



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de subrasante adicionando cenizas de cáscara de arroz
y carbón entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Carrasco Tineo, Jhon Stalin (orcid.org/ 0000-0001-6083-8057)

Gamarra Campos, Roxana Medaly (orcid.org/ 0000-0002-1624-374X)

ASESOR:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/ 0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicado a nuestros padres por su apoyo incondicional en darnos todo para obtener este objetivo, a nuestros familiares por su tiempo animándonos a cumplir el sueño de ser ingenieros.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial a nuestro docente asesor Ing. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo, por su paciencia, guía y apoyo constante en el presente trabajo.

A la Universidad César Vallejo por la oportunidad de hacernos parte de su grupo de alumnos con la meta de ser profesionales y llevar en alta la institución.

A nuestras familias y amigos por brindarnos el soporte y respaldo en el camino de ser profesionales.

Índice de contenidos

| | |
|---|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vii |
| Resumen..... | ix |
| Abstract..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 11 |
| 3.1. Tipo, diseño y enfoque de investigación..... | 11 |
| 3.2. Variables y Operacionalización..... | 11 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 12 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 13 |
| 3.5. Procedimientos..... | 14 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 14 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 15 |
| IV. RESULTADOS..... | 16 |
| V. DISCUSIÓN..... | 48 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 52 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 54 |
| REFERENCIAS..... | 55 |
| ANEXOS..... | 58 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Ubicación y descripción técnica de las calicatas..... | 19 |
| Tabla 2: Cuadro comparativo de resultado de clasificación SUCS, AASHTO y contenido de humedad de las muestras C-04, C-07, C-11 Y C-14..... | 21 |
| Tabla 3: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de la muestra C-04 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 22 |
| Tabla 4: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de la muestra C-07 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 23 |
| Tabla 5: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de la muestra C-11 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC | 24 |
| Tabla 6: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de las muestras C-14 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 26 |
| Tabla 7: Cuadro resumen de resultados de Índice de plasticidad de la muestra C-04, C-07, C-11 y C-14 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 27 |
| Tabla 8: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-04 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 29 |
| Tabla 9: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-07 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 31 |

| | |
|---|----|
| Tabla 10: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-11 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 33 |
| Tabla 11: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-14 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 35 |
| Tabla 12: Cuadro comparativo de resultados de MDS Y OCH de la muestra C-04, C-07, C-11 y C-14 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 37 |
| Tabla 13: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-04 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 40 |
| Tabla 14: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-07 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 41 |
| Tabla 15: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-11 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 43 |
| Tabla 16: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-14 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%, 3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 44 |
| Tabla 17: Cuadro resumen de resultados de CBR de la muestra C-04, C-07, C-11 y C-14 + dosificaciones de 2.00%, 2.5%, 3.00%,3.5% y 4.00% de CCA y CC..... | 46 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Mapa político del distrito de Huarmaca..... | 17 |
| Figura 2: Calicatas in situ C4, C7, C11 y C14..... | 18 |
| Figura 3: Ubicación de las calicatas..... | 18 |
| Figura 4: En el laboratorio realizando los ensayos..... | 20 |
| Figura 5: Índice de plasticidad C-04 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 22 |
| Figura 6: Índice de plasticidad C-07 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 24 |
| Figura 7: Índice de plasticidad C-11 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 25 |
| Figura 8: Índice de plasticidad C-14 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 26 |
| Figura 9: Cuadro resumen de Índice de plasticidad de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 28 |
| Figura 10: Humedad óptima C-04 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 29 |
| Figura 11: Densidad Máxima Seca C-04 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.5% y 4.00% 2.5% de CCA y CC..... | 30 |
| Figura 12: Humedad óptima C-07 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 31 |
| Figura 13: Densidad Máxima Seca C-07 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.5% y 4.00% 2.5% de CCA y CC..... | 32 |
| Figura 14: Humedad óptima C-11 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 33 |
| Figura 15: Densidad Máxima Seca C-11 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.5% y 4.00% 2.5% de CCA y CC..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Figura 16: Humedad óptima C-04 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 35 |
| Figura 17: Densidad Máxima Seca C-04 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.5% y 4.00% 2.5% de CCA y CC..... | 36 |
| Figura 18: Cuadro resumen de Humedad Óptima de las calicatas C-04, C-07, C-11, C-14, con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.5% y 4.00% 2.5% de CCA y CC..... | 38 |
| Figura 19: Cuadro resumen de MDS de las calicatas C-04, C-07, C-11, y C-14, con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.5% y 4.00% 2.5% de CCA y CC..... | 38 |
| Figura 20: Ensayo de CBR..... | 39 |
| Figura 21: CBR C-04 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 41 |
| Figura 22: CBR C-07 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 42 |
| Figura 23: CBR C-11 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 44 |
| Figura 24: CBR C-14 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 45 |
| Figura 25: Cuadro resumen de CBR de C-04, C-07, C-11 y C-14 con adición del 2.00%, 2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de CCA y CC..... | 47 |

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara arroz y carbón en la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca. La metodología empleada es de tipo aplicada, diseño cuasi experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo, la población está compuesta por 13.00 kilómetros de subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral y una muestra de cuatro calicatas. Los resultados de laboratorio en las muestras en estado natural + 2.00%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.00% de adición de CCA y CC (con asignación de 50% de porcentaje por producto en las dosificaciones de las muestras), en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, el índice de plasticidad descendió en 66.66%, la máxima densidad seca se incrementó en 7.49%, el óptimo contenido de humedad disminuyó en 35.00% y el CBR incrementó en 47.45%. Se concluye que la dosificación óptima es 4.00% de CCA y CC, donde las propiedades del suelo mejoran en un rango entre 7.49% y 66.66%.

Palabras clave: Cáscara de arroz, sub rasante, carbón, estabilización.

Abstract

The present research aimed to improve the influence of the addition of rice and coal ashes in the sub-rassant between the hamlets of Santa Rosa and Falso Corral, Huarmaca. The methodology used is of applied type, quasi experimental design, explanatory level and quantitative approach, the population is composed of 13.00 kilometers of subrassant between the hamlets Santa Rosa and Falso Corral and a sample of four calicatas. Laboratory results in samples in natural state + 2.00%, 2.5%, 3.0%, 3.5% and 4.00% addition of CCA and CC (with allocation of 50% percentage per product in the dosages of the samples), in calicatas C-04, C-07, C-11 and C-14, the plasticity index decreased by 66.66%, the maximum dry density increased by 7.49%, the optimal moisture content decreased by 35.00% and the CBR increased by 47.45%. It is concluded that the optimal dosage is 4.00% of CCA and CC, where soil properties improve in a range between 7.49% and 66.66%.

Keywords: Rice husk, sub grade, coal, stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de cada país, depende mucho del buen estado y calidad de la infraestructura vial, la cual resulta vital para la comunicación de personas y transporte de carga liviana y pesada, beneficiando directamente a las actividades productivas, como turismo y otros servicios; por ello es de vital importancia que las estructuras que constituyen un pavimento tengan ciertas características primordiales. Es conocido también que la colectividad de redes viales en muchos países tiene inconvenientes debido a los diferentes tipos de suelos que existen en la subrasante, y las limitaciones en un alto porcentaje de la red vial tienen bajos niveles de calidad. Cuyo estado situacional varía de regular a malo, siendo visible un daño acelerado. Cabe mencionar que también muchos de los países en el mundo buscan otras alternativas que contribuyan en mejorar sus niveles de calidad con respecto a la pavimentación, por ello; se están empleando nuevos métodos. La humedad provocada por las lluvias es considerada como la causa principalmente de los suelos blandos para los que se intenta modificar su comportamiento a través de la aplicación o mezcla de productos químicos naturales.

Tal es el caso de Colombia-Bogotá cuyas redes viales se encuentran en malas condiciones, generando ciertas fallas como el bacheo y hundimientos en la pavimentación, los cuales tienen que ver con los movimientos verticales generados por las variaciones del nivel freático, causando grandes depresiones en el mismo. Lo cual genera inseguridad a los usuarios que se trasladan por las vías, especialmente cuando contienen un nivel freático alto, consecuencia del mal estudio o de la conformación del suelo o subrasante.

En nuestro país, la principal fuente de desarrollo es la comunicación vial, que conecta distritos, provincias y departamentos del país, generando relaciones económicas culturales y turísticas. La mayor parte de la infraestructura vial está influenciada por la capa freática subterránea, y el clima y la geología también tienen una influencia importante. En la región Piura, la subrasante tiene poca capacidad portante $CBR < 3$, por lo cual, emplearemos la cascara de arroz como ceniza y de carbón a fin de determinar si ésta aporta mayor resistencia a la subrasante.

En la Región de Piura se puede decir que las principales vías de acceso se encuentran en mal estado, es por ello que se emprende el desarrollo de esta

investigación con el objetivo de aportar estudios y conocimientos a favor del mejoramiento de la calidad de vías de comunicación, empleando residuos que afectan al medio ambiente y que pueden ser reutilizados, en este caso para el mejoramiento de vías de acceso.

Proponemos el siguiente problema general: ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de arroz y carbón en el mejoramiento de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca?

Justificación teórica generará un antecedente para mejorar el comportamiento mecánico de la subrasante mediante el uso de cenizas de cascara de arroz y carbón sustituyendo a otros insumos comunes y de alto precio. Este mejoramiento contribuirá a los conceptos teóricos de estabilización de suelos en comparación con productos tradicionales.

Justificación metodológica se aplicarán herramientas como la guía de la observación, se llevarán estudios de mecánicas de suelos, con el objeto de determinar el comportamiento de la estructura del pavimento con cenizas de cascara de arroz y carbón.

Justificación Técnica, con esta investigación se pretende contribuir a los diversos estudios realizados para el mejoramiento de la sub rasante a través de la adición de cenizas de cascara de arroz y carbón, con la intención de que sustituyan a otros materiales no rentables que actualmente son utilizados, y a través de la realización de ensayos obtener datos precisos de ductilidad, y cambios en las propiedades mecánicas y capacidad estructural.

Justificación Social se propone mejorar la subrasante a través de la adición de cenizas de cascara de arroz y carbón. La propuesta resulta viable por ser una propuesta de bajos costos ya que se pueden realizar de manera artesanal y son muy resistentes en obra tomando como referencias materiales como el cemento, cal, emulsiones, geos sintéticos entre otro, los cuales son los más utilizados en todo tipo de construcciones, llegando a la conclusión que las cenizas de arroz y carbón resultan beneficiosas para la aplicación de proyectos de carreteras.

El objetivo general : mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca y sus objetivos específicos son: mejorar la influencia de la adición de las

cenizas de cascara de arroz y carbón en la plasticidad de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca; mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la compactación de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca; mejorar la influencia de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la resistencia de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca; mejorar la influencia de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la dosificación de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.

La hipótesis general de investigación la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón influyen en el mejoramiento de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.

II. MARCO TEÓRICO

Cañar (2017) cuyo objetivo de la investigación es “Analizar la incidencia del suelo de arena fina y arcilla en la resistencia al corte y valorar el comportamiento mecánico estable de las cenizas volantes en el suelo de arena fina y arcilla para lograr mejores condiciones en su uso.”, la metodología utilizada fue descriptiva experimental.

concluyendo que: El uso de cenizas de carbón incrementan los niveles de compactación de suelos arenosos, el CBR y la resistencia al corte. Teniendo como resultados que al fusionar las arcillas con el 25% de cenizas de carbón se logra un incremento en el nivel de firmeza del suelo teniendo una variación de 9.10% a 11.20%, a pesar de ello se considera que no se tienen los niveles de resistencia necesaria para ser considerado como insumo primordial de entrada de la subrasante de la carretera. En este estudio se ejecutaron 20 pruebas CBR en suelo arcilloso, cuyos resultados nos demostraron que al combinar un 25% de restante de carbono, se logra un aumento de 4.6% en la resistencia de la muestra pasando de 15% a 19.6%, confirmando si esto es posible utilizarlo como material de calzada¹.

Hussein, Makki, y Maha (2018). Se plantea como objetivo principal “Estabilizar los modelos de arcilla blanda a través de la adición de ceniza de aserrín (SDA) usando varios porcentajes (0, 2, 4, 6, 8 y 10% en peso seco del suelo)”. Obteniendo como resultado un efecto adverso en los caracteres del suelo debido a que se incrementa el nivel de plasticidad por el contenido de arcilla. Es así que, al combinar cenizas de aserrín y arcilla blanda, las propiedades físicas y mecánicas del suelo son favorables, debido a la disminución de la gravedad y densidad seca máxima (MDD) y compresibilidad (Cc y Cr) a la vez que también aumenta el SDA, el contenido óptimo de agua (OMC) también aumenta y los suelos estables (4% y 10% de contenido de cenizas) obteniendo porcentajes bajos de CBR (1,6-1,2%), que le permiten utilizarse como base. El SDA puede considerarse un ingrediente

¹ (CAÑAR Triviano, 2017)

estabilizador accesible y aceptable para el mejoramiento vial en la industria geotécnica².

Padmawathi (2019) Se hicieron diversos análisis para estudiar las características del suelo con adiciones de residuos en busca de un óptimo resultado con la finalidad de lograr un mejor comportamiento en la estabilización del suelo. Los residuos de hoja de coco se agregarán al suelo en una proporción de 3-9%, de manera que los residuos de hoja de coco puedan usarse para lograr mayor estabilidad en los suelos. Se concluye que a través de la adición de residuos de hoja de coco se logran incrementar las propiedades del suelo negro. Como máximo MDD 2,032% y OMC 12% y CBR máximo 4,9%³.

Antecedentes nacionales:

Castro (2017) La conclusión a la que se llega mediante métodos experimentales es que el suelo estabilizado con materiales inorgánicos (como cenizas obtenidas de los residuos del arroz) tiene considerables beneficios, por lo que el insumo se puede utilizar para cimentaciones de caminos. Los cambios que ocurren cuando el suelo arcilloso se mezcla con un 20% de ceniza de arroz mediante la adición de cal son significativos; se obtiene una mejor estabilidad del suelo, por ejemplo, CBR aumenta la densidad seca máxima de Proctor en un 100% 5% a 38,5% (6 veces más arriba). De manera similar, al combinar un 10% de cenizas residuales de arroz con arcilla para lograr una consistencia de compresión de 6,91 kg / cm² a 8,77 kg / cm², se pueden producir otros beneficios⁴.

Romero y Solar (2020) Cuyo objetivo fue evaluar la incidencia de añadir ceniza de cáscaras de arroz (CCA) y cenizas de conchas de abanico (RCCA), sobre los índices CBR del suelo estudio realizado en el acceso al Centro Poblado San Rafael, en San Pedro de Lloc. El propósito de dicha investigación fue determinar la incidencia de la combinación de cenizas de cascará de arroz y cenizas de concha de abanicó, en busca de un incremento del índice CBR, obteniendo como resultado que la mejor combinación es la de 3% RCCA más 8% CCA, con un valor de 51.37%

² (Estabilización de suelos arcillosos suaves con cenizas de aserrín, 2018)

³ (Estabilización del suelo de algodón negro con ceniza de coco, 2019)

⁴ (CASTRO Cuadra, 2014)

para un índice CBR 0.1” y 52.60% para un índice CBR 0.2”; es claro el incremento obtenido.

Mamani y Yataco (2017) con el objetivo *de*: “Determinar la incidencia de la ceniza de madera de fondo, en la estabilización del suelo arcilloso, en el Departamento de Ayacucho” a través de una metodología de tipo experimental, La conclusión a la que se llega es que en nuestro país una gran cantidad de cenizas son producidas por hornos de ladrillos hechos a mano que se utilizan principalmente como rellenos sanitarios. El residuo también se puede reutilizar para estabilizar el suelo en la superficie de la carretera con un nivel de resistencia bajo, como la arcilla, ya que, al agregar cenizas, el índice de plasticidad se reduce en gran medida y se mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Además, otro beneficio que se obtiene al mezclar cenizas con arcilla es reducir la humedad óptima y la deformación del suelo porque aumenta la resistencia del suelo.⁵

Díaz (2018) tiene como objetivo “analizar el impacto de la ceniza de cascarilla de arroz en mejoramiento de calzada de carretera Dv” San Martín-Lonya Grande, Amazonas 2018”, Utilizado El método es aplicar el tipo experimental. La conclusión extraída en el estudio anterior es que la resistencia de la arcilla modificada por 20% de ceniza de cascarilla de arroz eleva el índice CBR en 1.6 veces, y la proporción óptima de ceniza de cascarilla de arroz es de 20% para obtener la máxima densidad seca en la prueba de compactación. Por lo tanto, se determina que la ceniza de cáscara de arroz es a menudo un buen insumo estable para tratar el problema de absorción en el suelo, porque cuanto más alto es el porcentaje de ceniza, menor es el porcentaje de absorción. Teniendo en cuenta que la ceniza de cascarilla de arroz se produce quemando cascarilla de arroz en el horno o al aire libre, la puzolana se obtiene gradualmente”⁶

Según López (2013) La ceniza de cascarilla de arroz se considera un agregado con un alto contenido de sílice activa, muy fácil de procesar. Esta ceniza volcánica tiene su origen en su composición mineral. También es una materia prima de fácil obtención porque el arroz es el primordial alimento en muchos países. Por lo tanto, en la mayor parte del mundo, se producen alrededor de 120 toneladas métricas de

⁵ (MAMANI Barriga , y otros, 2017)

⁶ (DÍAZ Vásquez, 2018)

cáscara de arroz cada año. Considerando que la relación ceniza / cascarilla de arroz es del 18%, hay aproximadamente 21 toneladas / año de producción. La ceniza de cáscara de arroz tiene un alto contenido de sílice, después de mezclarse con arcilla, aumenta la resistencia del suelo y mejora significativamente el firme del suelo⁷.

El carbón por sus diferentes características, no solo es el diamante y el grafito como lo conocemos, sino que también tienen una reacción que afecta su forma y dureza.

La ceniza de carbón es el resultado de la combustión del gas, que convierte en gas las sustancias volátiles; además de las propiedades de dureza que aporta el carbono en combustión, también cabe destacar que también es una excelente trampa para las moléculas de agua. La cantidad húmedo del suelo, la porosidad de la absorción de carbono en el agua. (Martínez, 2016, p. 72)⁸.

Propiedades Mecánicas de las Cenizas de Carbón, la propiedad mecánica que proporciona el carbón es la dureza, es decir, la capacidad del suelo para resistir el corte o la penetración. Las partículas duras pueden ser triangulares, redondas, etc.;(según Kong & Sanjaya, 2018, p. 85)⁹.

La sub rasante es conocido también como terreno de fundación es la capa del suelo que está debajo de cualquier estructura. De acuerdo a los parámetros de CBR si un suelo tiene una menor capacidad portante debe estabilizarse o cambiarse de material por otro material establecido por el MTC. Según la norma AASHTO: La sub rasante es considerada como parte principal en el soporte o base de la estructura de cualquier tipo de pavimento.

La capacidad portante es de suma importancia, porque se debe tener en cuenta para realizar diseños y ver la capacidad de un suelo resistiendo todas las cargas de las distintas estructuras que van a ser construidas sobre ella.

También es uno de los elementos importantes, la compactación; para que un suelo tenga una buena resistencia, con este ensayo se ejecuta el procedimiento de compactación que se usa en los laboratorios para así determinar o conocer la

⁷ (LÓPEZ Toledo, 2013)

⁸ (MARTINEZ Ovalle , 2017)

⁹ (KONG , y otros, 2007)

correlación que existe entre el OCH y el peso unitario seco de la muestra o del suelo llamado curvatura de compactación.

La compactación de los suelos es una técnica más utilizada para perfeccionar los componentes de la sub rasante. Según las pruebas de ingeniería civil el Proctor modificado es más usado según las normas del ASTM D1557-00 en la que se determina el peso específico seco máximo y OCH, para realizar este ensayo se usan moldes de 943.3 cm³ de volumen para compactar un suelo en 5 capas, posteriormente se golpea con un piso de 4.54 kg de peso de una caída aproximada de 457.2 mm, cuyo diámetro del pisón que golpea debe ser de 50.8 mm y los golpes que se dan por cada capa deben tener el mismo espesor de 25 golpes por ende se debe contar con un pisón equipado con un tubo que permitan moverse o desliarse de manera adecuada. (Gómez, 2009, p.3)¹⁰.

Expansión, Se denominan suelos expansivos y su volumen cambia cuando cambia su contenido de humedad o contenido de agua. Los materiales arcillosos poseen la característica de atraer y retener grandes cantidades de agua debido a sus ingredientes, el agua aumenta el volumen de los materiales antes mencionados y disminuye cuando se seca el agua retenida. (Arancibia, 2003)¹¹.

Humedad (OCH), según MTC-E108 El contenido de humedad o humedad del suelo es la relación entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas en la masa del suelo, expresada como porcentaje¹². Su fórmula se expresa como:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso del Suelo Seco en Horno}} \times 100$$

¹⁰ (GOMEZ , 2013)

¹¹ (ARANCIBIA Galleguillos, 2003)

Máxima densidad Seca (MDS), “La aparente densidad del suelo se define como la correlación entre la masa o el peso del suelo seco (peso sólido) y el total de volumen (incluido el espacio poroso).”. Flores y Alcalá (2010) (p.16)¹³.

El contenido de humedad, también se le conoce al importe de agua en un suelo, Compare la cantidad o el peso de agua presente en una muestra en su estado natural con el peso de la misma muestra posteriormente de sacarla del horno, es decir, la temperatura es de 105 ° -110 ° C.

El análisis granulométrico, Cañar Tiviano lo define como aquel proceso por donde se trasladan las partículas de acuerdo a su tamaño para que se puedan reconocer las partículas según el tamaño de grava que pasa por la malla N° 200, por ello, es esencial determinar las peculiaridades de la porosidad y la permeabilidad a través de la realización de las pruebas o ensayos de granulometría.¹⁴ (2017, p. 13).

El análisis del peso específico de suelos finos casi siempre se realiza con picnómetro de 50 cm³ con tapa capilar, que mide la muestra del suelo que fue desalojada por la masa del agua¹⁵

El límite líquido, es un ensayo y la cuchara de Casagrande debe estar estandarizado. Con dicha prueba se mide la cantidad de líquido que se encuentra en una muestra en un surco lo cual se logra al juntarse a una distancia aproximada de 13 mm y esto se cierra tras dejar caer la cuchara de Casagrande con 25 golpes a partir una profundidad de 1 cm el surco o ranura se realiza con un canalizador estandarizado. Serrano Guzmán et al., (2013)¹⁶.

El límite plástico, ayuda a determinar el nivel de resistencia que va tener un suelo antes del corte, este límite es determinado mediante la realización de cilindros pequeños con las palmas de la mano de un diámetro aproximado de 3 mm y con una long. aproximado de 25 – 30 mm en cuanto estos cilindros llegan a los 6mm estos han alcanzado la humedad del límite plástico similar al límite líquido para

¹³ (FLORES Delgadillo , y otros, 2010)

¹⁴ (CAÑAR Triviano, 2017)

¹⁵ (MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones, 2013).

¹⁶ (SERRANO Guzmán , 2013)

realizar este ensayo la muestra debe haber pasado por el tamiz N° 40 del ASTM o 0.40 UNE. (Bowles, 1981, p.16)¹⁷

El índice de plasticidad, se obtiene cuando se determina primero los ensayos de W_L y W_p entonces el IP, se obtiene mediante una resta de los resultados del LL y LP.

$IP = LL - LP$. Esto se representa en un intervalo de humedad desde el estado semisólido y semilíquido.

