



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de la adición de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa,
2022

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

AUTORA:

Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda (orcid.org/0000-0002-7790-0213)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (orcid.org/0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mis padres, quienes me acompañaron en cada momento del desarrollo de mi tesis, a mi hermano, quien me dio fuerzas y el ánimo para no rendirme. A ellos, por ayudarme a forjar la resiliencia en mi carácter, saber vencer las adversidades y así, poder culminar satisfactoriamente mi proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por acompañarme en el proceso de desarrollo de mi tesis y hacer posible la culminación de la misma. A mis padres y hermano, que estuvieron siempre presentes dándome apoyo moral y dándome las fuerzas necesarias para salir adelante.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO, ALTO GRAMAZÚ - OXAPAMPA, 2022

", cuyo autor es IPARRAGUIRRE SANCHEZ JOHANY FERNANDA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, 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.

LIMA, 28 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS DNI: 42414842 ORCID: 0000-0003-4459-494X	Firmado electrónicamente por: JBENITESZL el 11- 12-2023 19:29:59

Código documento Trilce: TRI - 0670517



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, IPARRAGUIRRE SANCHEZ JOHANY FERNANDA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO, ALTO GRAMAZÚ - OXAPAMPA, 2022

", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
IPARRAGUIRRE SANCHEZ JOHANY FERNANDA DNI: 71075265 ORCID: 0000-0002-7790-0213	Firmado electrónicamente por: JIPARRAGUIRRES el 11-12-2023 19:08:19

Código documento Trilce: INV - 1573946

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización:.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	24
3.5. Procedimientos:	25
3.6. Método de análisis de datos:	33
3.7. Aspectos éticos:	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la ceniza de cascarilla de arroz.....	14
Tabla 2. Resultados obtenidos expresados en elementos.....	28
Tabla 3. Resultados obtenidos expresados en elementos.....	29
Tabla 4. Contenido de humedad de las tres calicatas.	32
Tabla 5. Límites de Atterberg de las tres calicatas.	32
Tabla 6. Clasificación del suelo según AASHTO y SUCS.	33
Tabla 7. Clasificación de suelos según SUCS con la adición de ceniza de cascarilla de café.....	36
Tabla 8. Prueba de normalidad para el índice de plasticidad obtenida del SPSS.	37
Tabla 9. Correlación “r” de Pearson obtenida del SPSS para el índice de plasticidad.	37
Tabla 10. Valor de CBR con la adición de ceniza de cascarilla de café.	38
Tabla 11. Prueba de normalidad obtenida del SPSS para el CBR al 100% M.D.S.	39
Tabla 12. Correlación “r” de Pearson obtenida del SPSS del CBR al 100%.....	39
Tabla 13. Prueba de normalidad obtenida del SPSS para el CBR al 95% M.D.S.	40
Tabla 14. Correlación “r” de Pearson obtenida del SPSS del CBR al 95%.....	40
Tabla 15. Valor de Máxima Densidad Seca y Contenido Óptimo de Humedad...	41
Tabla 16. Prueba de normalidad obtenida del SPSS para el Proctor Modificado.	42
Tabla 17. Correlación “r” de Pearson obtenida del SPSS para el Proctor Modificado.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Influencia de la adición de CCA en los límites de consistencia.	14
Figura 2. Influencia de la adición de CCA en el valor del CBR.....	15
Figura 3. Variación de MDD (Maximun Density dry) con adición de RHA (Risk Husk Ash).....	16
Figura 4. Variación de CBR con adición de RHA.	16
Figura 5. Definición de CBR.....	19
Figura 6. Esquema de copa de Casagrande.	20
Figura 7. Conteo vehicular en Alto Gramazú.....	30
Figura 8. Excavación de calicatas y extracción de muestra.	31
Figura 9. Llenado de muestra en los costales.	32
Figura 10. Mapa político del Perú.....	34
Figura 11. Mapa político del Departamento de Pasco.....	34
Figura 12. Mapa político de Oxapampa	34
Figura 13. Procedimiento para ensayo de Límites de Atterberg.....	36
Figura 14. Resultado del ensayo de los Límites de Atterberg.	36
Figura 15. Resultado del ensayo del CBR.	38
Figura 16. Proceso del ensayo del Proctor Modificado.	41
Figura 17. Resultado del ensayo del Proctor Modificado.	41

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022. Para ello, se empleó una metodología con un enfoque cuantitativo, diseño experimental, nivel aplicativo, teniendo como población 1km de la carretera de Alto Gramazú, como muestra una calicata con el suelo más crítico; se empleó un muestreo probabilístico, la técnica fue de observación y los instrumentos empleados fueron los ensayos normados del ASTM para determinar la influencia de la CCC en el suelo.

