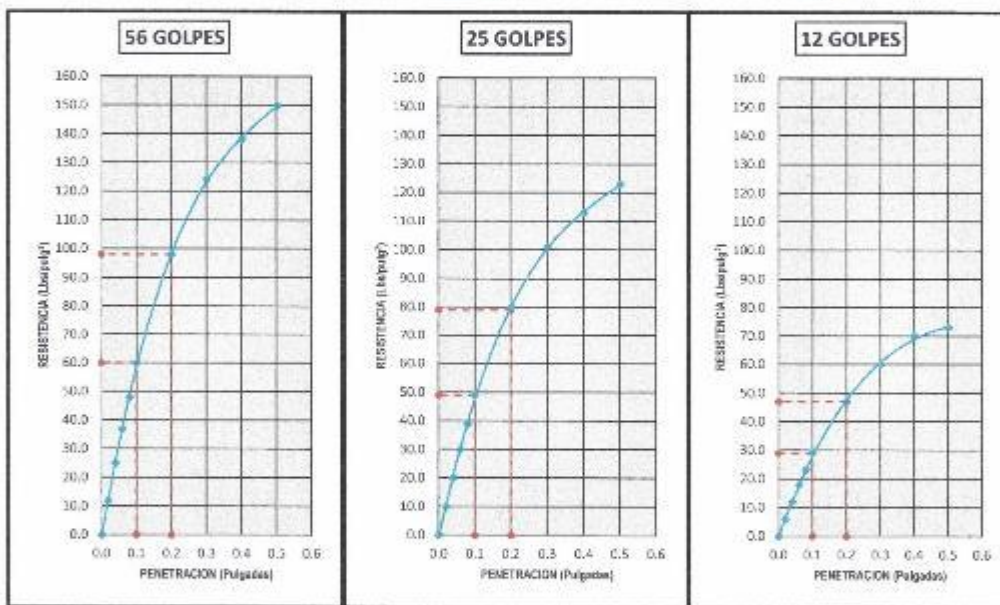
Fecha de Ensayo : 13/11/2022

Muestra: Terreno natural

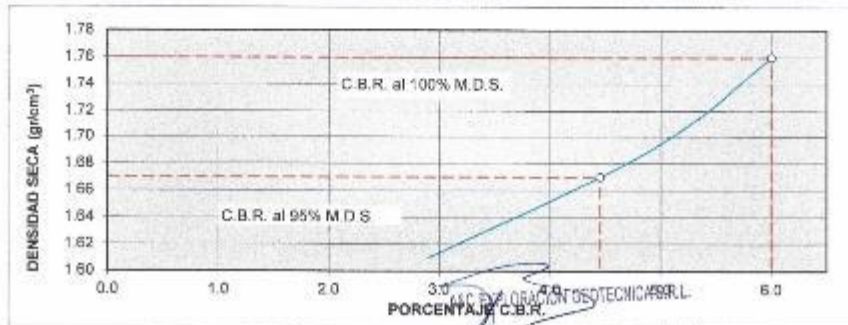
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.76 | C.B.R. al 100% de M.D.S. [%] | 6.00 |
| Humedad Óptima [%] | 15.40% | C.B.R. al 95% de M.D.S. [%] | 4.45 |



Carga (1^o): 60lb/pulg² Carga (2^o): 80lb/pulg² Carga (3^o): 100lb/pulg² Carga (4^o): 120lb/pulg² Carga (5^o): 150lb/pulg² Carga (6^o): 180lb/pulg² Carga (7^o): 200lb/pulg² Carga (8^o): 220lb/pulg² Carga (9^o): 240lb/pulg² Carga (10^o): 260lb/pulg² Carga (11^o): 280lb/pulg² Carga (12^o): 300lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.U.C.S.
Ingeniero Miguel Arraño, Roson
Ingeniero Juan Carlos Roson
R.C. CIR N° 174530

Anexo 9. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC%

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE - 167 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |


INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 9/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| Calicata | C - 02 | C - 02 | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Muestra | M - 01 | M - 01 |  | |
| Humedad relativa (%) | 62.7 | 63.6 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.5 | 23.2 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.65 | 75.90 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.98 | 738.46 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.1 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99931 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.56 | 2.56 | | |
| Promedio | 2.56 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

 Miguel Arruñadegui Brú
 INGENIERO SUPERVISOR
 RES. DIR. Nº 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01



Registro N° LE 187

Código : L - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

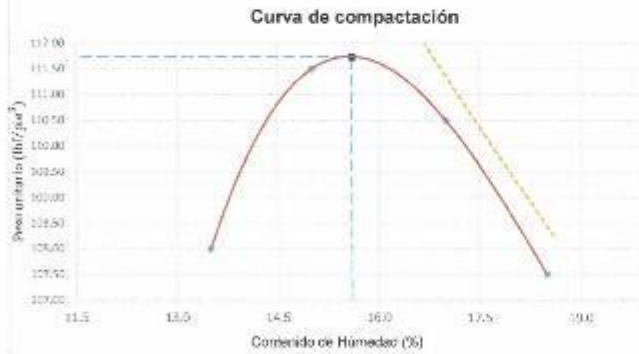
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 9/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|-----------------------------|--------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C-02 | Clasific. SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Terrizo Natural + 5% Bagazo | Humedad (*) | --- |

ENSAYO DE COMPACTACION

| | | 2 | 2 | 2 | 2 |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5647 | 5736 | 5751 | 5724 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1861 | 1950 | 1965 | 1938 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.961 | 2.055 | 2.071 | 2.042 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 13 | 28 | 15 | 11 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 700.06 | 551.45 | 670.41 | 685.35 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 629.48 | 493.24 | 598.56 | 599.02 |
| Masa de Tara | (g) | 104.07 | 104.16 | 180.97 | 135.65 |
| Masa del Agua | (g) | 70.58 | 58.22 | 71.85 | 86.33 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 524.51 | 389.08 | 417.59 | 463.37 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.50 | 15.00 | 17.20 | 18.60 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.728 | 1.787 | 1.767 | 1.722 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.05 | 17.53 | 17.33 | 16.89 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 107.88 | 111.56 | 110.31 | 107.50 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 112.00 lb/ft ³ |
| | 17.59 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.794 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (P) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 15.00 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (P) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 265 | 7% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica [®] (*) | 2.56 |
|--------------------------------------|------|

Página 44 de 157

Observaciones

- ® Referir al Ensayo de Contenido de Peso Unitario y Contenido de Humedad (NTP M - 0218 - 13)
- * Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- (*) Los métodos incluidos no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristian Miguel Arzuaga-Erosa
INGENIERO SUPERVISOR
REG. INACAL 174550

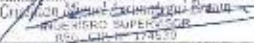
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 13/11/2022

Calicata : C - 02
 Muestra : Natural + 5% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-----------|-----------------------|-----------|------------|-----------|-----------------------|-----------|------------|-------|-----------------------|---|
| MOLDE N° | 6 | | | | 2 | | | | 3 | | | | |
| CAPAS N° | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,913 | 11,996 | 12,293 | 12,403 | 12,163 | 12,390 | | | | | | | |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,972 | 6,972 | 7,600 | 7,600 | 7,454 | 7,464 | | | | | | | |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4941 | 5024 | 4693 | 4803 | 4699 | 4926 | | | | | | | |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,379 | 2,379 | 2,343 | 2,343 | 2,468 | 2,468 | | | | | | | |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.08 | 2.11 | 2 | 2.05 | 1.9 | 2.00 | | | | | | | |
| TARA N° | 1 | 70 | 42 | 65 | 89 | 39 | | | | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 119.87 | 134.93 | 142.50 | 138.79 | 109.13 | 141.66 | | | | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 112.33 | 125.63 | 133.83 | 129.03 | 102.64 | 129.19 | | | | | | | |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.54 | 9.3 | 8.67 | 9.76 | 6.49 | 12.47 | | | | | | | |
| PESO DE TARA (g) | 65.35 | 72.05 | 81.16 | 76.33 | 62.35 | 69.64 | | | | | | | |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.98 | 53.58 | 52.67 | 52.7 | 40.3 | 59.55 | | | | | | | |
| HUMEDAD (%) | 16.05% | 17.36% | 16.46% | 18.52% | 16.11% | 20.94% | | | | | | | |
| DENSIDAD SECA | 1.79 | 1.80 | 1.72 | 1.73 | 1.64 | 1.65 | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % | | |
| 13-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 | | |
| 14-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 10.090 | 10.090 | 8.58 | 10.170 | 10.170 | 8.74 | 10.320 | 10.320 | 8.87 | | |
| 15-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 11.370 | 11.370 | 9.78 | 11.640 | 11.640 | 10.01 | 11.780 | 11.780 | 10.13 | | |
| 16-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 13.420 | 13.420 | 11.54 | 13.640 | 13.640 | 11.73 | 13.950 | 13.950 | 11.99 | | |
| 17-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 14.530 | 14.530 | 12.49 | 14.840 | 14.840 | 12.75 | 15.120 | 15.120 | 13.00 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | | 38.60 | 62.9 | 21.00 | | 17.70 | 38.9 | 13.00 | |
| 0.040 | | 73.60 | 161.9 | 54.00 | | 60.00 | 132 | 44.00 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | |
| 0.060 | | 107.70 | 236.9 | 79.00 | | 88.60 | 194.9 | 65.00 | | 51.80 | 114 | 38.00 | |
| 0.080 | | 141.80 | 312.0 | 104.00 | | 115.90 | 255 | 85.00 | | 68.20 | 150 | 50.00 | |
| 0.100 | 1000 | 177.30 | 390.1 | 130.00 | 13.00 | 144.50 | 317.9 | 106.00 | 10.60 | 85.90 | 189 | 63.00 | |
| 0.200 | 2500 | 289.10 | 636.0 | 212.00 | | 235.90 | 519 | 173.00 | | 140.50 | 309.1 | 103.00 | |
| 0.300 | | 366.80 | 807 | 269.00 | | 298.60 | 656.9 | 219.00 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | |
| 0.400 | | 407.70 | 896.9 | 299.00 | | 441.70 | 982.2 | 294.00 | | 205.90 | 453 | 151.00 | |
| 0.500 | | 443.20 | 975.0 | 325.00 | | 362.90 | 795.1 | 265.00 | | 215.50 | 474.1 | 158.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA


 CENTRO SUPERIOR DE
 INVESTIGACIONES Y
 DESARROLLO



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE - 2022

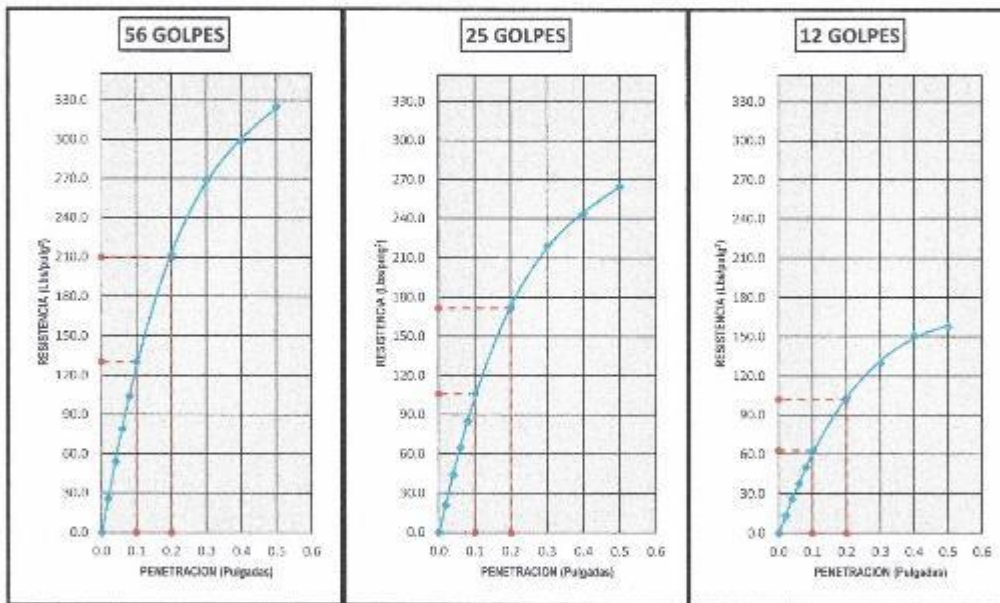
Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 13/11/2022

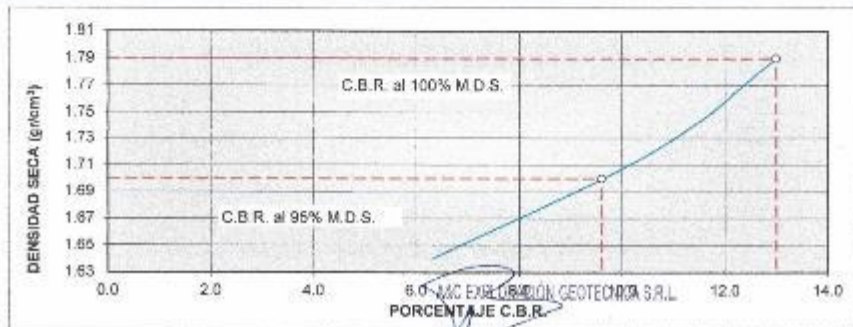
Muestra: Natural + 5% Dagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|--------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (g/cm ³) | 1.79 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 13.00 |
| Humedad Óptima (%) | 16.05% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 9.60 |



Carga (1^o): 330lb/pulg² Carga (2^o): 210lb/pulg² Carga (1^o): 106lb/pulg² Carga (2^o): 172lb/pulg² Carga (1^o): 68lb/pulg² Carga (2^o): 102lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Diego Miguel Arrascaeta Brown
INGENIERO GEOTECNICO
R.G. 170.89.174630

Página 55 de 157

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 9/11/2022

Muestras: Natural + 10% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 62.9 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.5 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.90 | 76.86 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.01 | 738.54 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.6 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99919 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.52 | 2.52 | | |
| Promedio | 2.52 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristian Flores Arroyavegna Berrón
INGENIERO SUPERIOR
REG. CO. N° 174839



AAC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01



Registro N° LC - 147

Código : L - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

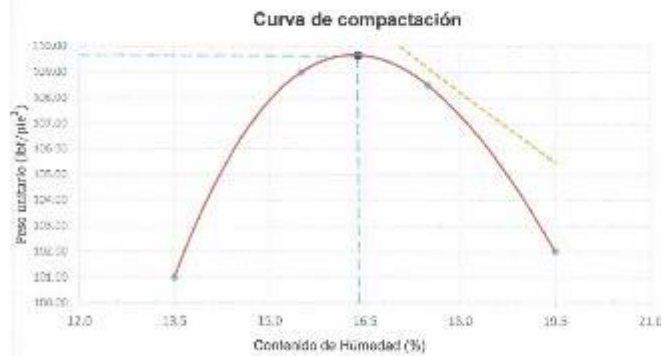
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 9/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|------------------------------|----------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmeda | Tipo de Píñon | Manual | Calicata | C - 02 | Cuadro SUCS(*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Terreno Natural + 10% Bagazo | Humedad (%) | --- |

ENSAYO DE COMPACTACION

| | | 2 | 2 | 2 | 2 |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5532 | 5698 | 5729 | 5639 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1746 | 1912 | 1943 | 1853 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.840 | 2.015 | 2.047 | 1.953 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 41 | 32 | 23 | 20 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 684.65 | 746.35 | 698.16 | 626.35 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 615.02 | 659.89 | 609.05 | 541.12 |
| Masa de Tara | (g) | 103.23 | 105.31 | 101.15 | 104.56 |
| Masa del Agua | (g) | 69.63 | 86.46 | 89.11 | 85.23 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 511.79 | 534.58 | 507.9 | 436.56 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.60 | 15.60 | 17.50 | 19.50 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.620 | 1.743 | 1.742 | 1.634 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 15.89 | 17.09 | 17.08 | 16.03 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 101.13 | 108.81 | 108.75 | 102.01 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 109.50 lb/ft ³ |
| | 17.20 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.754 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.50 % |
| O. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 265 | 7% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.52 |
|------------------------------------|------|

Página 45 de 157

Observaciones

^(*) Revisar el Anexo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4730 - 15).

^(*) Ensayo real codificado NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.

^(*) Los estándares citados se han sido acreditados por el INACAL - DA.

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Cristina Huelgas
INGENIERO SUPERIOR
N° 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 13/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 10 | | 1 | | 5 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 13,014 | 13,108 | 11,978 | 12,064 | 11,932 | 12,136 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,541 | 7,541 | 7,451 | 7,451 | 7,636 | 7,636 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5,473 | 5,567 | 4,527 | 4,633 | 4,296 | 4,500 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,684 | 2,684 | 2,304 | 2,304 | 2,307 | 2,307 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.04 | 2.07 | 1.96 | 2.01 | 1.87 | 1.95 |
| TARA N° | 22 | 31 | 35 | 44 | 18 | 9 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 131.34 | 147.80 | 131.24 | 138.06 | 122.47 | 152.36 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 123.57 | 138.24 | 122.31 | 128.04 | 115.78 | 139.60 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.77 | 9.56 | 8.93 | 10.02 | 6.69 | 12.76 |
| PESO DE TARA (g) | 76.59 | 84.66 | 69.64 | 75.34 | 75.40 | 80.05 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.98 | 53.58 | 52.67 | 52.7 | 49.3 | 59.55 |
| HUMEDAD (%) | 16.54% | 17.84% | 16.95% | 19.01% | 16.60% | 21.43% |
| DENSIDAD SECA | 1.75 | 1.76 | 1.68 | 1.69 | 1.60 | 1.61 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 13 Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 14-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 8.330 | 8.330 | 7.16 | 8.380 | 8.380 | 7.21 | 9.400 | 9.400 | 8.08 |
| 15-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 9.860 | 9.860 | 8.48 | 10.650 | 10.650 | 9.16 | 11.610 | 11.610 | 9.98 |
| 16-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 12.130 | 12.130 | 10.48 | 12.630 | 12.630 | 10.86 | 14.300 | 14.300 | 12.30 |
| 17-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 14.050 | 14.050 | 12.12 | 14.280 | 14.280 | 12.28 | 14.950 | 14.950 | 12.85 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 10 | | | | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE N° 5 | | | |
|----------------------|---|-------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|---|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 38.20 | 84 | 28.00 | | 31.40 | 69.1 | 23.00 | | 19.10 | 42 | 14.00 | |
| 0.040 | | 79.10 | 174.0 | 58.00 | | 63.50 | 144.1 | 48.00 | | 38.20 | 84 | 28.00 | |
| 0.060 | | 125.90 | 255.0 | 85.00 | | 93.50 | 210.1 | 70.00 | | 55.50 | 123 | 41.00 | |
| 0.080 | | 152.70 | 335.9 | 112.00 | | 124.10 | 273 | 91.00 | | 73.60 | 161.9 | 54.00 | |
| 0.100 | 1000 | 190.90 | 420.0 | 140.00 | 14.00 | 155.50 | 342.1 | 114.00 | 11.40 | 92.70 | 203.9 | 68.00 | |
| 0.200 | 1500 | 310.90 | 684.0 | 228.00 | | 253.60 | 557.9 | 186.00 | | 151.40 | 333.1 | 111.00 | |
| 0.300 | | 395.50 | 870.1 | 290.00 | | 321.80 | 708 | 236.00 | | 192.30 | 423.1 | 141.00 | |
| 0.400 | | 438.10 | 966 | 322.00 | | 357.30 | 786.1 | 262.00 | | 222.30 | 489.1 | 163.00 | |
| 0.500 | | 477.30 | 1050.1 | 350.00 | | 388.10 | 854.9 | 285.00 | | 231.80 | 510 | 170.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INVACAL - DA

INVESTIGACION GEOTECNICA S.R.L.
Cristina Mabel Arranzategui Biam
INSTRUMENTOS Y EQUIPOS
REG. LIN. N° 17653

Página 56 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB-G-014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C D45 SUE 2022

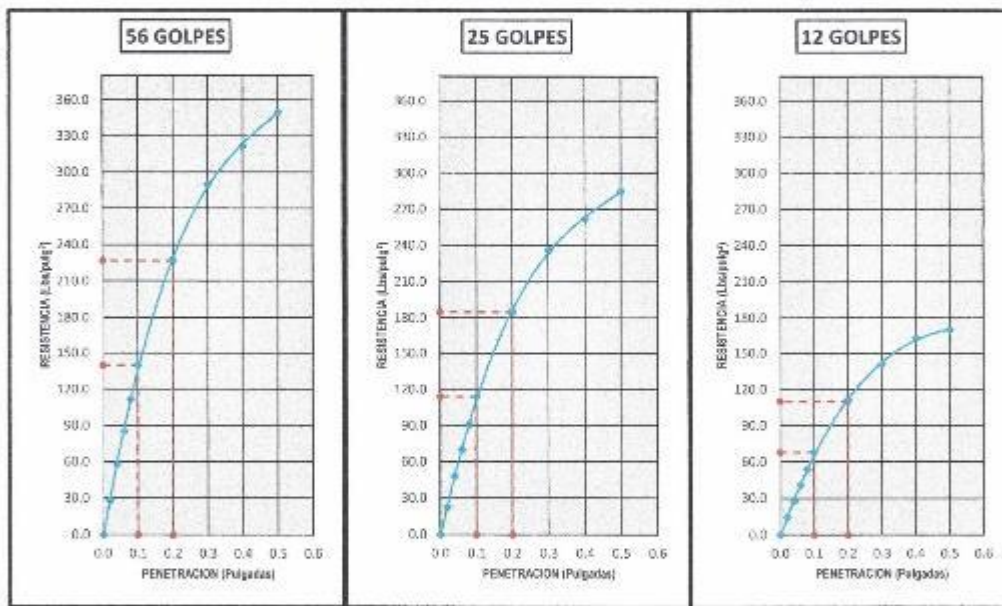
Calicata: C-02

Fecha de Ensayo : 13/11/2022

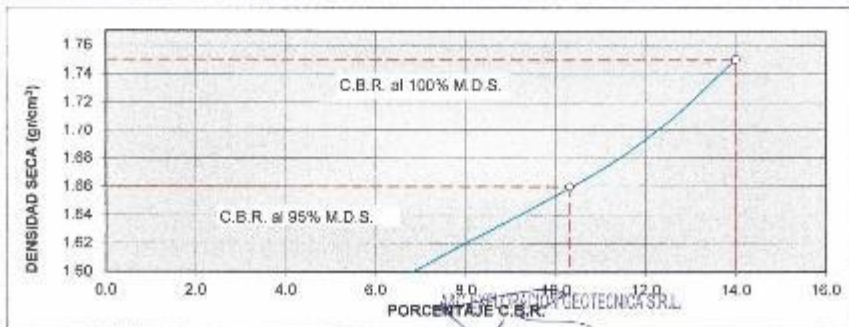
Muestra: Natural + 10% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.75 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 14.00 |
| Humedad Óptima (%) | 16.54% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 10.30 |



Carga (1°): 340lb/pulg² Carga (2°): 337lb/pulg² Carga (1°): 134lb/pulg² Carga (2°): 185lb/pulg² Carga (1°): 68lb/pulg² Carga (2°): 110lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Miguel Arrascaeta Brown
Ingeniero Supervisor
C.I.B. N° 174529

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 10/11/2022



Muestra: Natural + 15% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 63.1 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.5 | 23.6 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.65 | 75.49 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.62 | 737.85 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.7 | 23.5 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99917 | 0.99921 | | |
| Gravedad Especifica (G20°C) | 2.53 | 2.53 | | |
| Promedio | 2.53 | | | |

Observaciones : _____


MIGUEL ARRANDONA BROWN
INGENIERO EN GEOTECNIA
REG. CIP. Nº 131234

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de ensayo Acreditado Registro N° 12 - 107 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 10/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|------------------------------|---------------|------------------|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pídon | Manual | Calicata | C - 02 | Clasificación | Clasif. SUCS (*) |
| Método empleado | A | | | Material | Terreno Natural + 15% Bagazo | | Humedad (*) |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5535 | 5685 | 5712 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1749 | 1899 | 1926 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.843 | 2.001 | 2.033 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 11 | 4 | 71 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 445.56 | 475.76 | 555.78 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 405.88 | 419.89 | 481.42 |
| Masa de Tara (g) | | 135.49 | 83.57 | 79.84 |
| Masa del Agua (g) | | 39.68 | 55.87 | 74.36 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 270.39 | 336.32 | 401.58 |
| Contenido de Agua (%) | | 14.70 | 16.60 | 18.50 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.607 | 1.716 | 1.713 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.76 | 16.83 | 15.84 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 100.32 | 107.13 | 106.94 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 106.00 lb/ft ³ |
| | 16.97 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.730 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificado ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.50 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 < 20 % | 265 | 75% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" < 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" < 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.53 |
|------------------------------------|------|

Página 46 de 157

Observaciones

- (*) Revisar el Ensayo de Control de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4938 - 12).
- (*) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- (*) Las muestras ensayadas no han sido sometidas por el método - 1A.


 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian M. Rojas
 INGENIERO SUPERVISOR
 (NTP 339.141:1999)



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.I.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 14/11/2022

Calicata: C 02
Muestra: Natural + 15% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 3 | | 6 | | 2 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,479 | 12,563 | 11,625 | 11,737 | 11,951 | 12,157 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,464 | 7,464 | 6,972 | 6,972 | 7,600 | 7,600 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5015 | 5099 | 4653 | 4765 | 4351 | 4557 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,468 | 2,468 | 2,379 | 2,379 | 2,343 | 2,343 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.03 | 2.07 | 1.96 | 2.00 | 1.86 | 1.94 |
| TARA N° | 40 | 2 | 31 | 22 | 15 | 7 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 141.13 | 150.16 | 133.23 | 130.67 | 122.88 | 143.18 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 132.93 | 140.11 | 123.84 | 120.17 | 115.82 | 129.87 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.2 | 10.05 | 9.41 | 10.5 | 7.06 | 13.31 |
| PESO DE TARA (g) | 85.94 | 86.52 | 71.16 | 67.46 | 75.52 | 70.31 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.99 | 53.59 | 52.68 | 52.71 | 40.3 | 59.56 |
| HUMEDAD (%) | 17.45% | 18.75% | 17.86% | 19.92% | 17.52% | 22.35% |
| DENSIDAD SECA | 1.73 | 1.74 | 1.66 | 1.67 | 1.58 | 1.59 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 14-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 15-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 7.250 | 7.260 | 6.24 | 7.850 | 7.850 | 6.75 | 8.670 | 8.670 | 7.45 |
| 16-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 8.170 | 8.170 | 7.02 | 8.670 | 8.670 | 7.45 | 9.140 | 9.140 | 7.86 |
| 17-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 9.030 | 9.030 | 7.76 | 10.050 | 10.050 | 8.64 | 11.020 | 11.020 | 9.48 |
| 18-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 11.360 | 11.360 | 9.77 | 11.200 | 11.200 | 9.63 | 11.800 | 11.800 | 10.15 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 2 | | | |
|----------------------|---|------------|-----------|--------|-----------------------|------------|-----------|---------|-------|------------|-----------------------|--------|---------|
| | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | |
| | | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | | % | Lectura | lbs | | lbs/pulg ² | % | Lectura |
| 0.020 | | 43.60 | 95.9 | 32.00 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | | 21.80 | 48 | 16.00 | |
| 0.040 | | 91.40 | 201.1 | 67.00 | | 73.50 | 161.9 | 54.00 | | 45.00 | 99 | 33.00 | |
| 0.060 | | 139.60 | 293.9 | 98.00 | | 107.70 | 236.9 | 79.00 | | 65.50 | 144.1 | 48.00 | |
| 0.080 | | 174.50 | 383.9 | 128.00 | | 141.80 | 312 | 104.00 | | 84.50 | 185.9 | 62.00 | |
| 0.100 | 1000 | 218.20 | 480.0 | 160.00 | 16.00 | 177.30 | 390.1 | 130.00 | 13.00 | 105.40 | 234.1 | 78.00 | 7.80 |
| 0.200 | 1500 | 355.90 | 783.0 | 261.00 | | 289.10 | 630 | 212.00 | | 173.20 | 381 | 127.00 | |
| 0.300 | | 451.40 | 993.1 | 331.00 | | 366.80 | 807 | 269.00 | | 219.50 | 482.9 | 161.00 | |
| 0.400 | | 501.80 | 1104 | 368.00 | | 407.20 | 895.0 | 299.00 | | 255.00 | 561 | 187.00 | |
| 0.500 | | 545.50 | 1200.1 | 400.00 | | 443.20 | 975 | 325.00 | | 265.90 | 585 | 195.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 58 de 157

Cristian Joaquín Arruñadous Brown
INGENIERO EN GEOTECNIA
REG. CIP. N° 174520



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUF - 2022

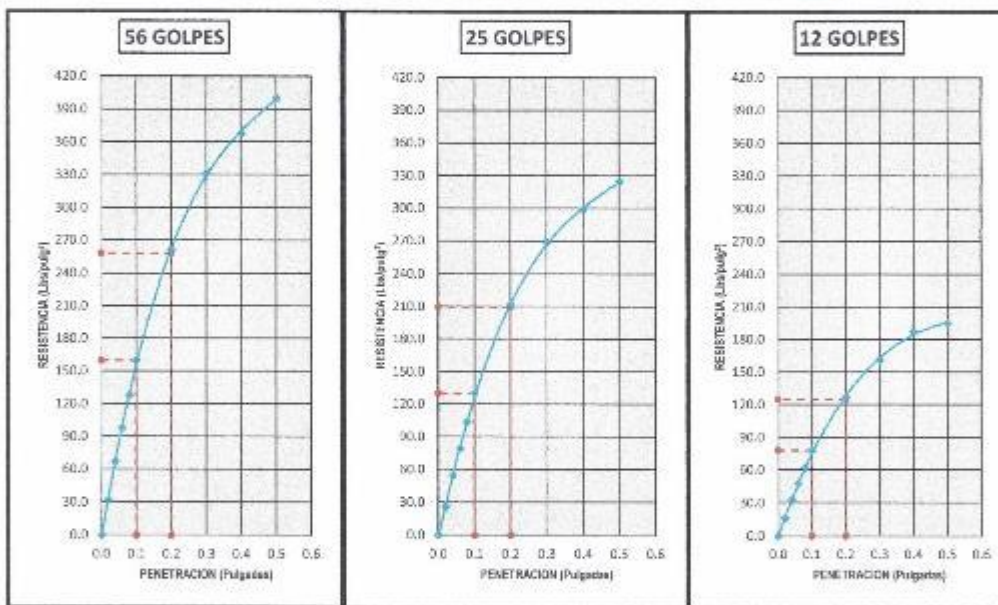
Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 14/11/2022

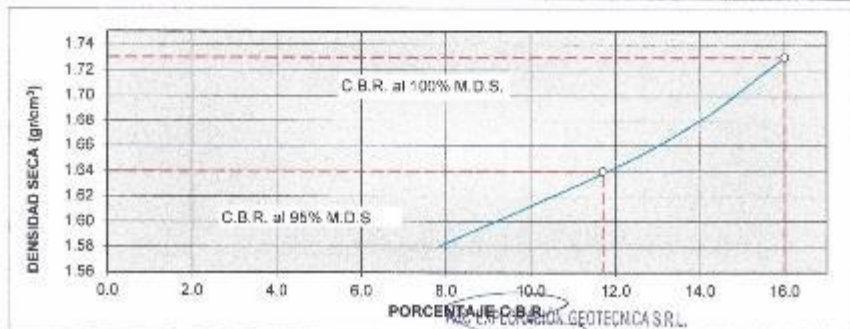
Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|--------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (g/cm ³) | 1.73 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 16.00 |
| Humedad Óptima (%) | 17.45% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 11.70 |



Carga (1'') : 200 lb/pulg² Carga (1'') : 750 lb/pulg² Carga (1'') : 1300 lb/pulg² Carga (1'') : 210 lb/pulg² Carga (1'') : 70 lb/pulg² Carga (1'') : 125 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 10/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo



Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 62.9 | 63.5 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.1 | 23.2 | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.97 | 76.62 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.64 | 738.98 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.7 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99917 | |
| Gravedad Especifica (G20°C) | 2.57 | 2.57 | |
| Promedio | 2.57 | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristian Miguel Arroyaveza Pizarro
Ingeniero Geotécnico
REG. CIP. Nº 174536

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° 18 - 107 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

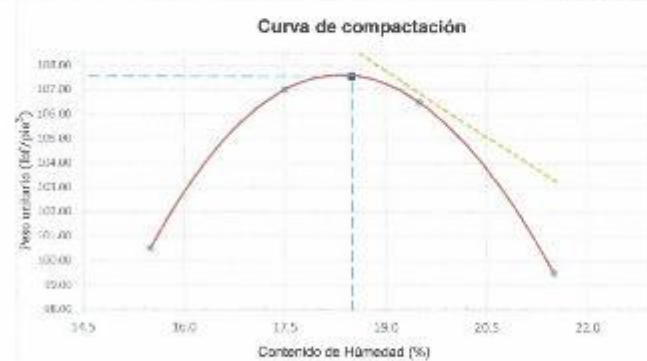
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 10/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|----------|------------------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmido | Tipo de Píedon | Manual | Calicata | C - 02 | Qualif. sucs (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Terreno Natural - 20% Bagazo | Humedad (*) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5546 | 5698 | 5723 | 5623 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1760 | 1912 | 1937 | 1837 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.855 | 2.015 | 2.041 | 1.936 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 41 | 9 | 4 | 35 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 645.32 | 548.66 | 615.33 | 465.31 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 572.94 | 480.55 | 529.32 | 396.05 |
| Masa de Tara (g) | | 106.32 | 94.33 | 87.46 | 75.35 |
| Masa del Agua (g) | | 72.38 | 68.01 | 86.31 | 69.26 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 466.62 | 386.32 | 441.56 | 326.7 |
| Contenido de Agua (%) | | 15.50 | 17.60 | 19.50 | 21.60 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.606 | 1.713 | 1.708 | 1.592 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.75 | 16.80 | 16.75 | 15.61 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 100.76 | 106.94 | 106.63 | 99.39 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 107.50 lb/ft ³ |
| | 16.80 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.722 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ² (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ² (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 18.50 % |
| Ó. C. H. modificado ² (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 265 | 7% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ³ (*) | 2.57 |
|--------------------------------------|------|

Página 47 de 157

Observaciones

- Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM D 4753 - L3).
- Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- Los instrumentos utilizados no han sido acreditados por el INACAL - DA.