El CBR, es un método geotécnico que analiza y evalúa la resistencia al corte de un suelo de bajas condiciones de humedad y densidad. Según Osorio Martínez & Casas Gerena definió: Formulado en 1929 por los ingenieros T.E. Stanton y O.J. Porter, esta técnica de ensayo CBR. se ha estandarizado y es para clasificar si un suelo se puede usarse en base o sub base en caminos, carreteras, en el que se determina la resistencia al corte de un suelo en situaciones de humedad y densidad, permitiendo conseguir un (%) de la relación de soporte. (2011, p.16)¹⁸.

¹⁷ (BOWLES , 1981)

¹⁸ (OSORIO Martínez, y otros, 2011)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo, diseño y enfoque de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicada ha sido determinada por su conceptualización debido a que al igual que en los estudios previos, se propondrán posibles soluciones para su aplicación en la práctica.

“El tipo de investigación aplicada nos lleva a la realización de estudios para posteriormente llevarlos a la práctica teniendo en cuenta las teorías generales estudiadas, en busca de herramientas que permitan resolver las necesidades de la población, además de aportar nuevas ideas, descubrimientos y estudios que serán muy útiles para el rubro de la construcción. (Baena, 2017)¹⁹.

3.1.2. Diseño de la investigación

"La investigación cuasi experimental se desarrolla mediante la manipulación de nuevas variables experimentales bajo un riguroso control de comportamiento para narrar el cómo y el por qué ocurre situaciones o eventos específicos, este diseño se dirige principalmente a campos donde existen nociones de nivel cuantitativo que se pueden medir". (Baena, 2017),

3.1.3. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, porque se presente describir características e indicadores de cada una de las variables de estudio, determinados a través de la aplicación de estudios de laboratorio y de tal manera que se determine la información necesaria para realizar el procesamiento de los datos mediante la recopilación y medición..

3.2. Variables y Operacionalización:

3.2.1. Variables:

Variable cuantitativa I

¹⁹ (BAENA Paz, 2017)

Cenizas de cascara de arroz y carbón

Ceniza de cascara de arroz: Producto obtenido de la quema de la cáscara de arroz, el cual es utilizado en diversas aplicaciones, desde enmiendas del suelo y pesticidas hasta absorbentes de derrames de petróleo y materiales aislantes. Es el resultado de la quema de cáscaras de arroz en calderas ajustadas a alrededor de 1,100 a 1,500 grados Fahrenheit (593.33 a 815.56 grados Celsius). Luego de un par de días, el 20 por ciento de la masa inicial permanece en forma de ceniza, que luego se muele en un polvo fino con un molino de bolas. (Andrews, 2017).²⁰

Ceniza de carbón: son residuos inorgánicos que resultan de la incineración del material y están compuestas de auténticas fases novedosas generadas tanto de materia inorgánica como de materia orgánica del carbón (Rojas, 2015)²¹

Variable cuantitativa II

Propiedades de la subrasante

La subrasante es la capa que resiste el pavimento, puede ser un terreno en condiciones naturales para fundar cimientos o la capa de una carretera, por lo tanto, tiene que resistir las cargas provocadas por el tráfico, el grosor de la estructura del pavimento está sujeto a la composición y propiedades de la subrasante. El cual estará diseñado para resistir cargas vehiculares en su construcción, brindar resistencia a la compactación de capas de la estructura del pavimento y soportar continuamente cargas de tránsito durante su vida útil. (Cañar, 2017)²².

3.3. Población, muestra y muestreo:

La Población, conformada por un conjunto de personas o grupos con características similares. La población de un trabajo se torna a sus características.

En esta investigación se toma toda la subrasante de los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.

²⁰ (ANDREWS, 2017)

²¹ (ROJAS Pulido)

²² (CAÑAR Triviano, 2017)

Nuestra población será la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca que cuenta con 13 kilómetros.

La muestra, es parte de la población, depende de la cantidad y características del investigador. La muestra se toma de la población para trabajar con esta parte para después generalizar y proporcionar los resultados a la investigación.

En esta investigación se tomarán las muestras en el terreno de fundación entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca conformada por 13.00 Km, en la que se ejecutara 14 calicatas de una profundidad de 1.5 m a cada 1, 000 metros cada una, donde se trabajara con 4 calicatas más desfavorables con la que se realizarán todos los ensayos ya mencionados.

El muestreo, es una representación de la población que permite extrapolar y sacar los resultados solicitados. En otras palabras, el muestreo es una manera de conocer las características de la población de estudio.

Para comprender la definición de muestreo en esta investigación, se utilizará un muestreo no probabilístico, ya que los miembros de la muestra son seleccionados por el investigador en función de ciertas características como los cimientos.

Unidad de análisis: Estará conformada por los 13.00 km.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

La técnica de la observación, con esta técnica recopilamos las informaciones por lo que consiste en que el investigador del proyecto haga el análisis de manera directa ya que dicha situación se lleva a cabo en un momento predestinado. Y el propósito varía de acuerdo al fin para lo que fue previsto. Implica la intervención y observación del investigador de manera semejante a los medios visuales con una interacción y un dinamismo potencialmente mucho mayor que comprende la observación del autor.

Conociendo la información se puede asegurar que en este trabajo de investigación es indispensables hacer el uso de esta técnica ya que al momento de hacer los ensayos se necesita de mucha observación para ver las variaciones o los cambios que van a sufrir las muestras al momento de ser añadidos las cenizas de cascara de arroz y carbón, puesto que en este proyecto de investigación este es el agente

principal o llamado de otra manera es la variable independiente a la cual se hará la manipulación para dar un buen resultado a la investigación, para hacer el uso adecuado de esta técnica se harán uso de algunos formatos o fichas para los apuntes.

3.5. Procedimientos:

Paso 1: Identificación del estado situacional de la zona en estudio.

Paso 2: Realizaremos la inspección del área de estudio ubicando calicatas a una profundidad de 1.50m y de sección igual a 1.00 m cada 1000 m para extraer las muestras.

Paso 3: Elaboraremos los registros de cada una de las excavaciones, registrando visualmente el registro de cada una de ellas, considerando las características que presente el suelo tomando en cuenta la humedad, textura, color, etc.

Paso 4: Se realizará el acopio de la ceniza de cáscara de arroz y carbón, producto de la incineración en hornos, para la combinación con el material de la subrasante.

Paso 5: Llevaremos las muestras a un laboratorio reconocido en estándares de calidad.

Paso 6: Se efectuarán los ensayos de clasificación de suelos (SUCS y AASHTO) ensayos de límites de Atterberg para determinar la plasticidad, contenido de humedad, el análisis granulométrico por tamizado, Proctor modificado y límites de consistencia.

Paso 7: Evaluación de resultados, para definir puntos más críticos, con los que se realizaran los ensayos agregando los porcentajes 2%,2.5%,3%,3.5%,4% de ceniza de cascara de arroz y ceniza de carbón, medidos con una balanza calibrada.

Paso 8: Procesamiento de resultados para contrastar con nuestra hipótesis.

3.6. Método de análisis de datos:

En esta etapa se describen todas las operaciones o estudios que serán sometidos todos los datos que han sido recolectados con los instrumentos y las técnicas.

En este proyecto de investigación utilizamos los métodos de observación e interpretación de los datos. Debido a que se utiliza una muestra de suelo, que se mezcla con el producto en proporción, se obtendrán resultados diferentes. Depende directamente del mismo principio y se puede verificar estadísticamente.

Se utilizará para analizar los datos la técnica visual, así mismo los programas Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD 2019, Ms Project.

3.7. Aspectos éticos:

Se tiene como referencia el código de ética de investigación de la Universidad Cesar Vallejo, respetaremos las disposiciones de anti plagio realizando las respectivas citas a las fuentes de consulta de acuerdo con los estándares exigidos por la misma universidad a través del manual: Adaptación del estilo International Organization for Standardization (ISO) y se utilizará el software Turnitin a fin de fomentar la originalidad y autoría responsable.

El presente proyecto ha sido trabajado bajo las normas, principios, reglas y las exigencias de la universidad lo cual se requirió de mucha responsabilidad, honestidad, eficiencia, dedicación y entusiasmo asimismo el presente trabajo se ha redactado y plasmado teniendo como referencia otros trabajos de investigación que se usaron como antecedentes que son más cercanos a las variables de estudio ya que este nos ayudara en las discusiones.

Así mismo se tendrá mucho cuidado de no infringir las leyes universitarias como estudiantes de pregrado.

IV. RESULTADOS

Ubicación Geográfica

Nombre del proyecto:

La presente tesis tiene por título “Mejoramiento de Subrasante adicionando cenizas de cascara de arroz y carbón entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca”.

Ubicación de la Zona de estudio:

La presente tesis se realizó en el distrito de Huarmaca, teniendo como punto de inicio las coordenadas UTM: 662124.000E, 9378360.000N a una altura de 2420.00 m.s.n.m del caserío Santa Rosa y culminando 658298.969E, 9381837.977N a una altura de 2152.00 m.s.n.m.

El objetivo de la presente tesis es mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca, utilizando los porcentajes de 2%, 2.5%, 3%, 3.5% y 4%.

El área de influencia de la presente tesis, se encuentra ubicada en:

Departamento : Piura.
Provincia : Huancabamba.
Distrito : Huarmaca.

El Distrito de Huarmaca tiene una extensión de 1908.22 Km², con una densidad poblacional de 18.63 (Hab/Km²), que corresponde al 44.95% de la provincia de Huancabamba, siendo el distrito más extenso de la provincia, el distrito limita:

Norte: Con los distritos de Sondorillo y San Miguel del Faique de la provincia de Huancabamba.

Oeste: Con los distritos de Salitral y Olmos de las provincias de Morropón y Lambayeque.

Sur: Con los distritos de Olmos y Cañaris en el departamento de Lambayeque.

Este: Con los distritos de Sallique y San Felipe de la provincia de Jaén.

Localización geográfica del Proyecto

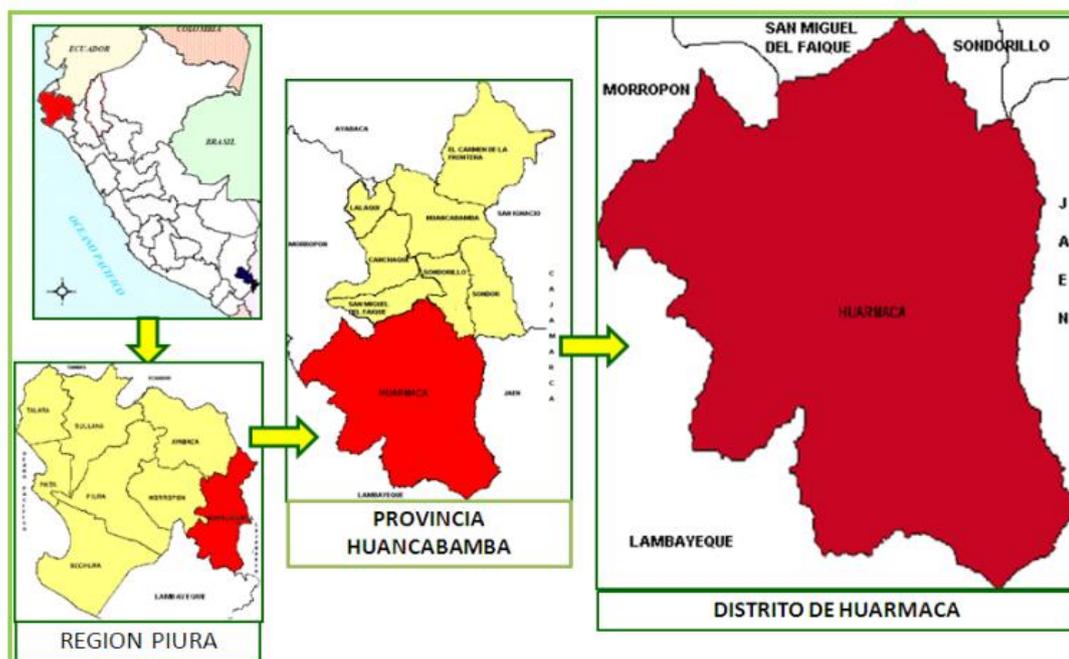


Figura 01. Mapa político del distrito de Huarmaca.

Fuente: Elaboración propia.

Accesibilidad a la Zona de Estudio:

Para llegar al área de intervención, partiendo desde el distrito de Huarmaca, con rumbo sur a una distancia de 9+747.00 km, hasta llegar al cruce en el caserío Santa Rosa donde se inicia el área de estudio de la presente tesis.

Estado actual de la zona del proyecto:

La vía en estudio tiene las mismas características a lo largo de los 13+000 kilómetros en estudio, el tráfico actual que generalmente está compuesto por carga liviana, transportando principalmente pasajeros y productos de pan llevar para su posterior comercialización dentro y fuera del distrito.

Trabajo de Campo

Ubicación de las calicatas

Se realizaron 14 calicatas del tramo en estudio que comprende la presente tesis, empezando desde el 0+000 km hasta el 13+000 km de culminación, a cada una de

las calicatas se le asignó un código para reconocer objetivamente cada una de ellas: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14.



Figura 02. Calicatas in situ C4, C7, C11, C14.

Fuente: Elaboración propia

Cada calicata se realizó a cada 1000 m. tal como lo indica el manual de carreteras y pavimentos del MTC, la calicata C-01 se encuentra ubicada en la progresiva 0+000, así sucesivamente hasta la calicata C-14 que se encuentra en la progresiva 13+000, todo este procedimiento se ha realizado teniendo en cuenta las, normas y reglamentos vinculados a los ensayos de materiales.



Figura 03. Ubicación de las calicatas.

Fuente: Elaboración propia

Se determinó realizar los ensayos de laboratorio utilizando los porcentajes de 2%, 2.5%, 3%, 3.5% y 4% con la muestra obtenida de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14 esto debido a que mostraron los resultados más desfavorables.

Tabla 01: Ubicación y descripción de las calicatas

| Calicata | Progresiva | Profundidad | Lado | Coordenadas |
|----------|------------|-------------|---------|---------------|
| C4 | 3+000 | 1.50 m | DERECHO | 660582.895 E |
| | | | | 9379133.304 N |
| C7 | 3+000 | 1.50 m | DERECHO | 660870.816 E |
| | | | | 9380440.504 N |
| C11 | 3+000 | 1.50 m | DERECHO | 659488.348 E |
| | | | | 9381896.891 N |
| C14 | 3+000 | 1.50 m | DERECHO | 658298.969 E |
| | | | | 9381897.977 N |

Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de Laboratorio

Se realizaron 04 ensayos de granulometría (NTP 339.132, 2014) de la muestra de suelo de las calicatas con código C-04, C-07, C-11 y C-14 para determinar su clasificación granulométrica de las partículas que están compuestas las muestras, se clasifico los suelos mediante el sistema AASTHO (NTP 339.135, 2014) y SUCS (NTP 339.134, 2014), a la vez se realizaron 04 ensayos de límites de Atterberg, para determinar el estudio de limite líquido (MTC E-110, 2016) y limite plástico (MTC E-111, 2016) obteniendo el índice de plasticidad, a la vez se realizó el ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de del suelo (MTC E-113, 2016), seguidamente se realizaron los ensayos para determinar el material que pasa por el tamiz N°200 por el método "A" (NTP 339.132, 2014), para determinar su máxima densidad seca y humedad natural, se realizaron 24 ensayos de Proctor Modificado (MTC E-115, 2000), 04 ensayos a las muestras en estado natural de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14: 20 ensayos con adición en las siguientes dosificaciones: 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de CCA y CC (con una

participación porcentual de 50% en cada producto), y para determinar su capacidad de resistencia del suelo se ensayarán a la muestra 24 ensayos de CBR (MTC E-132, 2000), 04 ensayos en estado natural de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14 y 20 ensayos con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC (con una participación porcentual de 50% en cada producto), los ensayos se realizaron en el laboratorio Ingeniería & Construcción GSE.

Las muestras de suelo C-04, C-07, C-11 y C-14, fueron desarrolladas con especial cuidado de modo que no se afecten los resultados y estudios, teniendo en cuenta procedimientos estandarizados y los parámetros establecidos dentro de las normas y reglamento.



Figura 04. En laboratorio realizando los ensayos.

Fuente: Elaboración propia.

Granulometría ASTM 422 - MTC E 107

En primer lugar se realizó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM-422, MTC E 107, NTP 339.134-2014), con la finalidad de determinar de manera cuantitativa las características físicas de las partículas que se componen las muestras de suelo en estado natural C-04, C-07, C-11 y C-14, mediante la clasificación y separación según tamaño, por lo que mediante el uso de mallas de diferentes dimensiones se logró determinar el tamaño de las partículas

Tabla 02: Cuadro comparativo de resultado de clasificación SUCS, AASHTO y Contenido de humedad de las muestras C-04, C-07, C-11 y C-14

| Muestra Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | Clasificación SUCS | Clasificación AASHTO | Contenido de humedad |
|--|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| C-04 Estado Natural | CL | A-6 (10) | 26.13% |
| C-07 Estado Natural | CL | A-4 (09) | 14.76% |
| C-11 Estado Natural | CL | A-6 (09) | 28.06% |
| C-14 Estado Natural | CL | A-6 (10) | 26.37% |

Fuente: Elaboración propia.

De la muestra de suelo en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, ensayadas en laboratorio se logró la clasificación de suelo mediante el sistema SUCS (NTP 339.134-2014) y AASHTO (NTP 339.135-2014) la cual como resultado estableció como signo convencional CL para todas las calicatas en el sistema de clasificación SUCS y como signo convencional A-6(10), A-4(09), A-6(09) y A-6(10), en el sistema AASHTO, de ese mismo modo se pudo calcular el contenido de humedad de 26.13%, 14.76%, 28.06% y 26.37%, respectivamente, tal como podemos observar en la tabla 02.

Límite de Atterberg ASTM 4318

Se realizó a las muestras de suelo en estado natural + 2.0%, 2.5%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC (**con adición en cada dosificación de la muestra del 50% de cada producto**), a las calicatas C-04, C-07, C-011 y C-14, los ensayos de Límite de Attemberg (ASTM D4318, MTC E 1090 - 2000), para determinar el Limite Liquido (LL), Limite Plástico (LP) e Índice de plasticidad (IP), las mismas que son de vital importancia ya que nos permiten determinar la clasificación del suelo en estudio, para conocer las características y propiedades físicas y mecánicas del mismo para poderlas mejorar.

Tabla 03: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de la muestra C-04 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

| Muestra | Limite Liquido (LL) | Limite Plástico (LP) | Índice de Plasticidad (IP) |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| C-04 | 26.00% | 12.00% | 14.00% |
| C-04+2.00% CCA y CC | 25.00% | 13.00% | 12.00% |
| C-04+2.50% CCA y CC | 25.00% | 13.00% | 12.00% |
| C-04+3.00% CCA y CC | 25.00% | 14.00% | 11.00% |
| C-04+3.50% CCA y CC | 24.00% | 14.00% | 10.00% |
| C-04+4.00% CCA y CC | 24.00% | 14.00% | 10.00% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 03 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de Atterberg, a la muestra de suelo C-04 en estado natural + adición de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, se determinó que el LL, LP e IP, para dichas muestras es: 26.00 %, 25.00%, 25.00%, 25.00%, 24.00% y 24.00%; 12.00%, 13.00%, 13.00%, 14.00%, 14.00% y 14.00%; 14.00 %, 12.00%, 12.00%, 11.00%, 10.00% y 10.00% respectivamente, de la cual podemos concluir que estamos frente a un suelo de plasticidad media.

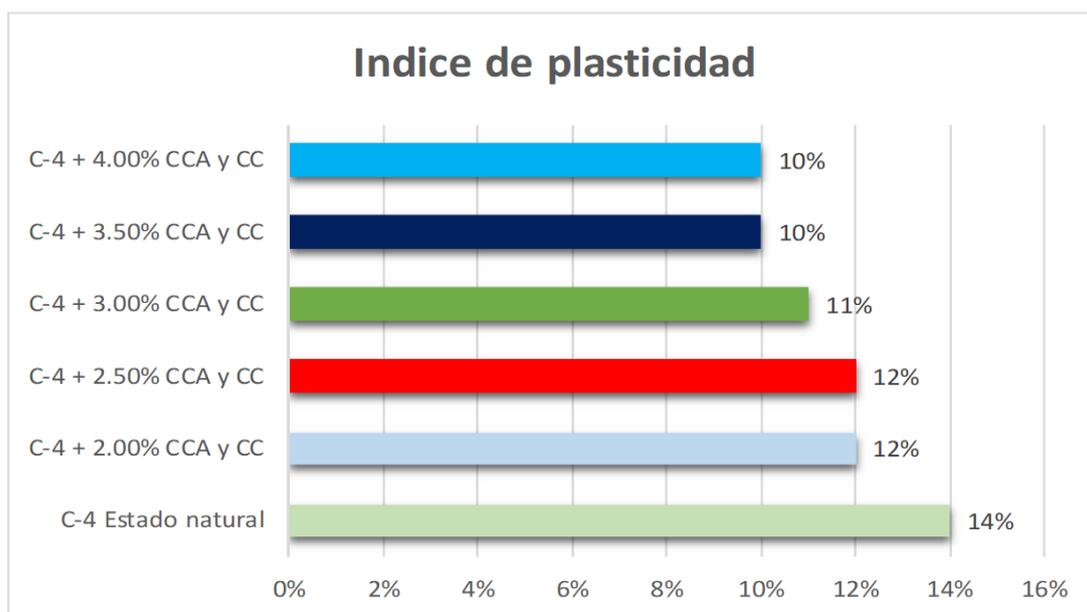


Figura 05: Índice de plasticidad C-04 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5 y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 05, se determinó que la calicata C-04, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el IP adquiere valores de 14.0%, 12.0%, 12.0%, 11.0%, 10.0% y 10.0%, donde el IP disminuyó en 14.29%, 14.29%, 21.43%, 28.57% y 28.57% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo disminuyó en 28.57%, que se refleja al adicionar en la muestra +3.50% y +4.00% de CCA y CC.

Tabla 04: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de la muestra C-07 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

| Muestra | Limite Líquido (LL) | Limite Plástico (LP) | Índice de Plasticidad (IP) |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| C-07 | 30.00% | 21.00% | 9.00% |
| C-07+2.00% CCA y CC | 32.00% | 24.00% | 8.00% |
| C-07+2.50% CCA y CC | 32.00% | 25.00% | 7.00% |
| C-07+3.00% CCA y CC | 33.00% | 27.00% | 6.00% |
| C-07+3.50% CCA y CC | 32.00% | 27.00% | 5.00% |
| C-07+4.00% CCA y CC | 32.00% | 29.00% | 3.00% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 04 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de Atterberg, a la muestra de suelo C-07 en estado natural + adición de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, se determinó que el LL, LP e IP, para dichas muestras es: 30.00 %, 32.00%, 32.00%, 33.00%, 32.00% y 32.00%; 21.00%, 24.00%, 25.00%, 27.00%, 27.00% y 29.00%; 9.00 %, 8.00%, 7.00%, 6.00%, 5.00% y 3.00% respectivamente, de la cual podemos concluir que la plasticidad de suelo varía entre baja y media.