Los resultados que se obtuvo fueron la disminución en el índice de plasticidad al adicionar 10%, 15% y 20%, se tiene valores de 8, 10 y 6 respectivamente. En cuanto al CBR, al adicionar 10%, 15% y 20% de CCC se obtuvo al 100% de la M.D.S porcentajes de 19.90%, 18.50% y 15.20%, respecto al 95% de M.D.S fueron porcentajes de 15.50%, 14.60% y 12.90% respectivamente. Por último, en el ensayo Proctor Modificado al adicionar 10%, 15% y 20% se obtuvo 1.63 g/cm³, 1.60 g/cm³ y 1.55 g/cm³ respectivamente. Con lo expuesto, se comprueba que la adición de CCC favorece a las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Palabras clave: Cascarilla de café, ASTM, índice de plasticidad, CBR, Proctor Modificado.

ABSTRACT

The objective of the research was to analyze the influence of the addition of coffee husk ash in percentages of 10%, 15% and 20% on the physical-mechanical properties of the soil, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022. To do this, a methodology was used with a quantitative approach, experimental design, application level, having as a population 1km of the Alto Gramazú highway, as shown in a pit with the most critical soil; Probabilistic sampling was used, the technique was observation and the instruments used were the ASTM standardized tests to determine the influence of CCC on the soil.

The results obtained were the decrease in the plasticity index when adding 10%, 15% and 20%, there were values of 8, 10 and 6 respectively. Regarding the CBR, by adding 10%, 15% and 20% of CCC, percentages of 19.90%, 18.50% and 15.20% were obtained at 100% of the M.D.S, with respect to 95% of the M.D.S the percentages were 15.50%, 14.60%. and 12.90% respectively. Finally, in the Modified Proctor test, adding 10%, 15% and 20% yielded 1.63 g/cm³, 1.60 g/cm³ and 1.55 g/cm³ respectively. With the above, it is proven that the addition of CCC favors the physical-mechanical properties of the soil.

Keywords: Coffee husks, ASTM, plasticity index, CBR, Modified Proctor.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mundo se ha notado el excesivo incremento de residuos en general, siendo deficiente el aprovechamiento de estos, por lo cual, estos resultan perjudiciales contra la salud y para el medio ambiente, en su mayoría estos residuos corresponden a la biomasa residual, la cual hace referencia a los residuos generados por las actividades agropecuarias y agroindustriales, por lo que en Guayaquil, se ha implementado la viabilidad de usar como materia prima la biomasa residual (Maguiña, 2018, p. 1). Añadiendo a lo anterior, la actividad agrícola es uno de los principales sustentos económicos que se practican en las comunidades nativas, anexos y caseríos; siendo estos los mismos encargados de gestionar las zonas que tienen gran biodiversidad, conservar los recursos de manera sostenible y así poder contribuir con el cuidado del medio ambiente (FAO, 2021, p. 1).

En este sentido, en el sector de la construcción se ha buscado la manera de innovar e implementar nuevas estrategias que permitan ir en conjunto con la reducción de los impactos ambientales que generan en las obras civiles como efectos adversos o colaterales, debido a ello, se empezó a estudiar los residuos agropecuarios, ya que al ser una gran masa serían ideales para ser empleados como materiales de construcción, Ahora bien, las investigaciones realizadas han comprobado que los residuos orgánicos incinerados tales como cascarilla de arroz, bagazo de caña, cascarilla de café, entre otros, han resultado beneficiosos en las propiedades del concreto y en la estabilización de suelos (Aquino, et. al, 2021, p. 1).

Ahora bien, en el ámbito internacional, específicamente en Colombia, son generados alrededor de 784 000 toneladas al año de biomasa residual de café, de los cuales es aprovechado solo el 5% del peso total del fruto. Entonces, una gran cantidad de desechos provoca un grave problema ambiental, ya que en reiteradas ocasiones estos se vierten a cuerpos de agua y originan asfixia de la biota acuática. Por otra parte, los desperdicios suelen descomponerse en la parte superior expuesta del suelo, produciendo así, problemas fitosanitarios y contaminación

cruzada. Estos residuos son de difícil degradación biológica (Serna, Torres, Martínez y Hernández, 2018, p. 38).

Asimismo, a lo largo de los años en el Perú se ha demostrado la existencia de numerosos suelos con disposición de baja capacidad portante y la existencia de trochas carrozables que no cuentan con una estabilidad mínima. Por lo que se ha vuelto un hecho que, hay una gran cantidad de suelos que poseen resistencias muy bajas y características pobres, los cuales obligan a la ingeniería a pensar nuevas alternativas sostenibles para mejorar las propiedades que presenten los suelos y se logre su estabilización tanto para edificaciones o proyectos viales, en donde se busca principalmente mejorar la resistencia y aumentar su cohesión (Ortiz, 2021, p. 13).