 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 CRISTIAN ANTONIO ARRIAGA TORO
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174630



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUL - 2022

Calicata : C 02

Fecha de Ensayo : 14/11/2022

Muestra : Natural + 20% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE Nº | 7 | | 1 | | 5 | |
| CAPAS Nº | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,413 | 11,491 | 11,976 | 12,082 | 11,925 | 12,127 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,752 | 6,752 | 7,451 | 7,451 | 7,636 | 7,636 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,661 | 4,739 | 4,525 | 4,631 | 4,289 | 4,491 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,285 | 2,285 | 2,304 | 2,304 | 2,302 | 2,302 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.04 | 2.07 | 1.96 | 2.01 | 1.86 | 1.95 |
| TARA Nº | 21 | 15 | 3 | 65 | 69 | 74 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 124.19 | 140.60 | 147.34 | 136.08 | 143.17 | 160.52 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 115.45 | 129.93 | 137.32 | 124.97 | 135.65 | 146.53 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.74 | 10.67 | 10.02 | 11.11 | 7.52 | 13.99 |
| PESO DE TARA (g) | 68.46 | 76.34 | 84.64 | 72.26 | 95.35 | 86.97 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.99 | 53.59 | 52.68 | 52.71 | 40.3 | 59.56 |
| HUMEDAD (%) | 18.60% | 19.91% | 19.02% | 21.08% | 18.66% | 23.49% |
| DENSIDAD SECA | 1.72 | 1.73 | 1.65 | 1.66 | 1.57 | 1.58 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 14 Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 15-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 6.090 | 6.090 | 5.24 | 6.190 | 6.190 | 5.32 | 6.260 | 6.260 | 5.38 |
| 16-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.230 | 7.230 | 6.22 | 7.160 | 7.160 | 6.16 | 7.400 | 7.400 | 6.36 |
| 17-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 7.980 | 7.980 | 6.86 | 8.400 | 8.400 | 7.22 | 8.150 | 8.150 | 7.01 |
| 18-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 9.040 | 9.040 | 7.77 | 9.170 | 9.170 | 7.88 | 9.620 | 9.620 | 8.77 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE Nº 7 | | | | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 5 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 46.40 | 102.1 | 34.00 | | 38.20 | 84 | 28.00 | | 28.20 | 51 | 17.00 | |
| 0.040 | | 96.80 | 213.0 | 71.00 | | 79.10 | 174 | 58.00 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | |
| 0.060 | | 141.80 | 312.0 | 104.00 | | 114.50 | 251.9 | 84.00 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | |
| 0.080 | | 185.50 | 408.1 | 136.00 | | 150.00 | 330 | 110.00 | | 90.00 | 198 | 66.00 | |
| 0.100 | 1000 | 231.80 | 510.0 | 170.00 | 17.00 | 188.20 | 414 | 138.00 | 13.80 | 113.20 | 249 | 83.00 | 8.30 |
| 0.200 | 1500 | 377.70 | 830.9 | 277.00 | | 306.80 | 675 | 225.00 | | 184.10 | 405 | 135.00 | |
| 0.300 | | 480.00 | 1056 | 352.00 | | 390.00 | 858 | 286.00 | | 234.50 | 515.9 | 172.00 | |
| 0.400 | | 533.20 | 1173 | 391.00 | | 422.50 | 931 | 317.00 | | 271.40 | 597.1 | 199.00 | |
| 0.500 | | 579.50 | 1274.9 | 425.00 | | 470.50 | 1035.4 | 345.00 | | 283.60 | 623.9 | 208.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Dr. Miguel Armijo Rosas
Ingeniero NTP 196-08
REG. CIP Nº 124530

Página 60 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

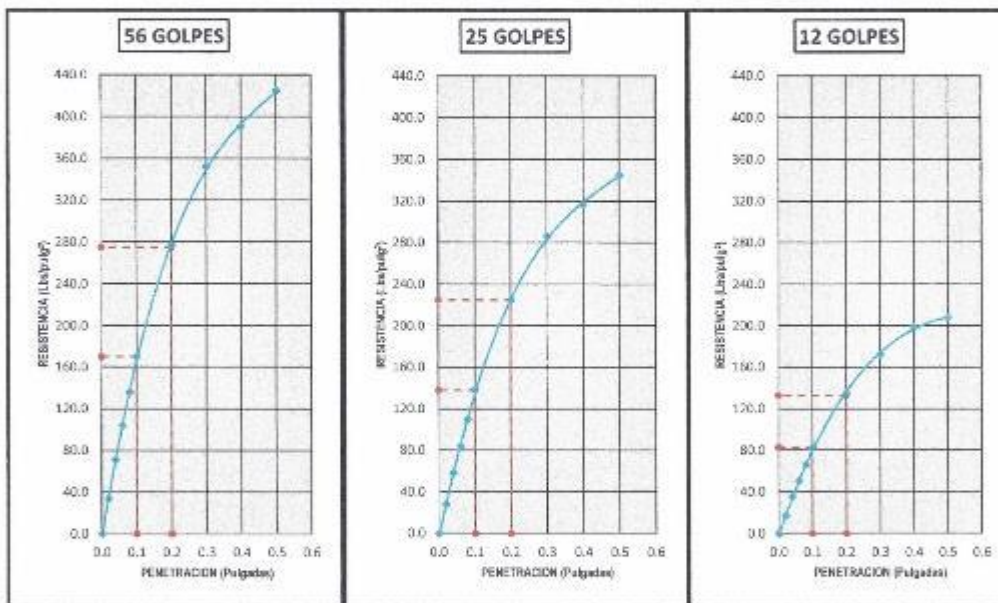
Calicata: C 02

Fecha de Ensayo : 14/11/2022

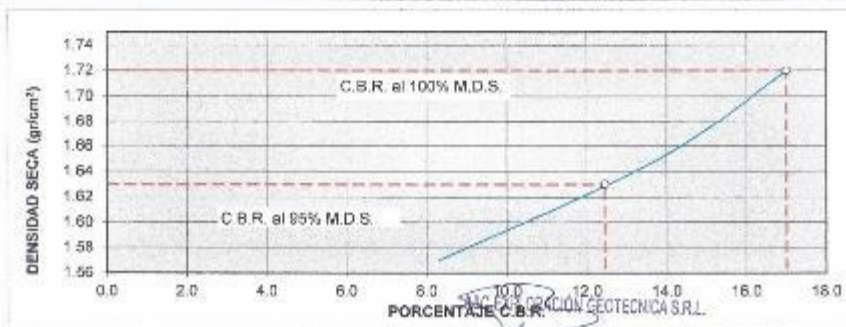
Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.72 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 17.00 |
| Humedad Óptima (%) | 18.60% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 12.45 |





Carga (1^o): 120 lbs/pulg² Carga (2^o): 275 lbs/pulg² Carga (3^o): 138 lbs/pulg² Carga (4^o): 775 lbs/pulg² Carga (5^o): 89 lbs/pulg² Carga (6^o): 120 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina Miquel Aramendi
INGENIERO SUPERIOR
MPS. C.B.R. 10/2019

Anexo 10. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC% + YUTE%

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE - 167 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 10/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute



Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.5 | 62.8 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.3 | 23.5 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.23 | 76.64 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.65 | 738.88 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.5 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99921 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.56 | 2.56 | | |
| Promedio | 2.56 | | | |

Observaciones :


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Miguel Arroyave
 Ingeniero Civil N° 174330

Página 78 de 157

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 13-107 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

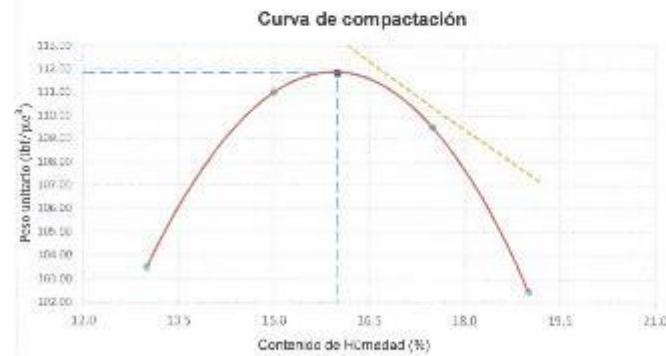
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 30/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|-------------------------------|------------------|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Píñon | Manual | Calicata | C. 07 | Clasif. SUCS (*) |
| Método empleado | A | | | Material | T.N. + 5% Bagazo + 0.75% Yute | Humedad (*) --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5565 | 5731 | 5739 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1779 | 1945 | 1953 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.875 | 2.050 | 2.058 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 20 | 15 | 15 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 603.32 | 550.76 | 606.52 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 546.12 | 491.85 | 544.10 |
| Masa de Tara (g) | | 112.95 | 103.85 | 180.95 |
| Masa del Agua (g) | | 57.2 | 58.91 | 62.72 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 433.77 | 388 | 363.15 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.20 | 15.20 | 17.30 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.656 | 1.780 | 1.754 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.24 | 17.46 | 17.20 |
| Peso Unitario Seco (lbf/pie ³) | | 103.38 | 111.17 | 109.50 |



| | |
|---|----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 111.50 lbf/pe ³ |
| | 17.52 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.786 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lbf/pe ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 265 | 7% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.56 |
|------------------------------------|------|

Página 48 de 357

Observaciones :

- * Revisar el Factor de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad según el NTP 339.141 (Rev. 2019).
- ** Ensayo realizado por el NTP 339.13 (1999) (Rev. 2019), método de método seco.
- *) Los métodos indicados en los datos experimentales por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristóbal José Álvarez Berrón
 INGENIERO SUPERIOR
 INACAL N° 174530



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE 2022
Fecha de Ensayo : 14/11/2022

Calicata: C - 02
Muestra: Natural - 5% Bagazo + 0.75% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 3 | | 4 | | 6 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 3 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,590 | 12,676 | 12,179 | 12,787 | 11,502 | 11,718 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,464 | 7,464 | 7,568 | 7,568 | 6,972 | 6,972 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5126 | 5212 | 4611 | 4719 | 4530 | 4746 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,468 | 2,468 | 2,302 | 2,302 | 2,379 | 2,379 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.08 | 2.11 | 2 | 2.05 | 1.9 | 1.99 |
| TARA N° | 41 | 5 | 32 | 26 | 98 | 54 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 132.82 | 129.32 | 145.48 | 131.79 | 118.93 | 148.97 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 125.29 | 119.03 | 136.82 | 122.04 | 112.44 | 136.51 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.53 | 9.29 | 8.66 | 9.75 | 6.49 | 12.46 |
| PESO DE TARA (g) | 78.32 | 65.46 | 84.16 | 69.35 | 72.16 | 76.97 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.97 | 53.57 | 52.66 | 52.69 | 40.3 | 59.54 |
| HUMEDAD (%) | 16.03% | 17.34% | 16.45% | 18.50% | 16.11% | 20.93% |
| DENSIDAD SECA | 1.79 | 1.80 | 1.72 | 1.73 | 1.64 | 1.65 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 14-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 15-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 6.750 | 6.750 | 5.80 | 7.120 | 7.120 | 6.12 | 7.240 | 7.240 | 6.23 |
| 16-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.480 | 7.480 | 6.43 | 7.290 | 7.290 | 6.27 | 7.680 | 7.680 | 6.60 |
| 17-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 8.160 | 8.160 | 7.02 | 8.360 | 8.360 | 7.19 | 8.800 | 8.800 | 7.57 |
| 18-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 9.350 | 9.350 | 8.04 | 9.680 | 9.680 | 8.32 | 9.900 | 9.900 | 8.51 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 6 | | | |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | | 21.80 | 48 | 16.00 | | 13.60 | 29.9 | 10.00 | |
| 0.040 | | 57.30 | 126.1 | 42.00 | | 46.40 | 102.1 | 34.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | |
| 0.060 | | 83.20 | 183.0 | 61.00 | | 66.80 | 147 | 49.00 | | 40.90 | 90 | 30.00 | |
| 0.080 | | 109.10 | 240.0 | 80.00 | | 88.60 | 194.9 | 65.00 | | 53.20 | 117 | 39.00 | |
| 0.100 | 1000 | 136.40 | 300.1 | 100.00 | 10.00 | 110.50 | 243.1 | 81.00 | 8.10 | 66.80 | 147 | 49.00 | 4.90 |
| 0.200 | 1500 | 222.30 | 489.1 | 163.00 | | 180.00 | 396 | 132.00 | | 109.10 | 240 | 80.00 | |
| 0.300 | | 282.30 | 621.1 | 207.00 | | 229.10 | 504 | 158.00 | | 137.70 | 302.9 | 101.00 | |
| 0.400 | | 313.60 | 689.9 | 230.00 | | 259.60 | 569.9 | 176.00 | | 160.90 | 354 | 118.00 | |
| 0.500 | | 340.90 | 750.0 | 250.00 | | 276.80 | 609 | 193.00 | | 167.70 | 368.9 | 123.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Cristina Miguel Arroyave
Ingeniero Geotécnico
RUC: 10100179570

Página 02 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

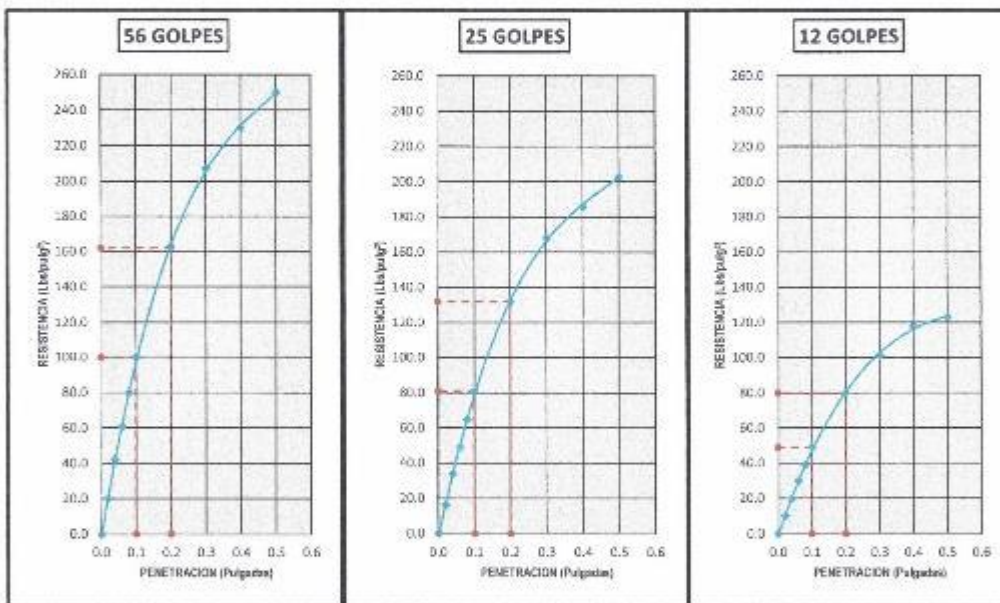
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 14/11/2022

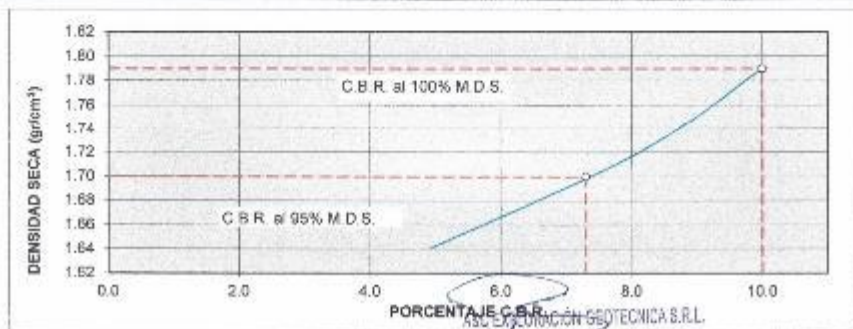
Calicata: C - 02
Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.79 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 10.00 |
| Humedad Óptima (%) | 16.03% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 7.30 |





Carga (1^o) : 300 lbs/pulg² Carga (2^o) : 162 lbs/pulg² Carga (1^o) : 81 lbs/pulg² Carga (2^o) : 43.2 lbs/pulg² Carga (1^o) : 49 lbs/pulg² Carga (2^o) : 26 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

[Handwritten Signature]
INGENIERO SUPERVISOR

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Calentamiento Acreditado Registro N° LE-187 | |
| Código : L-G-013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 11/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 62.9 | 63.5 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.1 | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 77.16 | 75.98 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.98 | 738.31 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.5 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99921 | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.54 | 2.54 | |
| Promedio | 2.54 | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

INGENIERO SUPERIOR



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01



Registro N° 187

Código : I - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

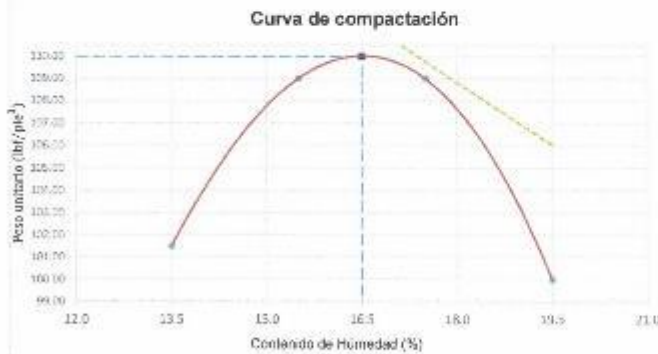
O. de Trabajo : ABC - 043 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 11/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|--------------------------------|-----------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C. 02 | Coeff. SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | T.N. + 10% Bagazo + 1.00% Yuta | Humedad (*) | |

ENSAYO DE COMPACTACION

| | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5540 | 5706 | 5736 | 5602 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1754 | 1920 | 1950 | 1816 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.848 | 2.023 | 2.055 | 1.914 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 2 | 13 | 51 | 41 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 594.35 | 746.32 | 562.66 | 694.35 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 538.26 | 659.12 | 494.02 | 594.98 |
| Masa de Tara | (g) | 124.16 | 98.65 | 102.35 | 85.19 |
| Masa del Agua | (g) | 56.09 | 87.2 | 68.64 | 99.37 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 414.1 | 560.47 | 391.67 | 509.79 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.50 | 15.60 | 17.50 | 19.50 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.628 | 1.750 | 1.740 | 1.602 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 15.07 | 17.16 | 17.15 | 15.71 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 101.63 | 109.25 | 109.19 | 100.01 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.00 lb/ft ³ |
| | 17.28 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.762 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.50 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| | | |
|------------------------|------|------|
| Método A | | |
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 265 | 7% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| | | |
|------------------------|-----|-----|
| Método B | | |
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | | |
|------------------------|-----|-----|
| Método C | | |
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.54 |
|------------------------------------|------|

Página 49 de 157

Observaciones : ^(*) Referir al Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (AS/M - 2 4716 - 11).
^(*) Ensayo mal visto por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
^(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Calle Huancavelica 1000 - Lima
INGENIERO QUÍMICO
REG. CIP. N° 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.P.A.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 15/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 2 | | 7 | | 1 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,405 | 17,487 | 11,267 | 11,375 | 11,776 | 11,983 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,600 | 7,600 | 6,752 | 6,752 | 7,451 | 7,451 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4805 | 4887 | 4515 | 4623 | 4325 | 4532 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,343 | 2,343 | 2,285 | 2,285 | 2,304 | 2,304 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.05 | 2.09 | 1.98 | 2.02 | 1.88 | 1.97 |
| TASA N° | 32 | 12 | 14 | 15 | 84 | 9 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 124.39 | 145.30 | 135.73 | 145.05 | 131.44 | 161.65 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 116.62 | 135.74 | 126.80 | 135.03 | 124.75 | 148.89 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.77 | 9.56 | 8.93 | 10.02 | 6.69 | 12.76 |
| PESO DE TARA (g) | 69.64 | 82.16 | 74.13 | 82.33 | 84.46 | 89.34 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.98 | 53.58 | 52.67 | 52.7 | 40.3 | 59.55 |
| HUMEDAD (%) | 16.54% | 17.84% | 16.95% | 19.01% | 16.60% | 21.43% |
| DENSIDAD SECA | 1.76 | 1.77 | 1.69 | 1.7 | 1.61 | 1.62 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 15-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 16-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 5.390 | 5.390 | 4.69 | 5.460 | 5.460 | 4.69 | 5.900 | 5.900 | 5.07 |
| 17-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 6.050 | 6.050 | 5.20 | 6.160 | 6.160 | 5.30 | 6.230 | 6.230 | 5.36 |
| 18-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 7.170 | 7.170 | 6.17 | 7.290 | 7.290 | 6.27 | 7.370 | 7.370 | 6.34 |
| 19-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 7.680 | 7.680 | 6.60 | 7.790 | 7.790 | 6.70 | 8.120 | 8.120 | 6.98 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 7 | | | | MOLDE N° 1 | | | |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 32.70 | 71.9 | 34.00 | | 27.30 | 60.1 | 30.00 | | 16.40 | 36.1 | 12.00 | |
| 0.040 | | 68.20 | 150.0 | 50.00 | | 55.90 | 123 | 41.00 | | 34.20 | 75 | 25.00 | |
| 0.060 | | 99.50 | 218.9 | 73.00 | | 81.80 | 180 | 60.00 | | 49.10 | 108 | 36.00 | |
| 0.080 | | 130.90 | 288.0 | 96.00 | | 106.40 | 234.1 | 78.00 | | 64.10 | 141 | 47.00 | |
| 0.100 | 1000 | 163.60 | 359.9 | 120.00 | 12.00 | 133.60 | 293.9 | 98.00 | 9.80 | 80.50 | 177.1 | 59.00 | 5.80 |
| 0.200 | 1500 | 267.30 | 588.1 | 196.00 | | 218.20 | 480 | 160.00 | | 130.90 | 288 | 96.00 | |
| 0.300 | | 338.20 | 744 | 248.00 | | 276.80 | 609 | 203.00 | | 166.40 | 366.1 | 122.00 | |
| 0.400 | | 376.40 | 828.1 | 276.00 | | 300.80 | 675 | 225.00 | | 183.60 | 425.9 | 142.00 | |
| 0.500 | | 409.10 | 900.0 | 300.00 | | 334.10 | 735 | 245.00 | | 201.80 | 444 | 148.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - OAS

Cristian Miguel Arrascalegui Brown
REG. CIP. N° 174530

Página 64 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUF - 2022

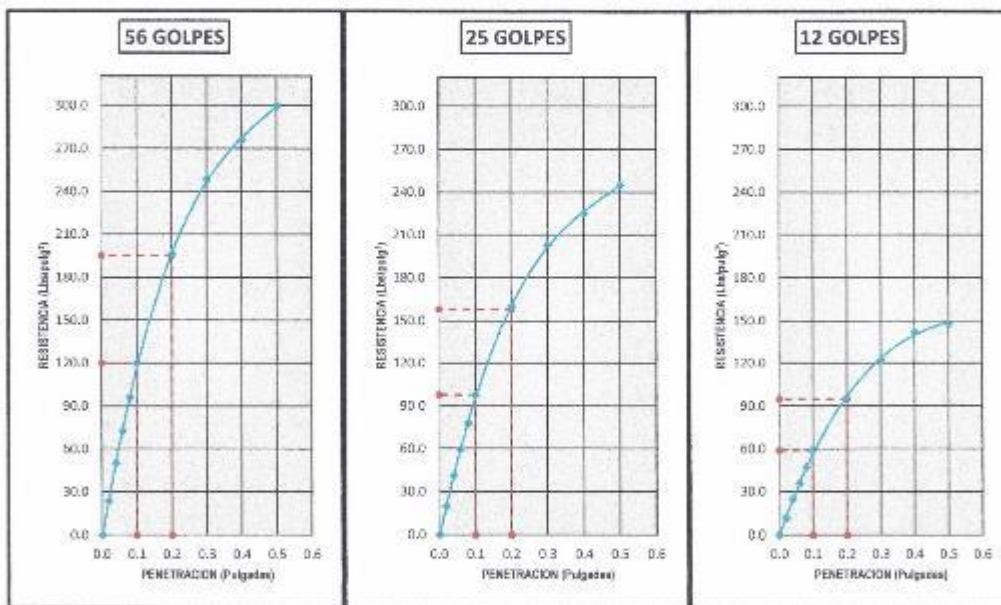
Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 15/11/2022

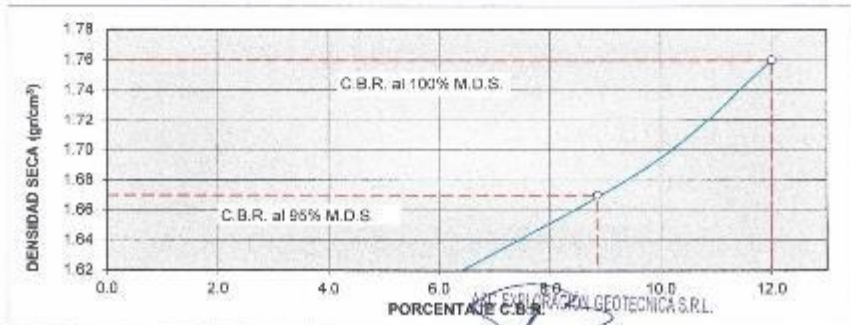
Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.76 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.00 |
| Humedad Óptima (%) | 16.54% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 8.85 |





Carga (1^o): 130lb/pulg² Carga (2^o): 195lb/pulg² Carga (1^o): 98lb/pulg² Carga (2^o): 138lb/pulg² Carga (1^o): 50lb/pulg² Carga (2^o): 95lb/pulg²



(*) Las métricas indicadas no han sido acreditadas por el INACAL - DA

ABC Exploración Geotécnica S.R.L.
Cristina Miguel Arceotagui Basso
Ingeniera en Geotecnia
R.C. CIP 46124530

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 11/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.4 | 63.2 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.5 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.64 | 76.98 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.34 | 738.52 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.5 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99921 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.51 | 2.51 | | |
| Promedio | 2.51 | | | |

Observaciones :


A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Miguel Arguedas Orsua
INGENIERO SUPERIOR
REG. CIP. N° 17999

Página 77 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01



Registro N° 16 - 187

Código : L - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

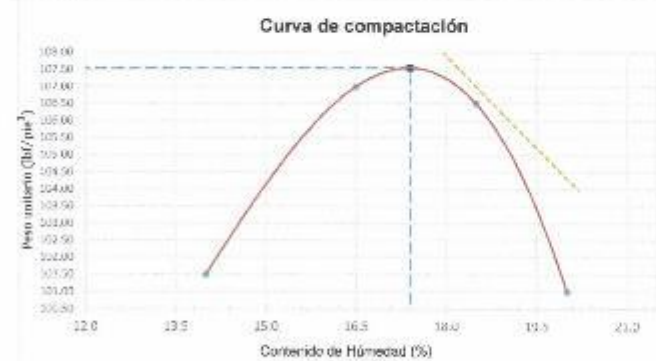
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 11/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|--------------------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pisón | Manual | Calicata | C-02 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | T.N. + 15% Bagazo + 1.25% Yura | Humedad (%) | --- |

ENSAYO DE COMPACTACION

| | | | | | |
|------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5546 | 5674 | 5698 | 5634 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1760 | 1888 | 1912 | 1848 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.855 | 1.989 | 2.015 | 1.947 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 21 | 22 | 71 | 12 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 389.78 | 620.83 | 558.24 | 541.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 348.35 | 541.68 | 484.02 | 461.23 |
| Masa de Tara | (g) | 55.78 | 55.79 | 79.84 | 64.88 |
| Masa del Agua | (g) | 41.43 | 79.15 | 74.22 | 79.93 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 292.57 | 485.89 | 404.18 | 396.35 |
| Contenido de Agua | (%) | 14.20 | 16.30 | 18.40 | 20.20 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.624 | 1.710 | 1.702 | 1.620 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 15.93 | 16.77 | 16.69 | 15.89 |
| Peso Unitario Seco | (lb/pie ³) | 101.58 | 106.75 | 106.25 | 101.13 |



| | |
|---|----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 107.50 lb/pie ³ |
| | 16.89 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.722 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lb/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.00 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| | | |
|------------------------|------|------|
| Método A | | |
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 265 | 7% |
| Masa Total (kg) | 3772 | 100% |

| | | |
|------------------------|-----|-----|
| Método B | | |
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | | |
|------------------------|-----|-----|
| Método C | | |
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |


Gravedad Específica^(*) : 2.51

Página 50 de 157

Observaciones

- Realizar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de Humedad (ASTM - D-1558 - 13)
- Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - ON.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Rodríguez
 Ingeiero Civil
 REG. C.O.P. N° 174539

| | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|--|
|  A&C Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR | | | |
| | NTP 339.145 (*) | | | |
| Código : LAB - G - 014 | Fecha : 30 - 07 - 2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 | |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 15/11/2022

Calicata: C - 02
 Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
| MOLDE N° | 3 | | 5 | | 4 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,432 | 12,516 | 12,097 | 12,203 | 11,798 | 12,001 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,464 | 7,464 | 7,636 | 7,636 | 7,567 | 7,567 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,968 | 5,052 | 4,461 | 4,567 | 4,231 | 4,434 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,468 | 2,468 | 2,302 | 2,302 | 2,302 | 2,302 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.01 | 2.05 | 1.94 | 1.98 | 1.84 | 1.93 |
| TARA N° | 1 | 17 | 84 | 33 | 79 | 65 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 129.04 | 132.01 | 146.02 | 137.31 | 142.68 | 160.06 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 121.04 | 122.18 | 136.83 | 127.03 | 135.79 | 147.01 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8 | 9.83 | 9.19 | 10.28 | 6.89 | 13.05 |
| PESO DE TARA (g) | 74.06 | 68.60 | 84.16 | 74.33 | 95.50 | 87.46 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.98 | 53.58 | 52.67 | 52.7 | 40.3 | 59.55 |
| HUMEDAD (%) | 17.03% | 18.35% | 17.48% | 19.51% | 17.10% | 21.91% |
| DENSIDAD SECA | 1.72 | 1.73 | 1.65 | 1.66 | 1.57 | 1.58 |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 15-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 6.000 | | | 6.000 | | | 6.000 | | 0.000 |
| 16-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.390 | 5.390 | 4.68 | 5.490 | 5.490 | 4.72 | 5.840 | 5.840 | 5.02 |
| 17-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 6.170 | 6.170 | 5.31 | 6.390 | 6.390 | 5.49 | 7.090 | 7.090 | 6.10 |
| 18-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 6.590 | 6.590 | 5.67 | 7.250 | 7.250 | 6.23 | 7.420 | 7.420 | 6.38 |
| 19-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.080 | 7.080 | 6.09 | 7.650 | 7.650 | 6.58 | 7.820 | 7.820 | 6.72 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|---|
| PENETRACION | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 4 | | | |
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 45.00 | 90 | 33.00 | | 36.80 | 81 | 37.00 | | 23.80 | 48 | 16.00 | |
| 0.040 | | 92.70 | 203.9 | 68.00 | | 75.00 | 165 | 55.00 | | 45.00 | 99 | 33.00 | |
| 0.060 | | 135.00 | 297.0 | 99.00 | | 110.50 | 243.1 | 81.00 | | 66.80 | 147 | 49.00 | |
| 0.080 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | | 144.50 | 317.9 | 106.00 | | 87.30 | 192.1 | 64.00 | |
| 0.100 | 1000 | 222.30 | 489.1 | 163.00 | 16.30 | 181.40 | 399.1 | 133.00 | 13.30 | 109.10 | 240 | 80.00 | |
| 0.200 | 1500 | 362.70 | 797.9 | 266.00 | | 295.00 | 651 | 217.00 | | 177.30 | 380.1 | 130.00 | |
| 0.300 | | 459.50 | 1010.9 | 337.00 | | 375.00 | 825 | 275.00 | | 226.40 | 498.1 | 166.00 | |
| 0.400 | | 511.40 | 1125.1 | 375.00 | | 417.30 | 918.4 | 306.00 | | 261.80 | 576 | 192.00 | |
| 0.500 | | 556.40 | 1224.1 | 408.00 | | 454.10 | 999 | 333.00 | | 272.70 | 598.9 | 200.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - O&A


 Cristian Miguel Estratega Brown
 INGENIERO SUPERIOR
 REG. Nº 111.175.020



ABC Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

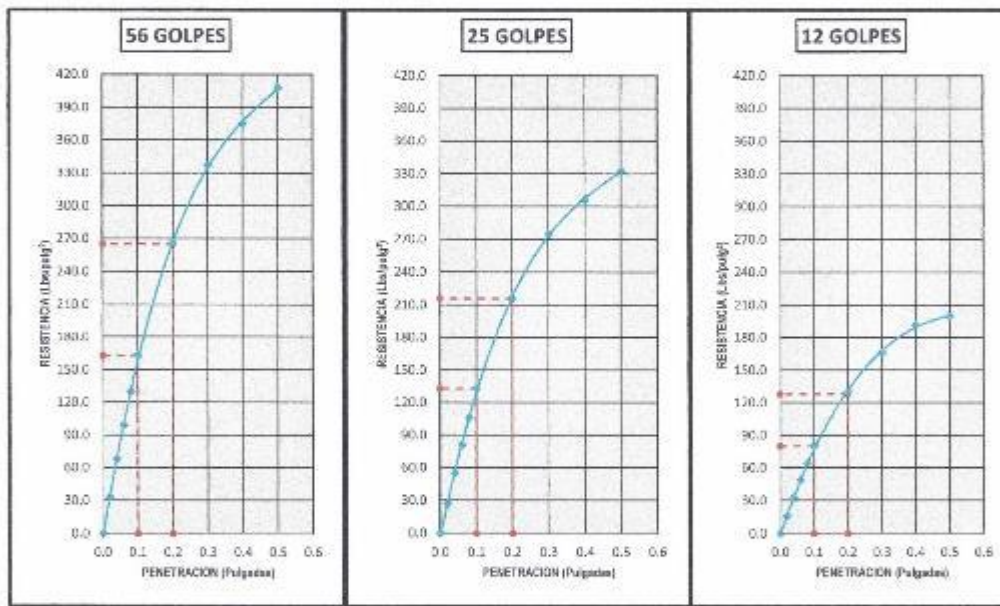
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 15/11/2022

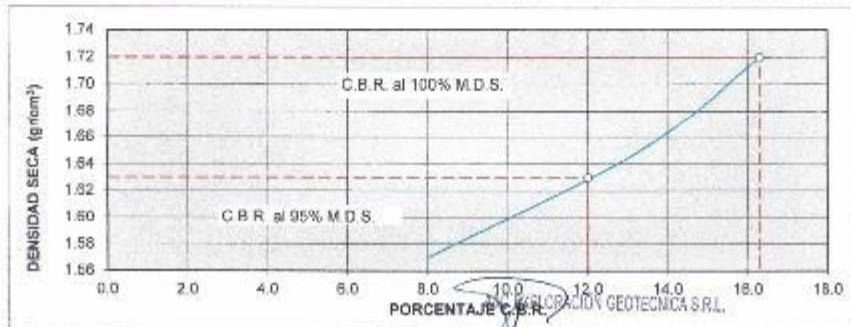
Calicata: C - 02
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.72 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 16.30 |
| Humedad Óptima (%) | 17.03% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 12.00 |





Carga (1^o): 368 lb/in² Carga (2^o): 265 lb/in² Carga (3^o): 133 lb/in² Carga (4^o): 716 lb/in² Carga (1^o): 50 lb/in² Carga (2^o): 128 lb/in²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC INGENIERIA GEOTECNICA S.R.L.
INGENIERIA GEOTECNICA
R.C. CAT. N° 144350

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE-187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 11/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 02 | C - 02 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 62.9 | 63.1 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.5 | 23.2 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.35 | 77.02 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.05 | 738.46 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.4 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99924 | | |
| Gravedad Especifica (G20°C) | 2.50 | 2.50 | | |
| Promedio | 2.50 | | | |

Observaciones : _____


A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Cristian Manuel Argente Aguiar
INGENIERO SUPERIOR
REG. N° 114576



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 15/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 1 | | 7 | | 2 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12.100 | 12.179 | 11.189 | 11.295 | 11.916 | 12.122 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7.451 | 7.451 | 6.752 | 6.752 | 7.600 | 7.600 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4649 | 4728 | 4437 | 4543 | 4316 | 4522 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2.304 | 2.304 | 2.285 | 2.285 | 2.343 | 2.343 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.02 | 2.05 | 1.94 | 1.99 | 1.84 | 1.93 |
| TARA N° | 34 | 51 | 23 | 69 | 68 | 74 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 142.92 | 158.30 | 144.56 | 139.85 | 117.75 | 143.19 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 134.46 | 147.95 | 134.85 | 129.06 | 110.47 | 129.55 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.46 | 10.35 | 9.71 | 10.79 | 7.28 | 13.64 |
| PESO DE TARA (g) | 87.46 | 94.35 | 82.16 | 76.34 | 70.16 | 69.98 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47 | 53.6 | 52.69 | 52.72 | 40.3 | 59.57 |
| HUMEDAD (%) | 18.00% | 19.31% | 18.43% | 20.47% | 18.06% | 22.90% |
| DENSIDAD SECA | 1.71 | 1.72 | 1.64 | 1.65 | 1.56 | 1.57 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 15-Nov | 4.00 p.m. | 3 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 16-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 6.750 | 6.750 | 5.80 | 7.090 | 7.090 | 6.10 | 7.160 | 7.160 | 6.16 |
| 17-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.120 | 7.120 | 6.12 | 7.210 | 7.210 | 6.20 | 7.410 | 7.410 | 6.37 |
| 18-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 7.260 | 7.260 | 6.24 | 7.370 | 7.370 | 6.34 | 7.490 | 7.490 | 6.44 |
| 19-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.530 | 7.530 | 6.47 | 7.780 | 7.780 | 6.69 | 8.060 | 8.060 | 6.53 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE N° 7 | | | | MOLDE N° 2 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 56.50 | 139.9 | 40.00 | | 45.00 | 99 | 33.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | |
| 0.040 | | 114.50 | 251.9 | 84.00 | | 92.70 | 203.9 | 68.00 | | 55.90 | 123 | 41.00 | |
| 0.060 | | 167.70 | 368.9 | 123.00 | | 135.00 | 297 | 99.00 | | 81.80 | 180 | 50.00 | |
| 0.080 | | 219.50 | 482.9 | 161.00 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | | 106.40 | 234.1 | 78.00 | |
| 0.100 | 1000 | 274.10 | 603.0 | 201.00 | 20.10 | 227.30 | 489.1 | 163.00 | 16.30 | 133.60 | 293.9 | 98.00 | 9.80 |
| 0.200 | 1500 | 447.30 | 984.1 | 328.00 | | 362.70 | 797.9 | 256.00 | | 218.20 | 480 | 160.00 | |
| 0.300 | | 567.30 | 1248.1 | 416.00 | | 459.50 | 1010.9 | 337.00 | | 276.80 | 609 | 203.00 | |
| 0.400 | | 690.00 | 1386 | 462.00 | | 511.50 | 1125.1 | 375.00 | | 320.50 | 705.1 | 235.00 | |
| 0.500 | | 685.90 | 1509.0 | 503.00 | | 556.40 | 1221.1 | 408.00 | | 334.10 | 735 | 245.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.
INGENIERO RESPONSABLE
SOS. CIR. N° 174530

Página 68 de 157



ABC Esquidón Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

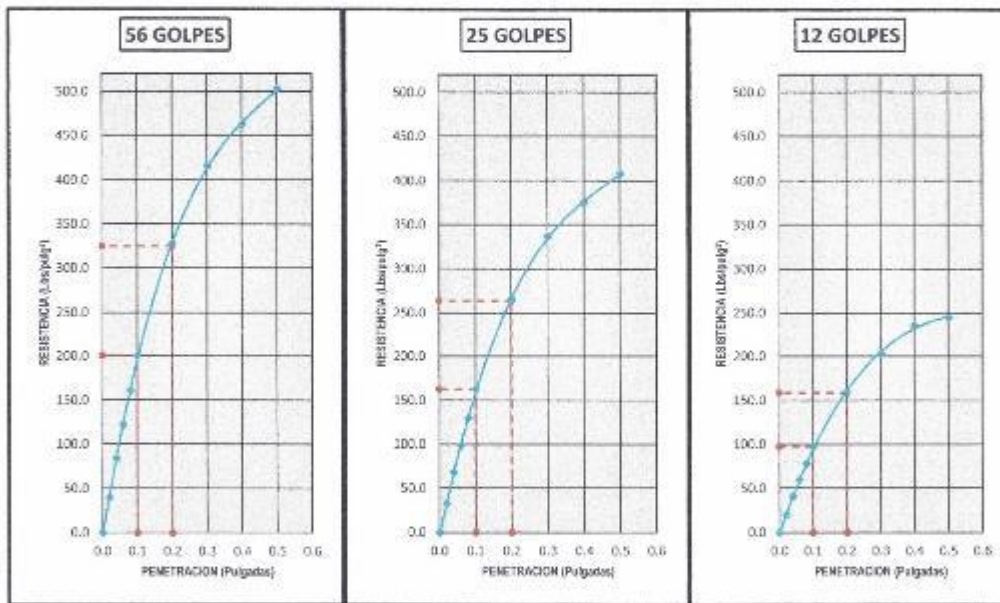
Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 15/11/2022