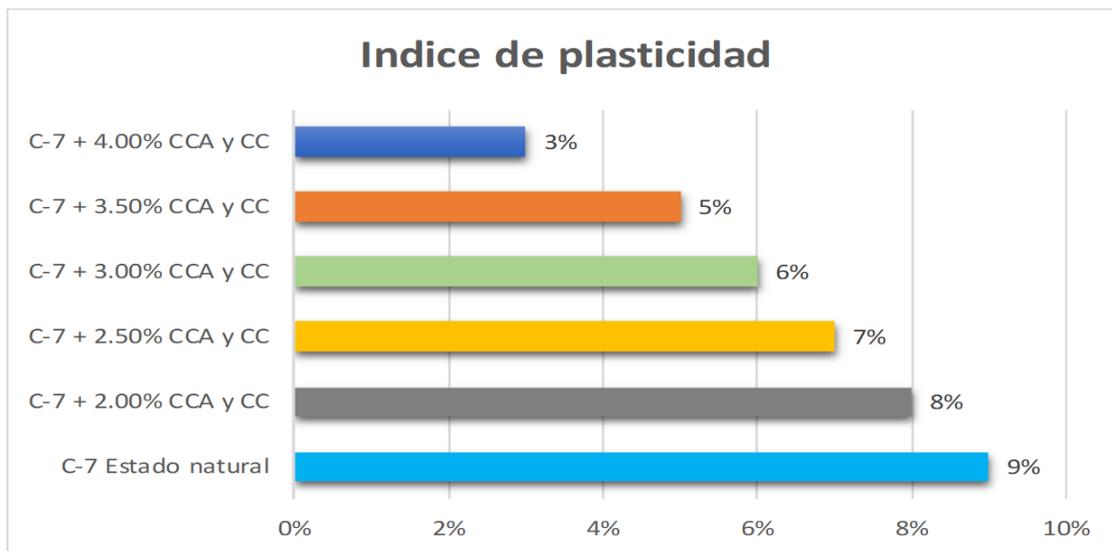


Figura 06: Índice de plasticidad C-07 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 06, se determinó que la calicata C-07, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el IP adquiere valores de: 9.0%, 8.0%, 7.0%, 6.0%, 5.0% y 3.0%, donde el IP disminuyó en 11.11%, 22.22%, 33.33%, 44.44% y 66.66% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo disminuyó en 66.66%, que se refleja al adicionar en la muestra +4.00% de CCA y CC.

Tabla 05: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de la muestra C-11 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

| Muestra | Limite Líquido (LL) | Limite Plástico (LP) | Índice de Plasticidad (IP) |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| C-11 | 25.00% | 13.00% | 12.00% |
| C-11+2.00% CCA y CC | 22.00% | 12.00% | 10.00% |
| C-11+2.50% CCA y CC | 22.00% | 13.00% | 9.00% |
| C-11+3.00% CCA y CC | 21.00% | 13.00% | 8.00% |
| C-11+3.50% CCA y CC | 21.00% | 14.00% | 7.00% |
| C-11+4.00% CCA y CC | 20.00% | 14.00% | 6.00% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 05 se muestran los resultados del ensayo de Atterberg, a la muestra de suelo C-07 en estado natural + adición de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, se determinó que el LL, LP e IP, para dichas muestras es: 25.00 %, 22.00%, 22.00%, 21.00%, 21.00% y 20.00%; 13.00%, 12.00%, 13.00%, 13.00%, 14.00% y 14.00%; 12.00 %, 10.00%, 9.00%, 8.00%, 7.00% y 6.00% respectivamente, de la cual podemos concluir que estamos frente a un suelo de plasticidad.baja y media

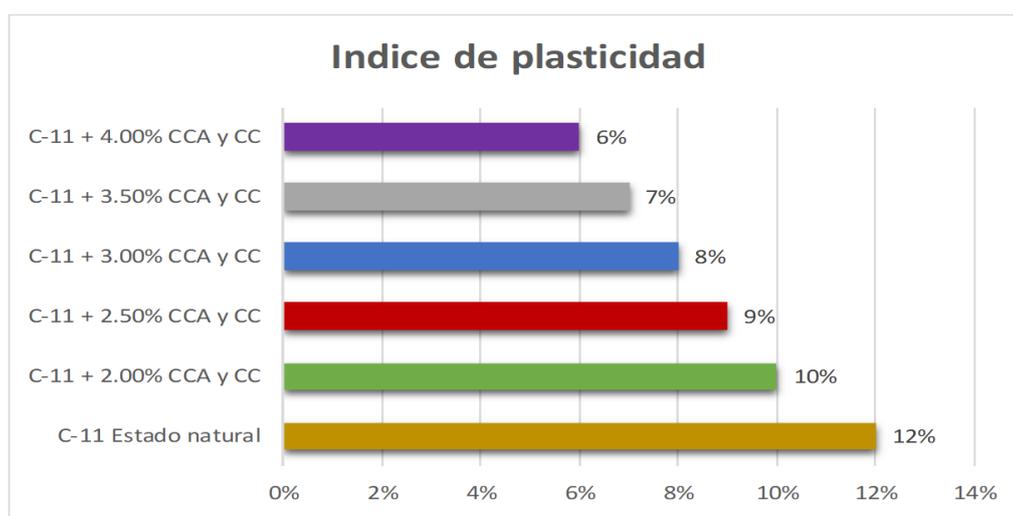


Figura 07: Índice de plasticidad C-11 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 07, se determinó que la calicata C-11, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el IP adquiere valores de:12.0%, 10.0%, 9.0%, 8.0%, 7.0% y 6.0%, donde el IP disminuyó en 16.66%, 25.00%, 33.33%, 41.66% y 50% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo disminuyó en 50.00%, que se refleja al adicionar en la muestra +4.00% de CCA y CC.

Tabla 06: Cuadro comparativo de resultado de Índice de plasticidad de la muestra C-14 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

| Muestra | Limite Liquido (LL) | Limite Plástico (LP) | Índice de Plasticidad (IP) |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| C-14 | 26.00% | 11.00% | 15.00% |
| C-14+2.00% CCA y CC | 23.00% | 9.00% | 14.00% |
| C-14+2.50% CCA y CC | 23.00% | 10.00% | 13.00% |
| C-14+3.00% CCA y CC | 22.00% | 10.00% | 12.00% |
| C-14+3.50% CCA y CC | 21.00% | 10.00% | 11.00% |
| C-14+4.00% CCA y CC | 21.00% | 12.00% | 9.00% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 06 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de Atterberg, a la muestra de suelo C-14 en estado natural + adición de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, se determinó que el LL, LP e IP, para dichas muestras es: 26.00 %, 23.00%, 23.00%, 22.00%, 21.00% y 21.00%; 11.00%, 9.00%, 10.00%, 10.00%, 10.00% y 12.00%; 15.00 %, 14.00%, 13.00%, 12.00%, 11.00% y 9.00% respectivamente, de la cual podemos concluir que es un suelo de media plasticidad.

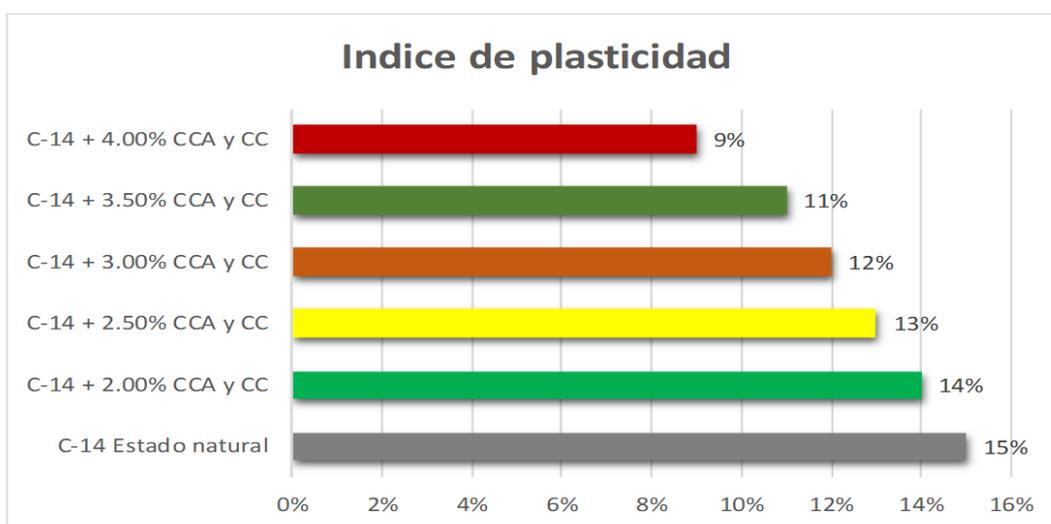


Figura 08: Índice de plasticidad C-14 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 08, se determinó que la calicata C-14, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el IP adquiere valores de:15.0%, 14.0%, 13.0%, 12.0%, 11.0% y 9.0%, donde el IP disminuyo en 6.67%, 13.33%, 20.00%, 26.67% y 40.00% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo disminuyó en 40.00%, que se refleja en la muestra +4.00% de CCA y CC.

Tabla 07: Cuadro resumen de resultados de Índice de plasticidad de la muestra C-04, C-07, C-11 y C-14 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

| Muestra | Limite Líquido (LL) | Limite Plástico (LP) | Índice de Plasticidad (IP) |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| C-04 | 26.00% | 12.00% | 14.00% |
| C-04+2.00% CCA y CC | 25.00% | 13.00% | 12.00% |
| C-04+2.50% CCA y CC | 25.00% | 13.00% | 12.00% |
| C-04+3.00% CCA y CC | 25.00% | 14.00% | 11.00% |
| C-04+3.50% CCA y CC | 24.00% | 14.00% | 10.00% |
| C-04+4.00% CCA y CC | 24.00% | 14.00% | 10.00% |
| C-07 | 30.00% | 21.00% | 9.00% |
| C-07+2.00% CCA y CC | 32.00% | 24.00% | 8.00% |
| C-07+2.50% CCA y CC | 32.00% | 25.00% | 7.00% |
| C-07+3.00% CCA y CC | 33.00% | 27.00% | 6.00% |
| C-07+3.50% CCA y CC | 32.00% | 27.00% | 5.00% |
| C-07+4.00% CCA y CC | 32.00% | 29.00% | 3.00% |
| C-11 | 25.00% | 13.00% | 12.00% |
| C-11+2.00% CCA y CC | 22.00% | 12.00% | 10.00% |
| C-11+2.50% CCA y CC | 22.00% | 13.00% | 9.00% |
| C-11+3.00% CCA y CC | 21.00% | 13.00% | 8.00% |
| C-11+3.50% CCA y CC | 21.00% | 14.00% | 7.00% |
| C-11+4.00% CCA y CC | 20.00% | 14.00% | 6.00% |
| C-14 | 26.00% | 11.00% | 15.00% |
| C-14+2.00% CCA y CC | 23.00% | 9.00% | 14.00% |
| C-14+2.50% CCA y CC | 23.00% | 10.00% | 13.00% |
| C-14+3.00% CCA y CC | 22.00% | 10.00% | 12.00% |
| C-14+3.50% CCA y CC | 21.00% | 10.00% | 11.00% |
| C-14+4.00% CCA y CC | 21.00% | 12.00% | 9.00% |

Fuente: Elaboración propia.

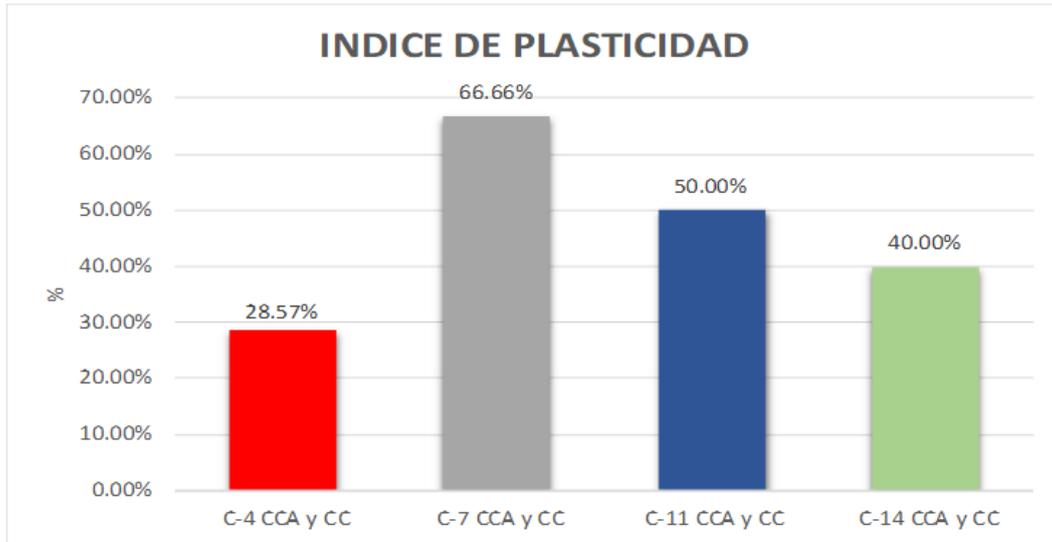


Figura 09: Cuadro resumen de Índice de plasticidad de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.
Fuente: Elaboración propia.

La figura 09 muestra el resumen de los ensayos de límites de Atterberg, a la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, el IP disminuyó en 28.57%, 66.66%, 50.00%, y 40.00%, respectivamente, siendo la óptima disminución de 66.66% en la muestra de la calicata C-07 a una dosificación de +4.00% de CCA y CC.

Proctor modificado ASTM D 1557

Para realizar el ensayo de Proctor Modificado se tomó a modo de referencia emplear el método "A", determinando el contenido de humedad con relación a su densidad seca de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, donde se pudo evidenciar la curva de compactación, los ensayos fueron a las muestras en estado natural + 2.0%, 2.50%, 3.0%, 3.5% y 4.0% (**con adición en cada dosificación de la muestra del 50% de CCA y CC**), de manera que podamos estimar claramente el porcentaje de humedad promedio y de la densidad máxima seca.

Tabla 08: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-04 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% CCA y CC.

| Condición de la muestra Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | Densidad Máxima Seca (grs/cm ³) | Humedad Optima |
|---|---|----------------|
| C-04 Estado Natural | 1.92 | 12.30% |
| C-04+2.00% CCA y CC | 1.96 | 11.90% |
| C-04+2.50% CCA y CC | 1.97 | 11.34% |
| C-04+3.00% CCA y CC | 1.97 | 8.77% |
| C-04+3.50% CCA y CC | 2.01 | 7.89% |
| C-04+4.00% CCA y CC | 2.00 | 9.02% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 08 se muestran los resultados del ensayo de Proctor Modificado a la muestra de suelo C-04 en estado natural + adición de CCA y CC de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, se determinó que el OCH, para dichas muestras es 12.30 %, 11.90%, 11.34%, 8.77%, 7.89% y 9.02% respectivamente, en relación a su MDS para las mismas muestras fueron 1.92 grs/cm³, 1.96 grs/cm³, 1.97 grs/cm³, 1.97 grs/cm³ 2.01 grs/cm³, 2.0 grs/cm³ de la cual se puede definir que es un suelo de mediana plasticidad.

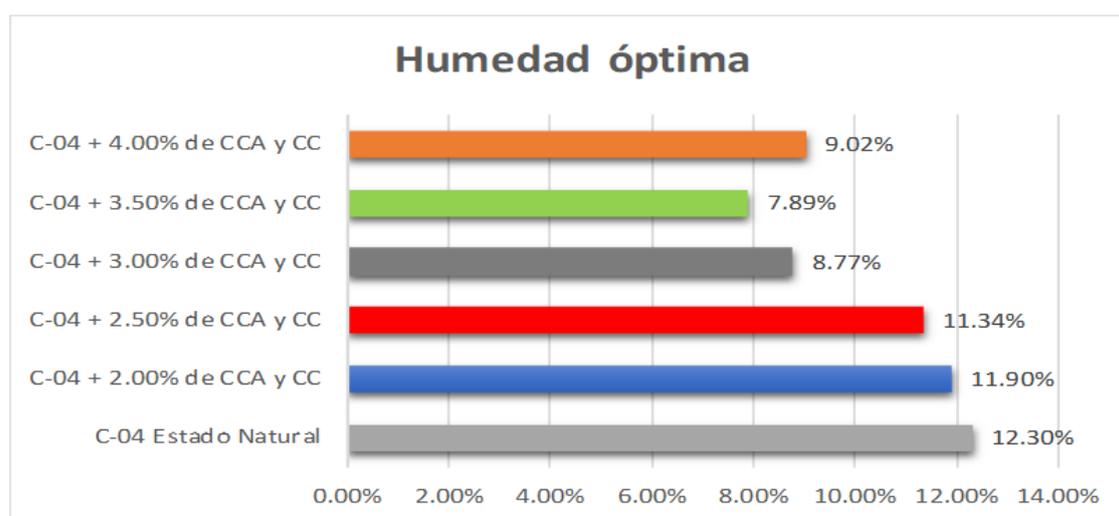


Figura 10: Humedad óptima C-04 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 10, se determinó que en la calicata C-04, en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el OCH adquiere valores de:12.30 %, 11.90%, 11.34%, 8.77%, 7.89% y 9.02%, en donde el IP disminuyó en 3.25%, 7.80%, 28.70%, 35.85% y 26.67% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo disminuye en 35.85%, que se refleja en la muestra al adicionar +3.50% de CCA y CC.

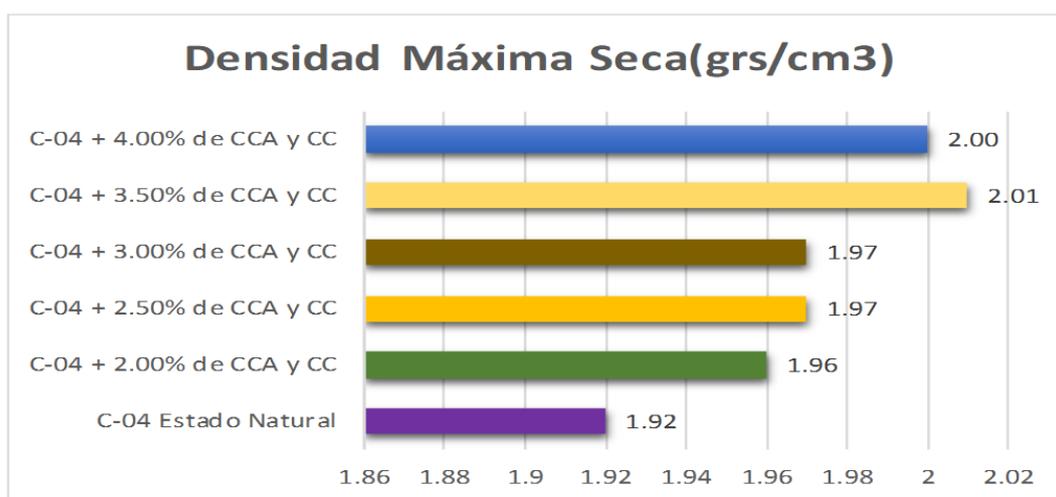


Figura 11: Densidad Máxima Seca C-04 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11, se determinó que la calicata C-04, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, la MDS adquiere valores de:1.92 gms/cm³, 1.96 gms/cm³, 1.97 gms/cm³, 1.97 gms/cm³. 2.01 gms/cm³ y 2.0 gms/cm³, donde la MDS incrementó en 2.08%, 2.60%, 2.60%, 4.69% y 4.17% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo se incrementa en 4.69%, que se refleja en la muestra al adicionar +3.50% de CCA y CC.

Tabla 09: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-07+ dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%.

| Condición de la muestra Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | Densidad Máxima Seca (grs/cm ³) | Humedad Optima |
|---|---|----------------|
| C-07 Estado Natural | 1.87 | 10.37% |
| C-07+2.00% CCA y CC | 1.88 | 10.61% |
| C-07+2.50% CCA y CC | 1.94 | 10.11% |
| C-07+3.00% CCA y CC | 1.98 | 11.01% |
| C-07+3.50% CCA y CC | 1.99 | 10.55% |
| C-07+4.00% CCA y CC | 2.01 | 10.09% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 09 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado a la muestra de suelo C-07 en estado natural + adición de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, se determinó que el OCH para dichas muestras es 10.37 %, 10.61%, 10.11%, 11.01%, 10.55% y 10.09% respectivamente, en relación a su MDS para las mismas muestras fueron 1.87 grs/cm³, 1.88 grs/cm³, 1.94 grs/cm³, 1.98 grs/cm³, 1.99 grs/cm³ y 2.01 grs/cm³ de la cual podemos concluir que estamos frente a un suelo de mediana plasticidad.

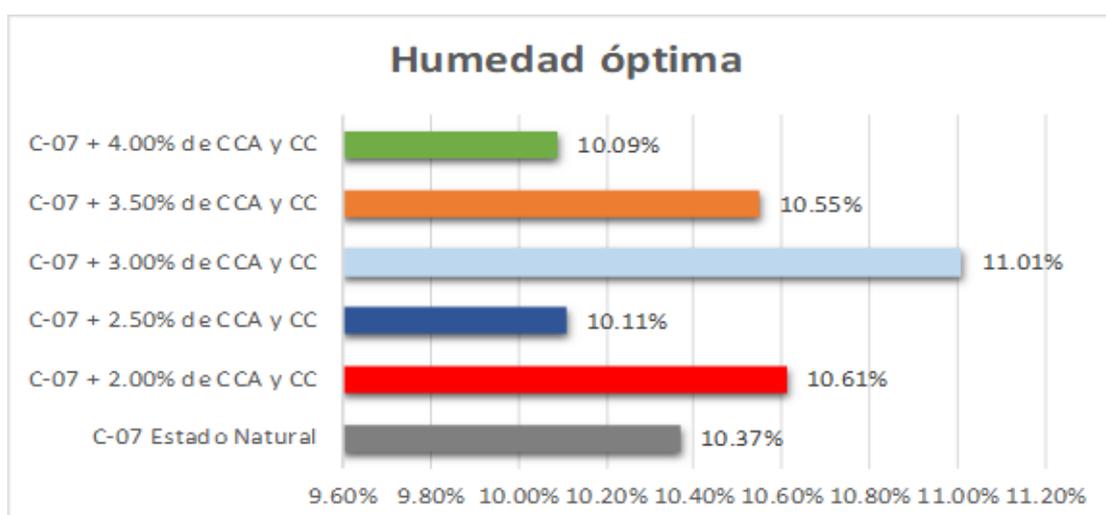


Figura 12: Humedad óptima C-07 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12, se determinó que en la calicata C-07, en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el OCH adquiere valores de:10.37 %, 10.61%, 10.11%, 11.01%, 10.55% y 10.09%, en las muestras al adicionar +2.00%, +3.00% 3.50%, el IP se incrementó en 2.31%, 6.17% y 1.74%, respectivamente; y en las muestras al adicionar +2.50% y +4.00%, el IP disminuye en 2.50% y 2.70% respectivamente; por lo tanto, el IP se incrementa en 6.17% y disminuye en 4.00%, que se refleja en la muestra al adicionar +3.00% y +4.00% respectivamente.

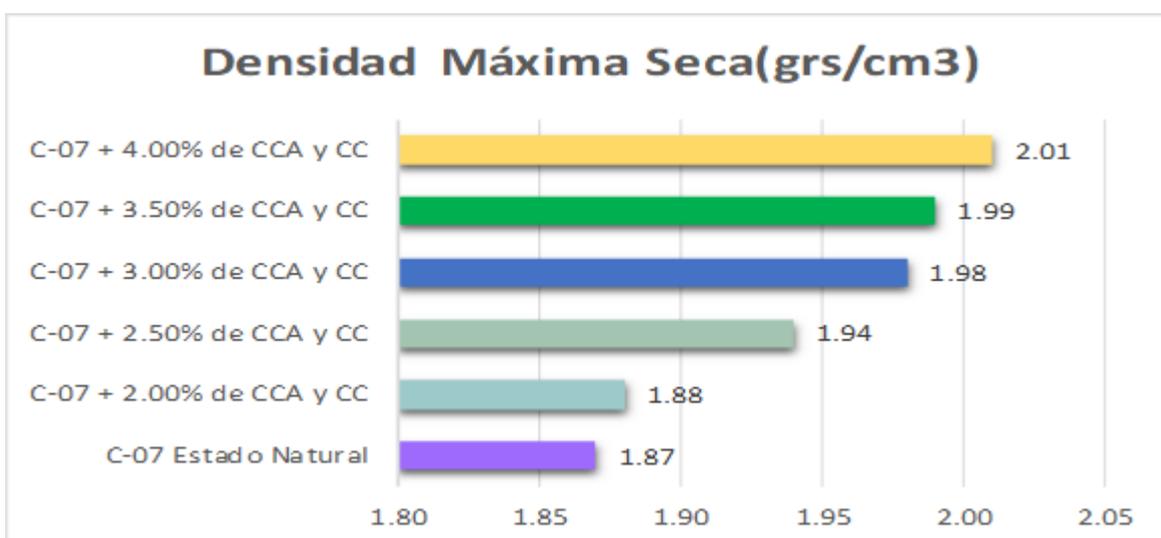


Figura 13: Densidad Máxima Seca C-07 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13, se determinó que la calicata C-07, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, la MDS adquiere valores de:1.87 gms/cm³, 1.88 gms/cm³, 1.94 gms/cm³, 1.98 gms/cm³, 1.99 gms/cm³ y 2.01 gms/cm³, obteniendo incrementos porcentuales de: 0.53%, 3.74%, 5.88%, 6.42% y 7.49% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo se incrementa en 7.49%, que se refleja en la muestra al adicionar +4.00% de CCA y CC.

Tabla 10: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-11 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.0% y 4.0% CCA y CC.

| Condición de la muestra Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | Densidad Máxima Seca (grs/cm ³) | Humedad Optima |
|---|---|----------------|
| C-11 Estado Natural | 1.92 | 10.56% |
| C-11+2.00% CCA y CC | 1.92 | 11.56% |
| C-11+2.50% CCA y CC | 1.93 | 11.19% |
| C-11+3.00% CCA y CC | 1.95 | 11.34% |
| C-11+3.50% CCA y CC | 1.96 | 10.30% |
| C-11+4.00% CCA y CC | 1.97 | 10.45% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado a la muestra de suelo C-11 en estado natural + adición de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, se determinó que el OCH para dichas muestras es 10.56 %, 11.56%, 11.19%, 11.34%, 11.30% y 10.45% respectivamente, en relación a su MDS para las mismas muestras fueron 1.92 grs/cm³, 1.92 grs/cm³, 1.93 grs/cm³, 1.95 grs/cm³ 1.96 grs/cm³ y 1.97 grs/cm³ de lo que podemos concluir que tenemos un suelo de mediana plasticidad.

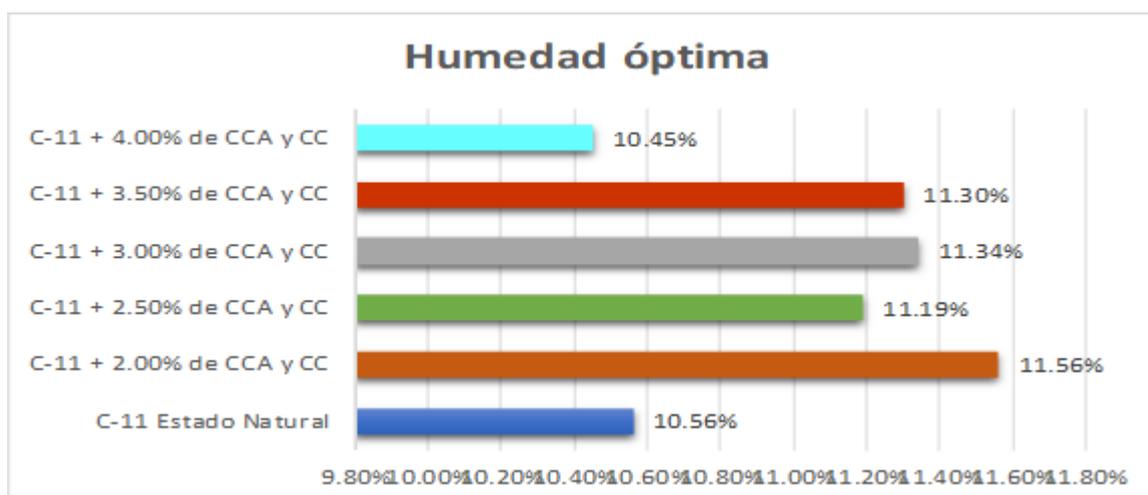


Figura 14: Humedad óptima C-11 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14, se determinó que en la calicata C-11, en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el OCH adquiere valores de:12.30 %, 11.90%, 11.34%, 8.77%, 7.89% y 9.02%, en las muestras al adicionar +2.00%, 2.50%, 3.00% y 3.50%, el IP se incrementó en 9.47%, 5.97%, 7.39% y 7.0%, respectivamente; y en la muestra al adicionar +4.00%, el IP disminuye en 1.04%; por lo tanto, el IP se incrementa en 9.47% y disminuye en 1.04%, que se refleja en las muestras al adicionar +2.00% y 4.00% de CCA y CC respectivamente

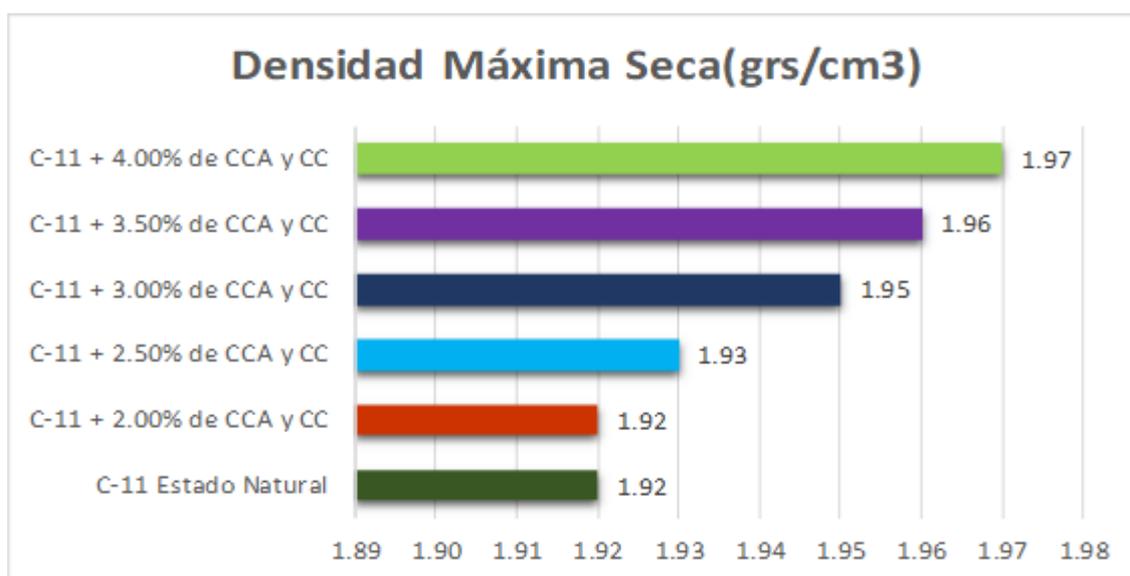


Figura 15: Densidad Máxima Seca C-11 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15, se determinó que la calicata C-11, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, la MDS adquiere valores de:1.92 gms/cm³, 1.92 gms/cm³, 1.93 gms/cm³, 1.95 gms/cm³, 1.96 gms/cm³ y 1.97 gms/cm³, obteniendo incrementos porcentuales de: 0.00%, 1.04%, 1.56%, 2.08% y 2.60% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo es 2.60%, que se refleja en la muestra al adicionar +4.00% de CCA y CC.

Tabla 11: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-14 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% CCA y CC.

| Condición de la muestra Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | Densidad Máxima Seca (grs/cm ³) | Humedad Optima |
|---|---|----------------|
| C-14 Estado Natural | 1.90 | 10.98% |
| C-14+2.00% CCA y CC | 1.89 | 11.45% |
| C-14+2.50% CCA y CC | 1.91 | 11.21% |
| C-14+3.00% CCA y CC | 1.89 | 10.98% |
| C-14+3.50% CCA y CC | 1.94 | 10.10% |
| C-14+4.00% CCA y CC | 1.98 | 10.45% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se muestran los resultados del ensayo de Proctor Modificado a la muestra de suelo C-04 en estado natural + adición de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, se determinó que el OCH para dichas muestras es 10.98 %, 11.45%, 11.21%, 10.98%, 10.10% y 10.45% respectivamente, en relación a su MDS para las mismas muestras fueron 1.90 grs/cm³, 1.89 grs/cm³, 1.91 grs/cm³, 1.89 grs/cm³ 1.94 s/cm³ y 1.98 grs/cm³ de lo que se podemos definir que estamos frente a un suelo de mediana plasticidad.

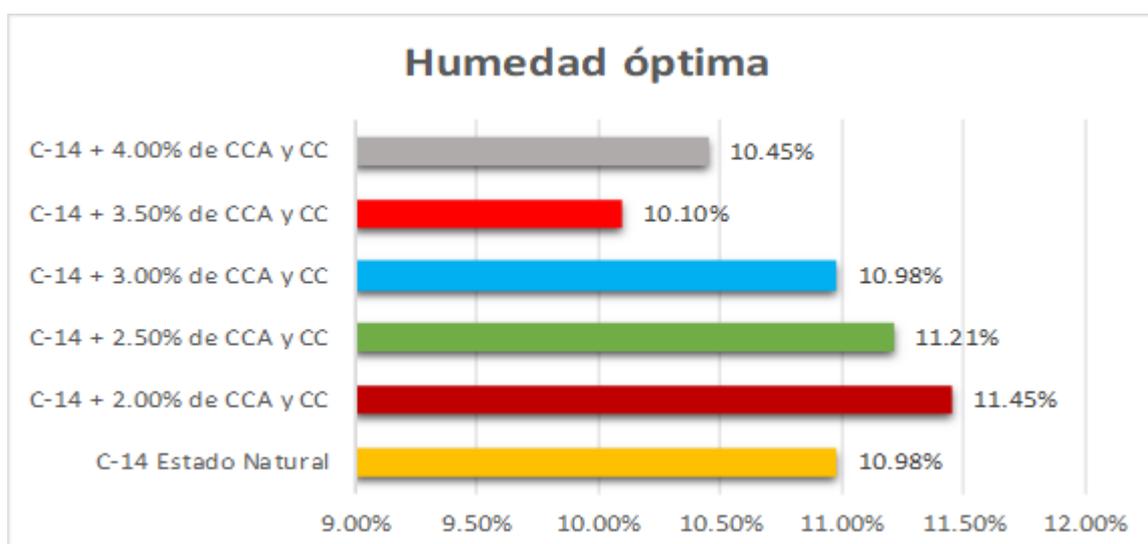


Figura 16: Humedad óptima C-14 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16, se determinó que en la calicata C-14, en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el OCH adquiere valores de:10.98 %, 11.45%, 11.21%, 10.98%, 10.10% y 10.45%, en las muestras al adicionar +2.00% y 2.50%, el IP se incrementó en 4.28% y 2.09%; y en las muestras al adicionar 3.00%, 3.50% y 4.00%, el IP disminuyó en 0.00%, 8.00% y 4.83% respectivamente; por lo tanto, el IP se incrementó en 4.28% y disminuyó en 8.00%, que se refleja en las muestras al adicionar +2.00% y +3.50% de CCA y CC, respectivamente.

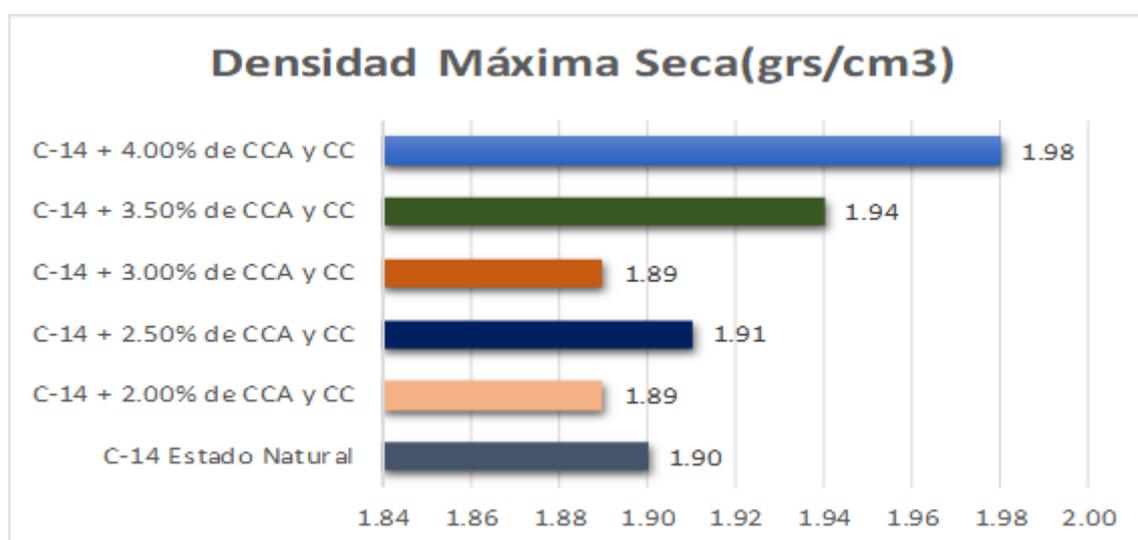


Figura 17: Densidad Máxima Seca C-14 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17, se determinó que la calicata C-14, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, la MDS adquiere valores de:1.90 gms/cm³, 1.89 gms/cm³, 1.91 gms/cm³, 1.89 gms/cm³. 1.94 gms/cm³ y 1.98 gms/cm³, en las muestras al adicionar +2.5%, 3.50% y 4.00%, la MDS se incrementó en 0.53%, 2.11% y 4.21%; y en las muestras al adicionar +2.00% y 3.00%, la MDS disminuyó en 0.53%; por lo tanto, la MDS se incrementó en 4.21% y disminuyo en 0.53%, que se refleja en las muestras +4.00% y 2.00%,3.00% respectivamente.

Tabla 12: Cuadro resumen de resultados de MDS y OCH de la muestra C-04, C-07, C-11 y C-14 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

| Condición de la muestra Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | Densidad Máxima Seca (grs/cm3) | Humedad Optima |
|--|---|-----------------------|
| C-04 Estado Natural | 1.92 | 12.30% |
| C-04+2.00% CCA y CC | 1.96 | 11.90% |
| C-04+2.50% CCA y CC | 1.97 | 11.34% |
| C-04+3.00% CCA y CC | 1.97 | 8.77% |
| C-04+3.50% CCA y CC | 2.01 | 7.89% |
| C-04+4.00% CCA y CC | 2.00 | 9.02% |
| C-07 Estado Natural | 1.87 | 10.37% |
| C-07+2.00% CCA y CC | 1.88 | 10.61% |
| C-07+2.50% CCA y CC | 1.94 | 10.11% |
| C-07+3.00% CCA y CC | 1.98 | 11.01% |
| C-07+3.50% CCA y CC | 1.99 | 10.55% |
| C-07+4.00% CCA y CC | 2.01 | 10.09% |
| C-11 Estado Natural | 1.92 | 10.56% |
| C-11+2.00% CCA y CC | 1.92 | 11.56% |
| C-11+2.50% CCA y CC | 1.93 | 11.19% |
| C-11+3.00% CCA y CC | 1.95 | 11.34% |
| C-11+3.50% CCA y CC | 1.96 | 10.30% |
| C-11+4.00% CCA y CC | 1.97 | 10.45% |
| C-14 Estado Natural | 1.90 | 10.98% |
| C-14+2.00% CCA y CC | 1.89 | 11.45% |
| C-14+2.50% CCA y CC | 1.91 | 11.21% |
| C-14+3.00% CCA y CC | 1.89 | 10.98% |
| C-14+3.50% CCA y CC | 1.94 | 10.10% |
| C-14+4.00% CCA y CC | 1.98 | 10.45% |

Fuente: Elaboración propia.

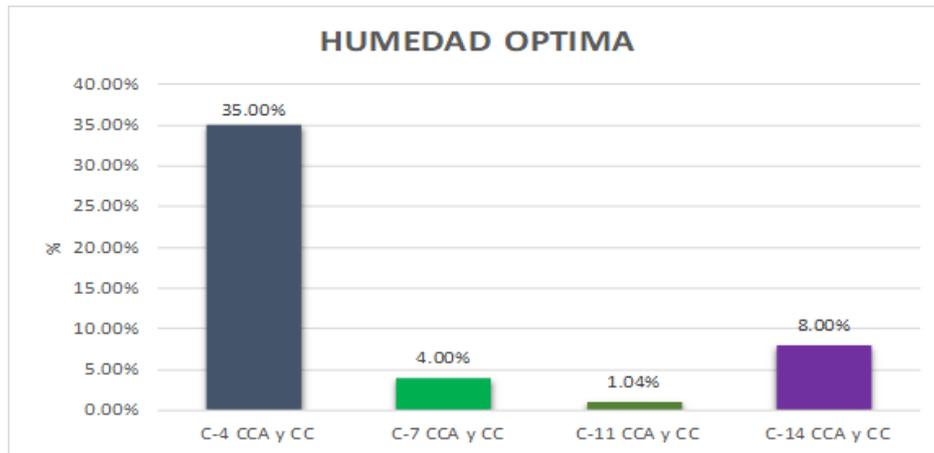


Figura 18: Cuadro resumen de Humedad óptima de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC (dosificación 50% de cada producto).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18 se observa el resumen de los ensayos de Proctor Modificado, a la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el OCH disminuyó en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, en 35.00%, 4.00%, 1.04% y 8.00% respectivamente y se incrementó en las calicatas C-07, C-11 y C-14 en 6.17%, 0.47% y 4.28% respectivamente, la dosificación en la que disminuyó fue al 4% de CCA y CC en la muestra de la calicata C-04, y la dosificación en la que se incrementó fue al 2% en la muestra de calicata C-11.

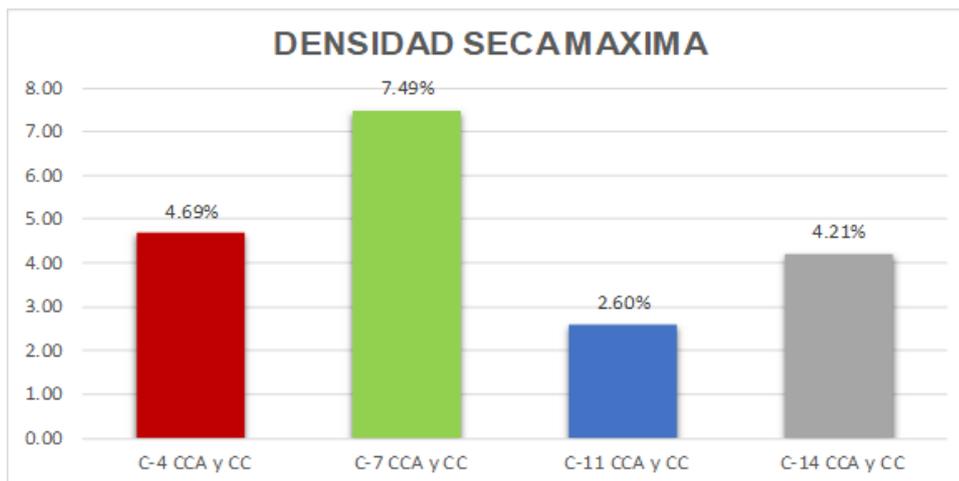


Figura 19: Cuadro resumen de MDS de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC (dosificación 50% de cada producto).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 19 se observa el resumen de los ensayos de Proctor Modificado, a la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, la MDS se incrementó en 4.69%, 7.49%, 2.60%, y 4.21%, respectivamente, siendo el óptimo incremento de 7.49% en la muestra de la calicata C-07 a una dosificación de +4.00% de CCA y CC.

California Baring Ratio (CBR) ASTM D 1883

De los ensayos CBR que se realizaron a las muestras de suelo de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, se establece la capacidad portante del suelo para ser empleada como sub rasante en el diseño de carreteras, se realizaron los ensayos CBR a las muestras antes mencionadas en estado natural + la adición de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC (en proporción porcentual de 50% de cada producto), para determinar la capacidad portante de las muestras se tuvieron que realizar 03 especímenes de cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, el espécimen N°01 se realizó con una energía de 27.7 Kg*cm/cm³ (56 golpes), el espécimen N°02 se realizó con una energía de 12.2 Kg*cm/cm³ (25 golpes), el espécimen N°03 se realizó con una energía de 6.1 Kg*cm/cm³ (12 golpes) y para los tres empecines una sobre carga de 4.53 kg tal como se observa en la tabla 13.



Figura 20: Ensayo CBR.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-04 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% Y 4.0% de adición de CCA y CC.

| Ensayo de CBR Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | CBR al 100% M.D.S. (0 .1” Penetración) | CBR al 95% M.D.S. (0 .1” Penetración) |
|--|---|--|
| C-04 Estado Natural | 8.82% | 5.31% |
| C-04+2.00% CCA y CC | 9.43% | 5.61% |
| C-04+2.50% CCA y CC | 9.54% | 5.67% |
| C-04+3.00% CCA y CC | 9.54% | 5.79% |
| C-04+3.50% CCA y CC | 10.12% | 7.83% |
| C-04+4.00% CCA y CC | 9.97% | 7.88% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se tenemos el resultado de la muestra C-04 en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC, para una penetración de 0.1” y al 100% de MDS, se determinaron valores de 8.82%, 9.43%, 9.54%, 9.54%, 10.12% y 9.97% de CBR respectivamente, así mismo se observa los resultados al 95% de MDS, siendo los valores de 5.31%, 5.61%, 5.67%, 5.79%, 7.83% y 7.88% de CBR, por lo que se define que los valores de CBR al 95% en la muestra de suelo arcilloso en estado natural, 2.0%, 2.5% y 3.0% de CCA y CC, son consideradas pobres, y al 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC son consideradas regulares, para su uso como subrasante, tal como estipula el manual de carretas –MTC, que CBR<6% es igual a sub rasante pobre y CBR < 10% es igual a sub rasante regular.

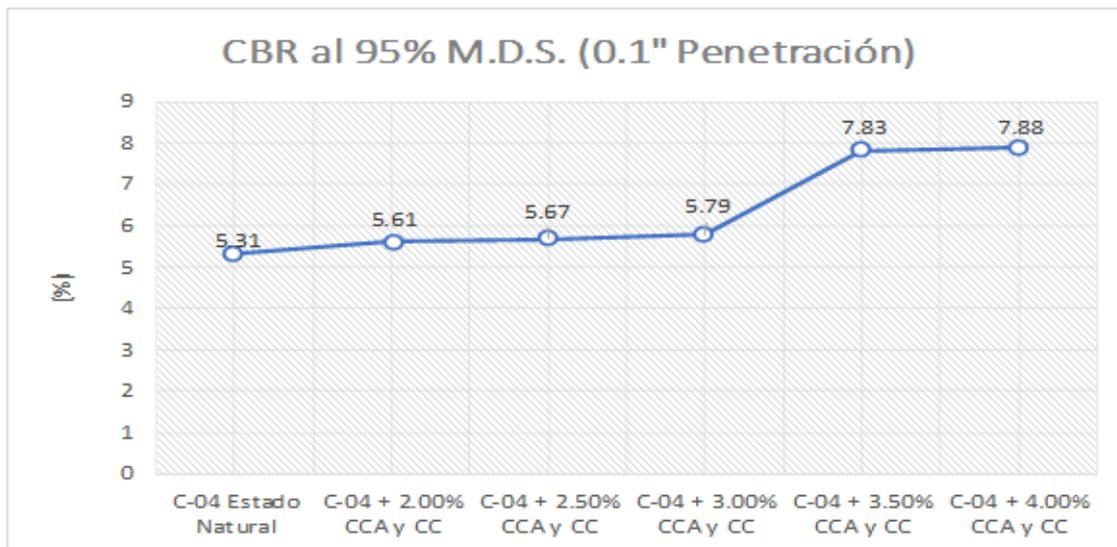


Figura 21: CBR C-04 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21, se determinó que la calicata C-04, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el CBR adquiere valores de: 5.31 %, 5.61%, 5.67%, 5.79%, 7.83% y 7.88%, donde el CBR incremento en 5.65%, 6.78%, 9.04%, 47.45% y 42.74% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo es 47.45%, que se refleja en la muestra al adicionar +4.00% de CCA y CC.