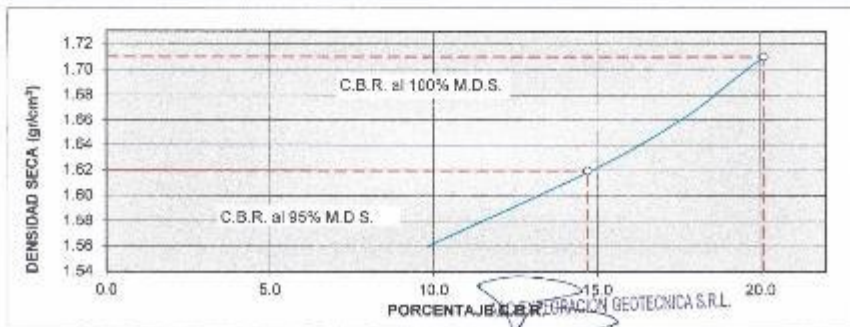
Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Y.L.C

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.71 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 20.10 |
| Humedad Óptima (%) | 18.00% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 14.70 |





Carga (1^o): 200 lbs/pulg² Carga (2^o): 325 lbs/pulg² Carga (1^o): 168 lbs/pulg² Carga (2^o): 264 lbs/pulg² Carga (1^o): 98 lbs/pulg² Carga (2^o): 159 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Roberto Manuel Arruñaditas Basso
INGENIERO SUPERIOR
Ces. CIP. N° 174339

Anexo 11. Ensayo Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 3

| | | | |
|---|--|------------------------|---|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128 1999 Rev. 01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Análisis Acreditado Registro M.L.E - 187</p> |
| | Código : LAB - G - 002 | Fecha : 29 - 04 - 2022 | |

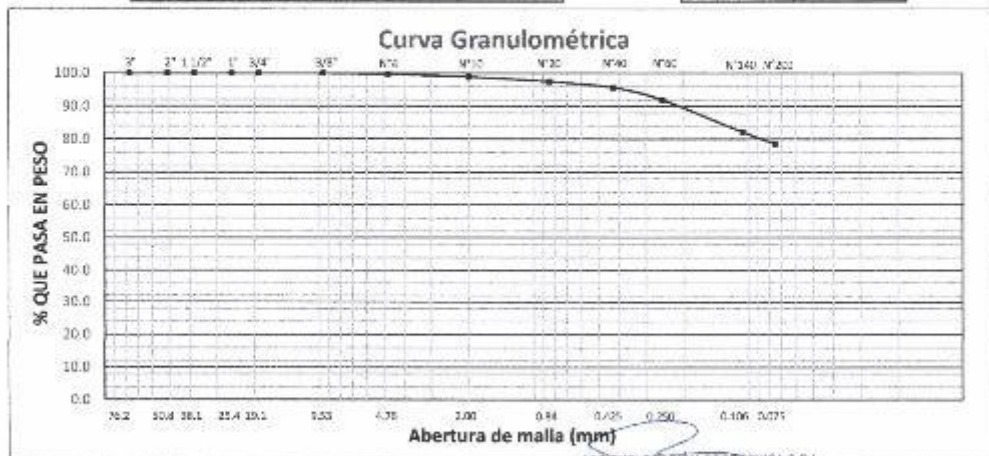
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

D. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | | | | | | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | |
|--------------------------------------|--------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------------------|------|
| ABERTURA DE MALLA | | MASA RETENIDA (g.) | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | |
| (Pulg.) | (mm) | | | | | Muestra Inicial (g.) | : |
| 3" | 76.200 | --- | --- | --- | 100.0 | Fracción fina (g.) | --- |
| 2" | 50.800 | --- | --- | --- | 100.0 | CARACTERÍSTICAS | |
| 1 1/2" | 38.100 | --- | --- | --- | 100.0 | % Bolones (75 - 300 mm) | --- |
| 1" | 25.400 | --- | --- | --- | 100.0 | % Gravas (4.75 - 75 mm) | 0.4 |
| 3/4" | 19.050 | --- | --- | --- | 100.0 | % Arenas (0.075 - 4.75 mm) | 21.1 |
| 3/8" | 9.525 | --- | --- | --- | 100.0 | % Arena gruesa (4.75 - 2.00 mm) | 0.8 |
| N° 4 | 4.760 | 1.25 | 0.4 | 0.4 | 99.6 | % Arena media (2.00 - 0.42 mm) | 3.3 |
| N° 10 | 2.000 | 2.64 | 0.8 | 1.1 | 98.9 | % Arena fina (2.00 - 0.42 mm) | 17.1 |
| N° 20 | 0.840 | 5.16 | 1.5 | 2.6 | 97.4 | % Limos y arcillas (<0.075 mm) | 78.5 |
| N° 40 | 0.425 | 6.32 | 1.8 | 4.4 | 95.6 | Diámetro efectivo D60 (mm) | --- |
| N° 60 | 0.250 | 13.05 | 3.7 | 8.1 | 91.9 | Diámetro efectivo D30 (mm) | --- |
| N° 140 | 0.106 | 34.15 | 9.8 | 17.9 | 82.1 | Diámetro efectivo D10 (mm) | --- |
| N° 200 | 0.075 | 12.68 | 3.6 | 21.5 | 78.5 | Coefficiente de uniformidad (Cu) | --- |
| < N° 200 | FONDO | 274.75 | 78.5 | 100.0 | 0.0 | Coefficiente de curvatura (Cc) | --- |

| | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Límite Líquido (%) | 38.0 |
| Límite Plástico (%) | 23.0 |
| Índice de Plasticidad (%) | 15.0 |
| SUCS(*) | Arilla de baja plasticidad con arena |

| | |
|-------------|-----------------|
| Muestra | C - 03 / M - 01 |
| SUCS(*) | CL |
| AASHTO(*) | A - 6 (10) |
| Profundidad | 0 |



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

[Firma]
 Coordinador de Laboratorio
 INGENIERO CIVIL
 N° 174539

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

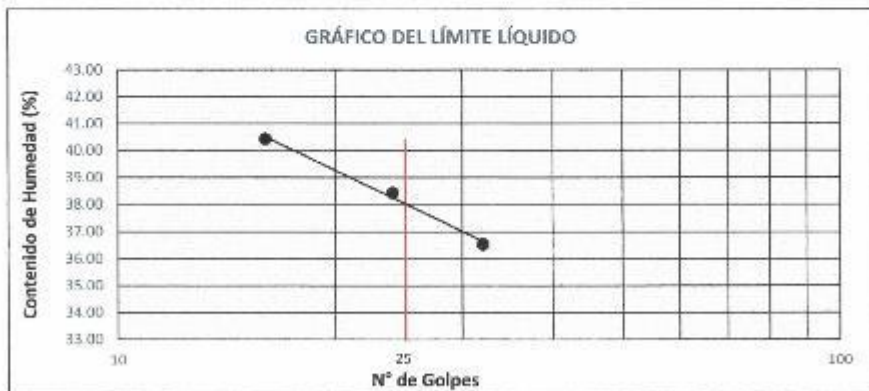
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|--|--------|
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA | Método de preparación húmeda | EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO | Manual |
| | Tamizado por lavado en el tamiz N°40 | EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO | Manual |
| | Preparación con agua destilada | PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40 | 4% |

| DATOS DEL ENSAYO | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|---------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| N° de Tara | 70 | 46 | 25 | 12 | 21 |
| N° de Golpes | 16 | 24 | 32 | --- | --- |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | 26.99 | 30.16 | 27.46 | 20.64 | 18.76 |
| Tara + Suelo seco (g.) | 23.15 | 25.46 | 23.66 | 19.41 | 17.79 |
| Masa del Agua (g.) | 3.84 | 4.70 | 3.80 | 1.23 | 0.97 |
| Masa de la Tara (g.) | 13.65 | 13.23 | 13.26 | 13.97 | 13.49 |
| Masa del Suelo Seco (g.) | 9.50 | 12.23 | 10.40 | 5.44 | 4.30 |
| Porcentaje de Humedad (%) | 40.42 | 38.43 | 36.54 | 22.61 | 22.56 |



| LÍMITES DE CONSISTENCIA | |
|-------------------------|------|
| Límite Líquido | 38.0 |
| Límite Plástico | 23.0 |
| Índice de Plasticidad | 15.0 |



| | |
|-------------------------|-----------------|
| CALCATA | C - 03 / M - 01 |
| Profundidad | m |
| Clasificación SUCS(*) | CL |
| Clasificación AASHTO(*) | A-6 (10) |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 79 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina Miguel / Francisca Brown
 INGENIERO SUPERVISORA
 REG. SUP. 45.123456

| | | | |
|--|---|--------------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado Registro N° LE - 107 |
| | Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 17/11/2022

Muestra: Terreno Natural

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

| Calicata | C - 03 | C - 03 | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 62.6 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.1 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.45 | 76.68 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 737.86 | 737.98 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.2 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99929 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.48 | 2.48 | | |
| Promedio | 2.48 | | | |

Observaciones : _____


A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Ingrid María Alvarado
INGENIERA SUPERVISOR
REG. C.O.T. N° 279530

| | | | |
|---|--|--------------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  Registro N° LE - 187 |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 17/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) NTP 339.141:1999 [Rev. 2019]

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|-----------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pésón | Manual | Calicata | C-03 | Gravim. SUEC (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | TERRENO NATURAL | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 2532 | 5084 | 5706 | 5632 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1746 | 1898 | 1920 | 1866 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.840 | 2.000 | 2.023 | 1.945 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 41 | 8 | 45 | 35 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 754.19 | 623.35 | 746.33 | 798.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 660.01 | 552.03 | 649.79 | 683.24 |
| Masa de Tara | (g) | 106.32 | 89.66 | 94.64 | 93.19 |
| Masa del Agua | (g) | 74.18 | 71.32 | 96.54 | 114.92 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 553.69 | 462.37 | 555.15 | 590.05 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.40 | 15.40 | 17.40 | 19.50 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.623 | 1.733 | 1.723 | 1.628 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 15.92 | 17.00 | 16.90 | 15.97 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 101.92 | 108.19 | 107.56 | 101.63 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 108.50 lb/ft ³ |
| | 17.04 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.74 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica [®] (*) | 2.48 |
|--------------------------------------|------|

Página 81 de 157

Observaciones : [®] Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad IASTM - D 4713 - 15A.
[®] Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arroyavegui Brown
 Ingeniero Civil
 C.R.E.S. CIP N° 174779



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Muestra: Terreno natural

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 7 | | 8 | | 4 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,363 | 11,443 | 13,900 | 14,048 | 11,817 | 12,020 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,752 | 6,752 | 7,646 | 7,646 | 7,568 | 7,568 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4611 | 4691 | 6254 | 6402 | 4249 | 4452 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,285 | 2,285 | 3,217 | 3,217 | 2,302 | 2,302 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.02 | 2.05 | 1.94 | 1.99 | 1.85 | 1.93 |
| TARA N° | 70 | 302 | 33 | 16 | 54 | 19 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 139.18 | 342.53 | 150.50 | 152.81 | 122.25 | 153.20 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.66 | 133.25 | 141.85 | 143.07 | 115.77 | 140.76 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.52 | 9.28 | 8.65 | 9.74 | 6.48 | 12.44 |
| PESO DE TARA (g) | 84.66 | 79.55 | 89.16 | 90.35 | 75.46 | 81.19 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47 | 53.6 | 52.69 | 52.72 | 40.3 | 59.57 |
| HUMEDAD (%) | 16.00% | 17.31% | 16.42% | 18.47% | 16.08% | 20.88% |
| DENSIDAD SECA | 1.74 | 1.75 | 1.67 | 1.68 | 1.59 | 1.60 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 21-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 22-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 10.130 | 10.130 | 8.71 | 10.460 | 10.460 | 8.99 | 10.960 | 10.960 | 9.42 |
| 23-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 12.160 | 12.160 | 10.46 | 12.620 | 12.620 | 10.85 | 13.410 | 13.410 | 11.53 |
| 24-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 13.860 | 13.860 | 11.92 | 14.390 | 14.390 | 12.37 | 1.050 | 1.050 | 0.90 |
| 25-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 15.570 | 15.570 | 13.39 | 16.290 | 16.290 | 14.01 | 16.780 | 16.780 | 14.43 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 7 | | | | MOLDE N° 8 | | | | MOLDE N° 4 | | | |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|------|------------|-------|-----------------------|------|------------|------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 17.70 | 39.9 | 19.00 | | 15.00 | 33 | 11.00 | | 8.20 | 18 | 6.00 | |
| 0.040 | | 38.20 | 84.0 | 28.00 | | 31.40 | 69.1 | 23.00 | | 17.70 | 38.9 | 13.00 | |
| 0.060 | | 54.50 | 119.9 | 40.00 | | 45.00 | 99 | 33.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | |
| 0.080 | | 72.30 | 159.1 | 53.00 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | |
| 0.100 | 1000 | 90.00 | 198.0 | 66.00 | 6.60 | 73.60 | 161.9 | 54.00 | 5.40 | 43.60 | 95.9 | 32.00 | 3.20 |
| 0.200 | 1500 | 147.30 | 324.1 | 108.00 | | 120.00 | 264 | 88.00 | | 70.90 | 156 | 52.00 | |
| 0.300 | | 186.80 | 411 | 137.00 | | 152.70 | 335.9 | 112.00 | | 90.00 | 198 | 66.00 | |
| 0.400 | | 207.30 | 456.1 | 152.00 | | 184.10 | 405 | 135.00 | | 105.00 | 231 | 77.00 | |
| 0.500 | | 225.00 | 495.0 | 165.00 | | 184.10 | 405 | 135.00 | | 109.10 | 240 | 80.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Miguel Acuña
Ingeniero SUPERVISOR
C.I. 10.000.000

Página 90 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

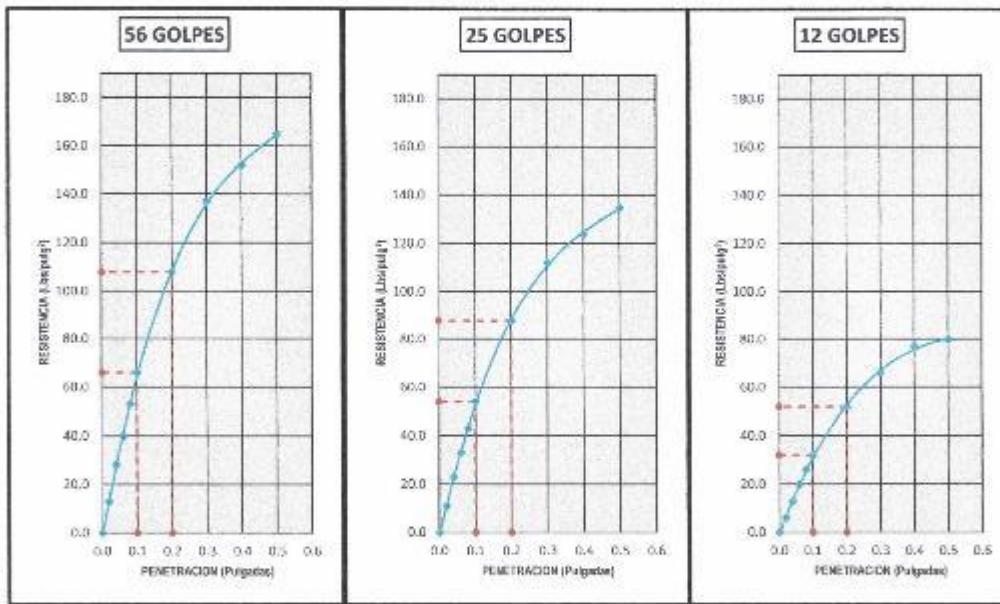
Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 21/11/2022

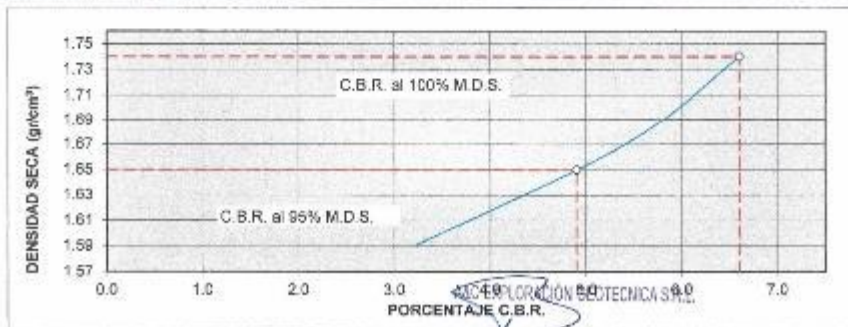
Muestra: Terreno natural

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.74 | C.B.R. al 100% de M.D.S. [%] | 6.60 |
| Humedad Óptima (%) | 16.00% | C.B.R. al 95% de M.D.S. [%] | 4.90 |



Carga (1^o): 44lb/pulg² Carga (2^o): 100lb/pulg² Carga (1^o): 54-65lb/pulg² Carga (2^o): 82lb/pulg² Carga (1^o): 32lb/pulg² Carga (2^o): 32lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina Miguel Arrimategui Bogdan
INGENIERO EN GEOTECNIA
N° 124533

Anexo 12. Ensayos Mecánicos del Suelo Patrón 3 + CBC%

| | | | |
|---|---|--------------------|--|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado</p> <p>Registro N° LE - 197</p> |
| | Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 17/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo

Método Seco



NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.7 | 62.9 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.5 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.56 | 75.64 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.78 | 738.16 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.1 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99931 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.55 | 2.55 | | |
| Promedio | 2.55 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

 Cristian Daniel Arroyave B.
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174933

| | | | |
|---|--|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 187 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 17/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|--------------------|------------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmeda | Tipo de Pisón | Manual | Calicata | C - 03 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natura + 5% Bagazo | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5579 | 5716 | 5752 | 5671 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1793 | 1930 | 1966 | 1885 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.889 | 2.034 | 2.072 | 1.986 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 20 | 13 | 1 | 14 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 648.32 | 746.97 | 698.66 | 676.31 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 584.01 | 639.10 | 606.23 | 537.69 |
| Masa de Tara (g) | | 94.16 | 77.64 | 89.65 | 74.18 |
| Masa del Agua (g) | | 64.31 | 87.87 | 89.43 | 88.62 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 489.85 | 581.46 | 519.58 | 463.51 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.10 | 15.10 | 17.20 | 19.10 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.670 | 1.767 | 1.768 | 1.668 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.38 | 17.33 | 17.34 | 16.36 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 104.25 | 110.31 | 110.37 | 104.13 |



| | |
|---|--|
| Peso unitario seco máximo | 111.00 lb/ft ³ 17.44 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.78 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) (lb/ft ³) | --- |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) (g/cm ³) | --- |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) (%) | --- |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.55 |
|------------------------------------|------|

Página 82 de 157

Observaciones : ^(*) Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (NORM - E - 0718 - 15).
^(*) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
^(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Acosta
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIR. N° 174510



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Calicata: C - 08
Muestra: Natural + 5% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 1 | | 5 | | 2 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,211 | 12,292 | 12,219 | 12,330 | 12,035 | 12,246 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,451 | 7,451 | 7,636 | 7,636 | 7,600 | 7,600 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,760 | 4,841 | 4,583 | 4,694 | 4,435 | 4,646 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,304 | 2,304 | 2,302 | 2,302 | 2,343 | 2,343 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.07 | 2.10 | 1.99 | 2.04 | 1.89 | 1.98 |
| TARA N° | 1 | 20 | 12 | 13 | 24 | 41 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 129.51 | 149.53 | 151.98 | 141.11 | 115.27 | 150.63 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 121.97 | 140.23 | 143.31 | 131.35 | 108.78 | 138.16 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.54 | 9.3 | 8.67 | 9.76 | 6.49 | 12.47 |
| PESO DE TARA (g) | 74.99 | 86.65 | 90.64 | 78.65 | 68.49 | 78.61 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 46.98 | 53.58 | 52.67 | 52.7 | 40.3 | 59.55 |
| HUMEDAD (%) | 16.05% | 17.36% | 16.46% | 18.52% | 16.11% | 20.94% |
| DENSIDAD SECA | 1.78 | 1.79 | 1.71 | 1.72 | 1.63 | 1.64 |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 21-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 22-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 10.350 | 10.350 | 8.90 | 10.460 | 10.460 | 8.99 | 10.860 | 10.860 | 9.34 |
| 23-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 11.460 | 11.460 | 9.85 | 11.620 | 11.620 | 9.99 | 11.970 | 11.970 | 10.29 |
| 24-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 13.500 | 13.500 | 11.61 | 13.800 | 13.800 | 11.87 | 13.990 | 13.990 | 12.03 |
| 25-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 14.760 | 14.760 | 12.60 | 14.690 | 14.690 | 12.63 | 14.860 | 14.860 | 12.78 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|-----------|--------|-----------------------|------------|-----------|---------|-------|------------|-----------------------|--------|---------|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 2 | | | |
| | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | |
| | | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | | % | Lectura | lbs | | lbs/pulg ² | % | Lectura |
| 0.020 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | | 17.70 | 39.9 | 18.00 | |
| 0.040 | | 73.60 | 161.9 | 54.00 | | 60.00 | 132 | 44.00 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | |
| 0.060 | | 107.70 | 236.9 | 79.00 | | 87.30 | 192.1 | 64.00 | | 51.80 | 114 | 38.00 | |
| 0.080 | | 140.50 | 309.1 | 103.00 | | 114.50 | 251.9 | 84.00 | | 68.20 | 150 | 50.00 | |
| 0.100 | 1000 | 175.90 | 387.0 | 129.00 | 12.90 | 143.20 | 315 | 105.00 | 10.50 | 85.90 | 189 | 63.00 | |
| 0.200 | 1500 | 286.40 | 630.1 | 210.00 | | 233.20 | 513 | 171.00 | | 140.50 | 309.1 | 103.00 | |
| 0.300 | | 364.10 | 801 | 267.00 | | 295.90 | 651 | 217.00 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | |
| 0.400 | | 405.00 | 891 | 297.00 | | 380.00 | 840 | 242.00 | | 205.90 | 453 | 151.00 | |
| 0.500 | | 440.50 | 969.1 | 323.00 | | 358.60 | 789.1 | 263.00 | | 215.90 | 474.1 | 158.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. Página 92 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

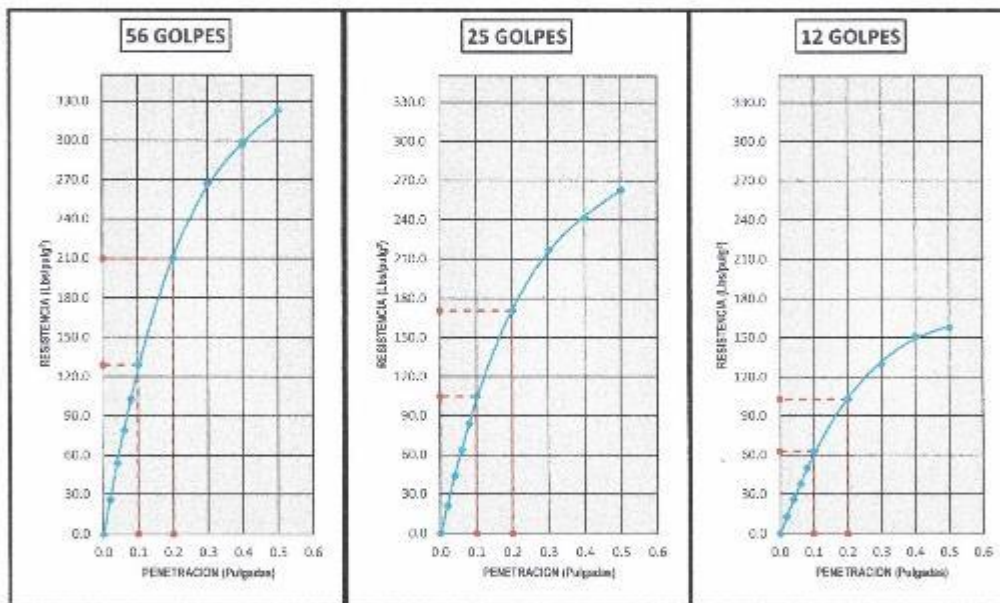
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

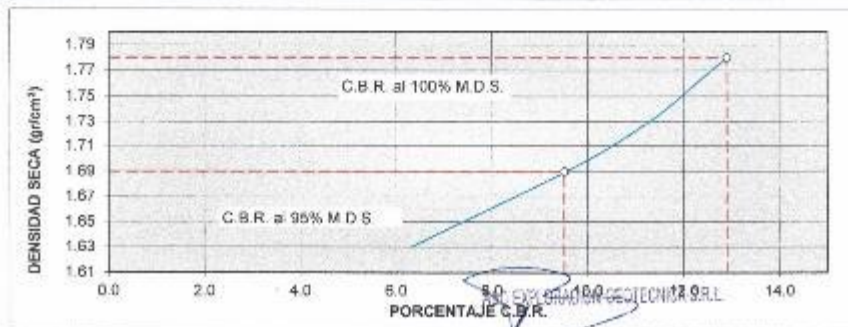
Calicata: C - 03
Muestra: Natural + 5% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.78 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.90 |
| Humedad Óptima (%) | 16.05% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 9.50 |



Carga (1^o): 120 lb/pulg² Carga (2^o): 210 lb/pulg² Carga (3^o): 300 lb/pulg² Carga (4^o): 450 lb/pulg² Carga (5^o): 600 lb/pulg² Carga (6^o): 900 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Carolina María Arcecano Brown
INGENIERO SUPERVISOR
REG. CEP N° 17422

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 17/11/2022



Muestra: Natural + 10% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 67.8 | 63.6 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.1 | 23.6 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.64 | 75.16 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.51 | 737.71 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.4 | 23.6 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99924 | 0.99919 | | |
| Gravedad Especifica (G20°C) | 2.53 | 2.53 | | |
| Promedio | 2.53 | | | |

Observaciones : _____


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arroyavegui Jimón
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 141450

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 107 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2072
 Fecha de Ensayo : 17/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|---------------------|-----------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmero | Tipo de Pídon | Manual | Calicata | C - 03 | Cosfío SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Natura + 10% Bagazo | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------|--|--------|--|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | | 2 | | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5565 | | 5709 | | 5734 | 5656 |
| Masa del Molde | (g) | 3780 | | 3786 | | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | | 949 | | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1779 | | 1923 | | 1948 | 1870 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.875 | | 2.026 | | 2.053 | 1.970 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| N° Tara | | 4 | | 60 | | 56 | 18 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 716.32 | | 658.65 | | 813.32 | 746.55 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 642.64 | | 582.06 | | 704.85 | 640.56 |
| Masa de Tara | (g) | 102.33 | | 94.16 | | 89.66 | 98.10 |
| Masa del Agua | (g) | 73.68 | | 76.59 | | 108.47 | 105.79 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 540.31 | | 487.9 | | 615.19 | 542.37 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.60 | | 15.70 | | 17.60 | 19.50 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.653 | | 1.751 | | 1.746 | 1.649 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.19 | | 17.17 | | 17.17 | 16.17 |
| Peso Unitario Seco | (lbf/pie ³) | 103.07 | | 109.31 | | 109.00 | 102.94 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.00 lbf/pie ³ |
| | 17.28 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.76 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) (P) | --- lbf/pie ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) (P) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.50 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) (P) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--|------|
| Gravedad Específica ^(*) (P) | 2.53 |
|--|------|

Observaciones

(*) Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 7538 - 15).

(*) Ensayo realizado según la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - Perú.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.


 Miguel Arturo Rodríguez
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 Registro N° 174530



ABC Exploras del Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Calicata: C - 03
Muestra: Natural + 10% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE Nº | 4 | | 10 | | 6 | |
| CAPAS Nº | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,289 | 12,370 | 12,847 | 12,971 | 11,440 | 11,651 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,568 | 7,568 | 7,541 | 7,541 | 6,972 | 6,972 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,721 | 4,802 | 5,306 | 5,430 | 4,468 | 4,679 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,302 | 2,302 | 2,684 | 2,684 | 2,379 | 2,379 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.05 | 2.09 | 1.98 | 2.02 | 1.88 | 1.97 |
| TARA Nº | 63 | 26 | 99 | 85 | 46 | 35 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 135.13 | 157.64 | 140.97 | 149.92 | 136.37 | 154.99 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 127.35 | 148.07 | 132.03 | 139.89 | 129.67 | 142.22 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.78 | 9.57 | 8.94 | 10.03 | 6.7 | 12.77 |
| PESO DE TARA (g) | 80.34 | 94.46 | 79.33 | 87.16 | 89.35 | 82.64 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.01 | 53.61 | 52.7 | 52.73 | 40.3 | 59.58 |
| HUMEDAD (%) | 16.55% | 17.85% | 16.96% | 19.07% | 16.62% | 21.43% |
| DENSIDAD SECA | 1.76 | 1.77 | 1.69 | 1.7 | 1.61 | 1.62 |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 21-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 22-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 8.960 | 8.960 | 7.70 | 9.640 | 9.640 | 8.29 | 10.340 | 10.340 | 8.89 |
| 23-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 10.170 | 10.170 | 8.74 | 11.160 | 11.160 | 9.60 | 12.170 | 12.170 | 10.46 |
| 24-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 11.650 | 11.650 | 10.02 | 12.350 | 12.350 | 10.62 | 13.590 | 13.590 | 11.69 |
| 25-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 12.970 | 12.970 | 11.15 | 14.600 | 14.600 | 12.55 | 15.560 | 15.560 | 13.38 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|-------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE Nº 4 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | |
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 38.20 | 84 | 28.00 | | 31.40 | 69.1 | 23.00 | | 19.10 | 42 | 14.00 | |
| 0.040 | | 80.50 | 177.1 | 59.00 | | 65.50 | 144.1 | 48.00 | | 39.50 | 86.9 | 29.00 | |
| 0.060 | | 118.60 | 260.9 | 87.00 | | 93.50 | 210.1 | 70.00 | | 57.30 | 126.1 | 42.00 | |
| 0.080 | | 155.50 | 342.1 | 114.00 | | 125.50 | 276.1 | 92.00 | | 75.00 | 165 | 55.00 | |
| 0.100 | 1000 | 193.60 | 425.9 | 142.00 | 14.20 | 156.80 | 345 | 115.00 | 11.50 | 94.10 | 207 | 69.00 | 6.90 |
| 0.200 | 1500 | 315.00 | 683.0 | 231.00 | | 255.00 | 561 | 187.00 | | 152.70 | 335.9 | 112.00 | |
| 0.300 | | 400.90 | 882 | 294.00 | | 324.50 | 713.9 | 238.00 | | 195.00 | 429 | 143.00 | |
| 0.400 | | 445.90 | 981 | 327.00 | | 361.80 | 796.0 | 260.00 | | 226.40 | 498.1 | 166.00 | |
| 0.500 | | 484.10 | 1065.0 | 355.00 | | 392.70 | 863.0 | 288.00 | | 235.00 | 519 | 173.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristhian Miguel Acuña
INGENIERO SUPERIOR



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE 2022

Calicata: C - 03

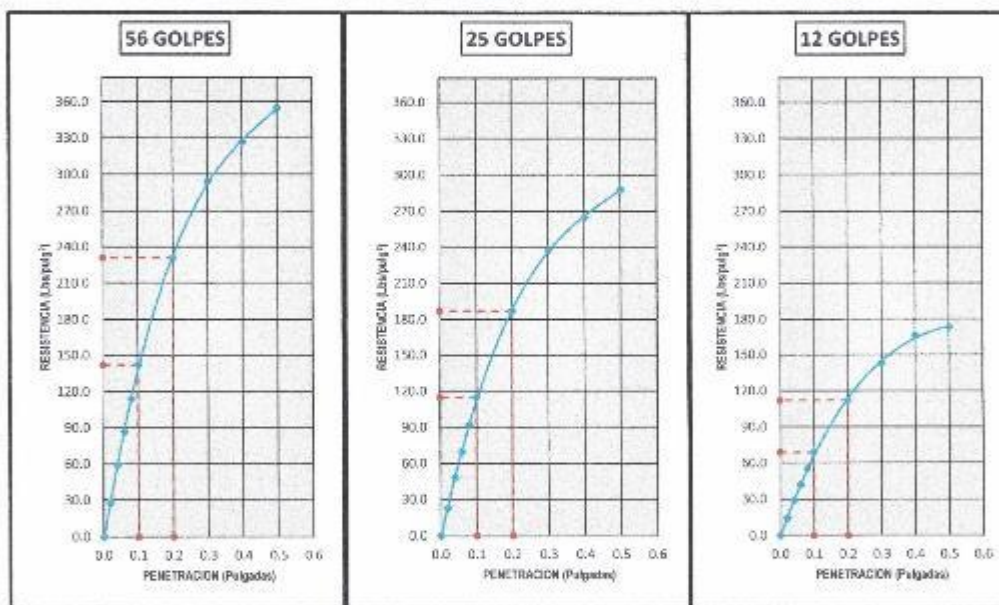
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

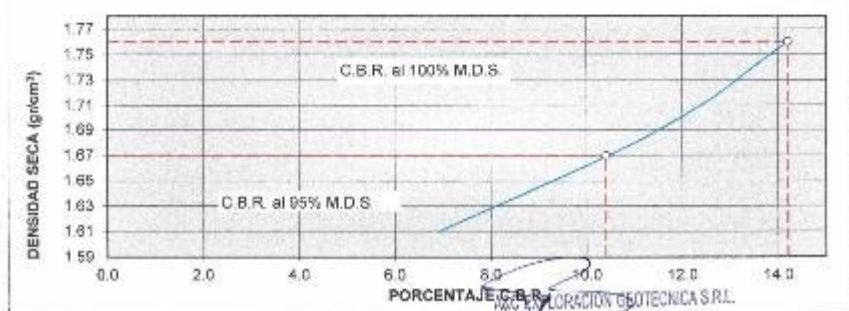
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.76 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 14.20 |
| Humedad Óptima (%) | 16.55% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 10.40 |





Carga (L¹): 142 lbs/pulg² Carga (L²): 231 lbs/pulg² Carga (L³): 115 lbs/pulg² Carga (L⁴): 187 lbs/pulg² Carga (L⁵): 18 lbs/pulg² Carga (L⁶): 112 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C Exploración Geotécnica S.R.L.
 Cristian J. Oval Arzuaga
 Gerente General
 D.S. Nº 117-2017-07

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  AAC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N.º L.E. - 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 18/11/2022



Muestra: Natural + 15% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 63.2 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.5 | 23.1 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 77.46 | 75.94 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.46 | 737.53 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.5 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99921 | | |
| Gravedad Específica (G ₂₀ °C) | 2.48 | 2.48 | | |
| Promedio | 2.48 | | | |

Observaciones : _____

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arruñada Torres
 Ingeiero Civil N° 174230

| | | | |
|--|--|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Métrica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado Registro N° LC-187 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

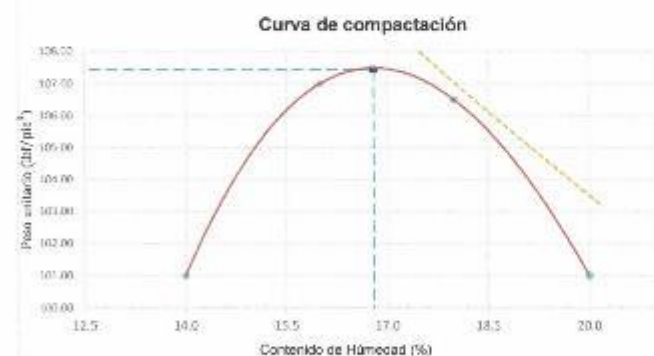
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 18/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|---------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmero | Tipo de Píñon | Manual | Calicata | C - 03 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natura + 15% Bagazo | Humedad (%) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5535 | 5674 | 5694 | 5635 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1749 | 1888 | 1908 | 1849 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.843 | 1.989 | 2.011 | 1.948 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 11 | 77 | 21 | 16 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 648.35 | 785.16 | 669.26 | 802.34 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 579.85 | 686.05 | 577.94 | 681.16 |
| Masa de Tara (g) | | 94.46 | 76.64 | 74.18 | 82.00 |
| Masa del Agua (g) | | 68.5 | 98.51 | 91.32 | 121.18 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 485.39 | 610.01 | 503.76 | 598.56 |
| Contenido de Agua (%) | | 14.10 | 16.10 | 18.10 | 20.20 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.615 | 1.713 | 1.703 | 1.621 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.84 | 16.80 | 16.70 | 15.90 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 100.82 | 106.94 | 106.31 | 101.20 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 107.50 lb/ft ³ |
| | 16.89 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.72 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ² (%) | --- |
| Densidad Máxima Seca Modificada ² (g/cm ³) | --- |
| Óptimo contenido humedad | 17.00 % |
| Ó. C. H. modificado ² (%) | --- |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ¹ (*) | 2.48 |
|--------------------------------------|------|

Página 84 de 157

Observaciones

¹ Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de Humedad (ASTM - D 4718 - 17)

² Si solo refirió por la NTP 339.131:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - UN.