Tabla 14: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-07 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC.

| Ensayo de CBR Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | CBR al 100% M.D.S. (0.1" Penetración) | CBR al 95% M.D.S. (0.1" Penetración) |
|---|--|--|
| C-07 Estado Natural | 8.11% | 5.18% |
| C-07+2.00% CCA y CC | 8.25% | 5.26% |
| C-07+2.50% CCA y CC | 9.11% | 5.73% |
| C-07+3.00% CCA y CC | 9.69% | 6.05% |
| C-07+3.50% CCA y CC | 9.83% | 6.13% |
| C-07+4.00% CCA y CC | 10.12% | 6.29% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14 se tenemos el resultado de la muestra C-07 en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC, para una penetración de 0.1" y al 100% de MDS, se determinaron valores de 8.11%, 8.25%, 9.11%, 9.69%, 9.83% y 10.12% de CBR respectivamente, así mismo se observa los resultados al 95% de MDS, siendo los valores de 5.18%, 5.26%, 5.73%, 6.05%, 6.13% y 6.29% de CBR, por lo que se define que los valores de CBR al 95% en la muestra de suelo arcilloso en estado natural, 2.0% y 2.5% de CCA y CC, son consideradas pobres, y al 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC son consideradas regulares, para su uso como subrasante, tal como estipula el manual de carretas –MTC, que CBR<6% es igual a sub rasante pobre y CBR < 10% es igual a sub rasante regular.

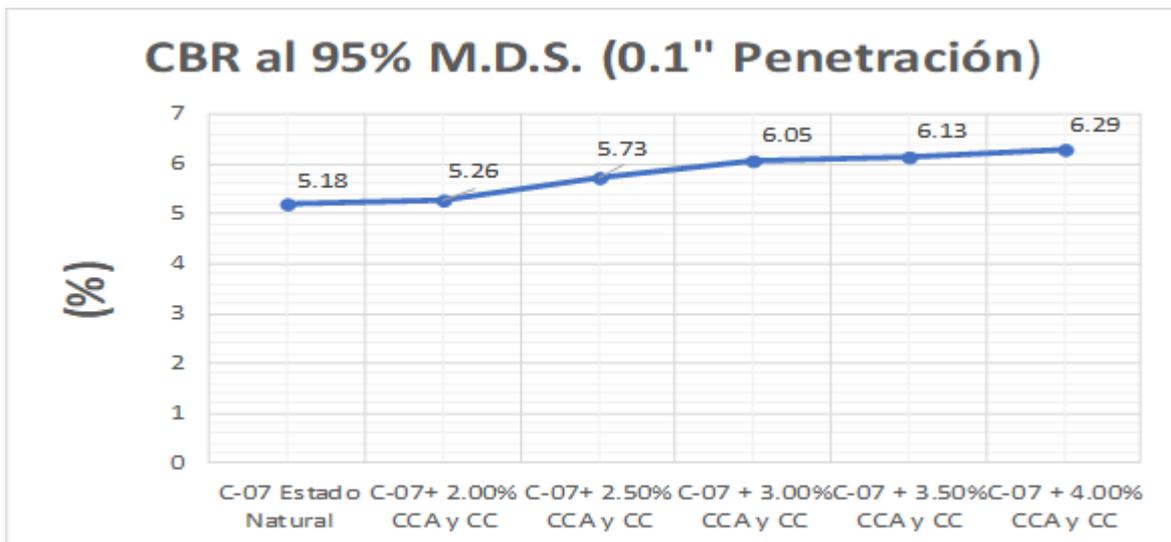


Figura 22: CBR C-07 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22, se determinó que la calicata C-07, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el CBR adquiere valores de: 5.18 %, 5.26%, 5.73%, 6.05%, 6.13% y 6.29%, donde el CBR incrementó en 1.54%, 10.61%, 16.80%, 18.34% y 21.43% respectivamente; por lo tanto, el porcentaje óptimo es 21.43%, que se refleja en la muestra al adicionar +4.00% de CCA y CC.

Tabla 15: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-11 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición CCA y CC.

| Ensayo de CBR Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | CBR al 100% M.D.S. (0 .1” Penetración) | CBR al 95% M.D.S. (0 .1” Penetración) |
|--|---|--|
| C-11 Estado Natural | 8.82% | 5.31% |
| C-11+2.00% CCA y CC | 8.82% | 5.31% |
| C-11+2.50% CCA y CC | 8.97% | 5.38% |
| C-11+3.00% CCA y CC | 9.25% | 5.42% |
| C-11+3.50% CCA y CC | 9.40% | 5.98% |
| C-11+4.00% CCA y CC | 9.54% | 6.70% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se tenemos el resultado de la muestra C-11 en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC, para una penetración de 0.1” y al 100% de MDS, se determinaron valores de 8.82%, 8.82%, 8.97%, 9.25%, 9.40% y 9.54% de CBR respectivamente, así mismo se observa los resultados al 95% de MDS, siendo los valores de 5.31%, 5.31%, 5.38%, 5.42%, 5.98% y 6.70% de CBR, por lo que se define que los valores de CBR al 95% en la muestra de suelo arcilloso en estado natural, 2.0%, 2.5%, 3.0% y 3.5% de CCA y CC, son consideradas pobres, y al 4.0% de adición de CCA y CC son consideradas regulares, para su uso como subrasante, tal como estipula el manual de carretas –MTC, que CBR<6% es igual a sub rasante pobre y CBR < 10% es igual a sub rasante regular.

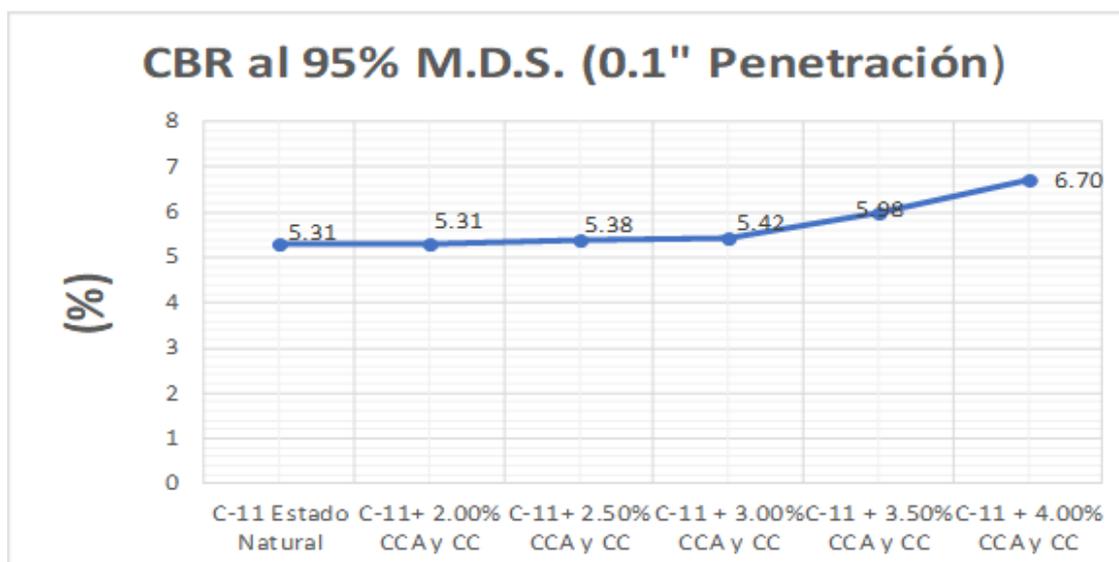


Figura 23: CBR C-11 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23, se determinó que la calicata C-11, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el CBR adquiere valores de: 5.31%, 5.31%, 5.38%, 5.42%, 5.98% y 6.70%, donde el CBR incremento en 0.0%, 1.32%, 2.07%, 12.62% y 26.18% respectivamente; por lo tanto, el óptimo es 26.18%, que se refleja en la muestra + 4.00% de CCA y CC.

Tabla 16: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-14 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC.

| Ensayo de CBR Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | CBR al 100% M.D.S. (0.1" Penetración) | CBR al 95% M.D.S. (0.1" Penetración) |
|---|--|--|
| C-14 Estado Natural | 8.54% | 5.17% |
| C-14+2.00% CCA y CC | 8.39% | 5.10% |
| C-14+2.50% CCA y CC | 8.68% | 5.24% |
| C-14+3.00% CCA y CC | 8.39% | 5.32% |
| C-14+3.50% CCA y CC | 9.11% | 6.10% |
| C-14+4.00% CCA y CC | 9.69% | 6.90% |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se tenemos el resultado de la muestra C-04 en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC, para una penetración de 0.1" y al 100% de MDS, se determinaron valores de 8.54%, 8.39%, 8.68%, 8.39%, 9.11% y 9.69% de CBR respectivamente, así mismo se observa los resultados al 95% de MDS, siendo los valores de 5.17%, 5.10%, 5.24%, 5.32%, 6.10% y 6.90% de CBR, por lo que se define que los valores de CBR al 95% en la muestra de suelo arcilloso en estado natural, 2.0%, 2.5% y 3.0% de CCA y CC, son consideradas pobres, y al 3.5% y 4.0% de adición de CCA y CC son consideradas regulares, para su uso como subrasante, tal como estipula el manual de carretas –MTC, que CBR<6% es igual a sub rasante pobre y CBR < 10% es igual a sub rasante regular.

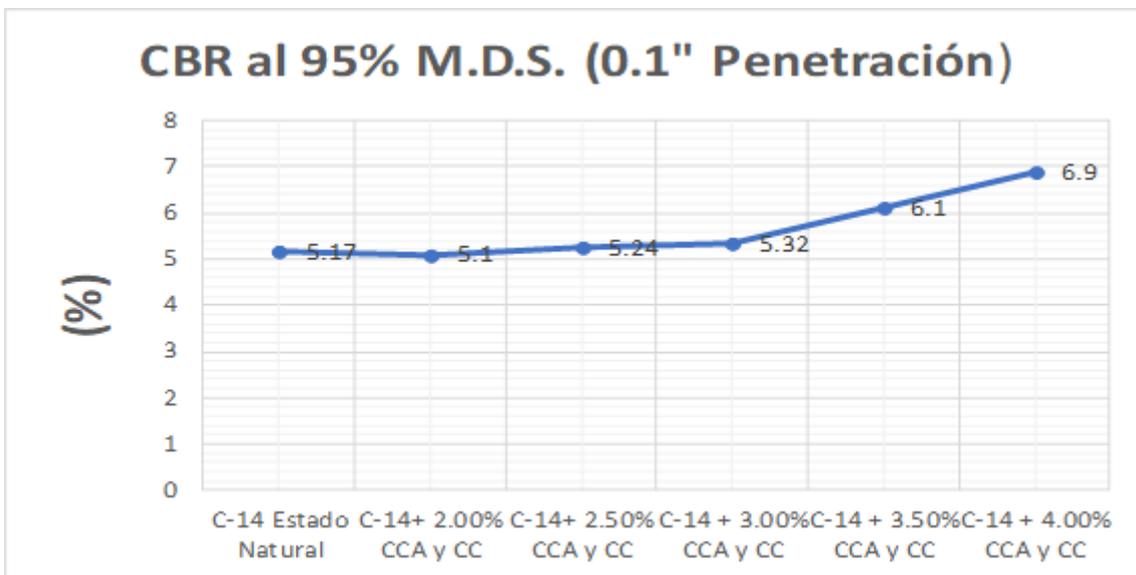


Figura 24: CBR C-14 con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 24, se determinó que la calicata C-14, en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, el CBR adquiere valores de: 5.17 %, 5.10%, 5.24%, 5.32%, 6.10% y 6.90%, donde el CBR se incrementó en 1.35%, 2.90%, 17.99% y 33.46%, en las muestras +2.50%, 3.00%, 3.50% y 4.00% de adición de CCA y CC, respectivamente, y disminuyó en 1.35%, en la muestra de 2.00% de CCA y CC, por lo tanto, el porcentaje óptimo es 33.46.46%, que se refleja en la muestra al adicionar +4.00% de CCA y CC.

Tabla 17: Cuadro resumen de resultados de CBR de la muestra C-04, C-07, C-11 y C-14 + dosificaciones de 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

| Ensayo de CBR Cenizas de cascara de arroz y carbón (CCA y CC) | CBR al 100% M.D.S. (0 .1" Penetración) | CBR al 95% M.D.S. (0 .1" Penetración) |
|--|---|--|
| C-04 Estado Natural | 8.82% | 5.31% |
| C-04+2.00% CCA y CC | 9.43% | 5.61% |
| C-04+2.50% CCA y CC | 9.54% | 5.67% |
| C-04+3.00% CCA y CC | 9.54% | 5.79% |
| C-04+3.50% CCA y CC | 10.12% | 7.83% |
| C-04+4.00% CCA y CC | 9.97% | 7.88% |
| C-07 Estado Natural | 8.11% | 5.18% |
| C-07+2.00% CCA y CC | 8.25% | 5.26% |
| C-07+2.50% CCA y CC | 9.11% | 5.73% |
| C-07+3.00% CCA y CC | 9.69% | 6.05% |
| C-07+3.50% CCA y CC | 9.83% | 6.13% |
| C-07+4.00% CCA y CC | 10.12% | 6.29% |
| C-11 Estado Natural | 8.82% | 5.31% |
| C-11+2.00% CCA y CC | 8.82% | 5.31% |
| C-11+2.50% CCA y CC | 8.97% | 5.38% |
| C-11+3.00% CCA y CC | 9.25% | 5.42% |
| C-11+3.50% CCA y CC | 9.40% | 5.98% |
| C-11+4.00% CCA y CC | 9.54% | 6.70% |
| C-14 Estado Natural | 8.54% | 5.17% |
| C-14+2.00% CCA y CC | 8.39% | 5.10% |
| C-14+2.50% CCA y CC | 8.68% | 5.24% |
| C-14+3.00% CCA y CC | 8.39% | 5.32% |
| C-14+3.50% CCA y CC | 9.11% | 6.10% |
| C-14+4.00% CCA y CC | 9.69% | 6.90% |

Fuente: Elaboración propia

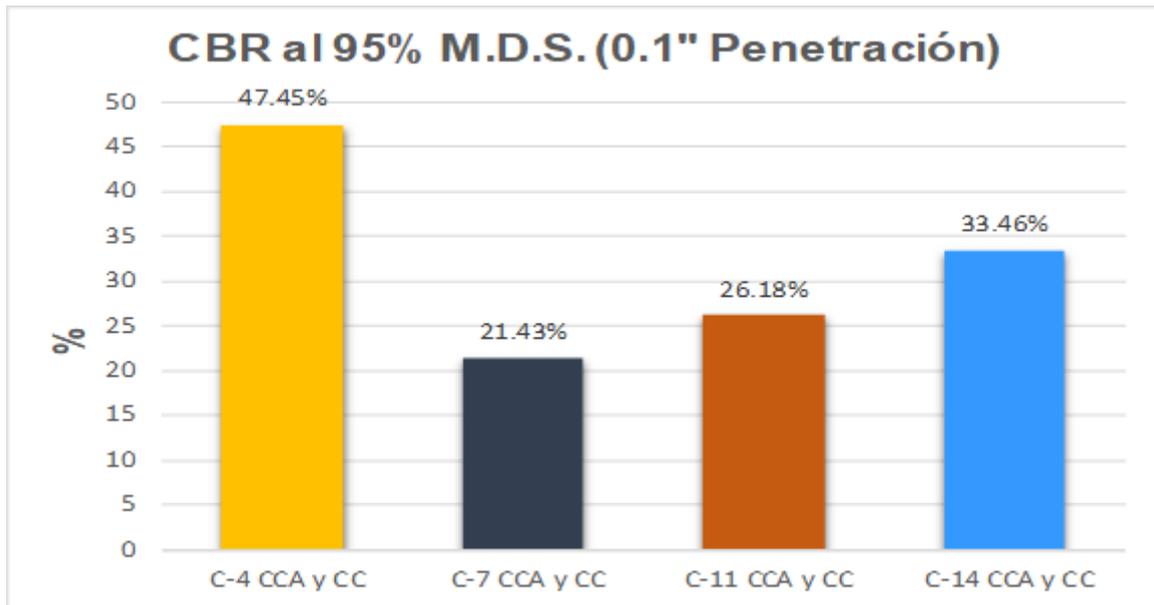


Figura 25: Cuadro resumen de CBR de las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, con adición del 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 25 muestra el resumen de los ensayos de CBR, a la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, donde el CBR se incrementó en 47.45%, 21.43%, 26.18% y 33.46%, respectivamente, siendo el óptimo incremento de 47.45% en la muestra de la calicata C-04 a una dosificación de +4.00% de CCA y CC.

V. DISCUSIÓN

OE1. Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la plasticidad de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.

Para la investigación de Goñas (2019), en su estudio denominado “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”, se determina la clasificación de su muestra, define un valor de 24.0% de índice de plasticidad (IP) a la muestra en estado natural y al adicionar 15%, 20% y 25% de cenizas de carbón (CC) a su muestra, los valores obtenidos son 21.00%, 19.00% y 16.00 %, respectivamente, se puede deducir que al agregar CC en un suelo de arcilloso (CH), el IP disminuye en 12.50%, 20.83% y 33.33%, respectivamente, siendo el óptimo de 33.33% a una dosificación de +25% de CC, pasando de un suelo de alta a media plasticidad²³.

Mientras tanto en esta investigación a diferencia de Goñas (2019), se conoció a través de los ensayos de Límites de Atterberg, que al adicionar a la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC (con participación de 50% de dosificación de cada producto), a las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, el IP disminuyó en 28.57%, 66.66%, 50.00%, y 40.00%, respectivamente, siendo la óptima disminución de 66.66% en la muestra de la calicata C-07 a una dosificación de +4.00%. de CCA y CC, tal como podemos inferir un descenso del IP pasando de un suelo de media a baja plasticidad.

Es así, que al realizar la comparación podemos decir que hay coincidencia en los resultados, puesto que, para Goñas y en la presente investigación, el IP disminuye a una mayor dosificación, reflejándose estos resultados en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14.

Lo cual es favorable por disminuir el índice de plasticidad, lo que implica para la presente investigación según el Manual del MTC, un suelo de subrasante de baja plasticidad $IP > 7\%$

²³ (GOÑAS Labajos , 2019)

El procedimiento para la determinación de resultados, fue el adecuado puesto que a través del ensayo de Límites de Atterberg, se logró determinar el Límite Líquido, Límite de plástico e Índice de plasticidad.

OE2. Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de arroz y carbón en la compactación de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.

Para la investigación de Romero y Solar (2020), en su tesis titulada “Influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de Lloc”, el autor determinó a través de los ensayos Proctor, la MDS y OCH de su muestra, tal como se observa en la siguiente tabla; se puede inferir que al adicionar cenizas de cáscara de arroz + cenizas de residuos de conchas de abanico (CCA + RCCA), en sus diferentes dosificaciones, en un suelo de arcilloso (CL), la MDS y el OCH se incrementaron en 19.30% y 42.85% respectivamente, a una dosificación óptima de +11.00% de (CCA+RCCA).

Mientras tanto en esta investigación a diferencia de Romero y Solar (2020), se conoció a través del ensayos Proctor, que al adicionar a la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC (con participación de 50% de dosificación de cada producto), a las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, la MDS incrementó en 4.69%, 7.49%, 2.60%, y 4.21%, respectivamente, siendo el óptimo de 7.49%, en la muestra al adicionar 4.00% de CCA y CC, de la calicata C-07.

El OCH disminuyó en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, en 35.00%, 4.00%, 1.04% y 8.00% respectivamente, la dosificación a la cual disminuyó fue al 4.00% de CCA y CC en la muestra C-04; y se incrementó en las calicatas C-07, C-11 y C-14, en 6.17%, 9.475 y 4.28% respectivamente, la dosificación a la cual se incrementó fue al 2% de CCA y CC en la muestra C-11.

Por tanto, podemos manifestar que los resultados coinciden, puesto que, para Romero y Solar, y en la presente investigación, la MDS se incrementa a una mayor dosificación, reflejándose estos resultados en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14.

Para el OCH, los resultados tienen similitud, puesto que, para Romero los valores se incrementan a una mayor dosificación, mientras que en la presente investigación los valores se incrementan en las calicatas C-04, C-11 y C-14 y disminuye en las 4 calicatas.

Lo cual es favorable por incrementarse la MDS, lo que implica para la presente investigación según el Manual del MTC, un suelo con una mejor compactación en la subrasante. Así mismo, Al disminuir el OCH, es favorable, debido a que el suelo presenta menor cantidad de humedad.

El procedimiento para la determinación de resultados, fue el adecuado puesto que a través del ensayo Proctor, se logró determinar la MDS y OCH.

OE3. Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de arroz y carbón en la resistencia de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.

Para la investigación de Romero y Solar (2020), en su tesis titulada “Influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de Lloc”, el autor determinó a través de los ensayos CBR de su muestra, tal como se observa en la siguiente tabla; se puede inferir que al adicionar cenizas de cáscara de arroz + cenizas de residuos de conchas de abanico, en sus diferentes dosificaciones, en un suelo de arcilloso (CL), el CBR se incrementó en 531.86%, a una dosificación óptima de +11.00%.

Mientras tanto en esta investigación a diferencia de Romero y Solar (2020), se conoció a través de los ensayos de CBR, que al adicionar a la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0% de CCA y CC (con participación de 50% de dosificación de cada producto), a las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, el CBR se incrementó en 47.45%, 21.43%, 26.18% y 33.46%, respectivamente, siendo el

óptimo incremento de 47.45% en la muestra de la calicata C-04, a una dosificación de +4.00%. de CCA y CC.

Por tanto, podemos manifestar que los resultados coinciden, puesto que, para Romero y Solar, y en la presente investigación, el CBR se incrementa a una mayor dosificación, reflejándose estos resultados en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14.

Lo cual es favorable por incrementarse el CBR, lo que implica para la presente investigación que se tiene una subrasante aceptable, de categoría regular, según el Manual del MTC.

El procedimiento para la determinación de resultados, fue el adecuado puesto que a través del ensayo CBR, se logró determinar el porcentaje del índice de CBR.

OE4 Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de arroz y carbón en la dosificación de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca

Por tanto, al comparar los resultados obtenidos se puede decir que, si hay coincidencia, y en la presente investigación, la dosificación genera cambios positivos en el mejoramiento de las propiedades al adicionar un mayor porcentaje, reflejándose estos resultados en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logra demostrar a través de los resultados que la estabilización de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca, respecto a la plasticidad mejora, lo que se evidencia al constatar que en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, el IP disminuyó en 28.57%, 66.66%, 50.00%, y 40.00%, respectivamente, siendo la óptima disminución de 66.66% en la muestra de la calicata C-07 a una dosificación de +4.00%.
2. Se evidencia a mediante los resultados que la estabilización de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, respecto a la máxima densidad seca (MDS), si mejora, lo que se evidencia al constatar que en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, la MDS se incrementó en 4.69%, 7.49%, 2.60%, y 4.21%, respectivamente, siendo el óptimo incremento de 7.49% en la muestra de la calicata C-07, al adicionar 4.00% de CCA y CC.
3. Respecto al óptimo Contenido de Humedad (OCH) se evidencia que en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, el OCH disminuyó en 35.00%, 4.00%, 1.04% y 8.00% respectivamente, siendo la óptima disminución de 35.00% en la muestra de la calicata C-04, al adicionar 4.00% de CCA y CC, Así mismo, en las calicatas C-07, C-11 y C-14, incrementó su valor en 6.17%, 9.47% y 4.285, respectivamente, siendo la dosificación en la cual se incrementa + 2.00% de adición de CCA y CC.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos, la estabilización de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, respecto a la resistencia del suelo mejora favorable y significativamente, lo que se evidencia en la muestra en estado natural + 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, de adición de CCA y CC, en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14, donde el CBR se incrementó en 47.45%, 21.43%, 26.18% y 33.46%, respectivamente, siendo el óptimo incremento de 47.45% en la muestra de la calicata C-04, los mismos de acuerdo a lo establecido en el Manual de carreteras (MTC), estarían dentro de un suelo de categoría regular de resistencia $CBR > 6\%$.

5. Los resultados respecto a la dosificación influyen positivamente en el mejoramiento de las propiedades al adicionar un mayor porcentaje, reflejándose estos resultados en las calicatas C-04, C-07, C-11 y C-14.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con futuras investigaciones para proponer alternativas de tratamientos de estabilización de suelos en la subrasante con productos ecológicos, de manera tal que sustituyan a los productos químicos.
2. Se recomienda cuando se realicen investigaciones con productos naturales, tener en consideración minuciosamente los resultados y la dosificación, para determinar una dosificación adecuada, para que los resultados sean reales y consistentes.
3. Se recomienda que dentro del proceso de tratamiento de productos que se encuentre en el ambiente natural o en la condición de residuo, se tenga en consideración la utilización de sustancias que eliminen las impurezas.
4. Se recomienda continuar con futuras investigaciones para el mejoramiento de suelos en la subrasante en porcentajes mayores a 2.0% de adición de cenizas de cáscaras de arroz y cenizas de carbón.

REFERENCIAS

- ANDREWS, Natalie. 2017. *Propiedades de las cenizas de la cascarilla de arroz*. s.l. : Universidad Estatal Paulista, 2017.
- ARANCIBIA Galleguillos, Carolina Alejandra. 2003. *Arcillas expansivas: comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución*. Valdivia : s.n., 2003. pág. 22.
- BAENA Paz, Guillermo. 2017. *Metodología de la Investigación*. s.l. : Grupo Editorial Patria, 2017. pág. 157. pág. 18.
- BOWLES , Joseph E. 1981. *Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería civil*. Bogotá : s.n., 1981. pág. 249. 9684510462.
- CAÑAR Triviano, E. 2017. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. Ambato, Ecuador : s.n., 2017. pág. 167.
- CASTRO Cuadra, A. 2014. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. pág. 211.
- DÍAZ Vásquez, F. 2018. *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín-Lonya Grande, Amazonas 2018*. Amazonas : s.n., 2018. pág. 128.
- Eatabilizacion de suelos arcillosos suaves con cenizas de aserrín*. HUSSEIN , K, MAKKI , A y MAHA, N. 2018. 1,1-8, Egipto : Americana de Ingeniería y Tecnología de Materiales. 2020, 2018, Vol. 8.
- Estabilización del suelo de algodón negro con ceniza de coco*. PADMAWATTI, K. 2019. Tamil Nadu : Revista Internacional de Investigación de Ingeniería y Tecnología (IRJET), 2019, Vol. 6.
- FLORES Delgadillo , Lourdes y ALCALÁ Martínez , Jorge René. 2010. *Manual de Procedimientos Analíticos*. 2010. pág. 56.
- GOMEZ , Evelyn. 2013. *Efecto de las condiciones iniciales de compactación dinámica en la presión de preconsolidación de un suelo*. 2013.

GOÑAS Labajos , Olger. 2019. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*. Chachapoyas : s.n., 2019. pág. 39.

KONG y SANJAYAN. 2007. *Fundamentos de ingeniería de Cimentaciones*. Madrid - España : s.n., 2007. pág. 462. 9788483227213.

LÓPEZ Toledo, Víctor Manuel. 2013. *NUEVOS CONGLOMERANTES BASADOS EN CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ*. Valencia : s.n., 2013. pág. 56.

MAMANI Barriga , Lux Eva y YATACO Quispe, Alejandro Jseús. 2017. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho*. Ayacucho : s.n., 2017. pág. 198.

MARTINEZ Ovalle , Segundo Agustin. 2017. *Caracterización de las cenizas volantes de una planta termoeléctrica para su posible uso como aditivo en la fabricación de cemento*. 2017.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. 2013. *MANUAL DE CARRETERAS Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : s.n., 2013. pág. 355.

OSORIO Martinez, Jose Fernando y CASAS Gerena, Ana Nicely. 2011. *Correlación P.D.C con C.B.R para suelos en la localidad de Suba*. Bogotá : s.n., 2011. pág. 80.

ROJAS Pulido, Leonardo. *Fabricación y evaluación del desempeño de quince ladrillos refractarios elaborados con ceniza volante producto de la combustión del carbón en las calderas de la central termozipa a diferentes temperaturas, de acuerdo a la norma ASTM C.113*. pág. 167.

ROMERO Ferrer, Vagnner Manuel y SOLAR Zegarra , Henry Rubén. 2020. *Influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de Lloc*. Trujillo : s.n., 2020. pág. 102, TESIS.

SANCHEZ, N. 2011. *El modelo de gestión y su incidencia en la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la municipalidad de tena*. Ambato,ecuador : s.n., 2011.

SERRANO Guzmán , María Fernanda. 2013. *Impacto de los derrames de crudo en las propiedades mecánicas de suelos arenosos*. Bogotá : s.n., 2013. pág. 12.

UGAZ, Lucia. 2006. *Fundamentos del pavimento para el desarrollo de la ingeniería*. Mexico : Thomson international, 2006. 9809800411.

VALVERDE G, A, Sarria L, B y Monteagudo Y, J. 2017. *Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz*. Colombia : Universidad Tecnológica de Pereira, 2017.

VEGA Guimarey, A. 2017. *Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac Alto provincia de Huaraz*. Huaraz : s.n., 2017.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

TÍTULO: “Mejoramiento de subrasante adicionando cenizas de cáscara de arroz y carbón entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca”. **AUTORES:** Carrasco Tineo Jhon Stalin – Gamarra Campos Roxana Medaly

| VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA | METODOLOGÍA |
|--|---|--|--------------|--|----------|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN | <p>Cenizas de carbón, La ceniza es “producto de la combustión del carbono y se produce en las fábricas, este método todavía se utiliza para el funcionamiento mecánico de sus fábricas de servicios, desde 1958 se quema y se utiliza como material reciclable para la estabilización de suelos”. (UMAN, José, 2012).</p> <p>Cenizas de arroz, La ceniza de cascarilla de arroz es “una sustancia con alto contenido en sílice (20%), por lo que es difícil de quemar y su biodegradabilidad es muy baja en condiciones naturales. La temperatura obtenida cuando se quema el residuo de arroz varía en función de determinadas condiciones, como 970 °C en seco, 650 °C si contiene cierto grado de humedad y 100 °C si se combina con combustible”. (Castro, 2017, p.55).</p> | <p>La ceniza de cascara de arroz y carbón es el producto de la combustión de un material compuesto por sustancias orgánicas no combustibles.</p> <p>Puede ser expulsada al aire como parte del humo.</p> <p>Para definir el porcentaje eficiente de las cenizas de cascara de arroz y carbón se realizará el molido de este para su aplicación en los ensayos.</p> | Dosificación | 2.00% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | De Razón | <p>Método: Científico</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativa</p> <p>Nivel: Explicativa Causal Correlacional</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población: Toda la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y falso Corral</p> <p>Muestra: 4 calicatas con CBR más desfavorable</p> <p>Técnica: Observación directa</p> <p>Instrumento de Investigación: Recopilación de Datos</p> |
| | | | | 2.50% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | | |
| | | | | 3.00% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | | |
| | | | | 3.50% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | | |
| | | | | 4.00% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | | |
| VARIABLE DEPENDIENTE SUBRASANTE | Según el MTC la subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportara la estructura del pavimento, y esta conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para construir un cuerpo estable en optimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito (2013 p.23) | La variable dependiente tiene 3 dimensiones y 6 indicadores los cuales tienen un instrumento con la que serán medidos | Plasticidad | Limite Liquido | | |
| | | | | Limite Plástico | | |
| | | | | Índice de plasticidad | | |
| | | | Compactación | Clasificación de Suelos | | |
| | | | | Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca | | |
| resistencia | Capacidad Portante del Suelo | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

TÍTULO: “Mejoramiento de subrasante adicionando cenizas de cáscara de arroz y carbón entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca”. **AUTORES:** Carrasco Tineo Jhon Stalin – Gamarra Campos Roxana Medaly

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES E INDICADORES | | |
|---|---|---|--|--|--|
| | | | Variable Independiente: Cenizas de cascara de arroz y carbón | | |
| | | | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos |
| <p>Problema general:</p> <p>¿Cómo influye la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en el mejoramiento de la subrasante, entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca?</p> | <p>Objetivo general:</p> <p>Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Carral, Huarmaca.</p> | <p>Hipótesis general:</p> <p>La adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón influyen en el mejoramiento de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.</p> | | | |
| | | | Dosificación | 2.00% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | Balanza de medición |
| | | | | 2.50% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | |
| | | | | 3.00% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | |
| | | | | 3.50% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | |
| | 4.00% de sustitución del peso para la ceniza de cascara de arroz y carbón. | | | | |
| <p>¿Cómo influye la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante, entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca?</p> <p>¿Cómo influye la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la compactación para el mejoramiento de la subrasante, entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca?</p> <p>¿Cómo influye la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la resistencia para el mejoramiento de la subrasante, entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca?</p> <p>¿Cómo influye la dosificación de las cenizas de cascara de arroz y carbón en el mejoramiento de la subrasante, entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca?</p> | <p>Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la plasticidad de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Carral, Huarmaca.</p> <p>Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la compactación de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Carral, Huarmaca.</p> <p>Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la resistencia de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Carral, Huarmaca.</p> <p>Mejorar la influencia de la adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón en la dosificación de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Carral, Huarmaca.</p> | <p>La adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón influyen en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.</p> <p>La adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón influyen en la compactación para el mejoramiento de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.</p> <p>La adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón influyen en la resistencia para el mejoramiento de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.</p> <p>La adición de las cenizas de cascara de arroz y carbón influyen en la dosificación para el mejoramiento de la subrasante entre los caseríos Santa Rosa y Falso Corral, Huarmaca.</p> | Variable Dependiente: Mejoramiento de la subrasante | | |
| | | | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos |
| | | | Plasticidad | Limite Liquido Limite Plástico Índice de plasticidad | Ficha de registros de datos del ensayo de consistencia |
| | | | Compactación | Clasificación de Suelos | Ficha de registros de datos del ensayo de Proctor modificado |
| | | | | Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca | |
| Resistencia | Capacidad Portante de la Subrasante | Ficha de registros de datos del ensayo de CBR | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos



CERTIFICA:

Mediante el presente certificado la empresa CORPORACION INCELL , con RUC 20602429998 , y domicilio legal en calle SAN MARTIN 800 – DISTRITO SAN JOSE– LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE ., por intermedio de don JORGE MANUEL LLICAN JACINTO , identificado con DNI 45736473 Tecnico de laboratorio general , y don VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE, identificado con reg CIP 84752 , en su calidad de JEFE DE LABORATORIO

Certifica que don JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS , tesistas de la carrera de ingeniería de civil ,de la prestigiosa universidad CESAR VALLEJO – SEDE CHICLAYO, a realizado sus ensayos de laboratorio en nuestras instalaciones para su proyecto de MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA

Durante las fechas 14 de Noviembre al 5 de diciembre del 2021.

Se expide el presente certificado para fines que crea conveniente.

Three signatures and stamps from INCELL. The first is for JORGE M. LLICAN JACINTO, LABORATORISTA. The second is for Juan Rubén Zunini Ojeda, Gerente General. The third is for VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE, INGENIERO CIVIL, CIP. N° 84752.

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

Contacto:
Celular: 922262735/ 943135318
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

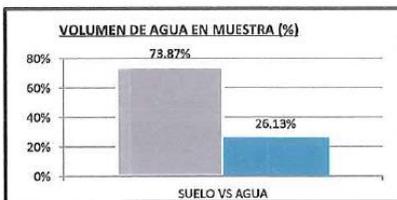
CERTIFICADO DE ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

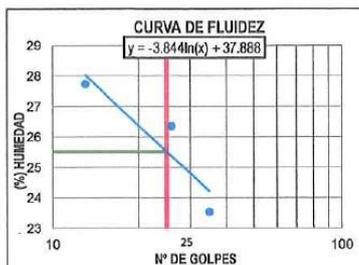
| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|-----|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-4 | CAPA: | M-1 | UBICACIÓN: | Km 3 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|-----|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | |
|-----------------------|--------|
| Nº TARRO | LP-07 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 134 |
| TARRO + SUELO SECO | 112 |
| PESO DEL AGUA | 22 |
| PESO DEL TARRO | 28 |
| PESO DEL SUELO SECO | 84.19 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 26.13% |



| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-03 | C-07 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 35 | 26 | 13 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.53 | 30.17 | 31.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 4.08 | 3.31 | 3.68 |
| PESO DEL TARRO | 14.11 | 14.30 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.34 | 12.56 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 23.53 | 26.35 | 27.73 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-04 | LP-15 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.92 | 31.40 | 31.16 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.25 | 0.41 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 28.76 | 27.05 | 27.91 |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.91 | 3.94 | 2.93 |
| % DE HUMEDAD | 13.09 | 10.41 | 11.75 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 26 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 12 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 14 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268

CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA

CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 2060242 9998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

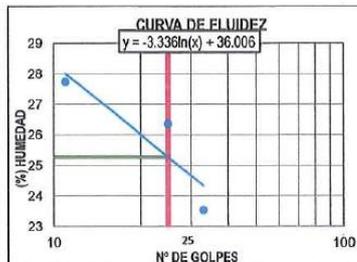
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-4 | CAPA: | 1.% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 3 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-03 | C-07 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 33 | 25 | 11 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.53 | 30.17 | 31.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 4.08 | 3.31 | 3.68 |
| PESO DEL TARRO | 14.11 | 14.30 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.34 | 12.56 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 23.53 | 26.35 | 27.73 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-04 | LP-11 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.90 | 31.40 | 31.15 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.23 | 0.41 | 0.32 |
| PESO DEL TARRO | 28.76 | 28.00 | 28.38 |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.91 | 2.99 | 2.45 |
| % DE HUMEDAD | 12.04 | 13.71 | 12.88 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 25 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 13 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 12 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021 , BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021 , HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021 , TAMIZ Nº40

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021 ,EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
 RUC 20602429998
 Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

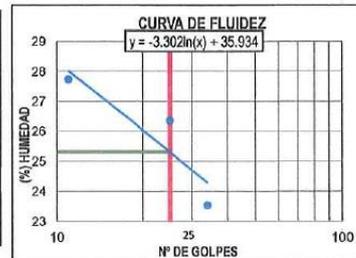
Contacto:
 Celular: 922262735/951659853
 Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-4 | CAPA: | 1.25% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.25% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 3 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE LÍQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| | C-03 | C-07 | C-01 |
| Nº TARRO | 34 | 25 | 11 |
| Nº DE GOLPES | 34 | 25 | 11 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.53 | 30.17 | 31.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 4.08 | 3.31 | 3.68 |
| PESO DEL TARRO | 14.11 | 14.30 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.34 | 12.56 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 23.53 | 26.35 | 27.73 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| | LP-04 | LP-11 | PROM. |
| Nº TARRO | 34 | 25 | 11 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.90 | 31.40 | 31.15 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.23 | 0.41 | 0.32 |
| PESO DEL TARRO | 28.76 | 28.00 | 28.38 |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.91 | 2.99 | 2.45 |
| % DE HUMEDAD | 12.04 | 13.71 | 12.88 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | |
|--------------------|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) 25 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) 13 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) 12 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
 REGISTRO INDECOPI N° 00130268


 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

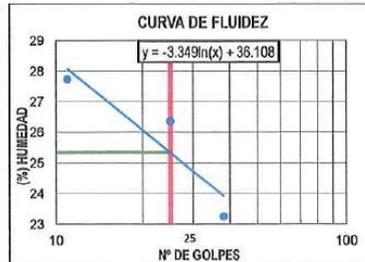
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|---|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-4 | CAPA: | 1.5% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.5% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 3 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|---|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-05 | C-07 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 38 | 25 | 11 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.53 | 30.17 | 31.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 4.08 | 3.31 | 3.68 |
| PESO DEL TARRO | 13.90 | 14.30 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.55 | 12.56 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 23.25 | 26.35 | 27.73 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-04 | LP-11 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.90 | 31.40 | 31.15 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.64 | 30.99 | 30.82 |
| AGUA | 0.26 | 0.41 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 28.76 | 28.00 | 28.38 |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.88 | 2.99 | 2.44 |
| % DE HUMEDAD | 13.83 | 13.71 | 13.77 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 25 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 14 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 11 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


CORPORACION INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


CORPORACION INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

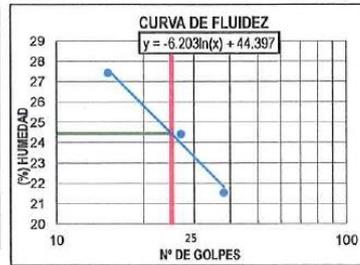
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|---|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-4 | CAPA: | 1.75% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.75% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 3 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|---|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-04 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 38 | 27 | 15 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.22 | 30.09 | 31.09 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.77 | 3.23 | 3.64 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 13.63 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 13.23 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 21.54 | 24.41 | 27.43 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-04 | LP-11 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.90 | 31.40 | 31.15 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.64 | 30.99 | 30.82 |
| AGUA | 0.26 | 0.41 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 28.76 | 28.00 | 28.38 |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.88 | 2.99 | 2.44 |
| % DE HUMEDAD | 13.83 | 13.71 | 13.77 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 24 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 14 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 10 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0937-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0920-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0933-032-2021, TAMIZ Nº40

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0926-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


 CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICÁN JACINTO
 LABORATORISTA


 CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

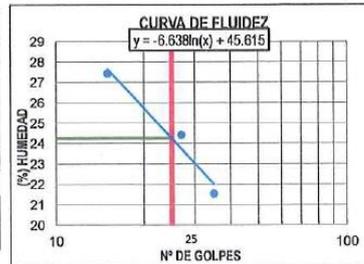
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-4 | CAPA: | 2% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 2% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 3 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-04 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 35 | 27 | 15 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.22 | 30.09 | 31.09 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.77 | 3.23 | 3.64 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 13.63 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 13.23 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 21.54 | 24.41 | 27.43 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-04 | LP-11 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.90 | 31.40 | 31.15 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.64 | 30.99 | 30.82 |
| AGUA | 0.26 | 0.41 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 28.76 | 28.00 | 28.38 |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.88 | 2.99 | 2.44 |
| % DE HUMEDAD | 13.83 | 13.71 | 13.77 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 24 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 14 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 10 |

Observaciones:

- Normativa

- NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI N° 00130268


CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICÁN JACINTO
 LABORATORISTA


CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

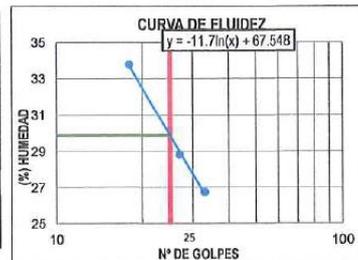
| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|-----|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-7 | CAPA: | M-1 | UBICACIÓN: | Km 6 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|-----|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | |
|-----------------------|--------|
| Nº TARRO | - |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 311 |
| TARRO + SUELO SECO | 271 |
| PESO DEL AGUA | 40 |
| PESO DEL TARRO | 0 |
| PESO DEL SUELO SECO | 271 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 14.76% |



| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-03 | C-04 | C-07 |
| Nº DE GOLPES | 33 | 27 | 18 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 41.22 | 40.23 | 43.33 |
| TARRO+SUELO SECO | 35.50 | 34.28 | 36.00 |
| AGUA | 5.72 | 5.95 | 7.33 |
| PESO DEL TARRO | 14.11 | 13.63 | 14.30 |
| PESO DEL SUELO SECO | 21.39 | 20.65 | 21.70 |
| % DE HUMEDAD | 26.74 | 28.81 | 33.78 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-12 | LP-21 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 40.44 | 31.40 | 35.92 |
| TARRO+SUELO SECO | 37.50 | 30.99 | 34.25 |
| AGUA | 2.94 | 0.41 | 1.68 |
| PESO DEL TARRO | 26.78 | 28.03 | 27.41 |
| PESO DEL SUELO SECO | 10.72 | 2.96 | 6.84 |
| % DE HUMEDAD | 27.43 | 13.85 | 20.64 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 30 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 21 |
| ÍNDICE PLASTICIDAD | (IP) | 9 |

Observaciones:

- Normativa
 - NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 - NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
- REGISTRO INDECOPI N° 00130268

CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LUJÁN JACOB
 LABORATORISTA

CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
 RUC 2060242 9998
 Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

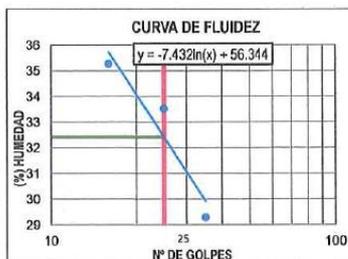
Contacto:
 Celular: 922262735/951659853
 Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-7 | CAPA: | 1% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1% CENIZAS DE CARBÓN | UBICACIÓN: | Km 6 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-03 | C-07 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 35 | 25 | 16 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 36.53 | 31.07 | 32.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 5.08 | 4.21 | 4.68 |
| PESO DEL TARRO | 14.11 | 14.30 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.34 | 12.56 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 29.30 | 33.52 | 35.27 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-11 | LP-15 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.40 | 31.78 | 31.59 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.73 | 0.79 | 0.76 |
| PESO DEL TARRO | 28.00 | 27.05 | 27.53 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.67 | 3.94 | 3.31 |
| % DE HUMEDAD | 27.34 | 20.05 | 23.70 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 32 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 24 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 8 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI N° 00130268


CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICÁN JACINTO
 LABORATORISTA


CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

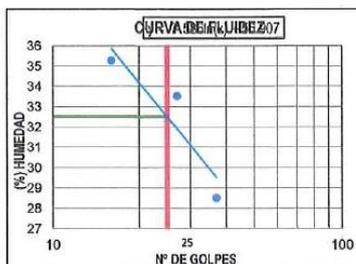
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|---|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-7 | CAPA: | 1.25% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.25% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 6 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|---|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-04 | C-07 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 37 | 27 | 16 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 36.53 | 31.07 | 32.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 5.08 | 4.21 | 4.68 |
| PESO DEL TARRO | 13.63 | 14.30 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.82 | 12.56 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 28.51 | 33.52 | 35.27 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-11 | LP-15 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.42 | 31.79 | 31.61 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.93 | 30.80 |
| AGUA | 0.75 | 0.86 | 0.81 |
| PESO DEL TARRO | 28.00 | 27.05 | 27.53 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.67 | 3.88 | 3.28 |
| % DE HUMEDAD | 28.09 | 22.16 | 25.13 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 32 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 25 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 7 |

Observaciones:

- Normativa
 - NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 - NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI N° 00130268


 CORPORACION INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


 CORPORACION INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
 RUC 20602429998
 Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