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arraizaqui Benon
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014

Fecha : 30 - 07 - 2020

Versión : 01

Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|--------|-----------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------------|-----------|------------------|--------|-----------------------|------|
| MOLDE N° | 8 | | | 5 | | | 9 | | | | | | |
| CAPAS N° | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | | 25 | | | 12 | | | | | | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | SIN MOJAR | | MOJADA | | SIN MOJAR | | MOJADA | | SIN MOJAR | | MOJADA | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 14,122 | | 14,231 | | 12,097 | | 12,203 | | 11,450 | | 11,669 | | |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,646 | | 7,646 | | 7,636 | | 7,636 | | 6,864 | | 6,864 | | |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 6,476 | | 6,585 | | 4,461 | | 4,567 | | 4,586 | | 4,805 | | |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 3,217 | | 3,217 | | 2,302 | | 2,302 | | 2,495 | | 2,495 | | |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.01 | | 2.05 | | 1.94 | | 1.98 | | 1.84 | | 1.93 | | |
| TARA N° | 70 | | 5 | | 12 | | 22 | | 17 | | 6 | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 136.65 | | 143.07 | | 142.53 | | 144.16 | | 120.76 | | 126.81 | | |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 128.65 | | 133.25 | | 133.34 | | 133.88 | | 113.87 | | 143.76 | | |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8 | | 9.82 | | 9.19 | | 30.28 | | 6.89 | | 13.05 | | |
| PESO DE TARA (g) | 81.65 | | 79.65 | | 80.65 | | 81.26 | | 73.56 | | 84.19 | | |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47 | | 53.6 | | 52.69 | | 52.72 | | 40.3 | | 59.57 | | |
| HUMEDAD (%) | 17.02% | | 18.32% | | 17.44% | | 19.50% | | 17.09% | | 21.91% | | |
| DENSIDAD SECA | 1.72 | | 1.73 | | 1.65 | | 1.66 | | 1.57 | | 1.58 | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % | | |
| 22-Nov | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 | | |
| 23-Nov | 4:00 p.m. | 24 hrs | 7.490 | 7.490 | 6.44 | 7.940 | 7.940 | 6.83 | 8.650 | 8.650 | 7.47 | | |
| 24-Nov | 4:00 p.m. | 48 hrs | 8.160 | 8.160 | 7.02 | 8.810 | 8.810 | 7.58 | 9.100 | 9.100 | 7.82 | | |
| 25-Nov | 4:00 p.m. | 72 hrs | 9.690 | 9.690 | 8.33 | 10.340 | 10.340 | 8.89 | 10.910 | 10.910 | 9.38 | | |
| 26-Nov | 4:00 p.m. | 96 hrs | 11.350 | 11.350 | 9.76 | 11.760 | 11.760 | 10.11 | 11.970 | 11.970 | 10.29 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 8 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 9 | | | |
| | | CARGA Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | CARGA Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | CARGA Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 43.60 | 95.9 | 32.00 | | 35.50 | 79.1 | 26.00 | | 21.80 | 48 | 15.00 | |
| 0.040 | | 90.00 | 198.0 | 66.00 | | 73.60 | 151.9 | 54.00 | | 45.00 | 99 | 33.00 | |
| 0.060 | | 132.30 | 291.1 | 97.00 | | 107.70 | 236.9 | 79.00 | | 65.50 | 144.1 | 48.00 | |
| 0.080 | | 173.20 | 381.0 | 127.00 | | 140.50 | 309.1 | 109.00 | | 84.50 | 185.9 | 62.00 | |
| 0.100 | 1000 | 216.80 | 477.0 | 159.00 | 15.90 | 175.90 | 387 | 129.00 | 12.90 | 106.40 | 234.1 | 78.00 | 7.80 |
| 0.200 | 1500 | 353.20 | 777.0 | 259.00 | | 286.40 | 630.1 | 210.00 | | 173.20 | 381 | 127.00 | |
| 0.300 | | 448.60 | 986.9 | 329.00 | | 364.10 | 801 | 267.00 | | 219.50 | 482.9 | 161.00 | |
| 0.400 | | 499.10 | 1098 | 366.00 | | 405.00 | 891 | 297.00 | | 255.00 | 561 | 187.00 | |
| 0.500 | | 542.70 | 1193.9 | 398.00 | | 440.50 | 969 | 327.00 | | 285.90 | 585 | 195.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

[Handwritten signature and stamp]
INGENIERO EN GEOTECNIA S.R.L.
INGENIERO EN GEOTECNIA S.R.L.
CALLE 100 N° 17-47



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014

Fecha : 30 - 07 - 2020

Versión : 01

Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 03

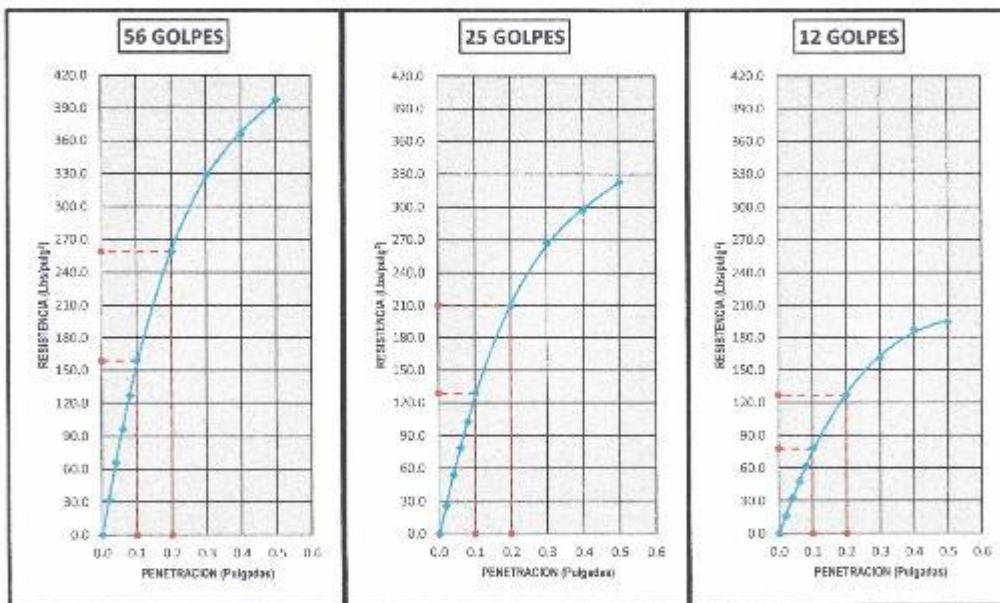
Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 15% Agua

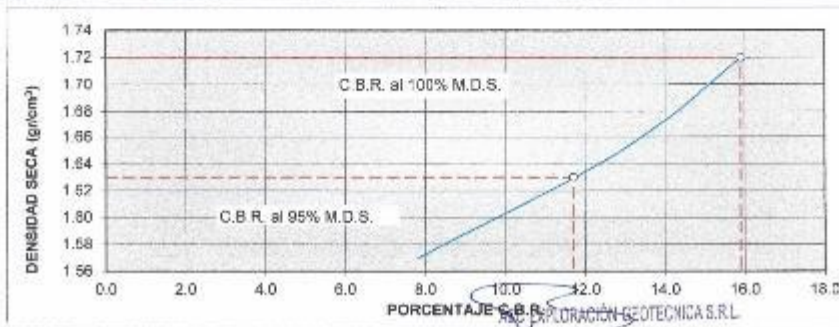
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.72 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 15.90 |
| Humedad Óptima (%) | 17.02% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 11.70 |





Carga (1°): 135 lb/pulg² Carga (2°): 250 lb/pulg² Carga (3°): 125 lb/pulg² Carga (4°): 210 lb/pulg² Carga (5°): 240 lb/pulg² Carga (6°): 120 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

[Handwritten Signature]
 Exploración Geotécnica S.R.L.
 Av. C. U. P. 2.157

| | | | |
|---|---|--|-------------------|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LR-107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 18/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)



| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 62.7 | 63.2 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.5 | 23.1 | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.66 | 76.59 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 737.69 | 737.62 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.2 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99929 | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.46 | 2.46 | |
| Promedio | 2.46 | | |

Observaciones : _____

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 112 de 157

Cristhian Manuel Arce Rodríguez
 INGENIERO SUPERVISOR
 INACAL CIP 12 114530

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro MLEC-187 | |
| Código : L-G-015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

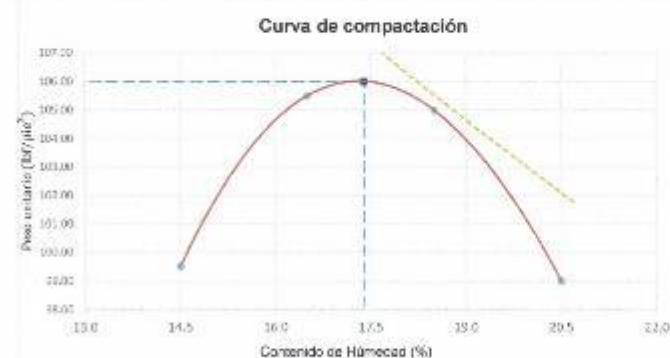
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : ABC-043-SUE-2022
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------|-----------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmero | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C-03 | Coeff. sucs (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 20% Bagazo | Humedad (*) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--|--------|--|--------|---------|
| Número de molde | | 2 | | 2 | | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmero + Molde | (g) | 5524 | | 5659 | | 5681 | 5601 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | | 3786 | | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | | 949 | | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmero Compactado | (g) | 1738 | | 1873 | | 1895 | 1813 |
| Densidad Húmero | (g/cm ³) | 1.831 | | 1.974 | | 1.997 | 1.913 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| N° Tara | | 70 | | 51 | | 49 | 35 |
| Masa Suelo Húmero + Tara | (g) | 816.32 | | 648.46 | | 754.16 | 594.19 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 725.16 | | 567.02 | | 648.65 | 591.69 |
| Masa de Tara | (g) | 106.32 | | 79.66 | | 81.40 | 95.38 |
| Masa del Agua | (g) | 91.16 | | 81.44 | | 105.51 | 102.504 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 618.84 | | 487.36 | | 563.25 | 495.306 |
| Contenido de Agua | (%) | 14.70 | | 16.70 | | 18.70 | 20.70 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.996 | | 1.692 | | 1.682 | 1.585 |
| Peso Unitario Seco | (lbN/m ³) | 15.65 | | 16.59 | | 16.50 | 15.54 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 99.64 | | 105.63 | | 105.00 | 98.95 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 106.00 lb/ft ³ |
| | 16.65 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.70 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ² (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ² (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.50 % |
| Ó. C. H. modificado ² (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ² (*) | 2.46 |
|--------------------------------------|------|

Página 85 de 157

Observaciones

- ¹ Revisar el ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4718 - 13).
- ² Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- (*) Los muestreos realizados no han sido acreditados por el INACAL - DA.


 ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrascaeta Brown
 INGENIERO SUPERIOR
 N° de Colegista: 27449



ABC Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata : C 03

Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra : Natural + 20% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 4 | | 2 | | 3 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,165 | 12,243 | 12,103 | 12,209 | 11,961 | 12,175 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,568 | 7,568 | 7,600 | 7,600 | 7,464 | 7,464 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4597 | 4675 | 4503 | 4609 | 4497 | 4711 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,302 | 2,302 | 2,343 | 2,343 | 2,468 | 2,468 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.00 | 2.03 | 1.92 | 1.97 | 1.82 | 1.91 |
| TARA N° | 1 | 52 | 31 | 16 | 39 | 65 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 136.71 | 139.35 | 131.82 | 145.58 | 127.07 | 159.87 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 128.49 | 129.27 | 122.38 | 135.06 | 119.99 | 146.54 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.22 | 10.08 | 9.44 | 10.52 | 7.08 | 13.33 |
| PESO DE TARA (g) | 81.46 | 75.84 | 69.66 | 82.31 | 79.65 | 86.94 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.03 | 53.63 | 52.72 | 52.75 | 40.3 | 59.6 |
| HUMEDAD (%) | 17.48% | 18.80% | 17.91% | 19.94% | 17.55% | 22.37% |
| DENSIDAD SECA | 1.70 | 1.71 | 1.63 | 1.64 | 1.55 | 1.56 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 22 Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 23 Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.740 | 5.740 | 4.04 | 6.090 | 6.090 | 5.24 | 5.240 | 6.240 | 5.37 |
| 24 Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.760 | 7.760 | 6.67 | 7.350 | 7.350 | 6.32 | 7.560 | 7.560 | 6.50 |
| 25 Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 8.190 | 8.190 | 7.04 | 7.760 | 7.760 | 6.67 | 8.180 | 8.180 | 7.03 |
| 26 Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 9.450 | 9.450 | 8.13 | 9.570 | 9.570 | 8.23 | 9.760 | 9.760 | 8.39 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | | 38.20 | 84 | 28.00 | | 23.20 | 51 | 17.00 | |
| 0.040 | | 99.50 | 218.9 | 73.00 | | 80.50 | 177.1 | 59.00 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | |
| 0.060 | | 145.90 | 321.0 | 107.00 | | 118.60 | 260.9 | 87.00 | | 70.90 | 156 | 57.00 | |
| 0.080 | | 190.90 | 420.0 | 140.00 | | 155.50 | 342.1 | 114.00 | | 92.70 | 203.9 | 68.00 | |
| 0.100 | 1000 | 238.60 | 524.9 | 175.00 | 17.50 | 193.60 | 425.9 | 142.00 | 14.20 | 115.90 | 255 | 85.00 | 8.50 |
| 0.200 | 1500 | 388.60 | 854.9 | 285.00 | | 315.00 | 693 | 231.00 | | 180.50 | 416.9 | 139.00 | |
| 0.300 | | 493.60 | 1085.9 | 362.00 | | 400.90 | 882 | 294.00 | | 240.00 | 528 | 176.00 | |
| 0.400 | | 549.50 | 1208.9 | 403.00 | | 445.90 | 981 | 327.00 | | 278.20 | 612 | 204.00 | |
| 0.500 | | 597.30 | 1314.1 | 438.00 | | 484.10 | 1069 | 357.00 | | 290.50 | 639.1 | 213.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Página 98 de 157

[Firma]
 ABC INGENIERIA GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.
 INGENIEROS SUPERIORES



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 03

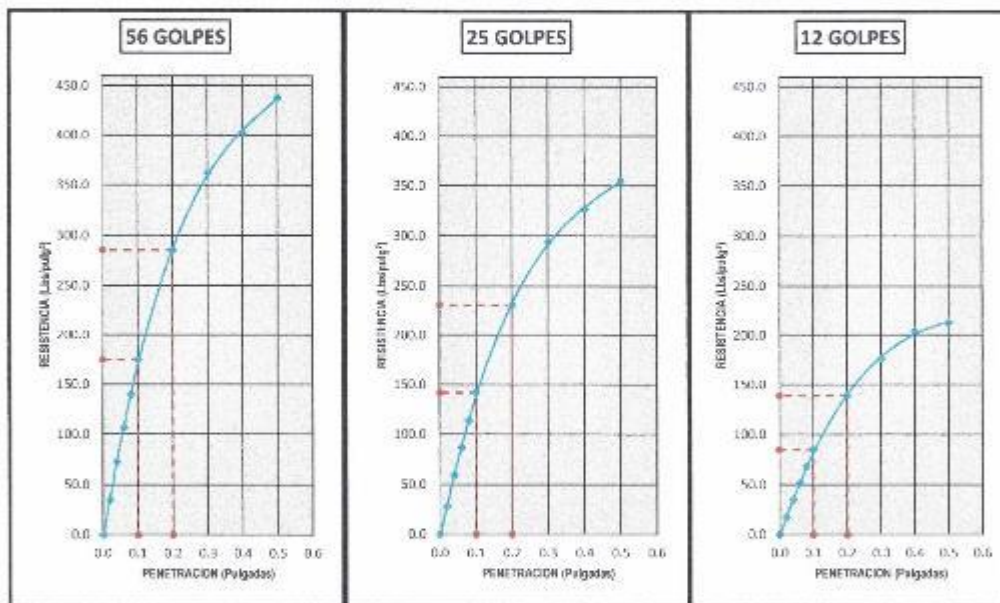
Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

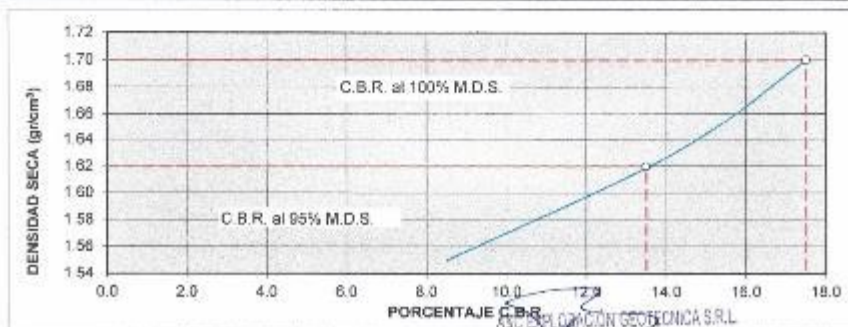
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.70 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 17.50 |
| Humedad Óptima (%) | 17.48% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 13.50 |



Carga (1^o): 175Lbs/pulg² Carga (2^o): 280Lbs/pulg² Carga (1^o): 142lbs/pulg² Carga (2^o): 231Lbs/pulg² Carga (1^o): 85Lbs/pulg² Carga (2^o): 139Lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.



A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Christian Angel Estrada Bernal

INGENIERO EN GEOTÉCNICA

NTP CBR N° 339.145

Anexo 13. Ensayos Mecánicos del Suelo Patrón 3 + CBC% + Yute%

| | | | |
|---|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 167 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 18/11/2022



Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 63.1 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.2 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 77.16 | 75.16 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 739.34 | 738.13 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.1 | 23.4 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99931 | 0.99924 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.57 | 2.57 | | |
| Promedio | 2.57 | | | |

Observaciones : _____


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Barrantes
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174530

| | | | |
|---|--|--------------------|---|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado</p> <p>Registro N° LE - 187</p> |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

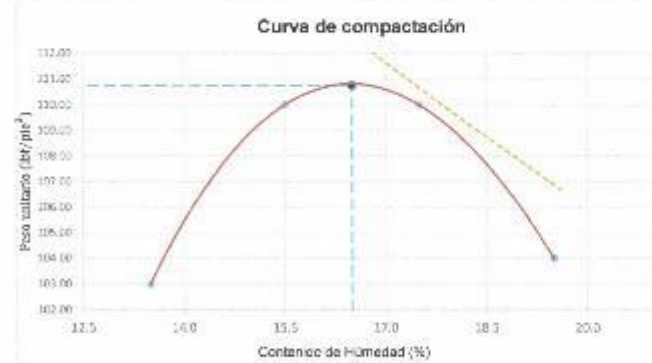
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 18/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|----------|---------------------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmeda | Tipo de Píedón | Manual | Calicata | C - 03 | Densif. SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Normal + 5% kg/200 + 0.75% fino | Humedad (*) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmeda + Molde (g) | | 3564 | 5722 | 5749 | 5674 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1778 | 1936 | 1963 | 1888 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.874 | 2.040 | 2.068 | 1.989 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 22 | 1 | 16 | 22 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 545.26 | 548.65 | 697.16 | 615.32 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 580.45 | 484.89 | 603.23 | 527.43 |
| Masa de Tara (g) | | 94.46 | 78.66 | 68.65 | 78.84 |
| Masa del Agua (g) | | 65.81 | 63.76 | 93.93 | 87.89 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 485.99 | 406.23 | 333.58 | 448.29 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.50 | 13.70 | 17.60 | 19.60 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.651 | 1.763 | 1.759 | 1.663 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.19 | 17.29 | 17.25 | 16.31 |
| Peso Unitario Seco (lbf/plc ³) | | 103.07 | 110.06 | 109.81 | 103.82 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.50 lbf/plc ³ |
| | 17.36 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.77 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lbf/plc ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.50 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 5/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.57 |
|------------------------------------|------|

Página 86 de 157

Observaciones : ^(*) Revisor del Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (AGTM - B - 718 - 15).
^(*) Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - ON.


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Gerencia Nacional de Asesoría Técnica
 INGENIERO SUPERVISOR
 RNE - CIP. N° 174231



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 8 | | 4 | | 7 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 14,283 | 14,395 | 12,144 | 12,253 | 11,068 | 11,274 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,646 | 7,646 | 7,568 | 7,568 | 6,752 | 6,752 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 6,637 | 6,749 | 4,576 | 4,685 | 4,316 | 4,522 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 3,217 | 3,217 | 2,302 | 2,302 | 2,285 | 2,285 |
| DENSIDAD HUMEDA (t/cm ³) | 2.05 | 2.10 | 1.99 | 2.04 | 1.89 | 1.98 |
| TARA N° | 74 | 89 | 55 | 65 | 49 | 35 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 139.28 | 145.37 | 140.98 | 143.45 | 144.21 | 151.73 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.50 | 135.80 | 132.04 | 133.42 | 137.51 | 148.96 |
| PLSO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.78 | 9.57 | 8.94 | 10.03 | 6.7 | 12.77 |
| PESO DE TARA (g) | 84.46 | 82.16 | 79.31 | 80.66 | 97.16 | 89.35 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.04 | 53.64 | 52.73 | 52.76 | 40.4 | 59.61 |
| HUMEDAD (%) | 16.54% | 17.84% | 16.95% | 19.01% | 16.60% | 21.42% |
| DENSIDAD SECA | 1.77 | 1.78 | 1.70 | 1.71 | 1.62 | 1.63 |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|-------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 22-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 23-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 6.730 | 6.730 | 5.79 | 6.900 | 6.900 | 5.93 | 7.320 | 7.320 | 6.29 |
| 24-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.680 | 7.680 | 6.60 | 7.910 | 7.910 | 6.80 | 8.430 | 8.430 | 7.25 |
| 25-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 8.650 | 8.650 | 7.44 | 8.590 | 8.590 | 7.39 | 9.970 | 9.970 | 8.57 |
| 26-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 9.700 | 9.700 | 8.34 | 10.000 | 10.000 | 8.60 | 10.120 | 10.120 | 8.70 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------------|------------|-----------------------|-------|------------|------------|-----------------------|------|------------|------------|-----------------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 8 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 7 | | | |
| | | CARGA | CORRECCION | | | CARGA | CORRECCION | | | CARGA | CORRECCION | | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | | 29.20 | 51 | 17.00 | | 13.60 | 29.5 | 10.00 | |
| 0.040 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | |
| 0.060 | | 85.90 | 189.0 | 63.00 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | | 40.90 | 90 | 30.00 | |
| 0.080 | | 111.80 | 246.0 | 82.00 | | 91.40 | 201.1 | 67.00 | | 54.50 | 119.9 | 40.00 | |
| 0.100 | 1000 | 140.50 | 309.1 | 103.00 | 10.30 | 114.50 | 251.9 | 84.00 | 8.40 | 68.20 | 150 | 50.00 | |
| 0.200 | 1500 | 229.10 | 504.0 | 168.00 | | 186.80 | 411 | 137.00 | | 111.80 | 246 | 82.00 | |
| 0.300 | | 290.50 | 639.1 | 213.00 | | 237.30 | 522.1 | 174.00 | | 141.80 | 312 | 104.00 | |
| 0.400 | | 323.20 | 711 | 237.00 | | 269.20 | 579 | 193.00 | | 163.60 | 359.9 | 120.00 | |
| 0.500 | | 351.80 | 774.0 | 258.00 | | 286.40 | 630 | 218.00 | | 179.90 | 375.1 | 125.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

[Handwritten signature and stamp]
 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.
 DOCUMENTO CONTROLADO
 2022-11-22 17:45:30



A&C Ingeniería Geotécnica y Medición de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB-G-014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

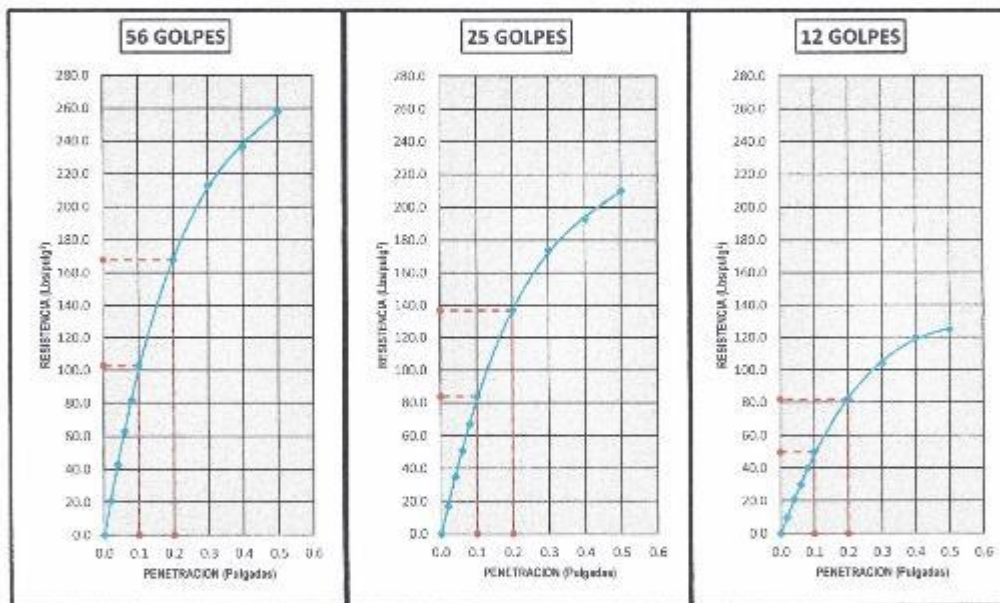
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 22/11/2022

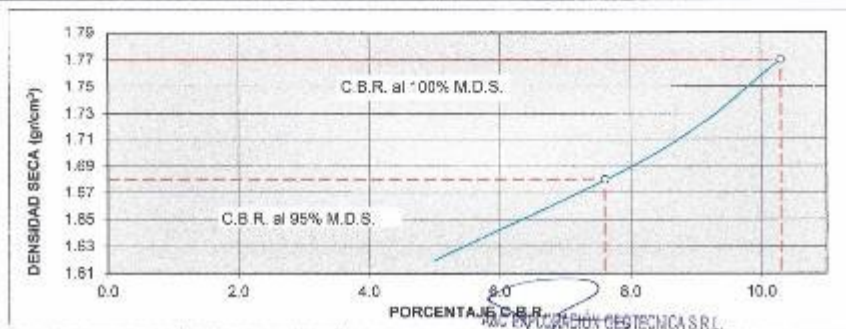
Calicata: C - 03
Muestra: Natural + 5% Óxido de Zinc + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.77 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 10.30 |
| Humedad Óptima (%) | 16.54% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 7.60 |





Carga (1^o): 102 lb/pulg² Carga (2^o): 168 lb/pulg² Carga (3^o): 84 lb/pulg² Carga (4^o): 137 lb/pulg² Carga (1^o): 42 lb/pulg² Carga (2^o): 82 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C INGENIERIA GEOTECNICA S.R.L.

Cristóbal Manuel Artalejo
Ingeniero Civil en Geotecnia
Inscripción N° 174510

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio Acreditado Registro N.º LE - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 19/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute



Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 62.6 | 63.7 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.5 | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.64 | 77.15 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.42 | 738.77 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.1 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99931 | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.52 | 2.52 | |
| Promedio | 2.52 | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

 Cristian Miguel Armijo
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. COG. N° 174330

| | | | |
|---|--|--------------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 19/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|--------------------------------|------------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pídon | Manual | Calicata | C-03 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 10% kg/roc + 1% Falt | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5541 | 5689 | 5735 | 5646 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1755 | 1903 | 1949 | 1860 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.840 | 2.005 | 2.054 | 1.960 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 41 | 1 | 23 | 26 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 746.65 | 816.35 | 694.16 | 699.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 671.65 | 721.65 | 608.13 | 602.85 |
| Masa de Tara | (g) | 102.46 | 99.16 | 106.35 | 101.18 |
| Masa del Agua | (g) | 75 | 94.7 | 86.03 | 96.31 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 569.19 | 622.49 | 501.78 | 501.67 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.20 | 15.20 | 17.10 | 19.20 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.633 | 1.740 | 1.754 | 1.644 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.02 | 17.06 | 17.20 | 16.12 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 101.94 | 108.62 | 109.50 | 102.63 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.00 lb/ft ³ |
| | 17.28 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.76 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ⁶ (*) | -- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ⁶ (*) | -- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado ⁶ (*) | -- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| Método C | | |
|------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ⁸ (*) | 2.52 |
|--------------------------------------|------|

Observaciones : ⁶ Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM - D 718 - 15.
⁷ Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.
 (*) Los métodos adoptados no han sido acreditados por el INACAL - DSI.


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Hernández Torres
 INGENIERO GEOTECNICO
 REG. CIP. N° 174330



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata : C 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra : Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE Nº | 10 | | 6 | | 9 | |
| CAPAS Nº | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 13,022 | 13,116 | 11,654 | 11,766 | 11,527 | 11,752 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,541 | 7,541 | 6,972 | 6,972 | 6,864 | 6,864 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5481 | 5575 | 4682 | 4794 | 4663 | 4888 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,684 | 2,684 | 2,379 | 2,379 | 2,495 | 2,495 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.04 | 2.08 | 1.97 | 2.02 | 1.87 | 1.96 |
| TARA Nº | 62 | 53 | 105 | 31 | 41 | 5 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 128.71 | 132.60 | 143.56 | 139.17 | 115.46 | 130.24 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 121.17 | 123.30 | 134.89 | 129.41 | 108.96 | 117.77 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.54 | 9.3 | 8.67 | 9.76 | 6.5 | 12.47 |
| PESO DE TARA (g) | 74.13 | 69.66 | 82.16 | 75.65 | 68.61 | 58.16 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.04 | 53.64 | 52.73 | 52.76 | 40.4 | 59.61 |
| HUMEDAD (%) | 16.03% | 17.34% | 16.44% | 18.50% | 16.11% | 20.92% |
| DENSIDAD SECA | 1.76 | 1.77 | 1.69 | 1.7 | 1.61 | 1.62 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 23-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 24-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.160 | 5.160 | 4.44 | 5.450 | 5.450 | 4.69 | 5.930 | 5.930 | 5.10 |
| 25-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 6.560 | 6.560 | 5.64 | 6.150 | 6.150 | 5.30 | 6.370 | 6.370 | 5.48 |
| 26-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 7.480 | 7.480 | 6.43 | 7.590 | 7.590 | 6.53 | 7.780 | 7.780 | 6.69 |
| 27-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 8.260 | 8.260 | 7.10 | 8.060 | 8.060 | 6.93 | 8.240 | 8.240 | 7.09 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | | MOLDE Nº 9 | | | |
|----------------------|---|-------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 34.10 | 75 | 25.00 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | | 16.40 | 36.1 | 12.00 | |
| 0.040 | | 72.30 | 159.1 | 53.00 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | |
| 0.060 | | 105.00 | 231.0 | 77.00 | | 85.90 | 189 | 63.00 | | 51.80 | 114 | 38.00 | |
| 0.080 | | 139.10 | 306.0 | 102.00 | | 111.80 | 246 | 82.00 | | 68.20 | 150 | 50.00 | |
| 0.100 | 1000 | 173.20 | 381.0 | 127.00 | 12.70 | 140.50 | 309.1 | 103.00 | 10.30 | 84.50 | 185.9 | 62.00 | 6.20 |
| 0.200 | 1500 | 282.30 | 621.1 | 207.00 | | 229.10 | 504 | 168.00 | | 137.70 | 302.9 | 101.00 | |
| 0.300 | | 358.60 | 788.9 | 253.00 | | 290.50 | 639.1 | 279.00 | | 174.50 | 383.9 | 128.00 | |
| 0.400 | | 398.20 | 876 | 292.00 | | 323.20 | 711 | 249.00 | | 203.20 | 447 | 149.00 | |
| 0.500 | | 433.60 | 953.9 | 318.00 | | 351.80 | 781 | 268.00 | | 213.40 | 465.1 | 155.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Francisco Miguel Arruñategui Brown
 A&C INGENIERIA GEOTECNICA S.R.L.
 REG. CIP. Nº 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB-G-014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SUF-2022

Calceta: C-03

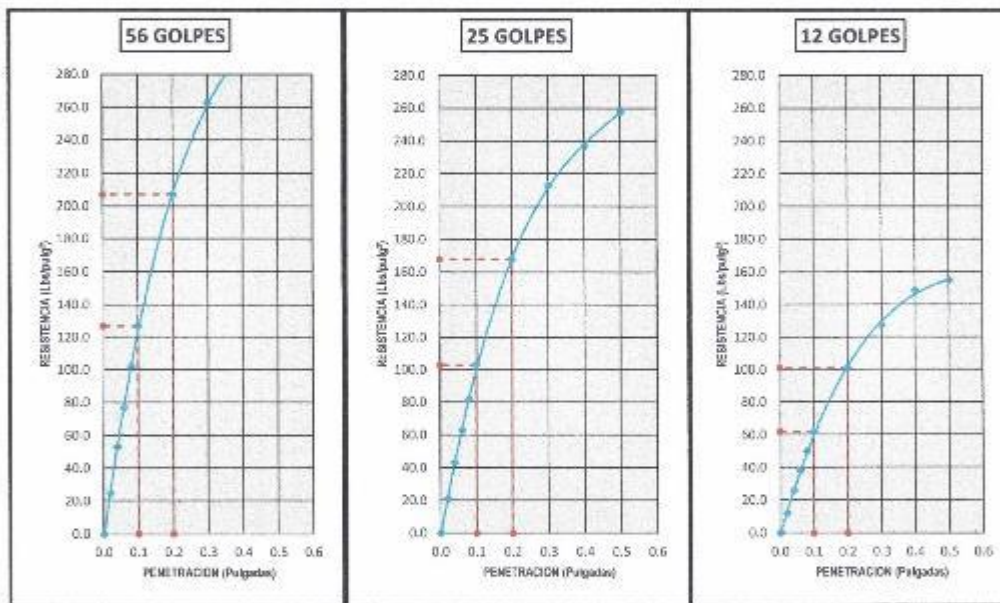
Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

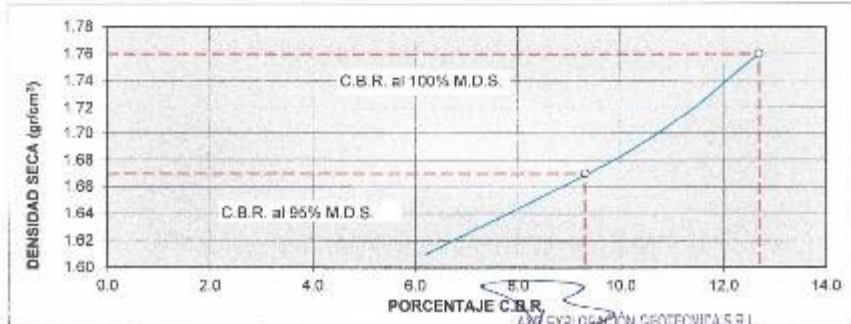
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.76 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.70 |
| Humedad Óptima (%) | 16.03% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 9.30 |





Carga (1°) : 127Lbs/pulg² Carga (2°) : 107Lbs/pulg² Carga (3°) : 103Lbs/pulg² Carga (4°) : 168Lbs/pulg² Carga (5°) : 62Lbs/pulg² Carga (6°) : 101Lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 103 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian M. A. P. [Signature]
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 2007-08-20-1300000

| | | | |
|---|---|--------------------|--|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Calidad Acreditado Registro N° LC-187 |
| | Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 19/11/2022



Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 63.4 | 63.2 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.5 | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.26 | 76.64 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.44 | 738.71 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.5 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99921 | |
| Gravedad Especifica (G20°C) | 2.54 | 2.54 | |
| Promedio | 2.54 | | |

Observaciones : _____

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 C/Alameda General Amador Legía 2800
 CHICLAO SUPERIOR
 TEL: 011 274440

| | | | |
|---|--|--|-------------------|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro INEEL - 187 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 19/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|----------|-----------------------------------|-----------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plisón | Manual | Calicata | C-03 | Cosfio SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural - 15% Grapso + 1.25% Vire | Humedad (*) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--|--------|--|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | | 2 | | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5564 | | 5697 | | 5723 | 5642 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | | 3786 | | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | | 949 | | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1778 | | 1911 | | 1937 | 1856 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.874 | | 2.014 | | 2.041 | 1.956 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| N° Tara | | 13 | | 20 | | 51 | 14 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 846.35 | | 694.19 | | 761.16 | 734.69 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 750.46 | | 610.52 | | 637.03 | 624.65 |
| Masa de Tara | (g) | 98.16 | | 100.35 | | 98.16 | 92.38 |
| Masa del Agua | (g) | 95.89 | | 83.671 | | 104.13 | 110.04 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 652.3 | | 504.27 | | 558.87 | 532.47 |
| Contenido de Agua | (%) | 14.70 | | 16.60 | | 18.60 | 20.70 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.634 | | 1.727 | | 1.721 | 1.621 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.03 | | 16.94 | | 16.88 | 15.90 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 102.01 | | 107.81 | | 107.44 | 101.20 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 108.50 lb/ft ³ |
| | 17.04 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.74 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (*) | — lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | — g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.50 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (*) | — % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|---|---|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | — | — |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | — | — |
| Masa Total (kg) | — | — |

| Método C | | |
|------------------------|---|---|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | — | — |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | — | — |
| Masa Total (kg) | — | — |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica [®] (*) | 2.54 |
|--------------------------------------|------|