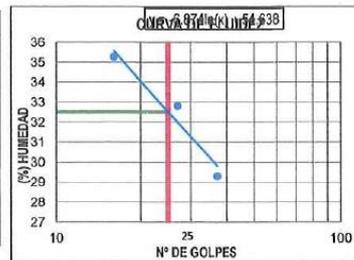
Contacto:
 Celular: 922262735/951659853
 Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-7 | CAPA: | 1.5% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.5% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 6 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE LÍQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-10 | C-01 | C-09 |
| Nº DE GOLPES | 37 | 27 | 16 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 36.51 | 31.02 | 32.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 5.06 | 4.16 | 4.68 |
| PESO DEL TARRO | 14.18 | 14.18 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.27 | 12.68 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 29.30 | 32.81 | 35.27 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-11 | LP-15 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.41 | 31.79 | 31.60 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.60 | 30.94 | 30.77 |
| AGUA | 0.81 | 0.85 | 0.83 |
| PESO DEL TARRO | 28.00 | 27.05 | 27.53 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.60 | 3.89 | 3.25 |
| % DE HUMEDAD | 31.15 | 21.85 | 26.50 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 33 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 27 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 6 |

Observaciones:

- Normativa
- NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
- REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


CORPORACION INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


CORPORACION INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

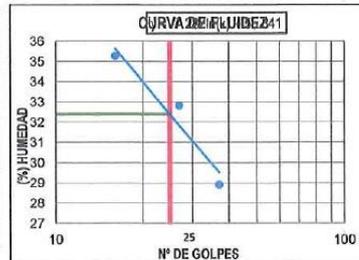
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-7 | CAPA: | 1.75% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.75% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 6 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-01 | C-09 |
| Nº DE GOLPES | 37 | 27 | 16 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 36.51 | 31.02 | 32.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 5.06 | 4.16 | 4.68 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.18 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.68 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 28.91 | 32.81 | 35.27 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-11 | LP-15 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.41 | 31.79 | 31.60 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.60 | 30.94 | 30.77 |
| AGUA | 0.81 | 0.85 | 0.83 |
| PESO DEL TARRO | 28.00 | 27.05 | 27.53 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.60 | 3.89 | 3.25 |
| % DE HUMEDAD | 31.15 | 21.85 | 26.50 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 32 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 27 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 5 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0393-032-2021, TAMIZ Nº40

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

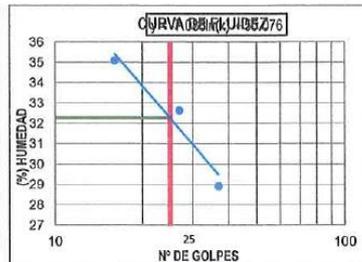
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|
| MUESTRA: | C-7 | CAPA: | 2% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 2% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 6 + 000 |
|-----------------|-----|--------------|--|-------------------|------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LÍQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-03 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 37 | 27 | 16 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 36.51 | 31.02 | 32.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 5.06 | 4.16 | 4.68 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.11 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.75 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 28.91 | 32.63 | 35.08 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-11 | LP-17 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.41 | 31.79 | 31.60 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.60 | 30.94 | 30.77 |
| AGUA | 0.81 | 0.85 | 0.83 |
| PESO DEL TARRO | 28.00 | 27.74 | 27.87 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.60 | 3.20 | 2.90 |
| % DE HUMEDAD | 31.15 | 26.56 | 28.86 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 32 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 29 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 3 |

Observaciones:

- Normativa

- NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
- REGISTRO INDECOPI N° 00130268


CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

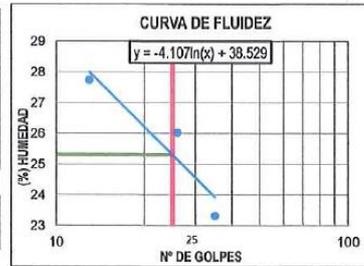
| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|-----|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-11 | CAPA: | M-1 | UBICACIÓN: | Km 10 + 000 |
|-----------------|------|--------------|-----|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | |
|-----------------------|--------|
| Nº TARRO | LP-09 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 178 |
| TARRO + SUELO SECO | 145 |
| PESO DEL AGUA | 33 |
| PESO DEL TARRO | 27 |
| PESO DEL SUELO SECO | 117.59 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 28.06% |



| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-08 | C-01 |
| Nº DE GOLPES | 35 | 26 | 13 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.53 | 30.17 | 31.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 4.08 | 3.31 | 3.68 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.14 | 14.18 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.72 | 13.27 |
| % DE HUMEDAD | 23.31 | 26.02 | 27.73 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-04 | LP-11 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.92 | 31.40 | 31.16 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.25 | 0.41 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 28.76 | 28.00 | 28.38 |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.91 | 2.99 | 2.45 |
| % DE HUMEDAD | 13.09 | 13.71 | 13.40 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 25 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 13 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 12 |

Observaciones:

- Normativa

- NTP 399.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 399.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
- REGISTRO INDECOPI Nº 00130268

CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA

CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

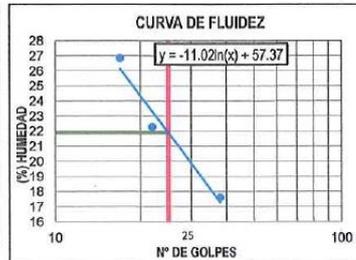
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-11 | CAPA: | 1% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 10 + 000 |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-02 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 38 | 22 | 17 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.53 | 29.67 | 31.03 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.08 | 2.81 | 3.58 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.24 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.62 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.60 | 22.27 | 26.84 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.00 | 31.27 | 31.14 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.33 | 0.28 | 0.31 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 11.54 | 12.96 | 12.25 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 22 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 12 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 10 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI N° 00130268

CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN
 LABORATORIO

CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

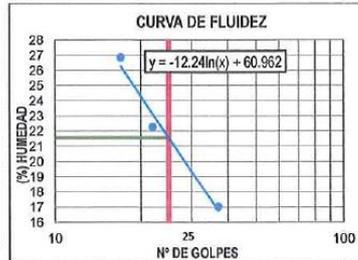
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-11 | CAPA: | 1.25% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.25% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 10 + 000 |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-02 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 37 | 22 | 17 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.43 | 29.67 | 31.03 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 2.98 | 2.81 | 3.58 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.24 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.62 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.03 | 22.27 | 26.84 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.05 | 31.27 | 31.16 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.38 | 0.28 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 13.29 | 12.96 | 13.12 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 22 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 13 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 9 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI N° 00130268


CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN
 LABORATORISTA


CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

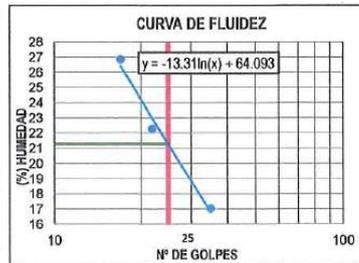
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-11 | CAPA: | 1.5% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.5% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 10 + 000 |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-02 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 35 | 22 | 17 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.43 | 29.67 | 31.03 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 2.98 | 2.81 | 3.58 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.24 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.62 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.03 | 22.27 | 26.84 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.05 | 31.27 | 31.16 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.38 | 0.28 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 13.29 | 12.96 | 13.12 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 21 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 13 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 8 |

Observaciones:

- Normativa
 - NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 - NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021 , BALANZA
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021 , HORNO DE LABORATORIO
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021 , TAMIZ Nº40
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021 ,EQUIPO COPA CASA GRANDE
 - REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


CORPORACION INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


CORPORACION INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

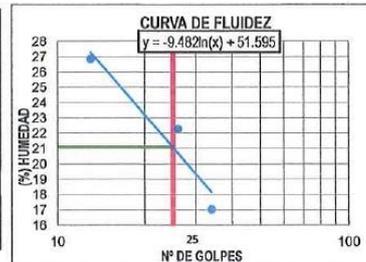
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-11 | CAPA: | 1.75% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.75% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 10 + 000 |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-02 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 34 | 26 | 13 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.43 | 29.67 | 31.03 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 2.98 | 2.81 | 3.58 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.24 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.62 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.03 | 22.27 | 26.84 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.09 | 31.27 | 31.18 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.42 | 0.28 | 0.35 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 14.69 | 12.96 | 13.82 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 21 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 14 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 7 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0325-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
 REGISTRO INDECOPI N° 00130258


CORPORACION INCELL
 JORGE M. LLICAN JARA
 LABORATORISTA


CORPORACION INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 2060242 9998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

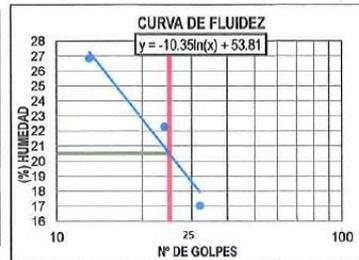
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|--------------|
| MUESTRA: | C-11 | CAPA: | 2% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 2% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 1.0 + 000 |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|--------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-02 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 32 | 24 | 13 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.43 | 29.67 | 31.03 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 2.98 | 2.81 | 3.58 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.24 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.62 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.03 | 22.27 | 26.84 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.09 | 31.27 | 31.18 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.42 | 0.28 | 0.35 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 14.69 | 12.96 | 13.82 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 20 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 14 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 6 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


CORPORACION INCELL
 JORGE M. LLICAN JIMENEZ
 LABORATORISTA


CORPORACION INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

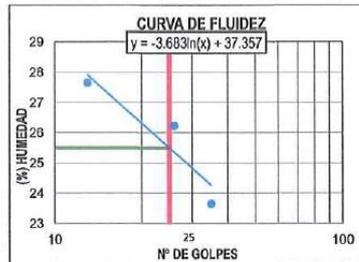
| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|-----|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-14 | CAPA: | M-1 | UBICACIÓN: | Km 13 + 000 |
|-----------------|------|--------------|-----|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | |
|-----------------------|--------|
| Nº TARRO | LP-07 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 162 |
| TARRO + SUELO SECO | 134 |
| PESO DEL AGUA | 28 |
| PESO DEL TARRO | 28 |
| PESO DEL SUELO SECO | 106.19 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 26.37% |



| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-12 | C-02 | C-08 |
| Nº DE GOLPES | 35 | 26 | 13 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 35.53 | 30.17 | 31.13 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 4.08 | 3.31 | 3.68 |
| PESO DEL TARRO | 14.20 | 14.24 | 14.14 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.25 | 12.62 | 13.31 |
| % DE HUMEDAD | 23.65 | 26.23 | 27.65 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-11 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.92 | 31.40 | 31.16 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.25 | 0.41 | 0.33 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.00 | 27.91 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.99 | 2.93 |
| % DE HUMEDAD | 8.74 | 13.71 | 11.23 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 26 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 11 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 15 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI N° 00130268

CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA

CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

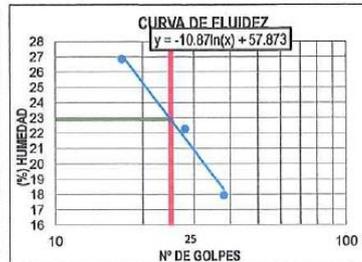
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | Lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-14 | CAPA: | 1% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 13 + 000 |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE LÍQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-02 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 38 | 28 | 17 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.59 | 29.67 | 31.03 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.14 | 2.81 | 3.58 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.24 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.62 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.94 | 22.27 | 26.84 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.00 | 31.13 | 31.07 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.33 | 0.14 | 0.23 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 11.54 | 6.48 | 9.01 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 23 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 9 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 14 |

Observaciones:

.- Normativa

- NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40
- CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
- REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


 JORGE M. LLICANJAI
 LABORATORISTA


 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

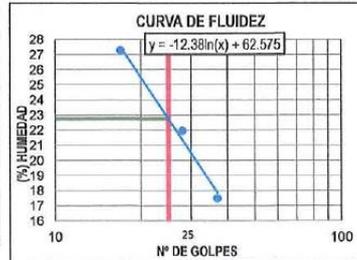
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-14 | CAPA: | 1.25% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.25% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 13 + 000 |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-11 | C-02 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 37 | 28 | 17 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.51 | 29.63 | 31.09 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.06 | 2.77 | 3.64 |
| PESO DEL TARRO | 13.95 | 14.24 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.50 | 12.62 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.49 | 21.95 | 27.29 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.00 | 31.19 | 31.10 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.33 | 0.20 | 0.27 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 11.54 | 9.26 | 10.40 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 23 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 10 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 13 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268



CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICÁN JARA
 LABORATORISTA



CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
 RUC 20602429998
 Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

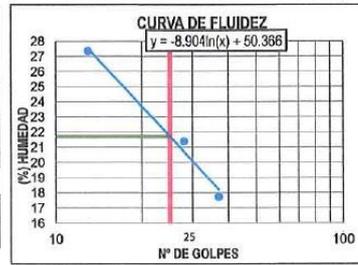
Contacto:
 Celular: 922262735/951659853
 Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-14 | CAPA: | 1.5% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.5% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 13 + 000 |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-10 | C-05 | C-08 |
| Nº DE GOLPES | 37 | 28 | 13 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.51 | 29.63 | 31.09 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.06 | 2.77 | 3.64 |
| PESO DEL TARRO | 14.18 | 13.90 | 14.14 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.27 | 12.96 | 13.31 |
| % DE HUMEDAD | 17.72 | 21.37 | 27.35 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.00 | 31.19 | 31.10 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.33 | 0.20 | 0.27 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 11.54 | 9.26 | 10.40 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 22 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 10 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 12 |

Observaciones:

- Normativa

- NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
- REGISTRO INDECOPI N° 00130268


CORPORACION INCELL
 JORGE M. LLICAN
 LABORATORISTA


CORPORACION INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martin 800 – San José - Lambayeque

Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-14 | CAPA: | 1.5% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 1.5% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 13 + 000 |
|-----------------|------|--------------|---|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| | C-10 | C-05 | C-08 |
| Nº TARRO | 33 | 28 | 13 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.51 | 29.63 | 31.09 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.06 | 2.77 | 3.64 |
| PESO DEL TARRO | 14.18 | 13.90 | 14.14 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.27 | 12.96 | 13.31 |
| % DE HUMEDAD | 17.72 | 21.37 | 27.35 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| Nº TARRO | 31.00 | 31.19 | 31.10 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.33 | 0.20 | 0.27 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 11.54 | 9.26 | 10.40 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 21 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 10 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 11 |

Observaciones:

- Normativa
 - NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 - NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0337-032-2021, BALANZA
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0333-032-2021, TAMIZ Nº40
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
- REGISTRO INDECOPI Nº 00130268


JORGE M. LLICAN IN
 LABORATORISTA


VÍCTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 C.T.P. Nº 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 2060242 9998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

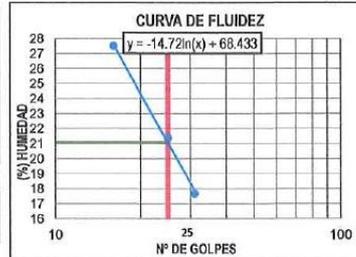
Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

CERTIFICADO DE ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

| | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| PROYECTO: | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| UBICACIÓN: | CASERÍOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA | | |
| CONSULTOR: | - | | |
| SOLICITANTE: | JHON STALIN CARRASCO TINEO Y ROXANA MEDALY GAMARRA CAMPOS | | |
| FECHA DE ENSAYO: | lunes, 15 de noviembre de 2021 | CODIGO DE EXPEDIENTE: | 0057-2021/CISAC |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|
| MUESTRA: | C-14 | CAPA: | 2% CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ + 2% CENIZAS DE CARBON | UBICACIÓN: | Km 13 + 000 |
|-----------------|------|--------------|--|-------------------|-------------|

| DATOS DE ENSAYO | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | C-09 | C-05 | C-03 |
| Nº DE GOLPES | 31 | 25 | 16 |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 34.50 | 29.63 | 31.12 |
| TARRO+SUELO SECO | 31.45 | 26.86 | 27.45 |
| AGUA | 3.05 | 2.77 | 3.67 |
| PESO DEL TARRO | 14.18 | 13.90 | 14.11 |
| PESO DEL SUELO SECO | 17.27 | 12.96 | 13.34 |
| % DE HUMEDAD | 17.66 | 21.37 | 27.51 |



| DATOS DE ENSAYO | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| Nº TARRO | LP-07 | LP-05 | PROM. |
| TARRO+SUELO HUMEDO | 31.11 | 31.19 | 31.15 |
| TARRO+SUELO SECO | 30.67 | 30.99 | 30.83 |
| AGUA | 0.44 | 0.20 | 0.32 |
| PESO DEL TARRO | 27.81 | 28.83 | 28.32 |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.86 | 2.16 | 2.51 |
| % DE HUMEDAD | 15.38 | 9.26 | 12.32 |

| | |
|-------------------|----|
| SUELO NO PLÁSTICO | NO |
|-------------------|----|

| RESULTADOS | | |
|--------------------|------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | (LL) | 21 |
| LÍMITE PLÁSTICO | (LP) | 12 |
| INDICE PLASTICIDAD | (IP) | 9 |

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.127. Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0320-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0333-032-2021, TAMIZ N°40

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOPI N° 00130268


CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICÁN J.M.
 LABORATORISTA


CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CORPORACION INCELL S.A.C
RUC 20602429998
Of./Lab. San Martín 800 – San José - Lambayeque

Contacto:
Celular: 922262735/951659853
Correo: corp.incell.sac@gmail.com

ANEXO 6: Certificados de calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0315-032-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/24

Solicitante CORPORACION INCELL S.A.C.

Dirección CAL. RICARDO PALMA NRO. 655 CENTRO DE SAN JOSE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - SAN JOSE

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 0315-032-2021

Intervalo de indicación 20000 g

División de escala 0.1 g

Resolución

División de verificación (e) 0.1 g

Tipo de indicación MECANICA

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo TA302

N° de serie B403227593

Procedencia USA

Ubicación Laboratorio calle san Martín 800 , distrito de san José., Provincia Iámbayeque, departamento de Lambayeque

Lugar de calibración LABORATORIO DE SUELOS CORPORACION INCELL S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/24

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0315-032-2021

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de INACAL | Juego de Pesas de 1g a 2kg | 0828-LM-2019 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 5 kg | 0826-LM-2019 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 10 kg | 0827-LM-2019 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 25 kg | 0170-CLM-2019 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 21,5 °C | Final: 21,9 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 68 %hr | Final: 69 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 10000 g | | | Carga L1= 20000 g | | |
|----------------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) |
| 1 | 10000.0 | 0.001 | -0.001 | 20000 | 0.005 | -0.002 |
| 2 | 10000.0 | 0.002 | -0.004 | 20000 | 0.004 | -0.004 |
| 3 | 10000.0 | 0.004 | -0.005 | 20000 | 0.006 | -0.004 |
| 4 | 10000.0 | 0.003 | -0.007 | 20000 | 0.003 | -0.009 |
| 5 | 10000.0 | 0.003 | -0.009 | 20000 | 0.005 | -0.012 |
| 6 | 10000.0 | 0.004 | -0.001 | 20000 | 0.007 | -0.014 |
| 7 | 10000.0 | 0.004 | -0.004 | 20000 | 0.003 | -0.01 |
| 8 | 10000.0 | 0.007 | -0.008 | 20000 | 0.005 | -0.009 |
| 9 | 10000.0 | 0.006 | -0.004 | 20000 | 0.004 | -0.007 |
| 10 | 10000.0 | 0.005 | -0.003 | 20000 | 0.004 | -0.008 |

| Carga (g) | Diferencia Máxima Encontrada (g) | Error Máximo Permitido (g) |
|-----------|----------------------------------|----------------------------|
| 10000 | 0 | 0.5 |
| 20000 | 0 | 1 |



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arso Group

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación de E ₀ | | | | |
|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
| | Carga Mín ⁽¹⁾ (g) | I (kg) | ΔI (g) | E ₀ (g) | Carga L (g) | I (kg) | ΔI (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 1 | 1 | 0.004 | -0.001 | 500 | 500 | 0.006 | -0.001 | 0.001 |
| 2 | | 1 | 0.006 | -0.004 | | 500 | 0.003 | -0.001 | 0.004 |
| 3 | | 1 | 0.005 | 0.004 | | 500 | 0.004 | -0.002 | -0.005 |
| 4 | | 1 | 0.007 | 0.001 | | 500 | 0.001 | 0.004 | 0.003 |
| 5 | | 1 | 0.009 | -0.002 | | 500 | 0.004 | 0.004 | 0.002 |

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | Crecientes | | | | Decrecientes | | | | EMP ⁽²⁾ (±g) |
|-------------|------------|--------|--------|--------------------|--------------|--------|--------|--------------------|-------------------------|
| | I (g) | ΔI (g) | E (g) | E _c (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 5.0 | 5.00 | 0.004 | -0.001 | | | | | | 0.5 |
| 10.0 | 10.00 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 10.0 | 0.006 | 0.001 | 0.004 | 0.5 |
| 50.0 | 50.00 | 0.002 | -0.005 | 0.003 | 50.0 | 0.005 | 0.004 | -0.003 | 0.5 |
| 100.0 | 99.99 | 0.002 | 0.004 | 0.005 | 100.0 | 0.009 | -0.003 | -0.003 | 0.5 |
| 500.0 | 500.00 | 0.009 | 0.004 | 0.008 | 500.0 | 0.005 | 0.005 | 0.001 | 0.5 |
| 1000.0 | 1000.00 | 0.004 | 0.008 | 0.002 | 1000.0 | 0.004 | -0.004 | 0.003 | 0.5 |
| 2000.0 | 2000.00 | 0.005 | 0.008 | 0.003 | 2000.0 | 0.007 | 0.004 | 0.004 | 0.5 |
| 5000.0 | 5000.00 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 5000.0 | 0.005 | -0.003 | -0.002 | 0.5 |
| 10000.0 | 10000.00 | 0.009 | 0.004 | 0.004 | 10000.0 | 0.003 | -0.008 | -0.01 | 1 |
| 15000.0 | 14999.99 | 0.015 | 0.008 | 0.001 | 15000.0 | 0.014 | -0.014 | -0.01 | 1 |
| 20000.0 | 19999.99 | 0.19 | 0.006 | 0.005 | 20000.0 | 0.02 | -0.015 | -0.018 | 1 |

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔI: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.01156 \text{ g}^2 + 0.0000000010835 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 1.658041113 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0316-032-2021

Página 1 de 4

Arso Group

Laboratorio de Metrología

| | |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión | 2021/03/24 |
| Solicitante | CORPORACION INCELL S.A.C. |
| Dirección | CAL. RICARDO PALMA NRO. 655 CENTRO DE SAN JOSE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - SAN JOSE |
| Instrumento de medición | HUMEDAD RÁPIDA (SPEEDY) |
| Identificación | 0316-032-2021 |
| Marca | ORION |
| Modelo | NO INDICA |
| Serie | 1628 |
| Capacidad | 20 g |
| Manómetro | MOISTURE TESTER |
| Rango de Humedad | 6 % |
| Procedencia | PERÚ |
| Ubicación | Laboratorio calle san Martín 800 , distrito de san José., Provincia lámbayeque, departamento de Lambayeque |
| Lugar de calibración | LABORATORIO DE CORPORACION INCELL S.A.C. |
| Fecha de calibración | 2021/03/24 |

Método/Procedimiento de calibración

La verificación se realizó contrastando los resultados obtenidos en el equipo a verificar y los resultados obtenidos del contenido de humedad realizado según la Norma ASTM D 2216.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0316-032-2021

Página 2 de 4

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|---|----------------------------|----------------------------|
| CADENT S.A.C. | Termómetro con doble sonda | 0545-CLT-2019 |
| EQUIPO CALIBRADO CON EL TERMOMETRO DE DOBLE SONDA | Horno | 19-5829 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 20,3 °C | Final: 20,4 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 71 %hr | Final: 71 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

| % de Humedad de Horno | SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (%) | | | Serie Promedio Humedad |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|------------------------|
| | SERIE (1) | SERIE (2) | SERIE (3) | |
| 2.88 | 2.85 | 2.84 | 2.83 | 2.84 |
| 4.61 | 4.60 | 4.59 | 4.58 | 4.59 |
| 6.84 | 6.88 | 6.84 | 6.85 | 6.86 |
| 9.41 | 9.41 | 9.42 | 9.43 | 9.42 |
| 11.61 | 11.62 | 11.61 | 11.60 | 11.61 |
| 14.42 | 14.42 | 14.42 | 14.41 | 14.42 |

Coefficiente de correlación..:

Recta de ajuste: $y = 1,0033x - 0,0312$

Donde:

X : lectura del manómetro

Y : porcentaje corregido



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 02

| % Humedad Natural de Horno | Lectura Dial Promedio PSI |
|----------------------------|---------------------------|
| 2.88 | 2.84 |
| 4.61 | 4.59 |
| 6.84 | 6.86 |
| 9.41 | 9.42 |
| 11.61 | 11.61 |
| 14.42 | 14.42 |

TABLA N° 03

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

| 1 N° RECIPIENTE | | 0 | I | II | III | IV | V |
|--|---|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 2 PESO DEL RECIPIENTE | g | 51.20 | 13.10 | 11.70 | 13.00 | 62.70 | 11.20 |
| 3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | g | 101.20 | 63.00 | 61.70 | 63.00 | 112.70 | 61.20 |
| 4 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | g | 99.60 | 60.80 | 58.50 | 58.70 | 107.50 | 54.90 |
| 5 PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) | g | 1.40 | 2.20 | 3.20 | 4.30 | 5.20 | 6.30 |
| 6 PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) | g | 48.60 | 47.70 | 46.80 | 45.70 | 44.80 | 43.70 |
| 7 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL HORNO (5) / (6) * 100 | % | 2.88 | 4.61 | 6.84 | 9.41 | 11.61 | 14.42 |
| 8 EQUIVALENCIA EN PRESION DE BOTELLA | % | 2.84 | 4.59 | 6.86 | 9.42 | 11.61 | 14.42 |



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Cernica
METROLOGIA

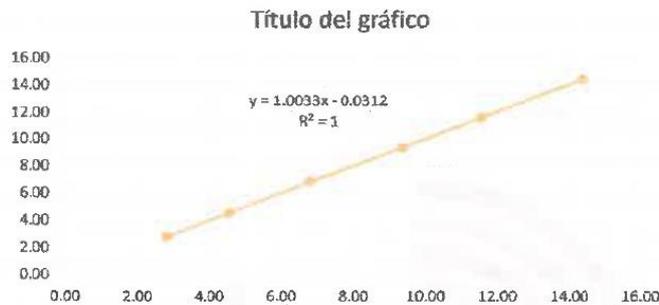


Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de Ajuste

$$Y = 1.0033x - 0.0312$$

VALORES DE HUMEDAD PARA MUESTRAS DE 6 g. y 1 CUCHARADA DE

| Lect. % | Humedad % | Lect. % | Humedad % |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 1 | 0.9721 | 11 | 11.0051 |
| 2 | 1.9754 | 12 | 12.0084 |
| 3 | 2.9787 | 13 | 13.0117 |
| 4 | 3.982 | 14 | 14.015 |
| 5 | 4.9853 | 15 | 15.0183 |
| 6 | 5.9886 | 16 | 16.0216 |
| 7 | 6.9919 | 17 | 17.0249 |
| 8 | 7.9952 | 18 | 18.0282 |
| 9 | 8.9985 | 19 | 19.0315 |
| 10 | 10.0018 | 20 | 20.0348 |

L : LECTURA
H : HUMEDAD



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0320-032-2021

Página 1 de 5

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/24
Solicitante CORPORACION INCELL S.A.C.
Dirección CAL RICARDO PALMA NRO. 655 CENTRO DE SAN JOSE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - SAN JOSE
Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO
Identificación 0320-032-2021
Marca NO INDICA
Modelo STHX_1A DRYING OVEN
Serie 11025
Cámara 120 Litros
Ventilación NATURAL
Pirómetro DIGITAL
Procedencia CHINA
Ubicación Laboratorio calle san Martín 800 , distrito de san José., Provincia lámbayeque, departamento de
Lugar de calibración LABORATORIO DE CORPORACION INCELL S.A.C.
Fecha de calibración 2021/03/24

Método/Procedimiento de calibración
- SNM - PC-018 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático. INACAL
- ASTM D 2216, MTC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0320-032-2021

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|--------------|--------------------------------------|---|
| INACAL | Termómetro con sonda MARCA: EZODO | 0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 20,1 °C | Final: 20,5 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 65 %hr | Final: 65 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

TEMPERATURA

| Tiempo (hh:mm:ss) | Pirómetro °C | INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C | | | | | | | | | | T° Prom. °C | Tmax - Tmin °C |
|-------------------|--------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00:00 | 110 | 110.0 | 111.7 | 110.1 | 110.7 | 110.1 | 110.8 | 110.7 | 110.6 | 111.0 | 110.5 | 110.5 | 0.9 |
| 00:02 | 110 | 110.0 | 111.5 | 110.5 | 110.4 | 110.8 | 110.7 | 110.8 | 110.0 | 111.0 | 110.1 | 110.6 | 1.0 |
| 00:04 | 110 | 109.9 | 111.7 | 110.0 | 110.7 | 110.5 | 110.9 | 111.0 | 110.5 | 110.4 | 110.6 | 110.6 | 1.0 |
| 00:06 | 110 | 110.0 | 111.5 | 110.2 | 110.5 | 110.2 | 110.7 | 110.1 | 110.3 | 110.7 | 110.9 | 110.4 | 0.8 |
| 00:08 | 110 | 110.0 | 111.7 | 111.0 | 110.5 | 111.0 | 110.8 | 110.2 | 110.2 | 110.5 | 110.0 | 110.5 | 1.0 |
| 00:10 | 110 | 110.9 | 110.1 | 110.3 | 110.7 | 110.5 | 110.3 | 110.3 | 110.9 | 110.9 | 110.1 | 110.5 | 0.8 |
| 00:12 | 110 | 110.0 | 110.8 | 110.8 | 110.0 | 110.8 | 110.6 | 110.9 | 110.5 | 110.7 | 110.7 | 110.6 | 0.9 |
| 00:14 | 110 | 110.3 | 110.3 | 110.9 | 110.7 | 110.3 | 110.5 | 110.7 | 110.9 | 110.8 | 110.6 | 110.6 | 0.6 |
| 00:16 | 110 | 110.8 | 110.0 | 110.6 | 110.1 | 110.6 | 110.3 | 110.5 | 110.3 | 110.0 | 110.4 | 110.4 | 0.8 |
| 00:18 | 110 | 110.4 | 110.8 | 110.6 | 110.4 | 110.3 | 110.9 | 110.1 | 110.8 | 110.8 | 110.3 | 110.5 | 0.8 |
| 00:20 | 110 | 110.9 | 110.1 | 110.3 | 110.1 | 110.2 | 110.5 | 110.1 | 110.1 | 110.9 | 110.8 | 110.4 | 0.8 |
| 00:22 | 110 | 110.3 | 110.4 | 110.6 | 110.4 | 110.1 | 110.5 | 110.6 | 110.6 | 110.6 | 110.2 | 110.4 | 0.5 |
| 00:24 | 110 | 110.1 | 110.1 | 110.5 | 110.5 | 110.7 | 110.1 | 110.3 | 110.0 | 110.8 | 110.9 | 110.4 | 0.9 |
| 00:26 | 110 | 110.7 | 110.2 | 110.1 | 110.2 | 110.0 | 110.9 | 110.4 | 110.2 | 110.3 | 110.9 | 110.4 | 0.9 |
| 00:28 | 110 | 110.8 | 110.0 | 110.4 | 110.5 | 110.6 | 110.7 | 110.5 | 110.9 | 111.0 | 110.6 | 110.6 | 1.0 |
| 00:30 | 110 | 110.1 | 110.8 | 110.1 | 110.3 | 110.4 | 110.5 | 110.9 | 110.3 | 110.9 | 110.4 | 110.5 | 0.8 |
| 00:32 | 110 | 110.7 | 110.3 | 110.5 | 110.6 | 110.2 | 110.7 | 110.9 | 110.1 | 110.1 | 110.8 | 110.5 | 0.8 |
| 00:34 | 110 | 110.1 | 110.0 | 111.0 | 110.8 | 110.8 | 110.5 | 110.4 | 110.7 | 110.8 | 110.3 | 110.5 | 1.0 |
| 00:36 | 110 | 110.9 | 110.4 | 110.6 | 110.4 | 111.0 | 110.1 | 110.6 | 110.5 | 110.9 | 110.4 | 110.6 | 0.9 |
| 00:38 | 110 | 110.7 | 110.1 | 110.8 | 110.5 | 110.2 | 110.5 | 110.9 | 110.6 | 110.9 | 110.4 | 110.6 | 0.8 |
| 00:40 | 110 | 110.4 | 110.6 | 110.9 | 110.2 | 110.2 | 110.9 | 110.4 | 110.1 | 110.1 | 110.6 | 110.4 | 0.8 |
| 00:42 | 110 | 110.1 | 110.6 | 111.0 | 110.9 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | 110.8 | 110.9 | 110.5 | 110.6 | 0.9 |
| 00:44 | 110 | 110.2 | 111.0 | 110.3 | 110.2 | 110.3 | 110.6 | 110.1 | 110.4 | 110.1 | 111.0 | 110.4 | 0.9 |
| 00:46 | 110 | 110.9 | 110.6 | 110.2 | 110.3 | 110.4 | 110.7 | 110.8 | 110.9 | 110.3 | 111.0 | 110.6 | 0.8 |
| 00:48 | 110 | 110.2 | 110.1 | 111.0 | 110.4 | 110.5 | 110.2 | 110.1 | 110.0 | 110.2 | 110.9 | 110.4 | 1.0 |
| 00:50 | 110 | 110.7 | 110.5 | 110.1 | 110.6 | 110.5 | 110.3 | 110.2 | 110.9 | 110.3 | 110.3 | 110.4 | 0.8 |
| T. PROM. | 110 | 110.5 | 110.4 | 110.5 | 110.4 | 110.5 | 110.6 | 110.5 | 110.5 | 110.6 | 110.5 | 110.5 | |
| T. MAX. | 110 | 110.9 | 111.0 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 111.0 | | |
| T. MIN. | 110 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.1 | 110.1 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | | |



Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tma Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

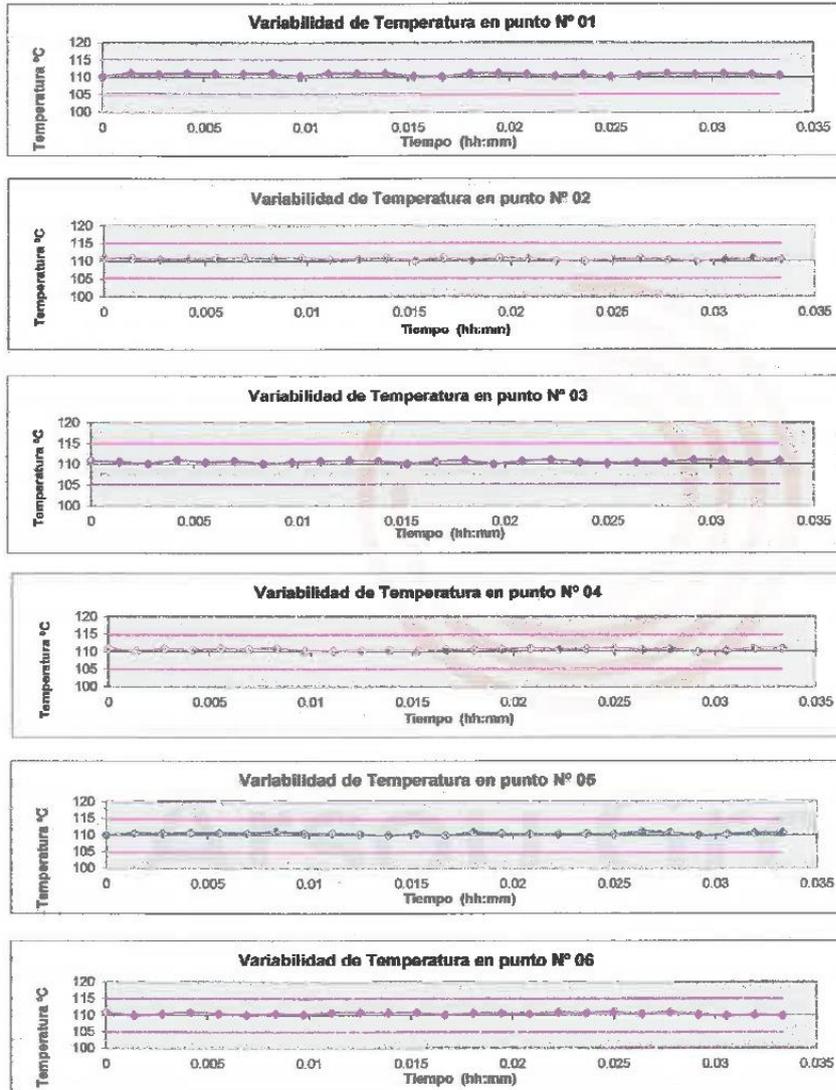
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C. Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





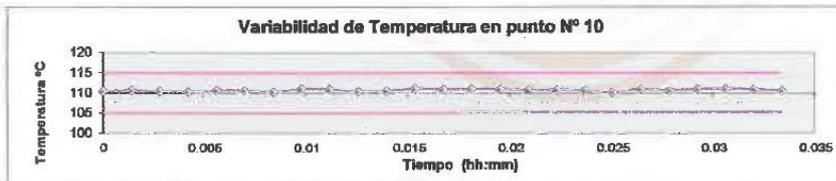
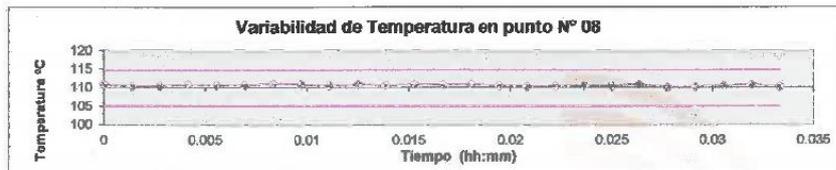
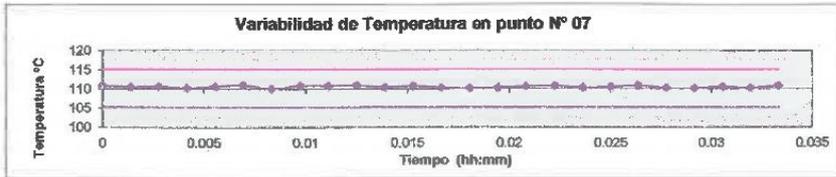
Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

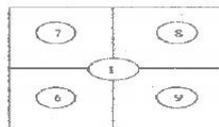
ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

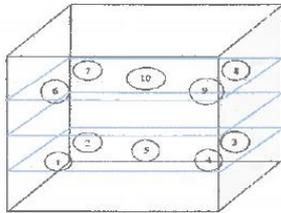


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Caralca
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carlica
METROLOGÍA

ANEXO 7: Panel Fotográfico



Granulometría (Elaboración propia)



Límite Líquido Límite Plástico (Elaboración propia)



Proctor Modificado (Elaboración propia)



Proctor Modificado (Elaboración propia)



Cenizas de Carbón



Cenizas de Arroz

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

| | | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | SANTA ROSA - FALSO CORRAL | ESTACION | E - 1 |
| SENTIDO | ENTRADA | CODIGO DE LA ESTACION | |
| UBICACION | DV. SANTA ROSA | | |

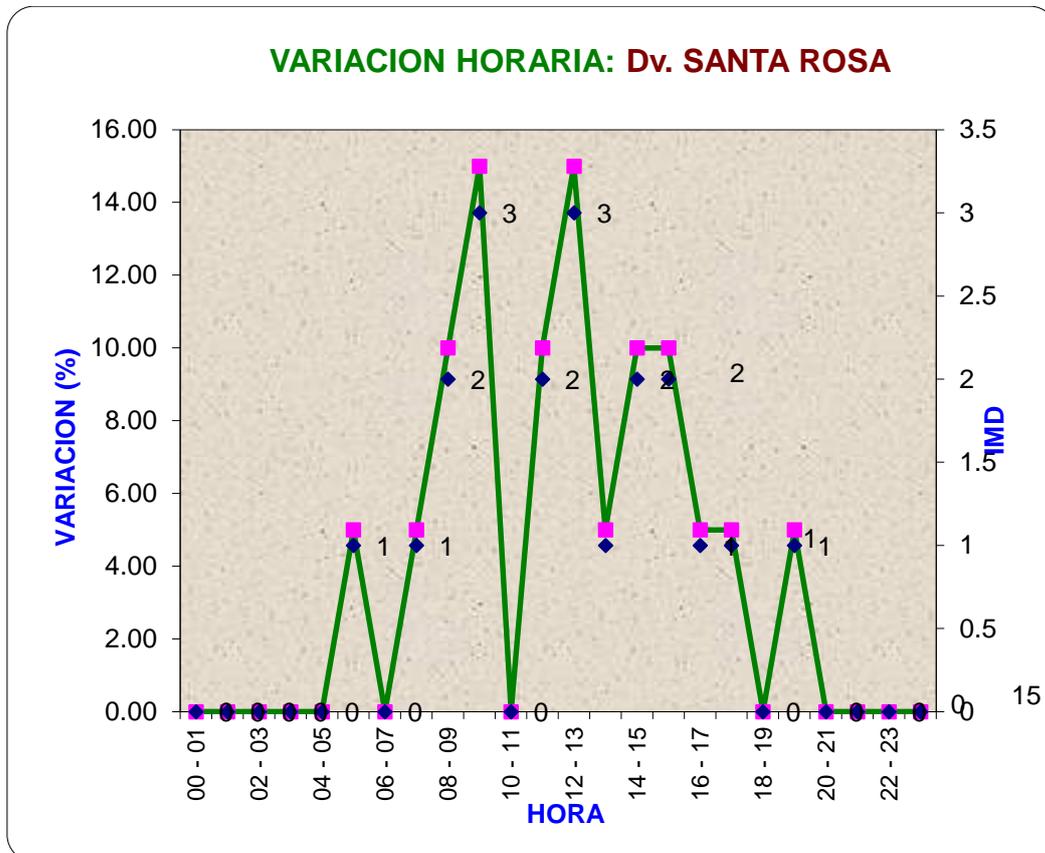
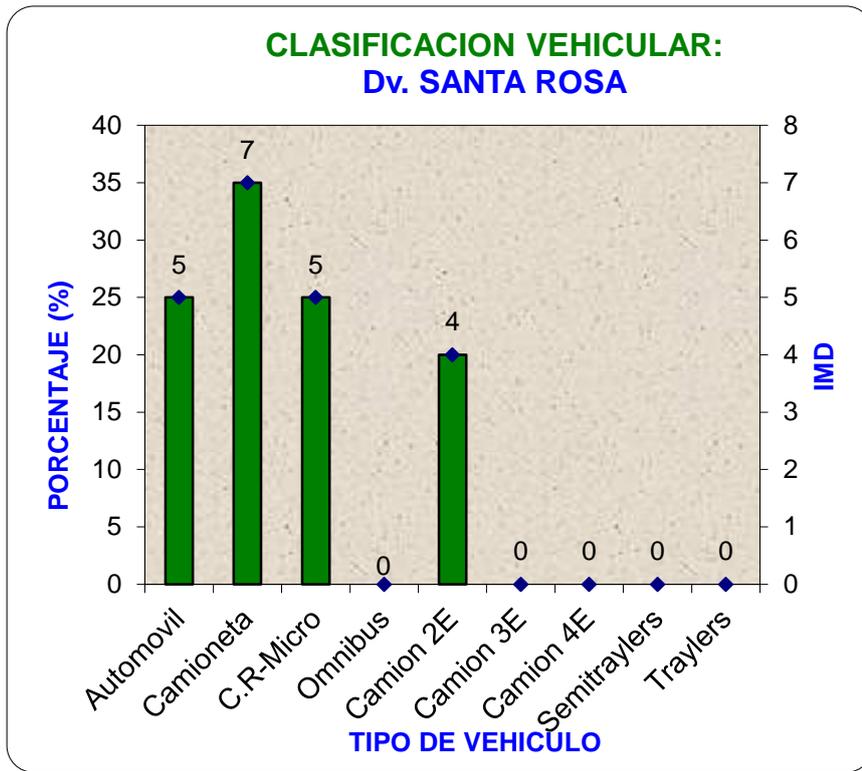
| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | PORC. % | | | | |
|-------|------|------------|-------------|-------|-----|----|--------|----|----|--------------|-----|---------|-------|---------|-----|-----|-----|-------|---------|---|---|---|--------|
| | | PICKUP | RURAL Combi | | 2E | 3E | 2E | 3E | 4E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >=3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | 3T3 | | | | | | |
| 00-01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 01-02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 02-03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 03-04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 04-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 05-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 06-07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 07-08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 08-09 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11.11 |
| 09-10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11.11 |
| 10-11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 11-12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 12-13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22.22 |
| 13-14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 14-15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11.11 |
| 15-16 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22.22 |
| 16-17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 17-18 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11.11 |
| 18-19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 19-20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11.11 |
| 20-21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 21-22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 22-23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 23-24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| TOTAL | - | 4 | 3 | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | |
| % | - | 44 | 33 | - | - | - | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 100.00 |

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

| | | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | SANTA ROSA - FALSO CORRAL | ESTACION | E - 1 |
| SENTIDO | SALIDA | CODIGO DE LA ESTACION | |
| UBICACION | DV. SANTA ROSA | | |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | PORC. % | | | | |
|-------|------|------------|-------------|-------|-----|----|--------|----|----|--------------|-----|---------|-------|---------|-----|-----|-----|-------|---------|---|---|----|--------|
| | | PICKUP | RURAL Combi | | 2E | 3E | 2E | 3E | 4E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >=3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | 3T3 | | | | | | |
| 00-01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 01-02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 02-03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 03-04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 04-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 05-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 06-07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 07-08 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9.09 |
| 08-09 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 18.18 |
| 09-10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 18.18 |
| 10-11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 11-12 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 18.18 |
| 12-13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9.09 |
| 13-14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9.09 |
| 14-15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9.09 |
| 15-16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 16-17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9.09 |
| 17-18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 18-19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 19-20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 20-21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 21-22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 22-23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 23-24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 4 | 3 | 2 | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | |
| % | 36 | 27 | 18 | - | - | - | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 100.00 |

GRAÁFICO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR SENTIDO Y TIPO DE VEHICULO, SEGÚN TRAMOS VIALES - AÑO 2021

En Valores Absolutos y Relativos

| TRAMO | RUTA | ESTACION | SENTIDO | IMD | TIPO DE VEHICULO | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|----------|---------|-------|------------------|-----------|-----------------|----------|-------------|-------------|------------|------------|------------|---------------|----------|
| | | | | | AUTOMOVIL | CAMIONETA | CAMIONETA RURAL | MICROBUS | OMNIBUS 2 E | OMNIBUS 3 E | CAMION 2 E | CAMION 3 E | CAMION 4 E | SEMI TRAYLERS | TRAYLERS |
| SANTA ROSA FALSO CORRAL | 13.515 | E - 1 | E | 9 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | 2 | - | - | - | - |
| | | | S | 11 | 2 | 5 | 3 | - | - | - | 2 | - | - | - | |
| | | | E + S | 20 | 3 | 8 | 4 | - | - | - | 4 | - | - | - | |
| | | | % | 100.0 | 16.75 | 41.38 | 20.69 | - | - | - | 21.18 | - | - | - | |



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ Y CARBÓN ENTRE LOS CASERIOS SANTA ROSA Y FALSO CORRAL, HUARMACA.", cuyos autores son GAMARRA CAMPOS ROXANA MEDALY, CARRASCO TINEO JHON STALIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHICLAYO, 31 de Marzo del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X | Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 31-03- 2022 19:27:57 |

Código documento Trilce: TRI - 0293632