Página 88 de 157

Observaciones : [®] Referir a: Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4718 - 13)
 * Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método 4110.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arraigategui Buzon
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 REG. C.O.P. N° 274570



ABC Exploración Geotécnica e Ingeniería de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-----------|-----------------------|--------|------------|-------|-----------------------|------|
| MOLDE N° | 5 | | | 3 | | | 7 | | | | | | |
| CAPAS N° | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | | 25 | | | 12 | | | | | | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | | MOJADA | SIN MOJAR | | MOJADA | SIN MOJAR | | MOJADA | | | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,344 | | 12,422 | 12,323 | | 12,437 | 11,025 | | 11,276 | | | | |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,636 | | 7,636 | 7,464 | | 7,464 | 6,752 | | 6,752 | | | | |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4708 | | 4786 | 4859 | | 4973 | 4273 | | 4474 | | | | |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,302 | | 2,302 | 2,468 | | 2,468 | 2,285 | | 2,285 | | | | |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.05 | | 2.08 | 1.97 | | 2.01 | 1.87 | | 1.96 | | | | |
| TARA N° | 52 | | 13 | 55 | | 67 | 84 | | 91 | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 117.72 | | 143.07 | 147.33 | | 137.44 | 139.78 | | 142.40 | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 109.49 | | 132.98 | 137.88 | | 126.51 | 132.69 | | 129.06 | | | | |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.23 | | 10.09 | 9.45 | | 10.93 | 7.09 | | 13.34 | | | | |
| PESO DE TARA (g) | 62.46 | | 79.35 | 85.16 | | 74.16 | 92.35 | | 69.46 | | | | |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.03 | | 53.63 | 52.72 | | 52.75 | 40.3 | | 59.6 | | | | |
| HUMEDAD (%) | 17.50% | | 18.81% | 17.92% | | 19.96% | 17.58% | | 22.38% | | | | |
| DENSIDAD SECA | 1.74 | | 1.75 | 1.67 | | 1.68 | 1.59 | | 1.60 | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % | | |
| 23-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 | | |
| 24-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.390 | 5.390 | 4.63 | 5.430 | 5.430 | 4.67 | 5.630 | 5.630 | 4.84 | | |
| 25-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 6.270 | 6.270 | 5.39 | 6.480 | 6.480 | 5.57 | 6.750 | 6.750 | 5.80 | | |
| 26-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 6.860 | 6.860 | 5.90 | 6.920 | 6.920 | 5.95 | 7.190 | 7.190 | 6.18 | | |
| 27-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.090 | 7.090 | 6.10 | 7.190 | 7.190 | 6.18 | 7.390 | 7.390 | 6.35 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 7 | | | |
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 46.40 | 102.1 | 34.00 | | 36.80 | 81 | 27.00 | | 21.80 | 48 | 16.00 | |
| 0.040 | | 85.50 | 210.1 | 70.00 | | 77.70 | 170.9 | 57.00 | | 46.40 | 102.1 | 34.00 | |
| 0.060 | | 140.50 | 309.1 | 103.00 | | 114.50 | 251.9 | 84.00 | | 68.20 | 150 | 50.00 | |
| 0.080 | | 184.10 | 405.0 | 135.00 | | 150.00 | 330 | 110.00 | | 90.00 | 198 | 66.00 | |
| 0.100 | 1000 | 230.30 | 507.1 | 169.00 | 16.90 | 186.80 | 411 | 137.00 | 13.70 | 111.80 | 246 | 82.00 | 8.20 |
| 0.200 | 1500 | 375.00 | 825.0 | 275.00 | | 304.10 | 669 | 223.00 | | 182.70 | 401.9 | 134.00 | |
| 0.300 | | 477.30 | 1050.1 | 350.00 | | 387.30 | 852.1 | 284.00 | | 231.80 | 510 | 170.00 | |
| 0.400 | | 530.30 | 1167.1 | 389.00 | | 429.50 | 944.9 | 323.00 | | 268.60 | 590.9 | 197.00 | |
| 0.500 | | 576.80 | 1269.0 | 423.00 | | 467.70 | 1027.8 | 347.00 | | 299.50 | 614.9 | 205.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 104 de 157

[Firma]
INGENIERO SUPERIOR
REG. C.O. N° 174530



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB-G-014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SU/E-2022

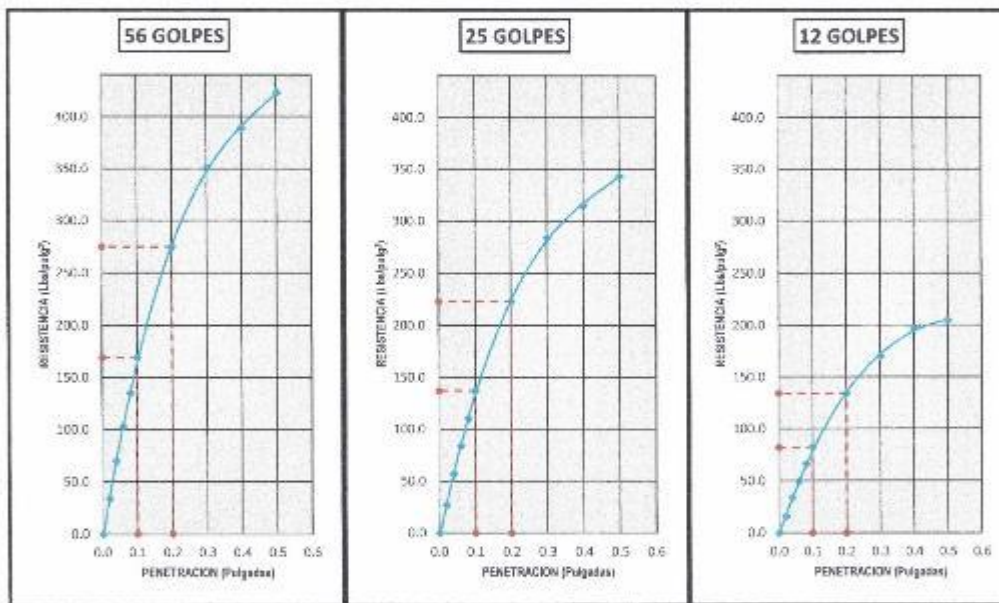
Calicata: C-03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

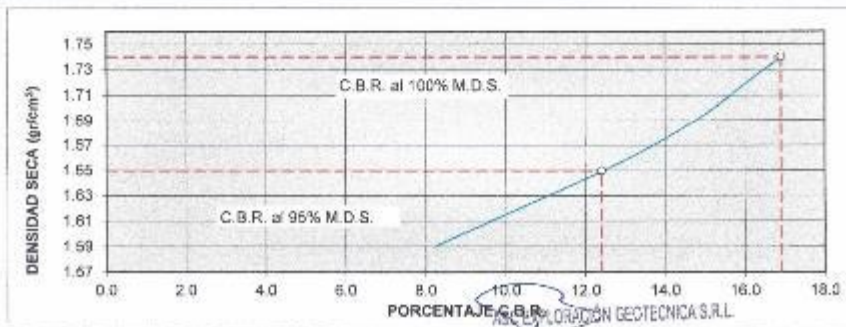
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.74 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 16.90 |
| Humedad Óptima (%) | 17.50% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 12.40 |





Carga (1^o): 369 lb/pulg² Carga (2^o): 375 lb/pulg² Carga (1^o): 437 lb/pulg² Carga (2^o): 228 lb/pulg² Carga (1^o): 82 lb/pulg² Carga (2^o): 134 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

[Handwritten Signature]
INGENIERO EN GEOTECNICA
REG. CIP Nº 179110

Página 105 de 157

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado Registro N° LB-107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 19/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 03 | C - 03 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.7 | 63.7 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.5 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 77.16 | 75.97 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.84 | 738.13 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.1 | 23.4 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99931 | 0.99924 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.53 | 2.53 | | |
| Promedio | 2.53 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 116 de 157


 Cristian Daniel Armas Quiroz
 INGENIERO SUBSISTEMAS
 REGISTRO N° 124830



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01



Registro N°LE-167

Código : L - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 19/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|-----------------------------------|-----------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plsón | Manual | Calicata | C-03 | Coeff. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 20% Bagazo + 1,90% Yare | Humedad (*) | |

ENSAYO DE COMPACTACION

| | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5523 | 5676 | 5703 | 5632 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1737 | 1890 | 1917 | 1846 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.830 | 1.992 | 2.020 | 1.945 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 29 | 65 | 19 | 68 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 746.26 | 744.16 | 796.65 | 594.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 658.98 | 647.32 | 685.02 | 588.68 |
| Masa de Tara (g) | | 102.31 | 98.16 | 105.16 | 101.16 |
| Masa del Agua (g) | | 87.28 | 96.84 | 113.63 | 105.48 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 556.67 | 549.16 | 579.86 | 487.52 |
| Contenido de Agua (%) | | 15.70 | 17.60 | 19.60 | 21.60 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.582 | 1.604 | 1.680 | 1.600 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.52 | 16.61 | 16.56 | 15.69 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 98.76 | 105.75 | 105.44 | 99.88 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 106.50 lb/ft ³ |
| | 16.73 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.71 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (*) | -- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | -- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 18.50 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (*) | -- % |

| | | |
|------------------------|------|------|
| Método A | | |
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| | | |
|-------------------------|----|----|
| Método B | | |
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| | | |
|-------------------------|----|----|
| Método C | | |
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

Gravedad Específica[®] (*) 2.53

Página 89 de 157

Observaciones :
[®] Referir al Ensayo de Conversión de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM D 4713 - 15i.
[®] Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 CARRILLO DE JIMENEZ FORTALEZA 2700
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 RES. CIP. N° 174520



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

Calicata : C - 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 8 | | 4 | | 6 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 14,205 | 14,315 | 12,087 | 12,193 | 11,402 | 11,611 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,646 | 7,646 | 7,568 | 7,568 | 6,972 | 6,972 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 6559 | 6669 | 4519 | 4625 | 4430 | 4639 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 3,217 | 3,217 | 2,302 | 2,302 | 2,379 | 2,379 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.04 | 2.07 | 1.96 | 2.01 | 1.86 | 1.95 |
| TARA N° | 23 | 26 | 35 | 52 | 46 | 49 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 190.17 | 149.69 | 132.31 | 138.95 | 127.97 | 157.89 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 121.46 | 139.06 | 122.33 | 127.88 | 120.47 | 143.94 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.71 | 10.63 | 9.98 | 11.07 | 7.5 | 13.95 |
| PESO DE TARA (g) | 74.46 | 85.46 | 69.64 | 75.16 | 80.16 | 84.37 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47 | 53.6 | 52.69 | 52.72 | 40.3 | 59.57 |
| HUMEDAD (%) | 18.53% | 19.83% | 18.94% | 21.00% | 18.61% | 23.42% |
| DENSIDAD SECA | 1.72 | 1.73 | 1.65 | 1.66 | 1.57 | 1.58 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 23-Nov | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 24-Nov | 4.00 p.m. | 24 hrs | 6.610 | 6.610 | 5.68 | 6.760 | 6.760 | 5.81 | 6.930 | 6.930 | 5.96 |
| 25-Nov | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.150 | 7.150 | 6.15 | 7.290 | 7.290 | 6.27 | 7.050 | 7.050 | 6.06 |
| 26-Nov | 4.00 p.m. | 72 hrs | 7.260 | 7.260 | 6.24 | 7.410 | 7.410 | 6.37 | 7.800 | 7.800 | 6.71 |
| 27-Nov | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.510 | 7.510 | 6.46 | 7.630 | 7.630 | 6.56 | 7.940 | 7.940 | 6.83 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 8 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 6 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 54.50 | 119.9 | 40.00 | | 43.60 | 95.9 | 32.00 | | 25.00 | 57 | 19.00 | |
| 0.040 | | 113.20 | 249.0 | 83.00 | | 92.70 | 203.9 | 68.00 | | 54.50 | 119.9 | 40.00 | |
| 0.060 | | 165.00 | 363.0 | 121.00 | | 135.00 | 297 | 99.00 | | 80.50 | 177. | 59.00 | |
| 0.080 | | 216.80 | 477.0 | 159.00 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | | 106.40 | 234.1 | 78.00 | |
| 0.100 | 1000 | 271.40 | 597.1 | 199.00 | 19.80 | 220.80 | 486 | 162.00 | 16.20 | 132.30 | 291.1 | 97.00 | 9.70 |
| 0.200 | 1500 | 441.80 | 972.0 | 324.00 | | 360.00 | 792 | 264.00 | | 215.50 | 474.1 | 158.00 | |
| 0.300 | | 561.80 | 1236 | 412.00 | | 456.80 | 1005 | 336.00 | | 274.10 | 601 | 201.00 | |
| 0.400 | | 624.50 | 1373.9 | 458.00 | | 508.60 | 1118.9 | 373.00 | | 317.70 | 698.9 | 233.00 | |
| 0.500 | | 679.10 | 1494.0 | 498.00 | | 552.30 | 1227.1 | 408.00 | | 331.40 | 729.1 | 243.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - UA

Página 106 de 157

ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.
Calle 10 de Agosto, 11-01, Barro Colorado, Panamá
Teléfono: 507-303-1111
www.abc-geotec.com



AAC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

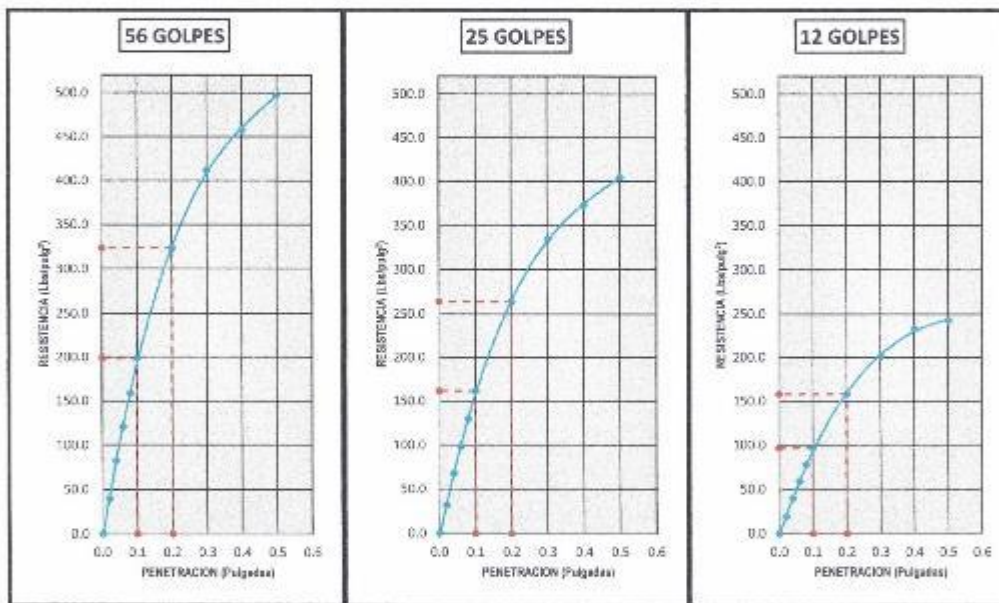
Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

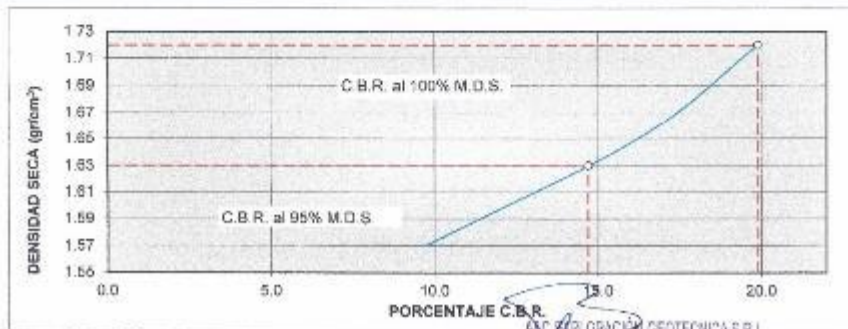
Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.72 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 19.90 |
| Humedad Óptima (%) | 18.53% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 14.70 |



Carga (1^o): 199 lb/pulg² Carga (2^o): 374 lb/pulg² Carga (1^o): 162 lb/pulg² Carga (2^o): 264 lb/pulg² Carga (1^o): 97 lbs/pulg² Carga (2^o): 158 lb/pulg²




(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Cristian Miguel Arruñedo
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. FIR. N° 174530

Página 107 de 157

Anexo 14. Ensayos Físico – Mecánicos del Suelo Patrón 4

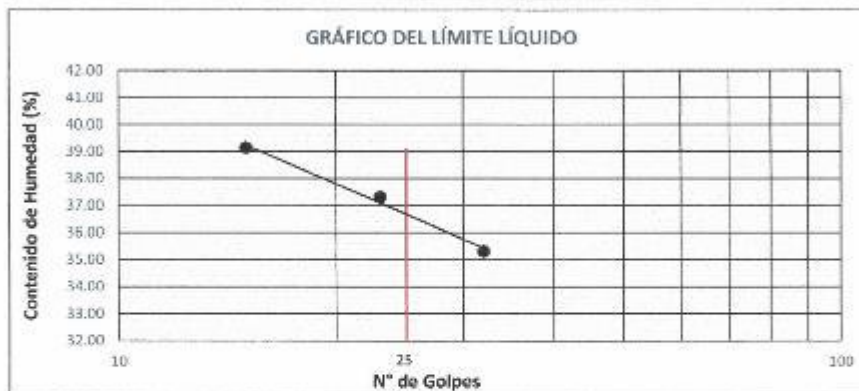
| | | | |
|---|---|--|-----------------|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | <p>LIMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129 :1999) (Rev.01)</p> |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado</p> <p>Registro N° L.E. -157</p> | |
| Código : LAB - G - 001 | Fecha : 29 - 04 - 2020 | Versión : 01 | Página 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

| LIMITES DE ATTERBERG | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------|-----------------|-------|
| NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019) | | | | | |
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA | Método de preparación húmeda | EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO | Manual | | |
| | Tamizado por lavado en el tamiz N°40 | EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO | Manual | | |
| | Preparación con agua destilada | PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40 | 5% | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | LÍMITE LÍQUIDO | | LÍMITE PLÁSTICO | |
| N° de Tara | 74 | 15 | 32 | 58 | 49 |
| N° de Golpes | 15 | 23 | 32 | --- | --- |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | 26.33 | 29.64 | 27.61 | 20.60 | 19.67 |
| Tara + Suelo seco (g.) | 22.76 | 25.19 | 23.92 | 19.31 | 18.68 |
| Masa del Agua (g.) | 3.57 | 4.45 | 3.69 | 1.29 | 0.99 |
| Masa de la Tara (g.) | 13.64 | 13.26 | 13.47 | 13.21 | 14.02 |
| Masa del Suelo Seco (g.) | 9.12 | 11.93 | 10.45 | 6.10 | 4.66 |
| Porcentaje de Humedad (%) | 39.14 | 37.30 | 35.31 | 21.15 | 21.24 |





| LÍMITES DE CONSISTENCIA | |
|-------------------------|------|
| Límite Líquido | 37.0 |
| Límite Plástico | 21.0 |
| Índice de Plasticidad | 16.0 |

| | |
|-------------------------|-----------------|
| CALICATA | C - 04 / M - 01 |
| Profundidad | m |
| Clasificación SUCS(*) | CL |
| Clasificación AASHTO(*) | A-6 (10) |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 117 de 157


 Cristian M. Pineda
 INGENIERO SUPERIOR
 REG. CIP. N° 374599

| | | | | |
|---|--|------------------------|--------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128 1999 Rev. 01 | | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LR - 187 |
| | Código : LAB - G - 002 | Fecha : 29 - 04 - 2022 | Versión : 01 | |

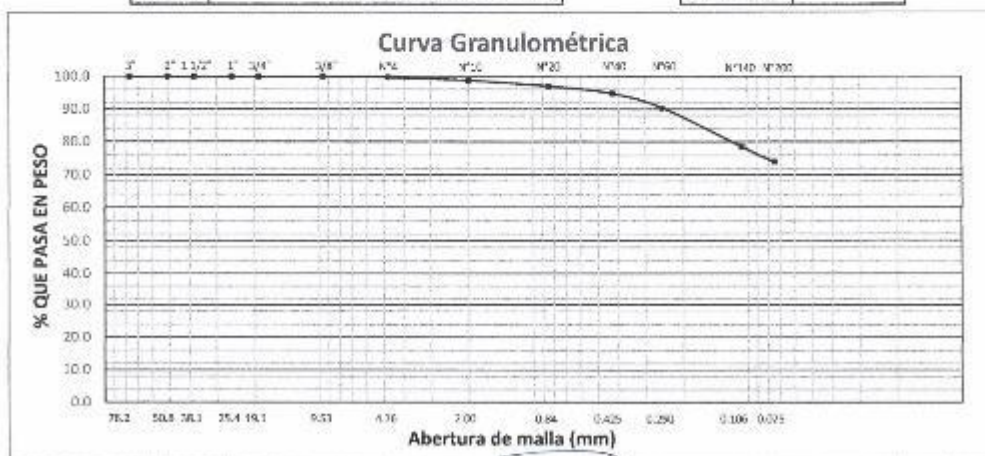
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|--|
| NTP 339 - 128 : 1999 (Rev. 2019) | | | | | | |
| ABERTURA DE MALLA | | MASA RETENIDA (g.) | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| (Pulg.) | (mm) | | | | | |
| | | | | | | Muestra Inicial (g.) : 285.16 |
| 3" | 76.200 | --- | --- | --- | 100.0 | Fracción fina (g.) : --- |
| 2" | 50.800 | --- | --- | --- | 100.0 | CARACTERÍSTICAS |
| 1 1/2" | 38.100 | --- | --- | --- | 100.0 | |
| 1" | 25.400 | --- | --- | --- | 100.0 | % Gravas (4.75 - 75 mm) : 0.4 |
| 3/4" | 19.050 | --- | --- | --- | 100.0 | % Arenas (0.075 - 4.75 mm) : 25.6 |
| 3/8" | 9.525 | --- | --- | --- | 100.0 | % Arena gruesa (4.75 - 2.00 mm) : 0.9 |
| N° 4 | 4.760 | 1.02 | 0.4 | 0.4 | 99.6 | % Arena media (2.00 - 0.42 mm) : 4.0 |
| N° 10 | 2.000 | 2.68 | 0.9 | 1.3 | 98.7 | % Arena fina (2.00 - 0.42 mm) : 20.7 |
| N° 20 | 0.840 | 5.13 | 1.8 | 3.1 | 96.9 | % Limos y arcillas (<0.075 mm) : 74.0 |
| N° 40 | 0.425 | 6.23 | 2.2 | 5.3 | 94.7 | Diámetro efectivo D60 (mm) : --- |
| N° 60 | 0.250 | 12.31 | 4.3 | 9.6 | 90.4 | Diámetro efectivo D30 (mm) : --- |
| N° 140 | 0.106 | 34.15 | 12.0 | 21.6 | 78.4 | Diámetro efectivo D10 (mm) : --- |
| N° 200 | 0.075 | 12.64 | 4.4 | 26.0 | 74.0 | Coefficiente de uniformidad (Cu) : --- |
| < N° 200 | FONDO | 211.00 | 74.0 | 100.0 | 0.0 | Coefficiente de curvatura (Cc) : --- |

| | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Limite Líquido (%) | 37.0 |
| Limite Plástico (%) | 21.0 |
| Índice de Plasticidad (%) | 16.0 |
| SUCS(*) | Arilla de baja plasticidad con arena |



| | |
|-------------|-----------------|
| Muestra | C - 04 / M - 01 |
| SUCS(*) | CL |
| AASHTO(*) | A-6 (10) |
| Profundidad | 0 |



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 118 de 157


 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174530

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° 18 - 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 28/11/2022

Muestra: Terreno natural

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.1 | 63.6 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.7 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.56 | 75.97 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.13 | 737.84 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.7 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99917 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.50 | 2.50 | | |
| Promedio | 2.50 | | | |

Observaciones :

.....



.....

.....

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 146 de 157

Cristian Alejandro Arraiz Aguirre
INGENIERO SUPERIOR
N° 10.114.134-10

| | | | |
|---|--|--------------------|--|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° L.E. - 187</p> |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

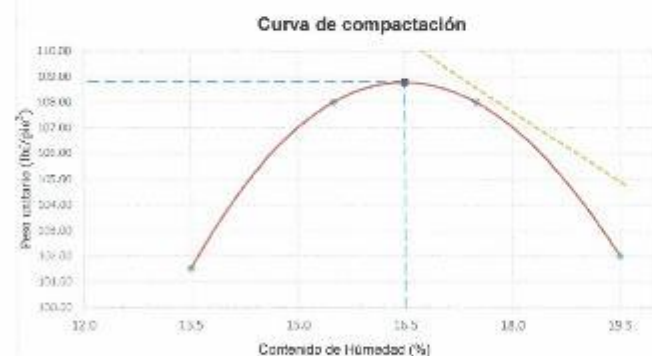
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|----------|-----------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Píedón | Manual | Calicata | C - 04 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | TERRENO NATURAL | Humedad (%) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5541 | 5686 | 5716 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1755 | 1900 | 1930 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.848 | 2.002 | 2.034 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 22 | 15 | 32 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 846.32 | 746.33 | 694.26 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 755.46 | 656.41 | 603.20 |
| Masa de Tara (g) | | 86.46 | 79.66 | 84.16 |
| Masa del Agua (g) | | 90.86 | 89.92 | 91.06 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 669 | 576.75 | 519.04 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.60 | 15.60 | 17.50 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.628 | 1.732 | 1.731 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.97 | 16.99 | 16.98 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 101.63 | 108.13 | 108.06 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 109.00 lb/ft ³ |
| | 17.12 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.746 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.50 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Gravedad Específica [®] (*) | 2.5 |
|--------------------------------------|-----|

Página 119 de 157

Observaciones : [®] Reducir el Pasaje de Corriente de Peso Unitario y Contenido de Humedad (SUCS - 3 4718 - 14).
 * Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
 (*) Los métodos Incluidos no han sido reconocidos por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Alfonso Arruategui Brown
 INGENIERO SUPERIOR
 REG. CIP N° 274230



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 2/12/2022

Muestra: Terreno Natural

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 8 | | 3 | | 6 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 14,205 | 14,318 | 12,314 | 12,427 | 11,409 | 11,623 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,646 | 7,646 | 7,464 | 7,464 | 6,972 | 6,972 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 6,559 | 6,672 | 4,850 | 4,963 | 4,437 | 4,651 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 3,217 | 3,217 | 2,468 | 2,468 | 2,379 | 2,379 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2,04 | 2,07 | 1,97 | 2,01 | 1,87 | 1,96 |
| TARA N° | 74 | 56 | 32 | 15 | 28 | 9 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 136,24 | 142,81 | 131,25 | 131,90 | 122,47 | 150,53 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 128,47 | 133,25 | 122,32 | 121,88 | 115,78 | 137,77 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7,77 | 9,56 | 8,93 | 20,02 | 6,69 | 12,76 |
| PESO DE TARA (g) | 81,46 | 79,64 | 69,62 | 69,15 | 75,46 | 78,19 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47,01 | 53,61 | 52,7 | 52,73 | 40,3 | 59,58 |
| HUMEDAD (%) | 16,53% | 17,83% | 16,54% | 19,00% | 16,59% | 21,42% |
| DENSIDAD SECA | 1,75 | 1,76 | 1,68 | 1,69 | 1,60 | 1,61 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|-------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 2-Dic | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | |
| 3 Dic | 4:00 p.m. | 24 hrs | 9.650 | 9.650 | 8.30 | 10.160 | 10.160 | 8.74 | 10.350 | 10.350 | 8.90 |
| 4-Dic | 4:00 p.m. | 48 hrs | 11.840 | 11.840 | 10.18 | 12.390 | 12.390 | 10.65 | 12.760 | 12.760 | 10.97 |
| 5-Dic | 4:00 p.m. | 72 hrs | 13.840 | 13.840 | 11.90 | 14.280 | 14.280 | 12.28 | 14.650 | 14.650 | 12.60 |
| 6 Dic | 4:00 a.m. | 96 hrs | 15.170 | 15.170 | 13.04 | 15.410 | 15.410 | 13.25 | 15.690 | 15.690 | 13.49 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 8 | | | | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 6 | | | |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|------|------------|-------|-----------------------|------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 17.70 | 38.9 | 13.00 | | 13.60 | 29.9 | 10.00 | | 8.20 | 18 | 5.00 | |
| 0.040 | | 36.80 | 81.0 | 27.00 | | 30.00 | 66 | 22.00 | | 17.70 | 38.9 | 13.00 | |
| 0.060 | | 53.20 | 117.0 | 39.00 | | 43.50 | 95.9 | 32.00 | | 25.90 | 57 | 19.00 | |
| 0.080 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | | 57.30 | 126.1 | 42.00 | | 34.10 | 75 | 25.00 | |
| 0.100 | 1000 | 87.30 | 192.1 | 64.00 | 6.40 | 70.90 | 156 | 52.00 | 5.20 | 42.30 | 93.1 | 31.00 | 3.10 |
| 0.200 | 1500 | 141.80 | 312.0 | 104.00 | | 115.90 | 255 | 85.00 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | |
| 0.300 | | 180.00 | 396 | 132.00 | | 147.96 | 324.1 | 108.00 | | 87.30 | 192.1 | 64.00 | |
| 0.400 | | 200.50 | 441.1 | 147.00 | | 168.40 | 359.9 | 118.00 | | 100.90 | 222 | 74.00 | |
| 0.500 | | 218.20 | 480.0 | 160.00 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | | 106.40 | 234.1 | 78.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - PA

Manuel Argenteiro Ormiz
SUPERVISOR



A&C Exploración Geotécnica y Minas de Santos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB-G-014 Fecha : 30-07-2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

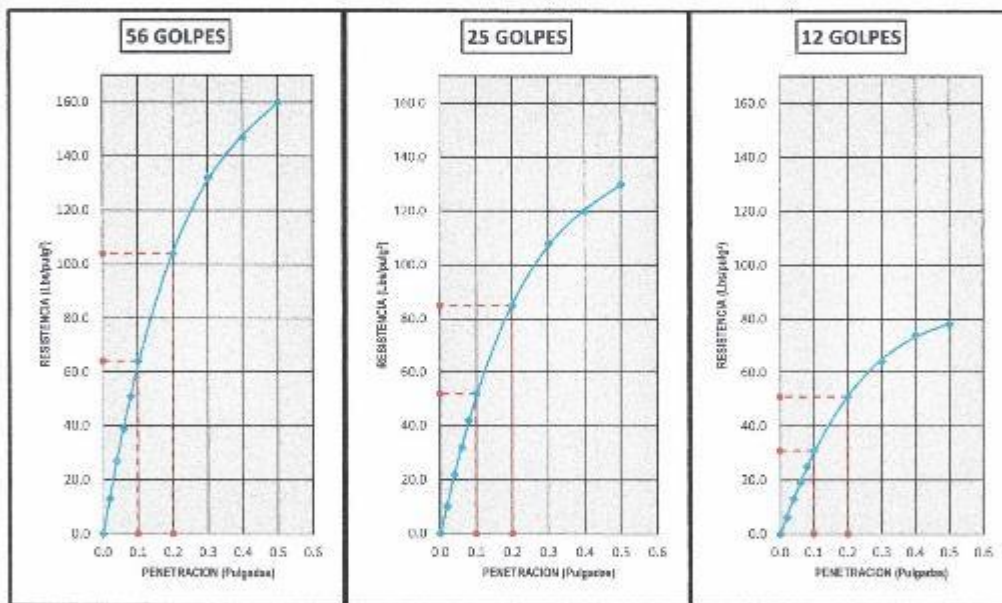
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SUE-2022
Fecha de Ensayo : 2/12/2022

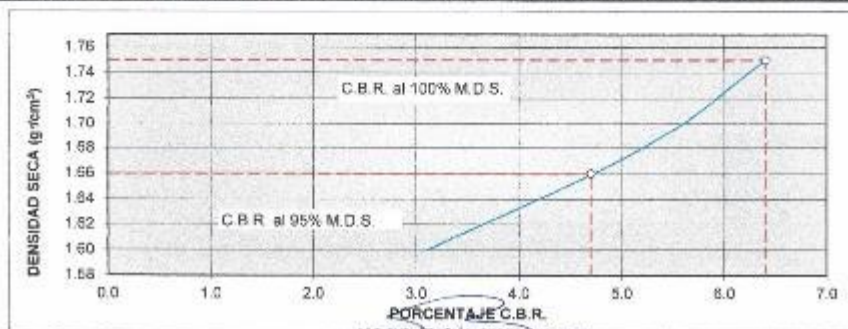
Calicata: C-01
Muestra: Terreno Natural

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.75 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 6.40 |
| Humedad Óptima (%) | 16.53% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 4.70 |





Carga (1^o): 640lb/pulg² Carga (2^o): 1040lb/pulg² Carga (3^o): 520lb/pulg² Carga (4^o): 85lb/pulg² Carga (5^o): 311lb/pulg² Carga (6^o): 511lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DNI

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
Calle 10 de Agosto Arraigado de Bogotá
INSTRUMENTO OPERATIVO
REV. 029 del 2015

Anexo 15. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.A.S. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112



Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de ensayo : 28/11/2022 Muestra: Natural + 5% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.3 | 62.8 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.2 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.99 | 76.13 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.03 | 738.17 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.2 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99913 | 0.99929 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.52 | 2.52 | | |
| Promedio | 2.52 | | | |

Observaciones : _____


 A&C INGENIERÍA GEOTÉCNICA S.R.L.
 Oficina de Control de Calidad
 Ing. [Nombre]

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|----------|---------------------|-----------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plazón | Manual | Calicata | C - 04 | Coeff. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 5% Bagazo | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5565 | 5710 | 5735 | 5646 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1779 | 1924 | 1949 | 1860 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.875 | 2.027 | 2.054 | 1.960 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 10 | 2 | 32 | 16 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 746.35 | 659.66 | 807.13 | 745.52 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 668.38 | 585.46 | 608.65 | 642.98 |
| Masa de Tara | (g) | 79.16 | 94.16 | 96.54 | 100.16 |
| Masa del Agua | (g) | 77.37 | 74.2 | 103.48 | 103.24 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 589.82 | 491.3 | 602.12 | 542.82 |
| Contenido de Agua | (%) | 13.10 | 15.10 | 17.20 | 19.10 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.658 | 1.761 | 1.753 | 1.646 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.26 | 17.27 | 17.19 | 16.14 |
| Peso Unitario Seco | (lbf/pie ³) | 103.51 | 109.94 | 109.44 | 102.75 |



| | |
|---|----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.50 lbf/pe ³ |
| | 17.36 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.770 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | -- lbf/pe ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | -- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | -- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| Método C | | |
|------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.52 |
|------------------------------------|------|

Página 120 de 157

Observaciones :
 * Referirse al Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (NPTM - 0-1110 - 1%).
 * Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
 (*) Los métodos indicados no han sido verificados por el INACAL - CV

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Abigail Arrunategui Becerra
 INGENIERA GEOTÉCNICA
 REG. COG. N° 179520



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 03

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 2/12/2022

Calicata: C - 01
Muestra: Natural + 5% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE Nº | 6 | | 1 | | 7 | |
| CAPAS Nº | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,856 | 11,939 | 12,011 | 12,119 | 11,048 | 11,253 |
| PESO DE MOLDE (g) | 6,972 | 6,972 | 7,451 | 7,451 | 6,752 | 6,752 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,884 | 4,967 | 4,560 | 4,668 | 4,296 | 4,501 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,379 | 2,379 | 2,304 | 2,304 | 2,285 | 2,285 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.05 | 2.09 | 1.98 | 2.03 | 1.88 | 1.97 |
| TARA Nº | 2 | 12 | 10 | 25 | 18 | 66 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 135.58 | 142.53 | 143.80 | 143.10 | 138.29 | 150.14 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 128.06 | 133.25 | 135.15 | 133.36 | 131.81 | 137.70 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.52 | 9.28 | 8.65 | 9.74 | 6.48 | 12.44 |
| PESO DE TARA (g) | 81.06 | 79.65 | 82.46 | 80.64 | 91.50 | 78.13 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47 | 53.6 | 52.69 | 52.72 | 40.3 | 59.57 |
| HUMEDAD (%) | 16.00% | 17.31% | 16.42% | 18.47% | 16.08% | 20.88% |
| DENSIDAD SECA | 1.77 | 1.78 | 1.70 | 1.71 | 1.62 | 1.63 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|-------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 2-Dic | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 3-Dic | 4.00 p.m. | 24 hrs | 10.350 | 10.350 | 8.90 | 10.490 | 10.490 | 9.02 | 10.740 | 10.740 | 9.23 |
| 4-Dic | 4.00 p.m. | 48 hrs | 11.030 | 11.030 | 9.48 | 11.350 | 11.350 | 9.76 | 11.560 | 11.560 | 9.34 |
| 5-Dic | 4.00 p.m. | 72 hrs | 12.860 | 12.860 | 11.06 | 12.950 | 12.950 | 11.23 | 13.580 | 13.580 | 11.68 |
| 6-Dic | 4.00 p.m. | 96 hrs | 13.860 | 13.860 | 11.92 | 14.140 | 14.140 | 12.16 | 14.740 | 14.740 | 12.67 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE Nº 6 | | | | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 7 | | | |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | | 17.70 | 38.9 | 13.00 | |
| 0.040 | | 75.00 | 165.0 | 55.00 | | 61.40 | 135.1 | 45.00 | | 36.80 | 81 | 27.00 | |
| 0.060 | | 109.10 | 240.0 | 80.00 | | 88.60 | 194.9 | 65.00 | | 53.20 | 117 | 39.00 | |
| 0.080 | | 144.50 | 317.9 | 106.00 | | 117.30 | 258.1 | 86.00 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | |
| 0.100 | 1000 | 180.00 | 396.0 | 132.00 | 13.20 | 145.90 | 321 | 107.00 | 10.70 | 87.30 | 192.1 | 64.00 | 6.40 |
| 0.200 | 1500 | 293.20 | 645.0 | 215.00 | | 237.30 | 522.1 | 174.00 | | 141.80 | 312 | 104.00 | |
| 0.300 | | 372.30 | 819.1 | 273.00 | | 301.40 | 663.1 | 221.00 | | 180.00 | 396 | 132.00 | |
| 0.400 | | 414.50 | 911.9 | 304.00 | | 335.50 | 738.1 | 246.00 | | 210.00 | 462 | 154.00 | |
| 0.500 | | 450.00 | 990.0 | 330.00 | | 355.90 | 784.1 | 268.00 | | 218.20 | 480 | 160.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 130 de 157

ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.
Ingenieros Superiores
Reg. CIP Nº 174570



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUL - 2022

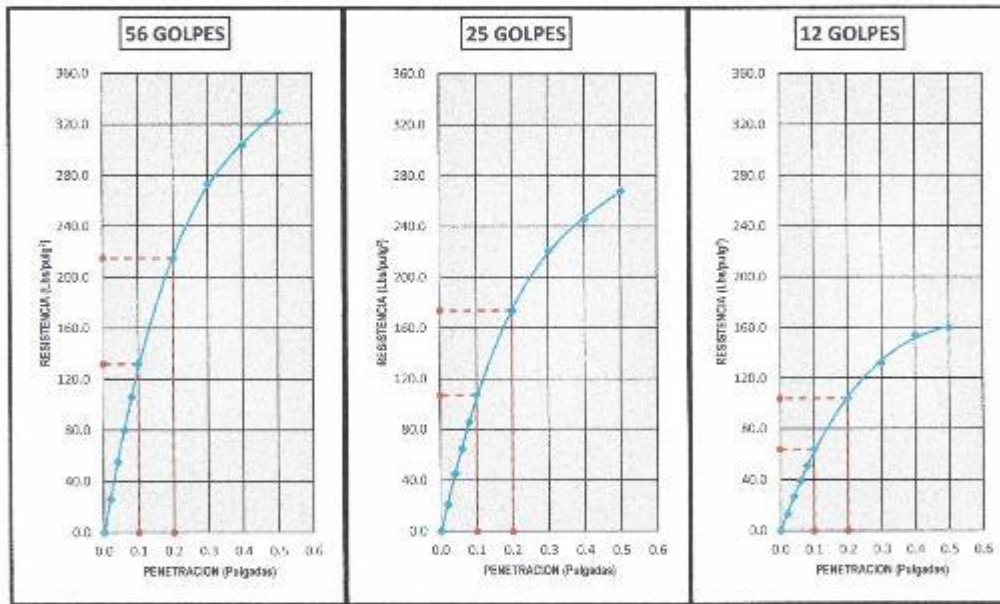
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 2/12/2022

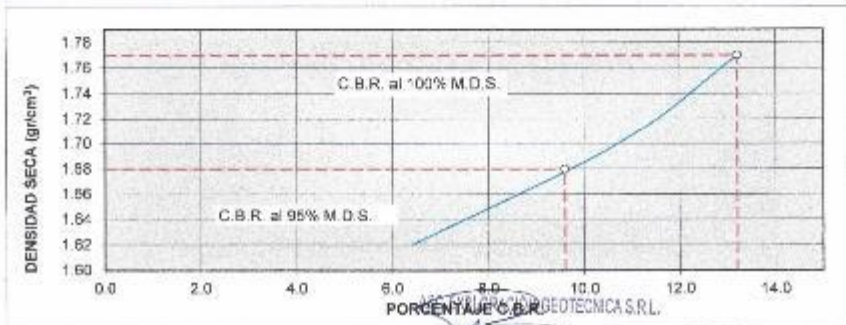
Muestra: Natural + 5% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.77 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 13.20 |
| Humedad Óptima (%) | 16.00% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 9.60 |



Carga (1^o): 132lb/pulg² Carga (2^o): 215lb/pulg² Carga (3^o): 307lb/pulg² Carga (4^o): 174lb/pulg² Carga (5^o): 64lb/pulg² Carga (7^o): 104lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 28/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 63.5 | 63.0 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.1 | 23.5 | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.12 | 75.84 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.27 | 738.06 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.6 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99919 | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.53 | 2.53 | |
| Promedio | 2.53 | | |

Observaciones : _____


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arruñategui Bocan
 INGENIERO SUPERVISOR
 R.T.C. - C.R. N° 174320

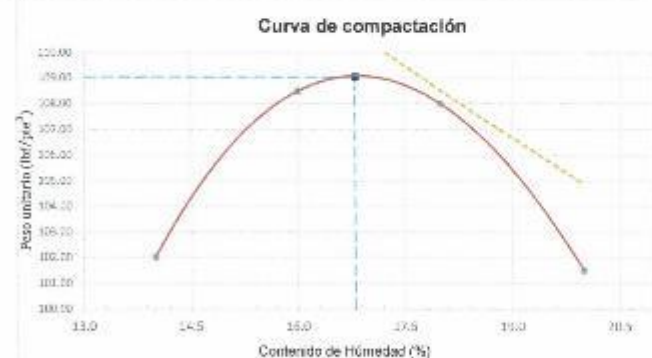
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Píson | Manual | Calicata | C-04 | Clasif. SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 10% Bagazo | Humedad (*) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5551 | 5706 | 5726 | 5633 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1765 | 1920 | 1940 | 1947 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.860 | 2.023 | 2.044 | 1.946 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 41 | 55 | 54 | 48 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 845.33 | 699.64 | 756.16 | 741.19 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 751.98 | 614.85 | 656.03 | 632.01 |
| Masa de Tara (g) | | 85.16 | 90.46 | 103.35 | 87.46 |
| Masa del Agua (g) | | 94.35 | 84.79 | 100.13 | 109.18 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 666.82 | 524.39 | 552.68 | 544.55 |
| Contenido de Agua (%) | | 14.10 | 16.20 | 18.10 | 20.00 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.630 | 1.741 | 1.731 | 1.622 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.99 | 17.07 | 16.98 | 15.91 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 101.75 | 108.69 | 108.06 | 101.26 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 109.00 lb/ft ³ |
| | 17.12 kN/cm ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.75 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.00 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica [®] (*) | 2.53 |
|--------------------------------------|------|

Página 121 de 157

Observaciones : [®] Referir al Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (SUSIM - D-0108 - 14).
[®] Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método A.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrandero Becerra
 Ingeniero Civil - Geotécnico
 No. CIP 18 17430



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calcula: C - 01

Fecha de Ensayo : 2/12/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------|--------|-----------------------|--------|------------|-----------|-----------------------|--------|------------|--------|-----------------------|------|
| MOLDE N° | 10 | | | 4 | | | 8 | | | | | | |
| CAPAS N° | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | | 25 | | | 12 | | | | | | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | | SIN MOJAR | MOJADA | | SIN MOJAR | MOJADA | | SIN MOJAR | MOJADA | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 13,038 | 13,129 | | 12,110 | 12,218 | | 13,671 | 13,961 | | | | | |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,541 | 7,541 | | 7,568 | 7,568 | | 7,646 | 7,646 | | | | | |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 5,497 | 5,588 | | 4,542 | 4,650 | | 6,025 | 6,315 | | | | | |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,684 | 2,684 | | 2,302 | 2,302 | | 3,217 | 3,217 | | | | | |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.05 | 2.08 | | 1.97 | 2.02 | | 1.87 | 1.96 | | | | | |
| TARA N° | 40 | 52 | | 15 | 85 | | 65 | 12 | | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 119.90 | 138.68 | | 130.50 | 147.19 | | 136.52 | 144.75 | | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 111.90 | 128.86 | | 121.35 | 136.91 | | 129.63 | 131.70 | | | | | |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8 | 9.82 | | 9.19 | 10.28 | | 6.89 | 13.05 | | | | | |
| PESO DE TARA (g) | 64.90 | 75.26 | | 68.65 | 84.19 | | 89.32 | 72.13 | | | | | |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47 | 53.6 | | 52.89 | 52.72 | | 40.3 | 59.57 | | | | | |
| HUMEDAD (%) | 17.02% | 18.32% | | 17.44% | 19.50% | | 17.09% | 21.91% | | | | | |
| DENSIDAD SECA | 1.75 | 1.76 | | 1.68 | 1.69 | | 1.60 | 1.61 | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | |
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % | | |
| 2 Dic | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 | | |
| 3-Dic | 4:00 p.m. | 24 hrs | 9.460 | 9.460 | 8.13 | 9.190 | 9.190 | 7.90 | 9.650 | 9.650 | 8.30 | | |
| 4 Dic | 4:00 p.m. | 48 hrs | 10.680 | 10.680 | 9.18 | 10.760 | 10.760 | 9.25 | 11.480 | 11.480 | 9.87 | | |
| 5-Dic | 4:00 p.m. | 72 hrs | 11.480 | 11.480 | 9.87 | 12.460 | 12.460 | 10.71 | 13.740 | 13.740 | 11.81 | | |
| 6-Dic | 4:00 p.m. | 96 hrs | 12.970 | 12.970 | 11.15 | 13.650 | 13.650 | 11.74 | 14.690 | 14.690 | 12.65 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 10 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 8 | | | |
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 39.50 | 86.9 | 29.00 | | 32.70 | 71.9 | 24.00 | | 19.10 | 42 | 14.00 | |
| 0.040 | | 83.20 | 183.0 | 61.00 | | 68.20 | 150 | 50.00 | | 40.90 | 90 | 30.00 | |
| 0.060 | | 121.40 | 267.1 | 89.00 | | 99.50 | 218.9 | 73.00 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | |
| 0.080 | | 159.50 | 350.9 | 117.00 | | 129.50 | 284.9 | 95.00 | | 77.70 | 170.9 | 57.00 | |
| 0.100 | 1000 | 199.10 | 438.0 | 146.00 | 14.60 | 162.30 | 357.1 | 119.00 | 11.90 | 96.80 | 213 | 71.00 | 7.10 |
| 0.200 | 1500 | 324.50 | 713.9 | 238.00 | | 264.50 | 581.9 | 194.00 | | 158.20 | 348 | 116.00 | |
| 0.300 | | 411.80 | 906 | 302.00 | | 335.50 | 738.1 | 246.00 | | 200.50 | 441.1 | 147.00 | |
| 0.400 | | 458.20 | 1008 | 336.00 | | 390.10 | 861.9 | 264.00 | | 231.80 | 510 | 170.00 | |
| 0.500 | | 497.70 | 1094.9 | 365.00 | | 406.40 | 894.1 | 298.00 | | 242.70 | 533.9 | 178.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Miguel Arruñategui Brown
Ingeniero Superior
Geotécnico

Página 132 de 157



ASC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

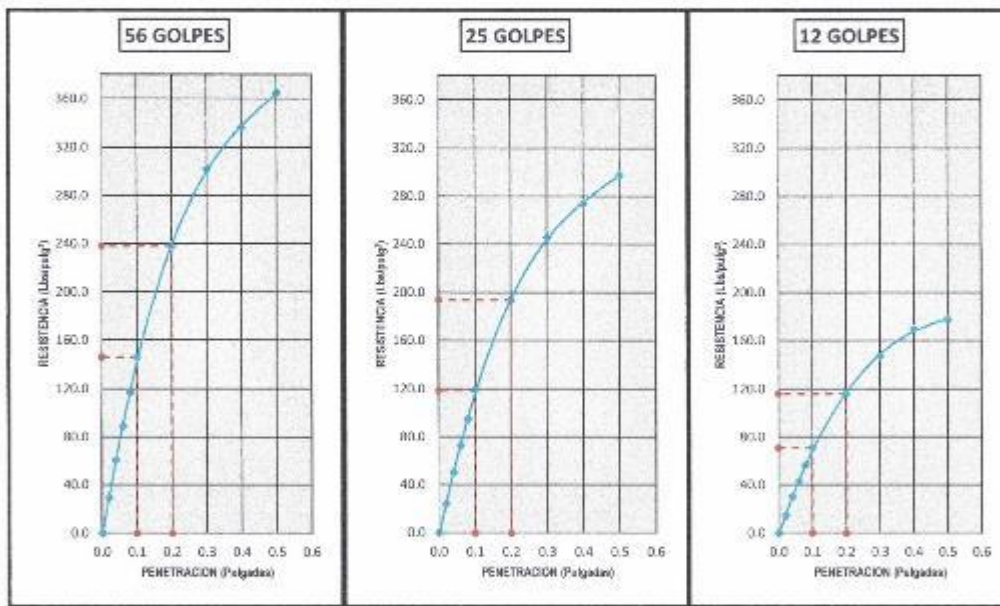
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

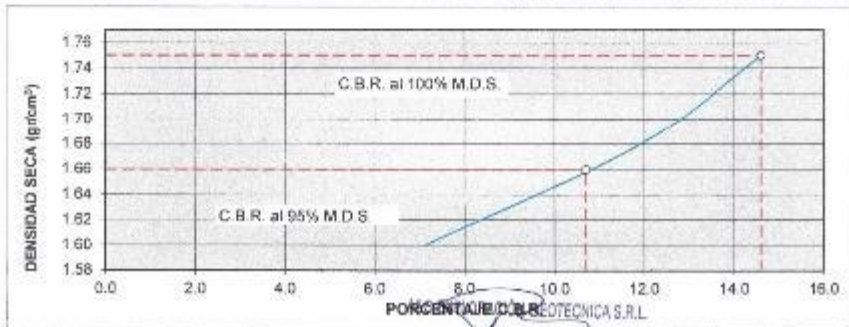
Muestra: Natural + 10% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.75 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 14.60 |
| Humedad Óptima (%) | 17.02% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 10.70 |





Carga (1^o): 148 lb/pulg² Carga (2^o): 296 lb/pulg² Carga (1^o): 119 lb/pulg² Carga (2^o): 238 lb/pulg² Carga (1^o): 71 lb/pulg² Carga (2^o): 142 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL.

Esteban Miguel Armategui Basso
Ingeniero Geotécnico
Instituto Argentino de Normalización y Certificación (INACAL)

| | | | |
|---|---|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 1/12/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 62.8 | 63.6 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.4 | 23.2 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 75.66 | 75.97 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.16 | 738.41 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.5 | 23.1 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99921 | 0.99931 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.55 | 2.55 | | |
| Promedio | 2.55 | | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cecilia Marcel Arroyave Bren
Ingeniero SUPERVISOR
REG. CUS N° 174620

Página 149 de 157

| | | | |
|---|--|--------------------|---|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro MLES-187</p> |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

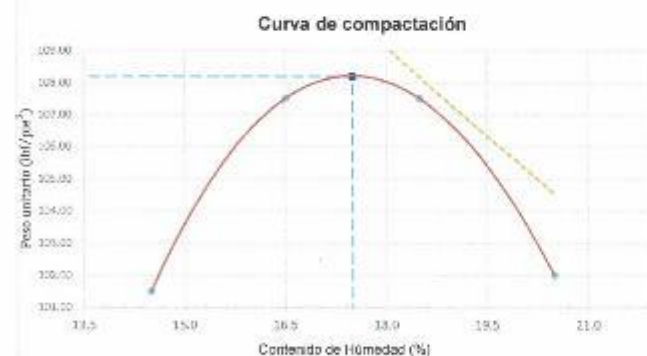
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 1/12/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141-1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------|-------------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Píñon | Manual | Calicata | C-04 | Clasificación (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 15% Bagazo | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 2536 | 5689 | 5722 | 5651 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1770 | 1903 | 1936 | 1865 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.865 | 2.005 | 2.040 | 1.965 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 20 | 1 | 21 | 13 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 745.31 | 626.35 | 741.15 | 758.68 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 660.65 | 547.35 | 637.68 | 677.25 |
| Masa de Tara (g) | | 74.46 | 69.66 | 81.16 | 86.30 |
| Masa del Agua (g) | | 85.66 | 79 | 103.47 | 121.33 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 585.19 | 477.69 | 556.52 | 591.05 |
| Contenido de Agua (%) | | 14.60 | 16.50 | 18.60 | 20.50 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.627 | 1.721 | 1.720 | 1.631 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.96 | 16.88 | 16.87 | 16.00 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 101.57 | 107.44 | 107.38 | 101.82 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 108.00 lb/ft ³ |
| | 16.97 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.73 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | — lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | — g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.50 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | — % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|---|---|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | — | — |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | — | — |
| Masa Total (kg) | — | — |

| Método C | | |
|------------------------|---|---|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | — | — |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | — | — |
| Masa Total (kg) | — | — |

| | |
|------------------------------------|------|
| Gravedad Específica ^(*) | 2.55 |
|------------------------------------|------|

Página 122 de 157

Observaciones : ^(*) Referir a: Cálculo de Contenido de Peso Unitario y Contenido de Humedad (SUE-19).
^(*) Ensayo realizado por la NTP 339.141-1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
^(*) Los métodos listados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Ing. Miguel Arcevaldo Ordoñez
 GERENTE SUPERVISOR
 SUELO, C.I.R. 144.202.000



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022
Fecha de Ensayo : 5/12/2022

Calicata: C 01
Muestra: Natural + 15% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 6 | | 2 | | 7 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,811 | 11,882 | 12,188 | 12,288 | 10,998 | 11,201 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,972 | 6,972 | 7,600 | 7,600 | 6,757 | 6,752 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,839 | 4,920 | 4,588 | 4,688 | 4,246 | 4,449 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,379 | 2,379 | 2,343 | 2,343 | 2,285 | 2,285 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.03 | 2.07 | 1.96 | 2.01 | 1.86 | 1.95 |
| TARA N° | 21 | 20 | 25 | 17 | 16 | 65 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 130.87 | 145.88 | 136.33 | 142.04 | 115.88 | 153.94 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 122.62 | 135.77 | 126.86 | 132.08 | 108.78 | 140.57 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.25 | 10.11 | 9.47 | 10.56 | 7.1 | 13.37 |
| PESO DE TARA (g) | 75.61 | 82.16 | 74.16 | 79.35 | 68.48 | 80.99 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.01 | 53.61 | 52.7 | 52.73 | 40.3 | 59.58 |
| HUMEDAD (%) | 17.55% | 18.86% | 17.97% | 20.03% | 17.61% | 22.44% |
| DENSIDAD SECA | 1.73 | 1.74 | 1.66 | 1.67 | 1.58 | 1.59 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|-------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 5-Dic | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 6-Dic | 4.00 p.m. | 24 hrs | 7.850 | 7.800 | 6.76 | 7.970 | 7.970 | 6.85 | 8.690 | 8.690 | 7.47 |
| 7-Dic | 4.00 p.m. | 48 hrs | 8.250 | 8.260 | 7.10 | 8.480 | 8.480 | 7.25 | 9.580 | 9.580 | 8.24 |
| 8-Dic | 4.00 p.m. | 72 hrs | 9.750 | 9.750 | 8.38 | 9.950 | 9.950 | 8.56 | 11.090 | 11.090 | 9.48 |
| 9-Dic | 4.00 p.m. | 96 hrs | 11.650 | 11.650 | 10.02 | 11.750 | 11.750 | 10.10 | 12.650 | 12.650 | 10.88 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 7 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 43.60 | 95.9 | 32.00 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | | 21.80 | 48 | 16.00 | |
| 0.040 | | 92.70 | 203.9 | 68.00 | | 75.00 | 165 | 55.00 | | 45.00 | 99 | 33.00 | |
| 0.060 | | 135.00 | 297.0 | 99.00 | | 109.10 | 240 | 80.00 | | 65.50 | 144.1 | 48.00 | |
| 0.080 | | 177.30 | 390.1 | 130.00 | | 144.50 | 317.9 | 106.00 | | 85.90 | 189 | 63.00 | |
| 0.100 | 1000 | 220.90 | 486.0 | 162.00 | 16.20 | 180.00 | 396 | 132.00 | 13.20 | 107.70 | 236.9 | 79.00 | 7.90 |
| 0.200 | 1500 | 360.00 | 792.0 | 264.00 | | 293.20 | 643 | 215.00 | | 175.90 | 387 | 129.00 | |
| 0.300 | | 456.80 | 1005 | 335.00 | | 372.30 | 819.1 | 273.00 | | 223.60 | 491.9 | 164.00 | |
| 0.400 | | 508.60 | 1118.9 | 373.00 | | 414.56 | 914.9 | 304.00 | | 259.10 | 570 | 190.00 | |
| 0.500 | | 552.30 | 1215.1 | 405.00 | | 450.00 | 990 | 330.00 | | 270.00 | 594 | 198.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 134 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

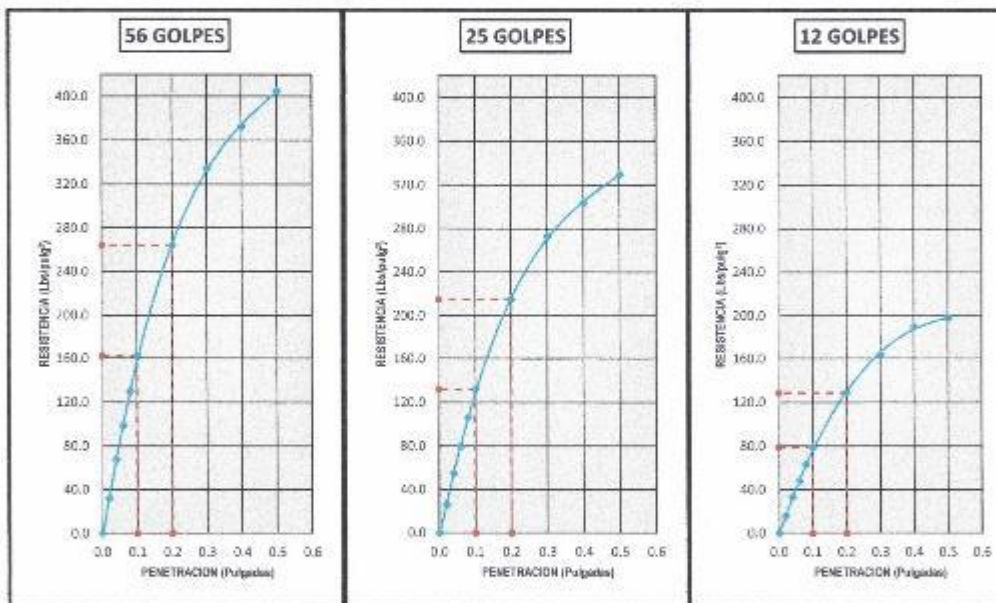
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

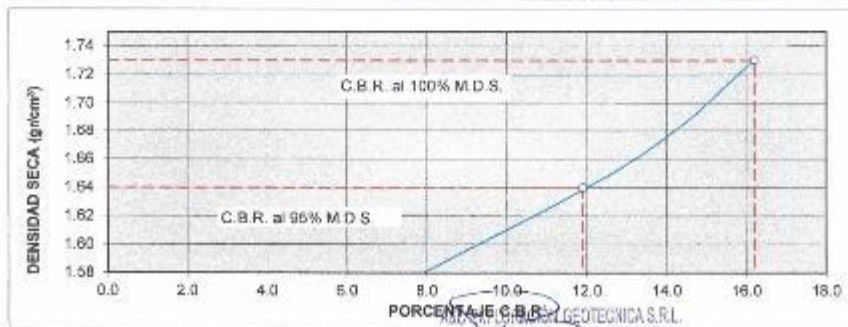
Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.73 | C.B.R. al 100% de M.D.S. [%] | 16.20 |
| Humedad Óptima (%) | 17.55% | C.B.R. al 95% de M.D.S. [%] | 11.90 |



Carga (1°): 162 lb/pulg² Carga (2°): 164 lb/pulg² Carga (1°): 132 lb/pulg² Carga (2°): 135 lb/pulg² Carga (1°): 79 lb/pulg² Carga (2°): 82 lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina María Arzopine
Geotecnicista S.R.L.

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Control Acreditado Registro N° LE - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 1/12/2022



Muestra: Natural + 20% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.5 | 63.9 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.5 | | |
| N° Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.23 | 75.64 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 736.79 | 736.45 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.4 | 23 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99924 | 0.99933 | | |
| Gravedad Específica (G ₂₀ °C) | 2.41 | 2.41 | | |
| Promedio | 2.41 | | | |

Observaciones : _____


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Christian David Arrabalgui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 N° 179570

| | | | |
|---|--|--------------------|---|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N°LE - 187 |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

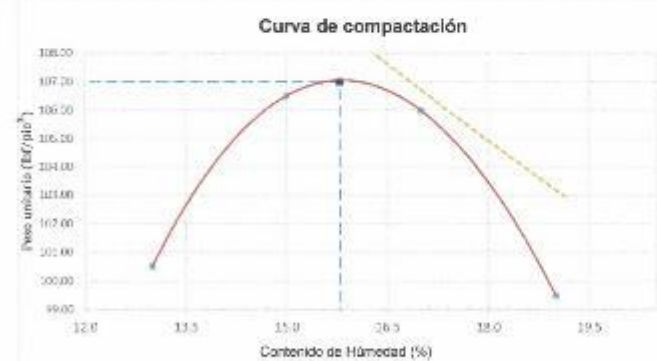
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUF - 2072
 Fecha de Ensayo : 1/12/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pésón | Manual | Calicata | C 04 | Oxígeno SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 20% Bagazo | Humedad (%) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5513 | 5646 | 5674 | 5585 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1727 | 1860 | 1888 | 1799 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.820 | 1.960 | 1.989 | 1.896 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 14 | 51 | 13 | 65 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 841.15 | 645.22 | 794.16 | 695.16 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 752.98 | 574.03 | 692.65 | 599.12 |
| Masa de Tara (g) | | 84.16 | 103.12 | 101.15 | 98.16 |
| Masa del Agua (g) | | 88.18 | 71.19 | 101.51 | 96.04 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 668.82 | 470.92 | 591.5 | 500.96 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.20 | 15.10 | 17.20 | 19.20 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.608 | 1.703 | 1.697 | 1.591 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 15.77 | 16.70 | 16.64 | 15.60 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 100.38 | 106.31 | 105.94 | 99.52 |



| | |
|---|--|
| Peso unitario seco máximo | 107.00 lb/ft ³ 16.81 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.71 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (%) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (%) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 16.00 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (%) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Gravedad Específica [®] (%) | 2.41 |
|--------------------------------------|------|

Observaciones

1. [®] Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de Humedad (ASTM D 4758 - 15)

2. Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco

3. (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.


 Cristian Mena Arredondo
 INGENIERO SUPERVISOR
 N° 10000000000000000000



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata : C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 4 | | 6 | | 5 | |
| CAPA N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,135 | 12,213 | 11,516 | 11,623 | 11,805 | 12,005 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,568 | 7,568 | 6,972 | 6,972 | 7,636 | 7,636 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,567 | 4,645 | 4,544 | 4,651 | 4,169 | 4,369 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,302 | 2,302 | 2,379 | 2,379 | 2,302 | 2,302 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 1.98 | 2.02 | 1.91 | 1.96 | 1.81 | 1.90 |
| TARA N° | 13 | 5 | 15 | 32 | 15 | 74 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 138.74 | 142.59 | 131.05 | 144.68 | 119.49 | 150.75 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.20 | 133.29 | 122.38 | 134.92 | 112.99 | 138.28 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.54 | 9.3 | 8.67 | 9.76 | 6.5 | 12.47 |
| PESO DE TARA (g) | 84.16 | 79.65 | 69.65 | 82.16 | 72.64 | 78.67 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.04 | 53.64 | 52.73 | 52.76 | 40.4 | 59.61 |
| HUMEDAD (%) | 16.02% | 17.34% | 16.44% | 18.50% | 16.11% | 20.92% |
| DENSIDAD SECA | 1.71 | 1.72 | 1.64 | 1.65 | 1.55 | 1.57 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|-------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 5-Dic | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 6-Dic | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.680 | 5.680 | 4.88 | 6.180 | 6.180 | 5.31 | 6.410 | 6.410 | 5.51 |
| 7-Dic | 4.00 p.m. | 48 hrs | 7.500 | 7.590 | 6.53 | 7.290 | 7.290 | 6.27 | 7.680 | 7.680 | 6.60 |
| 8-Dic | 4.00 p.m. | 72 hrs | 8.170 | 8.170 | 7.02 | 8.350 | 8.350 | 7.18 | 8.170 | 8.170 | 7.02 |
| 9-Dic | 4.00 p.m. | 96 hrs | 9.070 | 9.070 | 7.80 | 9.670 | 9.670 | 8.31 | 10.020 | 10.020 | 8.62 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 5 | | | |
|----------------------|---|------------|-----------|--------|-----------------------|------------|-----------|---------|-------|------------|-----------------------|--------|---------|
| | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | | CARGA | CORECCION | | |
| | | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | | % | Lectura | lbs | | lbs/pulg ² | % | Lectura |
| 0.020 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | | 38.20 | 84 | 28.00 | | 25.20 | 51 | 17.00 | |
| 0.040 | | 98.20 | 216.0 | 72.00 | | 80.50 | 177.1 | 59.00 | | 47.70 | 104.9 | 35.00 | |
| 0.060 | | 143.20 | 315.0 | 105.00 | | 117.30 | 258.1 | 86.00 | | 69.50 | 152.9 | 51.00 | |
| 0.080 | | 188.20 | 414.0 | 138.00 | | 154.10 | 339 | 113.00 | | 91.40 | 201.1 | 67.00 | |
| 0.100 | 1000 | 235.90 | 519.0 | 173.00 | 17.30 | 192.30 | 423.1 | 141.00 | 14.10 | 114.50 | 251.9 | 84.00 | 8.40 |
| 0.200 | 1500 | 384.50 | 845.9 | 282.00 | | 313.60 | 689.8 | 230.00 | | 186.80 | 411 | 137.00 | |
| 0.300 | | 488.20 | 1074 | 358.00 | | 398.20 | 876 | 292.00 | | 237.30 | 522.1 | 174.00 | |
| 0.400 | | 542.70 | 1193.9 | 398.00 | | 441.80 | 973 | 324.00 | | 275.50 | 606.1 | 202.00 | |
| 0.500 | | 590.50 | 1299.1 | 433.00 | | 481.40 | 1054.1 | 353.00 | | 286.40 | 630.1 | 210.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 136 de 157

Cristóbal Miguel Arceategui Brusca
INGENIERO EN GEOTECNICA S.R.L.
CIP N° 174010



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

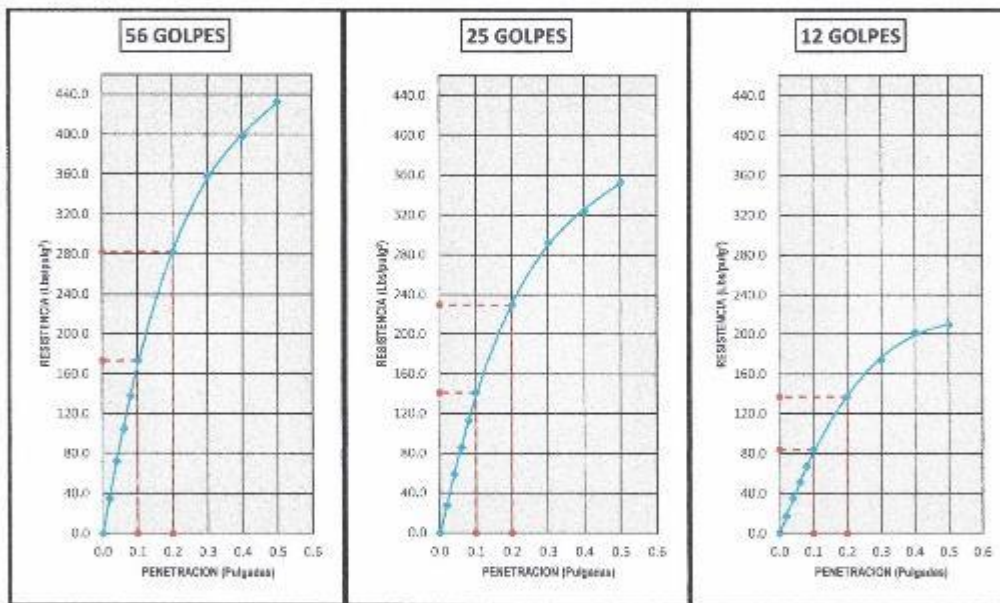
Calculo: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

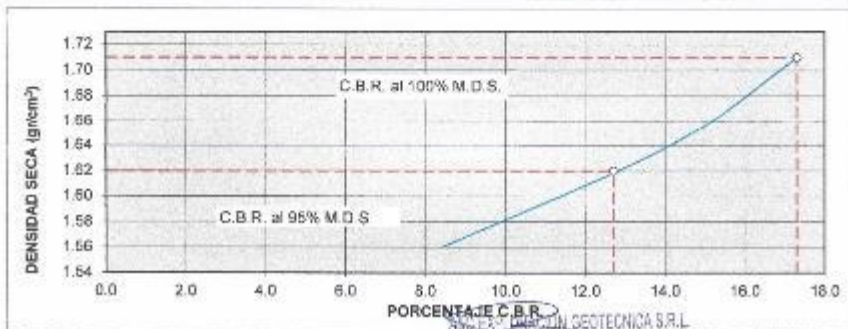
Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.71 | C.B.R. al 100% de M.O.S. [%] | 17.30 |
| Humedad Óptima (%) | 16.03% | C.B.R. al 95% de M.O.S. [%] | 12.70 |



Carga (1^o): 378Lb/pulg² Carga (2^o): 353Lb/pulg² Carga (3^o): 343Lb/pulg² Carga (4^o): 330Lb/pulg² Carga (5^o): 314Lb/pulg² Carga (6^o): 297Lb/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

[Handwritten Signature]
 Cristian Manuel Argueta de Rosas
 INGENIERO SUPERIOR EN GEOTECNIA
 N° 11.499

Anexo 16. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC + YUTE

| | | | |
|---|---|--------------------|--|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE - 197 |
| | Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de ensayo : 1/12/2022 Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 62.6 | 63.2 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.1 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 77.46 | 75.44 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 739.65 | 738.42 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.4 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99924 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.58 | 2.58 | | |
| Promedio | 2.58 | | | |

Observaciones : _____


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Coordinador del Laboratorio de Ensayos
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 N.º CIP: 174220

| | | | |
|---|--|--|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º 187 | |
| Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUF - 2022
 Fecha de Ensayo : 1/12/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141-1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|----------|----------------------------------|------------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pídon | Manual | Calicata | C - 04 | Gasfco. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | arena + 5% Esparto + 0.75% fango | Humedad (*) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde (g) | | 5571 | 5791 | 5768 | 5671 |
| Masa del Molde (g) | | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado (g) | | 1785 | 1945 | 1977 | 1885 |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | | 1.881 | 2.050 | 2.083 | 1.986 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 85 | 71 | 19 | 65 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara (g) | | 613.35 | 745.16 | 695.29 | 802.31 |
| Masa Suelo Seco + Tara (g) | | 549.74 | 657.64 | 606.02 | 686.23 |
| Masa de Tara (g) | | 84.16 | 103.11 | 101.15 | 98.16 |
| Masa del Agua (g) | | 63.61 | 87.52 | 89.27 | 116.08 |
| Masa del Suelo Seco (g) | | 465.58 | 554.53 | 504.87 | 588.07 |
| Contenido de Agua (%) | | 13.70 | 15.80 | 17.70 | 19.70 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.554 | 1.770 | 1.770 | 1.659 |
| Peso Unitario Seco (kN/m ³) | | 16.22 | 17.36 | 17.36 | 16.27 |
| Peso Unitario Seco (lb/ft ³) | | 103.25 | 110.50 | 110.50 | 103.57 |



| | |
|--|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 111.50 lb/ft ³ |
| | 17.52 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.79 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.00 % |
| Ó. C. H. modificado (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | | |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|-------------------------|------|
| Gravedad Específica (*) | 2.58 |
|-------------------------|------|

Página 124 de 157

Observaciones

*) Reducir a Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4738 - 03)

*) Ensayo realizado por la NTP 339.141-1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

*) Los métodos incluidos no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.


 Cristian Manuel Aravena
 INGENIERO SUPERVISOR
 INACAL - DA



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.S.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 6 | | 9 | | 7 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,932 | 12,018 | 11,881 | 11,999 | 11,121 | 11,329 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,972 | 6,972 | 6,864 | 6,864 | 6,752 | 6,752 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,960 | 5,046 | 5,017 | 5,135 | 4,369 | 4,577 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,379 | 2,379 | 2,495 | 2,495 | 2,285 | 2,285 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.08 | 2.12 | 2.01 | 2.06 | 1.91 | 2.00 |
| TARA N° | 52 | 65 | 48 | 7 | 64 | 88 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 129.44 | 152.53 | 130.87 | 147.92 | 117.18 | 156.55 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 121.68 | 142.98 | 121.95 | 137.91 | 110.50 | 143.91 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 7.76 | 9.55 | 8.92 | 10.01 | 6.68 | 12.75 |
| PESO DE TARA (g) | 74.65 | 89.35 | 69.23 | 85.16 | 70.16 | 84.31 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.03 | 53.63 | 52.72 | 52.75 | 40.3 | 59.6 |
| HUMEDAD (%) | 16.50% | 17.81% | 16.92% | 18.98% | 16.56% | 21.39% |
| DENSIDAD SECA | 1.79 | 1.80 | 1.72 | 1.73 | 1.64 | 1.65 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|-------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 5 Dic | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 6-Dic | 4.00 p.m. | 24 hrs | 6.380 | 6.380 | 5.49 | 6.480 | 6.480 | 5.57 | 6.740 | 6.740 | 5.80 |
| 7 Dic | 4.00 p.m. | 48 hrs | 8.160 | 8.160 | 7.02 | 8.870 | 8.870 | 7.63 | 8.990 | 8.990 | 7.73 |
| 8-Dic | 4.00 p.m. | 72 hrs | 8.780 | 8.780 | 7.55 | 8.390 | 8.390 | 7.21 | 9.250 | 9.250 | 7.96 |
| 9-Dic | 4.00 p.m. | 96 hrs | 9.430 | 9.430 | 8.11 | 9.650 | 9.650 | 8.30 | 10.240 | 10.240 | 8.80 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 6 | | | | MOLDE N° 9 | | | | MOLDE N° 7 | | | |
|----------------------|---|------------------|-----------|-----------------------|-------|------------------|-----------|-----------------------|------|------------------|-----------|-----------------------|------|
| | | CARGA Lectura | CORECCION | | | CARGA Lectura | CORECCION | | | CARGA Lectura | CORECCION | | |
| | | | lbs | lbs/pulg ² | % | | lbs | lbs/pulg ² | % | | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | | 21.80 | 48 | 16.00 | | 13.60 | 29.9 | 10.00 | |
| 0.040 | | 57.30 | 126.1 | 42.00 | | 46.40 | 102.1 | 34.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | |
| 0.060 | | 84.50 | 185.9 | 62.00 | | 68.20 | 150 | 50.00 | | 40.50 | 90 | 30.00 | |
| 0.080 | | 110.50 | 243.1 | 81.00 | | 90.00 | 198 | 66.00 | | 53.20 | 117 | 39.00 | |
| 0.100 | 1000 | 137.70 | 302.9 | 101.00 | 10.10 | 111.80 | 246 | 82.00 | 8.20 | 66.80 | 147 | 49.00 | 4.90 |
| 0.200 | 1500 | 225.00 | 495.0 | 165.00 | | 182.70 | 401.9 | 134.00 | | 109.10 | 240 | 80.00 | |
| 0.300 | | 285.00 | 627 | 209.00 | | 231.80 | 510 | 170.00 | | 137.70 | 302.9 | 101.00 | |
| 0.400 | | 316.40 | 696.1 | 232.00 | | 252.70 | 556.9 | 188.00 | | 160.00 | 354 | 118.00 | |
| 0.500 | | 345.00 | 759.0 | 253.00 | | 279.50 | 614.9 | 205.00 | | 167.70 | 368.9 | 123.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 138 de 157

Cristian Miguel Arrascaeta Brown
INGENIERO SUBCONSTRUCTOR
REG. C.R. N° 176250



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

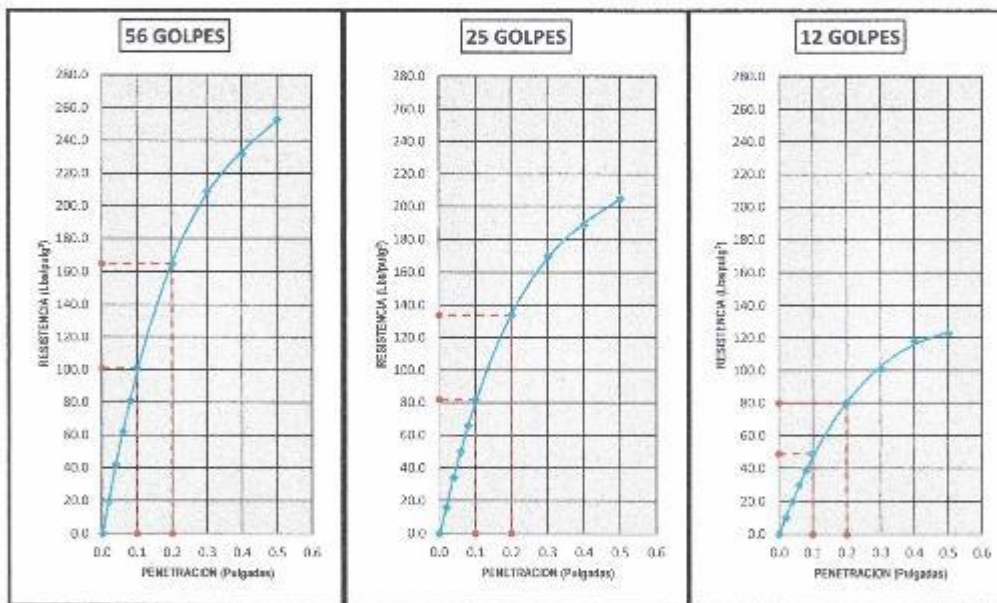
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

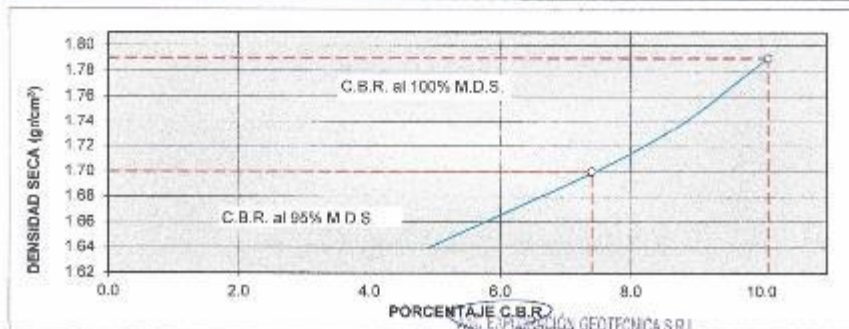
Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.79 | C.B.R. al 100% de M.D.S. [%] | 10.10 |
| Humedad Óptima [%] | 16.50% | C.B.R. al 95% de M.D.S. [%] | 7.40 |



Carga (1°): 101 lbs/pulg² Carga (2°): 165 lbs/pulg² Carga (3°): 82 lbs/pulg² Carga (4°): 134 lbs/pulg² Carga (5°): 49 lbs/pulg² Carga (6°): 80 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Alvarado
Ingeniero Geotécnico
REG. CIP. N° 174330

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N.º LE - 187 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/12/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute



Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | |
|--|---------|---------|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | |
| Humedad relativa (%) | 63.6 | 62.8 | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.2 | 23.4 | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.55 | 76.20 | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 739.01 | 738.79 | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.7 | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99917 | |
| Gravedad Especifica (G20°C) | 2.57 | 2.57 | |
| Promedio | 2.57 | | |

Observaciones : _____

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Christian Miguel Arroyave
INGENIERO SUPERIOR
N.º 10000000000000000000

| | | | |
|---|--|--------------------|---|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01 | |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187 |
| | Código : L - G - 015 | Fecha : 29/04/2020 | |

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

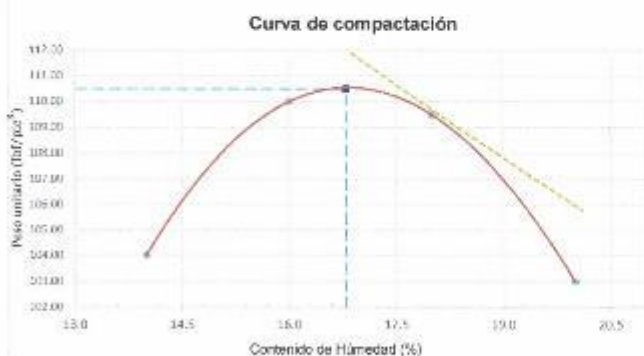
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de Ensayo : 3/12/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada [2700 kN-m/m³] NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|------------|-------------------------------|--------------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plisón | Manual | Calificata | C - 04 | Clasific. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 10% Rizado + 1% Yum | Humedad (*) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5585 | 5726 | 5750 | 5666 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1799 | 1940 | 1964 | 1880 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.896 | 2.044 | 2.070 | 1.961 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 23 | 30 | 21 | 17 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 846.35 | 656.26 | 715.19 | 794.18 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 750.65 | 578.65 | 618.91 | 675.65 |
| Masa de Tara | (g) | 74.16 | 96.65 | 85.34 | 87.19 |
| Masa del Agua | (g) | 95.7 | 77.61 | 96.28 | 118.53 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 676.49 | 482 | 533.57 | 588.45 |
| Contenido de Agua | (%) | 14.10 | 16.10 | 18.00 | 20.10 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.662 | 1.761 | 1.754 | 1.649 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.30 | 17.17 | 17.20 | 16.17 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 103.76 | 109.94 | 109.50 | 102.94 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 110.50 lb/ft ³ |
| | 17.36 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.77 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | -- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | -- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.00 % |
| Ó. C. H. modificado ^(*) | -- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|-------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

| Método C | | |
|-------------------------|----|----|
| Ret. Tamiz 3/8 " > 20 % | -- | -- |
| Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 % | -- | -- |
| Masa Total (kg) | -- | -- |

Gravedad Específica^(*) : 2.57

Página 125 de 157

Observaciones

1. ^(*) Referir al Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de Humedad (NTP 339.141 - 1999).

2. Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Inge. *[Firma]*
 INGENIERO SUPERVISOR
 RUC: 20101174222



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 5 | | 1 | | 3 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,406 | 17,486 | 12,052 | 17,160 | 12,148 | 12,370 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,636 | 7,636 | 7,451 | 7,451 | 7,464 | 7,464 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,770 | 9,850 | 4,601 | 9,709 | 4,684 | 4,906 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,302 | 2,302 | 2,304 | 2,304 | 2,468 | 2,468 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.07 | 2.11 | 2 | 2.04 | 1.9 | 1.99 |
| TARA N° | 12 | 30 | 32 | 15 | 24 | 18 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 139.22 | 156.75 | 138.27 | 147.22 | 126.61 | 155.33 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 131.20 | 146.90 | 129.06 | 136.92 | 119.70 | 142.25 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.02 | 9.85 | 9.21 | 10.3 | 6.91 | 13.08 |
| PESO DE TARA (g) | 84.16 | 93.26 | 76.33 | 84.16 | 79.35 | 82.64 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.04 | 53.64 | 52.73 | 52.76 | 40.4 | 59.61 |
| HUMEDAD (%) | 17.05% | 18.36% | 17.47% | 19.52% | 17.13% | 21.94% |
| DENSIDAD SECA | 1.77 | 1.78 | 1.70 | 1.71 | 1.62 | 1.63 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 7-Dic | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 8 Dic | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.760 | 5.760 | 4.95 | 6.020 | 6.020 | 5.18 | 6.320 | 6.320 | 5.43 |
| 9 Dic | 4.00 p.m. | 48 hrs | 6.450 | 6.450 | 5.55 | 6.760 | 6.760 | 5.81 | 7.040 | 7.040 | 6.05 |
| 10-Dic | 4.00 p.m. | 72 hrs | 6.900 | 6.900 | 5.93 | 7.090 | 7.090 | 6.10 | 7.170 | 7.170 | 6.17 |
| 11-Dic | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.690 | 7.690 | 6.61 | 7.860 | 7.860 | 6.76 | 8.250 | 8.250 | 7.09 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
|----------------------|---|------------------|-----------|-----------------------|-------|------------------|-----------|-----------------------|-------|------------------|-----------|-----------------------|------|
| | | CARGA Lectura | CORECCION | | | CARGA Lectura | CORECCION | | | CARGA Lectura | CORECCION | | |
| | | | lbs | lbs/pulg ² | % | | lbs | lbs/pulg ² | % | | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 34.10 | 75 | 25.00 | | 28.60 | 62.9 | 21.00 | | 16.40 | 36.1 | 12.00 | |
| 0.040 | | 72.30 | 159.1 | 53.00 | | 58.60 | 128.9 | 43.00 | | 35.50 | 78.1 | 26.00 | |
| 0.060 | | 105.00 | 231.0 | 77.00 | | 85.90 | 189 | 63.00 | | 51.80 | 114 | 38.00 | |
| 0.080 | | 139.10 | 306.0 | 102.00 | | 111.80 | 246 | 82.00 | | 68.20 | 150 | 50.00 | |
| 0.100 | 1000 | 173.20 | 381.0 | 177.00 | 12.70 | 140.50 | 309.1 | 103.00 | 10.30 | 84.50 | 185.9 | 62.00 | 6.20 |
| 0.200 | 2500 | 287.30 | 621.1 | 207.00 | | 229.10 | 504 | 168.00 | | 137.70 | 302.9 | 102.00 | |
| 0.300 | | 358.60 | 788.9 | 263.00 | | 290.50 | 639.1 | 213.00 | | 174.50 | 383.9 | 128.00 | |
| 0.400 | | 398.20 | 876 | 292.00 | | 323.25 | 713 | 257.00 | | 205.20 | 447 | 149.00 | |
| 0.500 | | 433.60 | 953.9 | 318.00 | | 351.80 | 774 | 258.00 | | 211.40 | 465.1 | 155.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - OAS

Miguel Arruategui Braun
INGENIERO GEOTECNICO
REG. C.T. N° 17433

Página 140 de 157



ABC Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

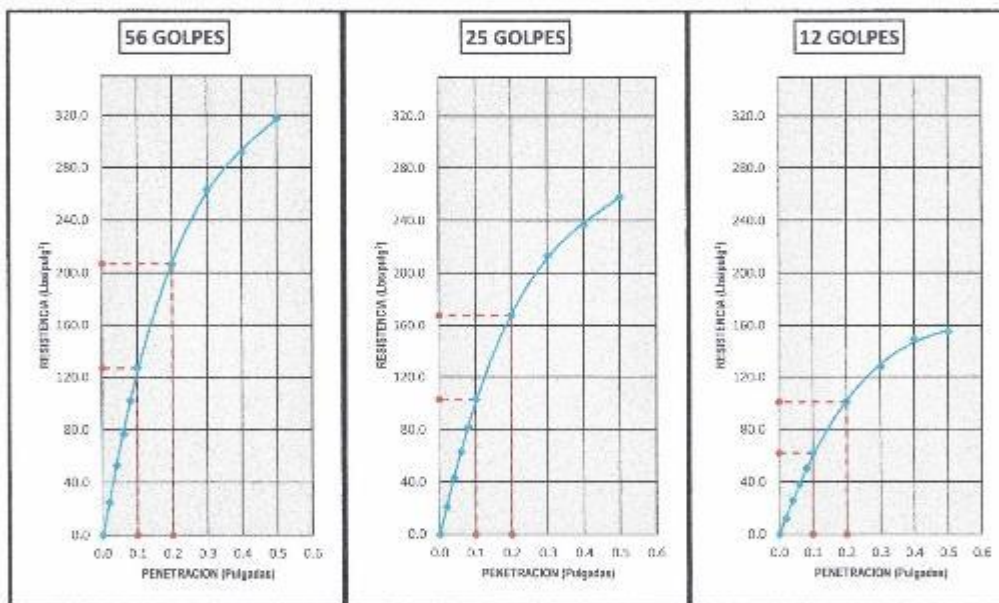
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

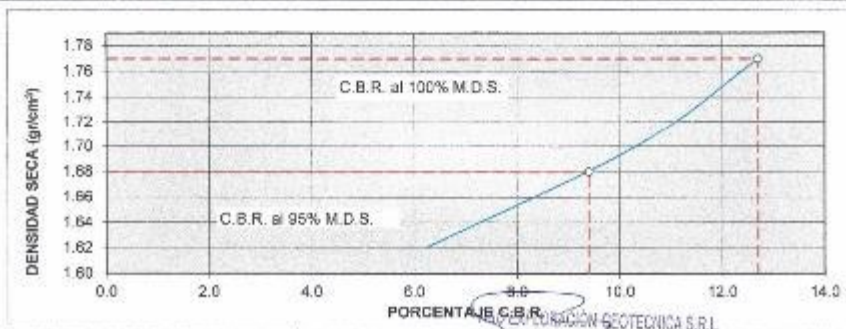
Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.77 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.70 |
| Humedad Óptima (%) | 17.05% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 9.40 |





Carga (1^o): 1270 lbs/pulg² Carga (2^o): 400 lbs/pulg² Carga (3^o): 103 lbs/pulg² Carga (4^o): 100 lbs/pulg² Carga (5^o): 67 lbs/pulg² Carga (6^o): 101 lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC INGENIERÍA GEOTÉCNICA S.R.L.
Ingeniero Civil en Mecánica de Suelos
MAGISTER SUPLENTE EN
TÍTULO C.B.R. N° 174530

| | | | |
|--|--|--|-------------------|
|  ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N.º 107 | |
| Código : L - G - 013 | Fecha : 28/04/2022 | Versión : 02 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/12/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 62.7 | 63.5 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.6 | 23.1 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 77.65 | 78.98 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 739.59 | 740.32 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.6 | 23.1 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99919 | 0.99931 | | |
| Gravedad Específica (G ₂₀ °C) | 2.56 | 2.56 | | |
| Promedio | 2.56 | | | |

Observaciones : _____

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

 Cristian Daniel Arriaga Barrantes
 INGENIERO SUPERVISOR
 N.º 107 19999

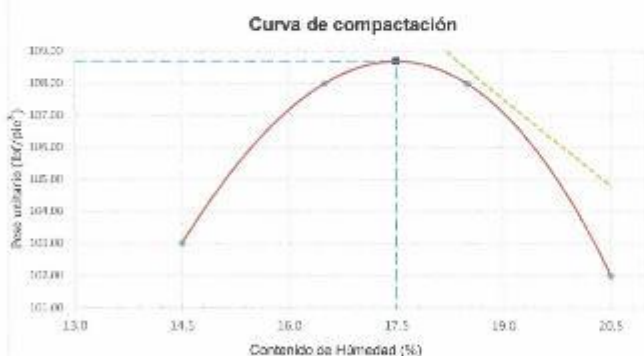
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C-043-SUE-2022
 Fecha de Ensayo : 3/12/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada [2700 kN·m/m³] NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|-------|----------|-----------------------------------|-----------------|-----|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Pisón | Manua | Calicata | C - 01 | Coeff. SUCS (*) | --- |
| Método empleado | A | | | Material | Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yodo | Humedad (*) | --- |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | | |
|------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5579 | 5701 | 5735 | 5652 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1793 | 3935 | 3949 | 1866 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.889 | 2.038 | 2.054 | 1.966 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Tara | | 10 | 5 | 23 | 34 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 745.32 | 626.66 | 648.66 | 613.80 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 660.49 | 549.98 | 561.56 | 526.71 |
| Masa de Tara | (g) | 76.98 | 85.16 | 91.34 | 102.15 |
| Masa del Agua | (g) | 84.83 | 76.68 | 87.09 | 87.09 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 589.51 | 464.87 | 470.22 | 424.55 |
| Contenido de Agua | (%) | 14.30 | 16.50 | 18.50 | 20.50 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.630 | 1.732 | 1.733 | 1.632 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 16.18 | 16.99 | 17.00 | 16.01 |
| Peso Unitario Seco | (lb/pie ³) | 103.03 | 108.13 | 108.19 | 101.88 |



| | |
|---|----------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 109.00 lb/pie ³ |
| | 17.12 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.75 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado ^(*) | --- lb/pc ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada ^(*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 17.50 % |
| O. C. H. modificado ^(*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

Gravedad Específica^(*) : 2.5b

Observaciones

- * Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (AGTM - D.4715 - ISL)
- ** Ensayo realizado por la N° P 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- (*) Los símbolos indicados han sido acreditados por el INACAL - UV.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 C/Alfonso de Ercilla, 147 - 05000 - 28014 Madrid - España
 T: +34 91 460 40 00
 F: +34 91 460 40 01
 E: info@acg.es



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
NTP 339.145 (*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

Muestra: Natural + 15% Grgazo + 1.25% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 7 | | 2 | | 9 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 11,450 | 11,530 | 12,241 | 12,349 | 11,557 | 11,779 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 6,752 | 6,752 | 7,600 | 7,600 | 6,864 | 6,864 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4,698 | 4,778 | 4,641 | 4,749 | 4,693 | 4,915 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,285 | 2,285 | 2,343 | 2,343 | 2,495 | 2,495 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.06 | 2.09 | 1.98 | 2.03 | 1.88 | 1.97 |
| TARA N° | 55 | 14 | 18 | 64 | 84 | 79 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 129.91 | 132.88 | 147.48 | 132.92 | 128.59 | 153.93 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 121.68 | 122.79 | 138.03 | 122.39 | 121.50 | 140.59 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.23 | 10.09 | 9.45 | 10.53 | 7.09 | 13.34 |
| PESO DE TARA (g) | 74.65 | 69.16 | 85.31 | 69.64 | 81.16 | 80.99 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.03 | 53.63 | 52.72 | 52.75 | 40.3 | 59.6 |
| HUMEDAD (%) | 17.50% | 18.81% | 17.92% | 19.96% | 17.58% | 22.38% |
| DENSIDAD SECA | 1.75 | 1.75 | 1.68 | 1.69 | 1.60 | 1.61 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 7-Dic | 4.00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 8 Dic | 4.00 p.m. | 24 hrs | 5.390 | 5.390 | 4.63 | 5.690 | 5.690 | 4.88 | 5.960 | 5.960 | 5.12 |
| 9-Dic | 4.00 p.m. | 48 hrs | 6.150 | 6.150 | 5.29 | 6.350 | 6.350 | 5.46 | 6.670 | 6.670 | 5.74 |
| 10-Dic | 4.00 p.m. | 72 hrs | 7.050 | 7.050 | 6.06 | 7.240 | 7.240 | 6.23 | 7.480 | 7.480 | 6.43 |
| 11 Dic | 4.00 p.m. | 96 hrs | 7.460 | 7.460 | 6.41 | 7.750 | 7.760 | 6.67 | 8.040 | 8.040 | 6.91 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 7 | | | | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 9 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | | CARGA | | CORECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 45.00 | 99 | 33.00 | | 36.80 | 81 | 27.00 | | 21.80 | 48 | 16.00 | |
| 0.040 | | 84.10 | 207.0 | 69.00 | | 76.40 | 168.1 | 56.00 | | 45.40 | 102.1 | 34.00 | |
| 0.060 | | 137.70 | 302.9 | 101.00 | | 113.80 | 246 | 82.00 | | 66.80 | 147 | 49.00 | |
| 0.080 | | 181.40 | 399.1 | 133.00 | | 147.30 | 324.1 | 108.00 | | 88.50 | 194.9 | 65.00 | |
| 0.100 | 1000 | 226.40 | 498.1 | 155.00 | 16.60 | 184.10 | 405 | 135.00 | 13.50 | 110.50 | 243.1 | 81.00 | 8.10 |
| 0.200 | 1500 | 369.50 | 812.9 | 271.00 | | 300.00 | 660 | 220.00 | | 180.00 | 396 | 132.00 | |
| 0.300 | | 469.10 | 1032 | 344.00 | | 380.50 | 837.1 | 279.00 | | 229.10 | 504 | 168.00 | |
| 0.400 | | 520.90 | 1146 | 382.00 | | 424.10 | 932 | 311.00 | | 254.50 | 581.9 | 194.00 | |
| 0.500 | | 565.90 | 1245.0 | 415.00 | | 460.90 | 1014 | 338.00 | | 276.80 | 609 | 203.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina Maest Arruategui Broux
Ingeniero Superior de Edificación
R.C. 107.745.79



A&C Exploración Geotécnica e Ingeniería de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 - SUE 2022

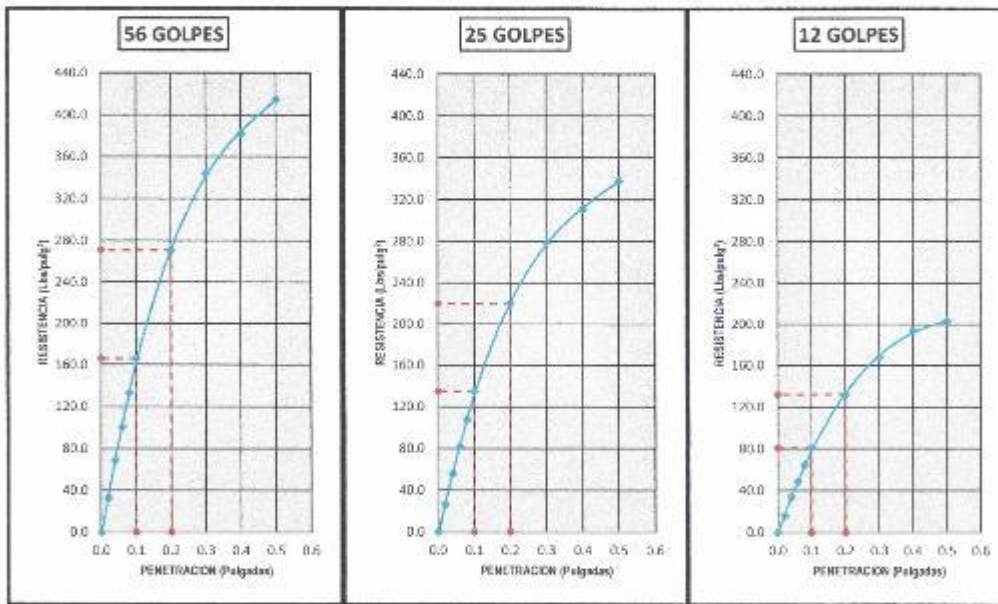
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

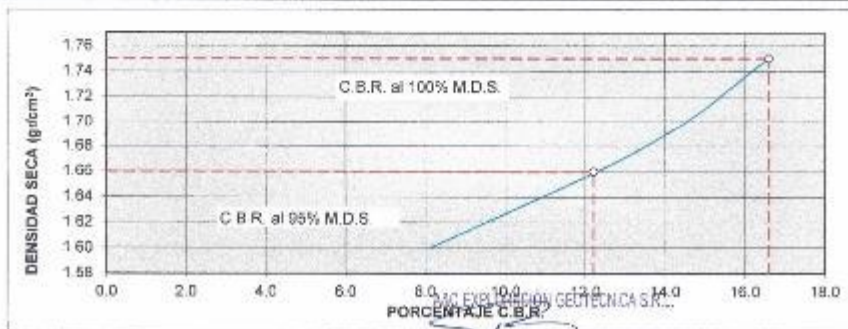
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.75 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 16.60 |
| Humedad Óptima (%) | 17.50% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 12.20 |



Carga (1^o): 166Lbs/pulg² Carga (2^o): 271Lbs/pulg² Carga (1^o): 135Lbs/pulg² Carga (2^o): 223Lbs/pulg² Carga (1^o): 81Lbs/pulg² Carga (2^o): 132Lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Chaitán Muñoz Arriazaletgo Brown
INGENIERO SUPERIOR
INACAL - DA

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Método Seco
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

| | | | | |
|--|---------|---------|--|--|
| Calicata | C - 04 | C - 04 | | |
| Muestra | M - 01 | M - 01 | | |
| Humedad relativa (%) | 63.3 | 62.5 | | |
| Temperatura ambiente (°C) | 23.1 | 23.3 | | |
| Nº Picnómetro | 3 | 3 | | |
| Masa de la muestra seca (g) | 76.31 | 75.16 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua (g) | 692.19 | 692.19 | | |
| Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g) | 738.23 | 737.56 | | |
| Temperatura del agua (°C) | 23.2 | 23.4 | | |
| Factor por corrección a 20°C (K) | 0.99929 | 0.99924 | | |
| Gravedad Específica (G20°C) | 2.52 | 2.52 | | |
| Promedio | 2.52 | | | |

Observaciones :


 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Ingeniero Miguel A. Santillán Brown
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 N.º 10810

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022
 Fecha de Ensayo : 3/12/2022

Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m²) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|--------|----------|-----------------------------------|------------------|--|
| Preparación de la muestra | Húmedo | Tipo de Plisón | Manual | Calicata | C - 04 | Clasif. SUCS (*) | |
| Método empleado | A | | | Material | natural + 20% Sargol + 1.50% tiza | Humedad (*) | |

| ENSAYO DE COMPACTACION | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|
| Número de molde | | 2 | 2 | 2 |
| Masa Suelo Húmedo + Molde | (g) | 5516 | 5666 | 5699 |
| Masa del Molde | (g) | 3786 | 3786 | 3786 |
| Volumen del Molde | (cm ³) | 949 | 949 | 949 |
| Masa Suelo Húmedo Compactado | (g) | 1730 | 1880 | 1913 |
| Densidad Húmeda | (g/cm ³) | 1.823 | 1.981 | 2.016 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| N° Tara | | 33 | 51 | 21 |
| Masa Suelo Húmedo + Tara | (g) | 646.26 | 754.16 | 802.31 |
| Masa Suelo Seco + Tara | (g) | 572.65 | 656.98 | 689.52 |
| Masa de Tara | (g) | 84.46 | 89.26 | 90.65 |
| Masa del Agua | (g) | 73.61 | 97.18 | 113.79 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 488.19 | 567.72 | 597.87 |
| Contenido de Agua | (%) | 15.10 | 17.10 | 19.00 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.584 | 1.692 | 1.694 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 15.53 | 16.59 | 16.61 |
| Peso Unitario Seco | (lb/ft ³) | 98.89 | 105.63 | 105.75 |



| | |
|---|---------------------------|
| Peso unitario seco máximo | 106.50 lb/ft ³ |
| | 15.73 kN/m ³ |
| Densidad Máxima Seca | 1.71 g/cm ³ |
| Peso unitario seco máximo modificado [®] (*) | --- lb/ft ³ |
| Densidad Máxima Seca Modificada [®] (*) | --- g/cm ³ |
| Óptimo contenido humedad | 18.00 % |
| Ó. C. H. modificado [®] (*) | --- % |

| Método A | | |
|------------------------|------|------|
| Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 % | 0.63 | 0% |
| Masa Total (kg) | 300 | 100% |

| Método B | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz N° 4 > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| Método C | | |
|------------------------|-----|-----|
| Ret. Tamiz 3/8" > 20 % | --- | --- |
| Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 % | --- | --- |
| Masa Total (kg) | --- | --- |

| | |
|--------------------------------|------|
| Gravedad Específica (*) | 2.52 |
|--------------------------------|------|

Observaciones

1. [®] Definición: Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM D 4753 - 13)

2. Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco

3. (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.
 Cr. Milagro - Av. Arica - Av. Arica - Av. Arica
 Av. Arica - Av. Arica - Av. Arica
 R.S. CUR. N° 174031



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

| California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019) | | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N° | 5 | | 4 | | 8 | |
| CAPAS N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g) | 12,281 | 12,360 | 12,038 | 12,144 | 13,572 | 13,852 |
| PESO DEL MOLDE (g) | 7,636 | 7,636 | 7,568 | 7,568 | 7,646 | 7,646 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g) | 4645 | 4724 | 4470 | 4576 | 5926 | 6206 |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm ³) | 2,302 | 2,302 | 2,302 | 2,302 | 3,217 | 3,217 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) | 2.02 | 2.05 | 1.94 | 1.99 | 1.84 | 1.93 |
| TARA N° | 25 | 20 | 31 | 15 | 17 | 64 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | 132.09 | 158.18 | 146.80 | 142.23 | 133.30 | 144.92 |
| PESO TARA + SUELO SECO (g) | 123.62 | 147.82 | 137.08 | 131.43 | 126.01 | 131.27 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g) | 8.47 | 10.36 | 9.72 | 10.8 | 7.29 | 13.65 |
| PESO DE TARA (g) | 76.56 | 94.16 | 84.33 | 78.65 | 85.64 | 71.64 |
| PESO DE SUELO SECO (g) | 47.06 | 53.66 | 52.75 | 52.78 | 40.4 | 59.63 |
| HUMEDAD (%) | 18.00% | 19.31% | 18.43% | 20.46% | 18.06% | 22.89% |
| DENSIDAD SECA | 1.71 | 1.72 | 1.64 | 1.65 | 1.56 | 1.57 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|-----------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm. | % | | mm. | % | | mm. | % |
| 7-Dic | 4:00 p.m. | 0 hrs | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | | 0.000 |
| 8 Dic | 4:00 p.m. | 24 hrs | 6.350 | 6.290 | 5.46 | 6.450 | 6.450 | 5.55 | 6.620 | 6.620 | 5.69 |
| 9-Dic | 4:00 p.m. | 48 hrs | 7.150 | 7.150 | 6.15 | 7.290 | 7.290 | 6.27 | 7.410 | 7.410 | 6.37 |
| 10 Dic | 4:00 p.m. | 72 hrs | 7.380 | 7.380 | 6.35 | 7.480 | 7.480 | 6.43 | 7.680 | 7.680 | 6.61 |
| 11-Dic | 4:00 a.m. | 96 hrs | 7.680 | 7.680 | 6.60 | 7.890 | 7.890 | 6.78 | 8.000 | 8.000 | 6.88 |

PENETRACION

| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg ²) | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 4 | | | | MOLDE N° 8 | | | |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % | Lectura | lbs | lbs/pulg ² | % |
| 0.020 | | 54.50 | 119.9 | 40.00 | | 45.00 | 99 | 33.00 | | 27.30 | 60.1 | 20.00 | |
| 0.040 | | 114.50 | 251.9 | 84.00 | | 92.70 | 203.9 | 68.00 | | 55.90 | 123 | 41.00 | |
| 0.060 | | 167.70 | 368.9 | 123.00 | | 136.40 | 300.1 | 100.00 | | 81.80 | 180 | 60.00 | |
| 0.080 | | 220.90 | 486.0 | 162.00 | | 178.60 | 392.9 | 131.00 | | 107.70 | 236.9 | 79.00 | |
| 0.100 | 1000 | 275.50 | 606.1 | 202.00 | 20.20 | 223.60 | 491.9 | 164.00 | 16.40 | 135.00 | 297 | 99.00 | 9.90 |
| 0.200 | 1500 | 448.60 | 986.9 | 329.00 | | 364.10 | 801 | 267.00 | | 219.50 | 482.9 | 161.00 | |
| 0.300 | | 570.00 | 1254 | 418.00 | | 462.30 | 1017.1 | 339.00 | | 279.50 | 614.9 | 205.00 | |
| 0.400 | | 634.10 | 1395 | 465.00 | | 564.10 | 1241 | 377.00 | | 324.50 | 713.9 | 238.00 | |
| 0.500 | | 688.60 | 1514.9 | 505.00 | | 559.10 | 1230 | 410.00 | | 338.20 | 744 | 248.00 | |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 144 de 157

Christian Manuel...
A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 03

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

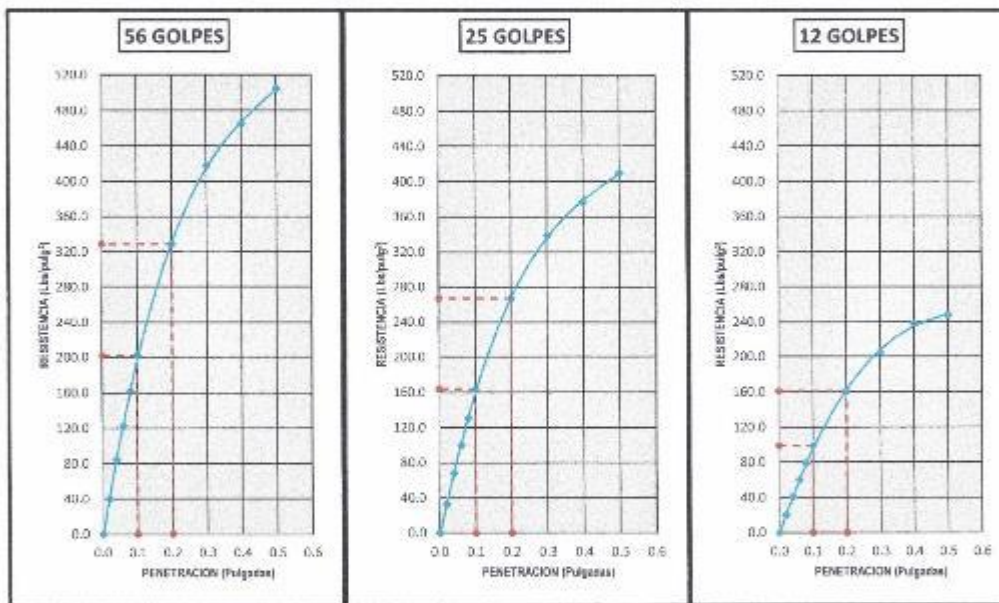
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

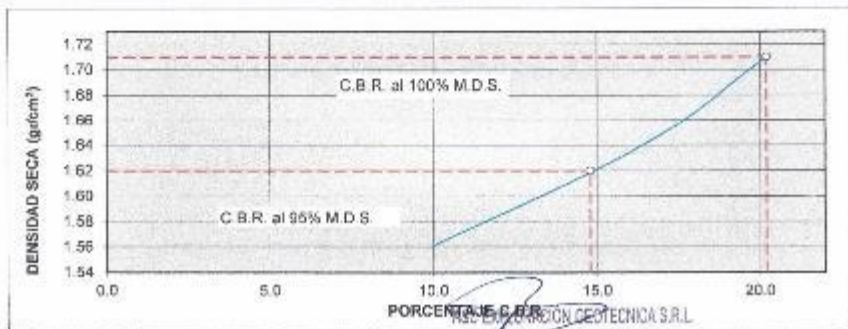
Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.
NTP 339.145 (Rev. 2019)

| DATOS DEL PROCTOR | | DATOS DEL C.B.R. | |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm ³) | 1.71 | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 20.20 |
| Humedad Óptima (%) | 18.00% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 14.80 |



Carga (1^o): 200 Lbs/pulg² Carga (2^o): 400 Lbs/pulg² Carga (3^o): 600 Lbs/pulg² Carga (4^o): 800 Lbs/pulg² Carga (5^o): 95 Lbs/pulg² Carga (6^o): 160 Lbs/pulg²



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 145 de 157

**Anexo 17. Ensayo de Permeabilidad al Suelo Patrón + Optimo
CBC% + Optimo Yute%**

| | | | |
|---|--|------------------------|--------------|
|  <p>A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p> | PERMEABILIDAD (CARGA CONSTANTE NTP 339.147) (*) | | |
| | Código : LAB - G - 030 | Fecha : 10 - 10 - 2022 | Versión : 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 116

Orden de trabajo : A&C - 057 - SUE - 2022
Fecha : 9/12/2022

Muestra : C - 01
Callcata : Terreno Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

PERMEABILIDAD
(Carga Variable NTP 339.147)

| CICLO DE ENSAYO | FECHA DE ENSAYO | TIEMPO | | | LECTURA ALTURA DE AGUA (cm) | T° DEL AGUA (°) | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) | A = $\log \frac{H_1}{H_2}$ | B = $\frac{\text{Constante}}{l}$ | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = A x B K (cm/seg) | N° TUBO |
|-----------------|-----------------|--------|------|------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|---------|
| | | HORA | MIN. | SEG. | | | | | | | |
| I | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 84.16 | 31 | 0.3068 | 0.003323 | 1.0195E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 41.52 | | | | | |
| II | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 88.97 | 35 | 0.4032 | 0.002943 | 1.1865E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 35.16 | | | | | |
| III | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 87.16 | 41 | 0.4727 | 0.002512 | 1.1875E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 29.35 | | | | | |
| IV | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 91.08 | 46 | 0.4660 | 0.002239 | 1.0434E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 31.15 | | | | | |

PRUEBA

N° Cilindro N°

Diámetro del Cilindro D = 10.60 cm

Area de la Muestra P = 88.20 cm²

Longitud de Muestra l = 12.00 cm

Volumen de la Muestra V = 1058.4 cm³

Area tubo de Plástico a = 0.3296 cm²

Constante : $2.3 \times l \frac{a}{P} =$ 0.103

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 1.11E-03 cm/seg

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 155 de 157

Cristhian Manuel Arraigada Basso
Ingeniero Supervisor
REG. CIP. 41.174

| | | | | |
|--|--|------------------------|--------------|-------------------|
|  A&C Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | PERMEABILIDAD (CARGA CONSTANTE NTP 339.147) (*) | | | |
| | Código : LAB - G - 030 | Fecha : 10 - 10 - 2022 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 116

Orden de trabajo : A&C - 057 - SUE - 2022
 Fecha : 9/12/2022

Muestra : C - 02
 Calicata : Terreno Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

PERMEABILIDAD
(Carga Variable NTP 339.147)

| CICLO DE ENSAYO | FECHA DE ENSAYO | TIEMPO | | | LECTURA ALTURA DE AGUA (cm) | T° DEL AGUA (°) | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) | A = $\log \frac{H_1}{H_2}$ | B = $\frac{\text{Constante}}{L}$ | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = A x B K (cm/seg) | N° TUBO |
|-----------------|-----------------|--------|------|------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|---------|
| | | HORA | MIN. | SEG. | | | | | | | |
| I | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 87.35 | 29 | 0.3783 | 0.003552 | 1.3435E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 36.56 | | | | | |
| II | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 94.15 | 34 | 0.3593 | 0.003029 | 1.0886E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 41.16 | | | | | |
| III | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 85.64 | 40 | 0.4322 | 0.002575 | 1.1128E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 31.66 | | | | | |
| IV | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 92.68 | 44 | 0.4425 | 0.002341 | 1.0358E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 33.46 | | | | | |

PRUEBA

N° Cilindro N°

Diámetro del Cilindro D = 10.60 cm

Área de la Muestra P = 88.20 cm²

Longitud de Muestra L = 12.00 cm

Volumen de la Muestra V = 1058.4 cm³

Área tubo de Plástico a = 0.3296 cm²

Constante : $2.3x \frac{L-a}{P} =$ 0.103

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 1.15E-03 cm/seg

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA


 Cristian Miguel Arzamendi Brown
 Ingeniero en Geotecnia

| | | | | |
|--|--|------------------------|--------------|-------------------|
|  A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. | PERMEABILIDAD (CARGA CONSTANTE NTP 339.147) (*) | | | |
| | Código : LAB - G - 030 | Fecha : 10 - 10 - 2022 | Versión : 01 | Página : 01 de 01 |

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 116

Orden de trabajo : A&C - 057 - SUE - 2022
 Fecha : 9/12/2022

Muestra : C - 03
 Calicata : Terreno Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

PERMEABILIDAD
(Carga Variable NTP 339.147)

| CICLO DE ENSAYO | FECHA DE ENSAYO | TIEMPO | | | LECTURA ALTURA DE AGUA (cm) | T° DEL AGUA (°) | TIEMPO TRANSCURRIDO (min) | A = $\log \frac{h_1}{h_2}$ | B = $\frac{\text{Constante}}{L}$ | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = A x B K (cm/seg) | N° TUBO |
|-----------------|-----------------|--------|------|------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|---------|
| | | HORA | MIN. | SEG. | | | | | | | |
| I | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 84.23 | 30 | 0.4319 | 0.003433 | 1.4828E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 31.16 | | | | | |
| II | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 92.49 | 36 | 0.3603 | 0.002861 | 1.0307E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 40.35 | | | | | |
| III | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 87.46 | 41 | 0.4070 | 0.002512 | 1.0225E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 34.26 | | | | | |
| IV | 9/12/2022 | | | | h ₁ | 96.39 | 44 | 0.4676 | 0.002341 | 1.0947E-03 | 2 |
| | | | | | h ₂ | 32.84 | | | | | |

PRUEBA

N° Cilindro N°

Diámetro del Cilindro D = 10.60 cm

Area de la Muestra P = 88.20 cm²

Longitud de Muestra L = 12.00 cm

Volumen de la Muestra V = 1058.4 cm³

Area tubo de Plástico a = 0.3296 cm²

Constante : $2.3x \frac{L \cdot a}{P} =$ 0.103

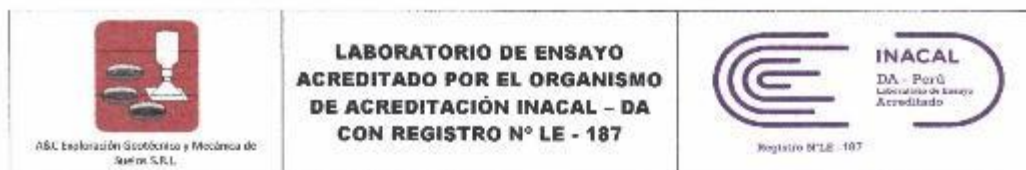
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 1.16E-03 cm/seg

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.

Página 157 de 157


 Cristian Miguel Acosta
 Ingeniero en Geotecnia
 N° 116, PP 1747



INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112

I. DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE DEL CLIENTE : Bonifacio Vergara Abel Jesús – Bravo Cabanillas José Manuel

RUC : ---

DIRECCION : ---

CONTACTO : ---

CORREO ELECTRONICO : ---

CELULAR : 966436780

II. DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO (*) : Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carretera

UBICACIÓN (*) : Distrito de Olmos - provincia de Lambayeque – departamento de Lambayeque.

III. FECHAS

FECHA DE MUESTREO (*) : 01/11/2022

FECHA DE RECEPCIÓN : 02/11/2022

FECHA DE INFORME : 20/12/2022

IV. MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

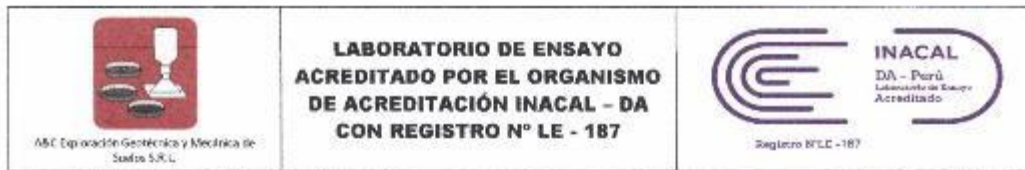
A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS ha participado en la toma de muestras. Se almacenará contramuestra por un periodo de 30 días.

V. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L., ubicado en la Prolongación Av. Chiclayo Mz. "3" Lt. "59", Ampliación - Saúl Cantoral – José Leonardo Ortiz - Chiclayo.

Orden de Trabajo: A&C – 043 – SUE – 2022.

* A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L., se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. Los datos son claramente identificados mediante la letra "*" adherida a los datos suministrados por el cliente.



| Ensayo | Norma | Título | Producto |
|-------------------------|---------------------------------|---|----------|
| Límites de Atterberg | NTP 339.129:1999 (Rev. 2019) | Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos | Suelos |
| Análisis Granulométrico | NTP 339.128:1999 (Rev. 2019) | Método de ensayo para el análisis granulométrico | Suelos |
| Proctor | NTP 339.141 (Rev. 2019) | Método De Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m ³). | Suelos |
| Gravedad específica | NTP 339.131:1999 (Rev. 2019) | Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo | Suelos |
| C.B.R. (*) | NTP 339.145 (Rev. 2019) | Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. | Suelos |
| SUCS (*) | NTP 339.134:1999 (Rev. 2019) | Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) | Suelos |
| Permeabilidad (*) | NTP 339.147:2000 (Rev. 2019) | Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante) | Suelos |

PERSONAL RESPONSABLE

REALIZACION DE ENSAYO : TEC. GERSON SANDOVAL SERRATO

REVISION DE DATOS : ING. CRISTHIAN MIGUEL ARRUNATEGUI BROWN

Nota:

Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce y se relacionan solamente con los items sometidos a ensayos tal como se recibió.

Las actividades de laboratorio se llevarán a cabo de manera imparcial y confidencial, los cuales son aplicados por ambas partes.

* A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L., se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministra el cliente. Los datos son claramente identificados mediante la letra "*" adherida a los datos suministrados por el cliente.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

Página 02 de 157


A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS
 Ubicación: Prolg. Av. Chidley Mz 3 Lt 59 Aproximación: Saúl Canales, Chidley, Lambayeque – Perú
 RUC: 20437420433 Telf: 944896001 / 978173500 / 9774 – 226446
 Correo: ayceexploraciongeotecnicad@nutriall.com

Anexo 18. *Certificados de Calibración de los Equipos*

Certificado de Calibración

LMB22-0713

| | |
|---|--|
| <p>ORDEN DE TRABAJO : OT22-0701</p> <p>CLIENTE : A & C EXPLORACION GEOTÉCNICA MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.</p> <p>DIRECCIÓN : Nro. M-03 Int. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE - PERÚ</p> <p>LUGAR DE CALIBRACIÓN : AREA LABORATORIO</p> <p>INSTRUMENTO : BALANZA</p> <p>CLASIFICACIÓN : NO AUTOMÁTICA</p> <p>TIPO : ELECTRÓNICA</p> <p>MARCA / FABRICANTE : OHAUS</p> <p>MODELO : R31P30</p> <p>NÚMERO DE SERIE : 8339380044</p> <p>PROCEDENCIA : CHINA</p> <p>IDENTIFICACIÓN : 016-A&C-2022</p> <p>CAPACIDAD MÁXIMA : 30 000 g</p> <p>CAPACIDAD MÍNIMA : NO INDICA</p> <p>DIV. DE ESCALA (d) : 1 g</p> <p>DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g</p> <p>CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA</p> <p>ΔT LOCAL : 5 °C</p> <p>COEF. DERIVA TÉRMICA : 1E-05 °C⁻¹</p> <p>FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-11-11</p> <p>FECHA DE EMISIÓN : 2022-11-11</p> | <p>El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.</p> |
|---|--|

Sello




Director de Laboratorio
Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC, 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-171-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 044-2022
 Fecha de Emisión : 2022-03-15

1. Solicitante : A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
 Dirección : NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

2. Instrumento de Medición : BALANZA
 Marca : OHAUS
 Modelo : SJX1502/E
 Número de Serie : B727342921
 Alcance de Indicación : 1 500 g
 División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g
 División de Escala Real (d) : 0,01 g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2022-03-14

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

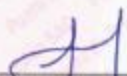
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
 NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

013-CT-T-2022

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 044-01-2022
Solicitante : **A & C EXPLOR GEOTÉCNICA MECAN SUELOS S.R.L.**
Dirección : Nro. M-03 Int. L-59 P.J.Saul Cantoral - Chiclayo - Lambayeque - Perú
Equipo : **HORNO**
Marca : PERUTEST
Modelo : PT-H76
Serie : 168
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio
Procedencia : No indica
Tipo de Ventilación : Natural
Nro. de Niveles : 2
Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C (*)

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

| Descripción | TERMOMETRO CONTROLADOR |
|-----------------------|------------------------|
| Marca / Modelo | PERUTEST / PT-H76 |
| Alcance de indicación | -100 °C a 300 °C |
| Resolución | 0,1 °C |
| Tipo | Digital |
| Identificación | No indica |

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de calibración : Del 2022-01-13 al 2022-01-14
Lugar: : **Laboratorio - A & C EXPLOR GEOTÉCNICA MECAN SUELOS S.R.L.**
Nro. M-03 Int. L-59 P.J.Saul Cantoral - Chiclayo - Lambayeque - Perú
Método utilizado: : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-01-18
Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA
logistica@2myn.com
Fecha: 18/01/2022 13:48
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 18/01/2022 01:05
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 01428-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

| | | |
|---------------------------------|---|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 | <p>Este informe de verificación 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).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>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.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p> |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL | |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) | |
| Diametro | 8 pulgadas | |
| Designación | 1,00 in 25 mm | <p>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.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p> |
| Marca | GRANO TEST | |
| Número de serie | 67363 | |
| Procedencia | COLOMBIA | |
| Identificación | NO INDICA | |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 | |

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

En las instalaciones del cliente.

NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21.6 °C | 21.6 °C |
| Humedad Relativa | 63% | 63% |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| METROIL | PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE" | L-0757-2021 |
| METROIL | WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY | L-0758-2021 |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO | T-1774-2021 |

10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.

Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

| ± Y Variación de abertura Promedio (mm) | + X Variación máxima de abertura (mm) | Resultando Abertura Máxima Individual (mm) | Diámetro de alambre Típica (mm) |
|--|--|--|---------------------------------------|
| 0.19 | 0.24 | 25.24 | 3.60 |



Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 1,00 in es de ± 0.758 mm.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de 1,00 in es de 1.38 mm.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 1,00 in es de 26.38 mm.

Nota 4.- El rango admisible del diametro del tamiz de 1,00 in es de 3.55 ± 0.55 mm.

Fin del Documento

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0283 - 2022

Página 1 de 2

| | | |
|--------------------------|---|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 | Este informe de verificación 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). Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL | |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) | |
| Diametro | 8 pulgadas | |
| Designación | 1 1/2 in 37.5 mm | 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. Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El informe de verificación sin firma y sello carece de validez. |
| Marca | GRANO TEST | |
| Número de serie | 67913 | |
| Procedencia | COLOMBIA | |
| Identificación | NO INDICA | |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 | |

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0284 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente 02922-2022

2. Solicitante A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECÁNICA DE SUELOS SRL

3. Dirección NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)

Díametro 8 pulgadas

Designación 2 in 50 mm

Marca GRANO TEST

Número de serie 67184

Procedencia COLOMBIA

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Verificación 2022-05-05

Este informe de verificación 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).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0285 - 2022

Página 1 de 2

| | |
|---------------------------------|--|
| 1. Expediente | 02922-2022 |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) |
| Díametro | 8 pulgadas |
| Designación | 3 in 75 mm |
| Marca | GRANO TEST |
| Número de serie | 79305 |
| Procedencia | COLOMBIA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 |

Este informe de verificación 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).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0281 - 2022

Página 1 de 2

| | |
|---------------------------------|--|
| 1. Expediente | 02922-2022 |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) |
| Díametro | 8 pulgadas |
| Designación | 3/4 in 19 mm |
| Marca | GRANO TEST |
| Número de serie | 67901 |
| Procedencia | COLOMBIA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 |

Este informe de verificación 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).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ABAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0280 - 2022

Página 1 de 2

| | | |
|---------------------------------|--|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 | Este informe de verificación 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 | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL | |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) | |
| Diametro | 8 pulgadas | |
| Designación | 3/8 In 9.5 mm | |
| Marca | GRANO TEST | |
| Número de serie | 67140 | 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. |
| Procedencia | COLOMBIA | |
| Identificación | NO INDICA | |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 | Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| | | El informe de verificación sin firma y sello carece de validez. |

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0279 - 2022

Página 1 de 2

| | | |
|---------------------------------|--|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 | Este informe de verificación 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). Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL | |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) | |
| Diametro | 8 pulgadas | |
| Designacion | No. 4 4.75 mm | 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. Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El Informe de verificación sin firma y sello carece de validez. |
| Marca | GRANO TEST | |
| Número de serie | 67335 | |
| Procedencia | COLOMBIA | |
| Identificación | NO INDICA | |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 | |

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0278 - 2022

Página 1 de 2

| | |
|---------------------------------|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) |
| Díametro | 8 pulgadas |
| Designación | No. 10 2 mm |
| Marca | GRANO TEST |
| Número de serie | 68373 |
| Procedencia | COLOMBIA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 |

Este informe de verificación 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).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0277 - 2022

Página 1 de 2

| | |
|---------------------------------|--|
| 1. Expediente | 02922-2022 |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) |
| Díametro | 8 pulgadas |
| Designación | No. 20 850 µm |
| Marca | GRANO TEST |
| Número de serie | 70222 |
| Procedencia | COLOMBIA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 |

Este informe de verificación 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).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


MÁNUEL ALEJANDRO ÁLTAGA TORRES

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0276 - 2022

Página 1 de 2

| | |
|---------------------------------|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) |
| Diametro | 8 pulgadas |
| Designación | No. 40 425 µm |
| Marca | GRANO TEST |
| Número de serie | 67636 |
| Procedencia | COLOMBIA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 |

Este informe de verificación 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).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0275 - 2022

Página 1 de 2

| | |
|--------------------------|--|
| 1. Expediente | 02922-2022 |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) |
| Diametro | 8 pulgadas |
| Designación | No. 60 250 µm |
| Marca | GRANO TEST |
| Número de serie | 74781 |
| Procedencia | COLOMBIA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 |

Este informe de verificación 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).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

| | |
|---------------------------------|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) |
| Díametro | 8 pulgadas |
| Designación | No. 140 106 µm |
| Marca | GRANO TEST |
| Número de serie | 75025 |
| Procedencia | COLOMBIA |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 |

Este informe de verificación 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).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ACHIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0273 - 2022

Página 1 de 2

| | | |
|--------------------------|---|---|
| 1. Expediente | 02922-2022 | Este informe de verificación 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). Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| 2. Solicitante | A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL | |
| 3. Dirección | NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | |
| 4. Instrumento | TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST) | |
| Diametro | 8 pulgadas | |
| Designación | No. 200 75 µm | 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. Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El informe de verificación sin firma y sello carece de validez. |
| Marca | GRANO TEST | |
| Número de serie | 83386 | |
| Procedencia | COLOMBIA | |
| Identificación | NO INDICA | |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-05-05 | |

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

**Anexo 19. Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del
Instrumento AIKEN**

INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA
CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y
CRITERIO MUESTRA PILOTO

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS

| | Claridad | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|---|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----|---------------|---|--|
| | Análisis Físico-Químico | Análisis Mecánico. Físico, Químico y Microestructural | | | | | | | | Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. |
| Análisis granulométrico | | Limite Liquido | Limite Plástico | Índice de Plasticidad | Contenido de Humedad | Proctor Modificado | CBR | Permeabilidad | | |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| n | 5 | | | | | | | | | |
| c | 2 | | | | | | | | | |
| V de Aiken por pregunta | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| V de Aiken por dimensión | | | | | 1 | | | | | |

| Contexto | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----|---------------|--|
| Análisis Mecánico, Físico, Químico y Microestructural | | | | | | | | | | |
| | Análisis Físico-Químico | Análisis granulométrico | Limite Líquido | Limite Plástico | Índice de Plasticidad | Contenido de Humedad | Proctor Modificado | CBR | Permeabilidad | Análisis por Microscopía Electrónica incluyendo EDS. |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| n | 5 | | | | | | | | | |
| c | 2 | | | | | | | | | |
| V de Aiken por pregunta V de Aiken por dimensión | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | | | | | | | | | |

| Congruencia | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----|---------------|--|
| Análisis Mecánico, Físico, Químico y Microestructural | | | | | | | | | | |
| | Análisis Físico-Químico | Análisis granulométrico | Limite Líquido | Limite Plástico | Índice de Plasticidad | Contenido de Humedad | Proctor Modificado | CBR | Permeabilidad | Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| n | 5 | | | | | | | | | |
| c | 2 | | | | | | | | | |
| V de Aiken por pregunta | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| V de Aiken por dimensión | 1 | | | | | | | | | |

| Dominio del constructo | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----|---------------|--|
| Análisis Mecánico. Físico, Químico y Microestructural | | | | | | | | | | |
| | Análisis Físico-Químico | Análisis granulométrico | Limite Líquido | Limite Plástico | Índice de Plasticidad | Contenido de Humedad | Proctor Modificado | CBR | Permeabilidad | Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| n | 5 | | | | | | | | | |
| c | 2 | | | | | | | | | |
| V de Aiken por pregunta | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| V de Aiken por dimensión | 1 | | | | | | | | | |

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

1.0000

Luis Arturo Montenegro Cerna
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DPL. EDUCACIÓN
 COESPE 262

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE ESTUDIO
MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO
ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA
FINES DE CARRETERAS**

Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,850 | 10 |

| | | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
|---|-----------------------|---|---|
| Análisis Físico-Químico | | ,941 | ,858 |
| Análisis granulométrico | | ,893 | ,857 |
| Limite Líquido | | ,847 | ,857 |
| Limite Plástico | Análisis Mecánico. | ,714 | ,841 |
| Índice de Plasticidad | Físico, Químico y | ,775 | ,814 |
| Contenido de Humedad | Microestructural | ,604 | ,831 |
| Proctor Modificado | | ,932 | ,794 |
| CBR | | ,992 | ,792 |
| Permeabilidad | | ,947 | ,793 |
| Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. | | ,981 | ,857 |

ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig |
|---------------|-----------------|----------------------|----|---------------------|-----------|------|
| Inter sujetos | | 6331,180 | 4 | 1582,795 | | |
| Intra sujetos | Entre elementos | 70815670,945 | 10 | 7081567,095 | 29786,824 | ,000 |
| | Residuo | 9509,664 | 40 | 237,742 | | |
| | Total | 70825180,609 | 50 | 1416503,612 | | |
| Total | | 70831511,789 | 54 | 1311694,663 | | |

En las tablas se observa que, el instrumento sobre estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo $p < 0.01$) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).



Luis Arturo Montenegro Camacho
LIC. ESTADÍSTICA
MG. INVESTIGACIÓN
DR. EDUCACIÓN
COESPE 262

Anexo 20. *Ficha de Validación y Confiabilidad de Aiken por 5 jueces expertos.*

Colegiatura N° 174530

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|----------------------------------|---|---|
| Antonio Miguel Arrumategui Bruna | Jefe de laboratorio | Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | Bonifacio Vergara, Abel Jesus, Bravo Cabanillas, José Manuel. |
| Título de la Investigación: Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | | | |

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|--|----------------------|------------------------|
| Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural | | |
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |
| 5 | A | Todo bien |
| 6 | A | Todo bien |
| 7 | A | Todo bien |
| 8 | A | Todo bien |
| 9 | A | Todo bien |
| 10 | A | Todo bien |

III. **Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

| N° | Ensayos determinados | CBC (%) | YUTE (%) | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|----|--|---------------------|------------------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO |
| 1 | Análisis Físico-Químico | 5 10 15 20 | 0.75 1.00 1.25 1.50 | X | | X | | X | | X | |
| 2 | Análisis granulométrico | | | X | | X | | X | | X | |
| 3 | Límite Líquido | | | X | | X | | X | | X | |
| 4 | Límite Plástico | | | X | | X | | X | | X | |
| 5 | Índice de Plasticidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 6 | Contenido de Humedad | | | X | | X | | X | | X | |
| 7 | Proctor Modificado | | | X | | X | | X | | X | |
| 8 | CBR | | | X | | X | | X | | X | |
| 9 | Permeabilidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 10 | Análisis por Microscopía Electrónica incluyendo EDS. | | | X | | X | | X | | X | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable: (X)

Aplicable después de corregir: ()

No aplicable: ()

Apellidos y nombres del juez validador: *Cristóbal Ángel Arantes Beaus*

Especialidad: *Geotecnia - Ing Civil.*



CFP
JUEZ EXPERTO 174530

Colegiatura N° 30462

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|----------------------------------|---|---|
| Suclupe Chiaro+ Segundo Ricardo | Independiente | Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | Bonifacio Vergara, Abel Jesus, Bravo Cabanillas, José Manuel. |
| Título de la Investigación: Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | | | |

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEM S | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|--|----------------------|------------------------|
| Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural | | |
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |
| 5 | A | Todo bien |
| 6 | A | Todo bien |
| 7 | A | Todo bien |
| 8 | A | Todo bien |
| 9 | A | Todo bien |
| 10 | A | Todo bien |

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| N° | Ensayos determinados | CBC (%) | YUTE (%) | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|----|--|---------------------|------------------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO |
| 1 | Análisis Físico-Químico | 5 10 15 20 | 0.75 1.00 1.25 1.50 | X | | X | | X | | X | |
| 2 | Análisis granulométrico | | | X | | X | | X | | X | |
| 3 | Limite Líquido | | | X | | X | | X | | X | |
| 4 | Limite Plástico | | | X | | X | | X | | X | |
| 5 | Índice de Plasticidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 6 | Contenido de Humedad | | | X | | X | | X | | X | |
| 7 | Proctor Modificado | | | X | | X | | X | | X | |
| 8 | CBR | | | X | | X | | X | | X | |
| 9 | Permeabilidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 10 | Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. | | | X | | X | | X | | X | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable: (X)

Aplicable después de corregir: ()

No aplicable: ()

Apellidos y nombres del juez validador: *Sudupe Chiarot Segundo Ricardo*

Especialidad: *Eng. Civil*



Segundo Ricardo Sudupe Chiarot
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 38482

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 59091

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|--|---|--|
| MEDRANO LIZARZADA EITHEL YVAN | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN DOCENTE TIEMPO PARCIAL | Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | Bonifacio Vergara, Abel Jesus. Bravo Cabanillas, José Manuel. |
| Título de la Investigación: Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | | | |

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|--|----------------------|------------------------|
| Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural | | |
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |
| 5 | A | Todo bien |
| 6 | A | Todo bien |
| 7 | A | Todo bien |
| 8 | A | Todo bien |
| 9 | A | Todo bien |
| 10 | A | Todo bien |

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| N° | Ensayos determinados | CBC (%) | YUTE (%) | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|----|--|---------------------|------------------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO |
| 1 | Análisis Físico-Químico | 5 10 15 20 | 0.75 1.00 1.25 1.50 | X | | X | | X | | X | |
| 2 | Análisis granulométrico | | | X | | X | | X | | X | |
| 3 | Limite Líquido | | | X | | X | | X | | X | |
| 4 | Limite Plástico | | | X | | X | | X | | X | |
| 5 | Índice de Plasticidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 6 | Contenido de Humedad | | | X | | X | | X | | X | |
| 7 | Proctor Modificado | | | X | | X | | X | | X | |
| 8 | CBR | | | X | | X | | X | | X | |
| 9 | Permeabilidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 10 | Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. | | | X | | X | | X | | X | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable:

Aplicable después de corregir:

No aplicable:

Apellidos y nombres del juez validador: MEDRANO LIZARZABURU
EITHOR YVAN

Especialidad: INGENIERO CIVIL

Eithor Yvan Medrano Lizarzaburu
REG CIP 59091
ING° CIVIL

JUEZ EXPERTO

Colegatura N° 79139

Ficha de validación según AIKEN

i. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|----------------------------------|---|---|
| Manuel Esteban Pucan Loyce | Asiste De Obra - Tumbes | Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | Bonifacio Vergara, Abel Jesus. Bravo Cabanillas, José Manuel. |
| Título de la Investigación: Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | | | |

ii. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEM S | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|--|----------------------|------------------------|
| Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural | | |
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |
| 5 | A | Todo bien |
| 6 | A | Todo bien |
| 7 | A | Todo bien |
| 8 | A | Todo bien |
| 9 | A | Todo bien |
| 10 | A | Todo bien |

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| N° | Ensayos determinados | CBC (%) | YUTE (%) | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|----|--|---------------------|------------------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO |
| 1 | Análisis Físico-Químico | 5 10 15 20 | 0.75 1.00 1.25 1.50 | X | | X | | X | | X | |
| 2 | Análisis granulométrico | | | X | | X | | X | | X | |
| 3 | Limite Líquido | | | X | | X | | X | | X | |
| 4 | Limite Plástico | | | X | | X | | X | | X | |
| 5 | Índice de Plasticidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 6 | Contenido de Humedad | | | X | | X | | X | | X | |
| 7 | Proctor Modificado | | | X | | X | | X | | X | |
| 8 | CBR | | | X | | X | | X | | X | |
| 9 | Permeabilidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 10 | Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. | | | X | | X | | X | | X | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable: (X)

Aplicable después de corregir: ()

No aplicable: ()

Apellidos y nombres del juez validador: *Peicam Coyio Manuel Esteban*

Especialidad: *Ing. Civil*



Manuel Esteban Peicam Coyio
INGENIERO CIVIL
CIP. 12138

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 401510

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|--|---|---|
| GUSTAVO ADOLFO SWAYNE VASQUEZ | RED. DE OBRA PROV. FERREDAFE LAMBOYER. | Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | Bonifacio Vergara, Abel Jesus, Bravo Cabanillas, José Manuel. |
| Título de la Investigación: Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras | | | |

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEM S | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|--|----------------------|------------------------|
| Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural | | |
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |
| 5 | A | Todo bien |
| 6 | A | Todo bien |
| 7 | A | Todo bien |
| 8 | A | Todo bien |
| 9 | A | Todo bien |
| 10 | A | Todo bien |

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| N° | Ensayos determinados | CBC (%) | YUTE (%) | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|----|--|---------------------|------------------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO |
| 1 | Análisis Físico-Químico | 5 10 15 20 | 0.75 1.00 1.25 1.50 | X | | X | | X | | X | |
| 2 | Análisis granulométrico | | | X | | X | | X | | X | |
| 3 | Limite Líquido | | | X | | X | | X | | X | |
| 4 | Limite Plástico | | | X | | X | | X | | X | |
| 5 | Índice de Plasticidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 6 | Contenido de Humedad | | | X | | X | | X | | X | |
| 7 | Proctor Modificado | | | X | | X | | X | | X | |
| 8 | CBR | | | X | | X | | X | | X | |
| 9 | Permeabilidad | | | X | | X | | X | | X | |
| 10 | Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS. | | | X | | X | | X | | X | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable:

Aplicable después de corregir:

No aplicable:

Apellidos y nombres del juez validador: GUSTAVO ADOLFO SWAYNE VÁSQUEZ

Especialidad: INGENIERO CIVIL.



Ing. Gustavo A. Swayne Vásquez
INGENIERO CIVIL
Reg. CIPM 11510

JUEZ EXPERTO

Anexo 21. *Panel Fotográfico*



Imagen 1: *Extracción de muestras de las 4 calicatas*



Imagen 2: *Quemado de Bagazo de Caña*



Imagen 3: Ceniza de Bagazo de Caña extraída.



Imagen 4: Tamizado de Ceniza de Bagazo por el tamiz N°200.



Imagen 5: Triturado del suelo arcilloso extraído de calicatas.



Imagen 6: Tamizado por la malla N°04



Imagen 7: Se realiza el ensayo de granulometría.

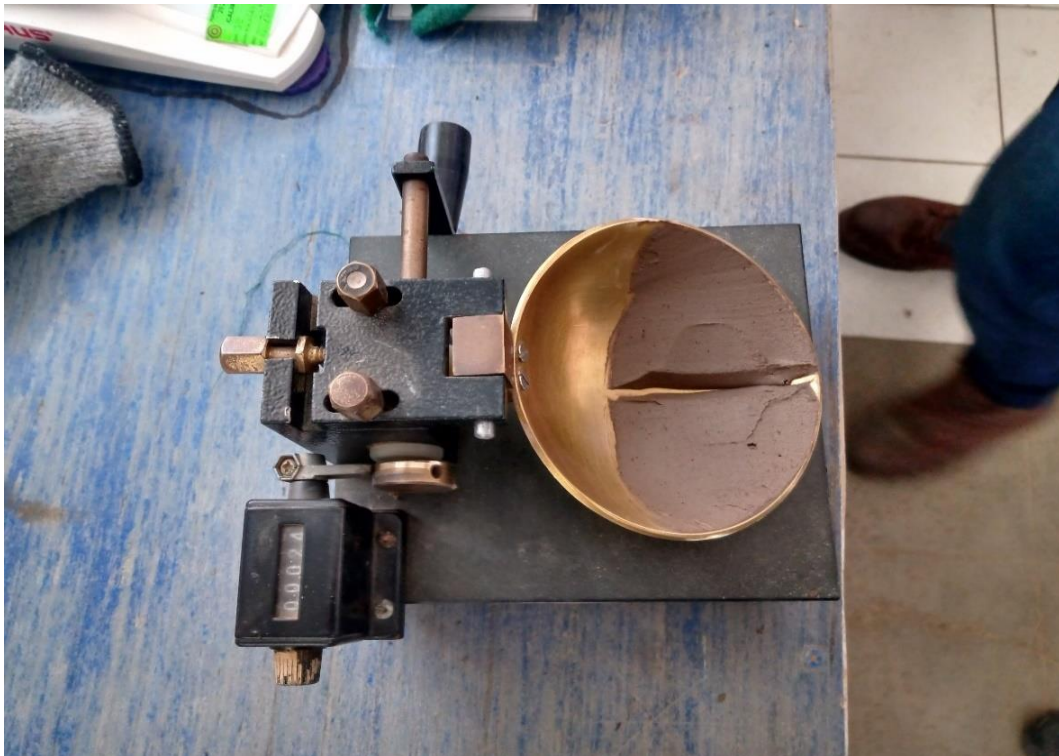


Imagen 8: Ensayo Limite Liquido usando la Copa de Casagrande en un intervalo de 15 a 35 golpes.



Imagen 9: Ensayo para determinar Limite Plástico



Imagen 10: Combinación de suelo + 5% CBC



Imagen 11: Combinación de suelo + 15% CBC + 1.25% YUTE



Imagen 12: Molde totalmente saturado.



Imagen 13: Se realiza el ensayo de penetración mediante la preñse CBR y se toma lectura de los resultados.



Imagen 14: Incorporación de agua en material ensayado.



Imagen 15: Saturación de suelo + óptimo de CBC + óptimo de YUTE, ensayo de PERMEABILIDAD



**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR (ES)
(LICENCIA DE USO)**

| | |
|----------|------------------|
| Código: | F1.PP2- PR.02 |
| Versión: | 02 |
| Fecha: | 18/04/2024 |
| Hoja: | 289 de 28289 |

Pimentel, 17 de Junio del 2024

Señores

Vicerrectorado de investigación

Universidad Señor de Sipán S.A.C

Presente. -

El suscrito:

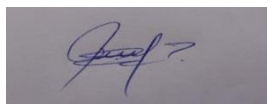
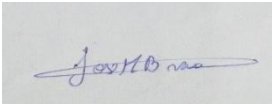
Bonifacio Vergara Abel Jesus con DNI: 76443188

Bravo Cabanillas Jose Manuel con DNI: 72314670

En mí (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) del trabajo de investigación/tesis titulada: "Estudio Microestructural y Propiedades Mecanicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras", presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar el título de INGENIERO CIVIL, de la facultad/escuela de Ingenieria Arquitectura y Urbanismo de posgrado. Programa de estudios de ingenieria civil por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) al Vicerrectorado de investigación de la Universidad Señor de Sipán para que, en desarrollo de la presente licencia de uso total, pueda ejercer sobre mi (nuestro) trabajo y muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad representado en este trabajo de investigación/tesis, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de investigación a través del Repositorio Institucional en el portal web del Repositorio Institucional - <https://repositorio.uss.edu.pe>. así como de las redes de información del país y del exterior.
- Se permite la consulta, reproducción parcial, total o cambio de formato con fines de conservación, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación/informe o tesis y a su autor.

De conformidad con la ley sobre el derecho de autor decreto legislativo N° 822. En efecto, la Universidad Señor de Sipán está en la obligación de respetar los derechos de autor, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

| APellidos y Nombres | Número de Documento de Identidad | Firma |
|------------------------------|----------------------------------|---|
| Bonifacio Vergara Abel Jesus | 76443188 |  |
| Bravo Cabanillas Jose Manuel | 72314670 |  |