Por lo que, al tomar como base las investigaciones realizadas anteriormente, se llegó a la conclusión de que una alternativa sostenible, factible y que ha brindado buenos resultados ha sido la adición de cenizas de cascarilla de productos agrícolas, en su mayoría del arroz y del café, esto debido a que contribuir al ambiente se ha vuelto primordial en la actualidad, se buscan soluciones ecológicas que no ocasionen graves alteraciones en los ecosistemas, es decir, estamos buscando mediante la utilización de los residuos naturales ampliar los beneficios al medio ambiente (Hurtado, 2020, p. 1).

El sector de estudio Alto Gramazú se encuentra dentro de la comunidad nativa de Tsachopen, donde una de las principales (por no decir la única) actividad económica que se realiza es la agricultura, resaltándose por la producción de café, ya sea en cerezo, pergamino, tostado o molido; en vista de ello, en repetidas ocasiones se ha observado que se genera demasiado desperdicio que no es destinado a un lugar apropiado, sino son desparramados en las calles o en las mismas viviendas, además de dar un mal aspecto hacia uno de los lugares turísticos más visitados, esto se convierte en un problema para la salud de aquellos que residen en la comunidad, ya que lo dejan al aire libre lo que provoca la venida de demasiados insectos, esto sucede precisamente por el desconocimiento que tienen hacia las propiedades de la cascarilla de café.

En este sentido, se expresa que una de las alternativas más apropiadas acorde al lugar es que [...] usando productos que se encuentren fácilmente en su entorno se contribuiría a desarrollar un nuevo uso a estos, que muchas veces son materia de contaminación. En vista de ello, se señala que el producto por el que más destaca la comunidad nativa es el café; sin embargo, no es aprovechado en su totalidad. Al notarse que, el cuantioso volumen de materia prima que se exhibe en el sector es la suficiente para abastecer los proyectos a futuro mediante la utilización de la misma, se toma como factible la alternativa sostenible planteada (Iparraguirre, 2021, p. 1).

Por tanto, la necesidad de nuevas opciones factibles y eco amigables que representen un presupuesto accesible a la comunidad se ha ido incrementando, mediante lo expuesto, en la presente investigación se tiene como problema general, ¿Cuál es la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?, además, se plantean los siguientes problemas específicos, ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en el índice de plasticidad del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?, ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en la capacidad portante del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?, ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en la máxima densidad seca, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?

La justificación teórica se basa en que cada vez se va aumentando la población, a su vez, se incrementa la necesidad de buscar un lugar para establecerse, por lo que las zonas rurales se van poblando rápidamente; sin embargo, la accesibilidad a dichas zonas es muy accidentada, lo cual es uno de los principales problemas por lo que existe aglomeración en zonas específicas. Esto viene sucediendo desde hace años atrás, no se ha podido mitigar este problema a razón del ajustado presupuesto que se destina para ello (Malaver y Tuesta, 2020, p. 1). Frente a ello, se presentan diversas técnicas para mejorar la situación, como en este caso, se plantea la mejora de las propiedades físico-mecánicas del suelo proponiendo el uso

de la ceniza de cascarilla de café (CCC), con fines de pavimentación, siendo así, poder reducir el presupuesto usando la materia prima del sector, misma industria objeto de este estudio respecto a la estabilización de suelos.

La justificación ambiental es que el realizar este proceso disminuye notoriamente al impacto que se genera en el ambiente, al usar ceniza de cascarilla de un producto natural se produce menos residuos y se implementa una alternativa factible a la población, siendo aprovechado el producto en su totalidad. Es más, [...] utilizar un eco estabilizante, contribuye al aumento de la resistencia del suelo incluyendo la reducción de costos en todo lo que implica el mantenimiento [...] donde se describe que el presupuesto requerido es menor y de esa manera se obtiene un equilibrio para el crecimiento rentable de la zona (Purificación, Marín y Benites, 2021, p. 69).

La justificación metodológica consiste principalmente en el uso de la ceniza de cascarilla de café como un estabilizante que servirá de aditivo para la mejora de los suelos, siendo una alternativa sostenible y viable ya que el lugar de estudio se centra en Alto Gramazú, el cual es considerado un sector cafetalero. Como se mencionó anteriormente, la cascarilla de café es uno de los residuos más abundantes, entonces la materia prima mediante una previa evaluación en su composición química será aplicada al suelo en porcentajes variables, lo cual constará con la validez y confiabilidad para que así, los futuros investigadores puedan citar la presente tesis. Por otro lado, una gran realidad del país es que el mayor porcentaje de los suelos con baja resistencia se encuentran en las más alejadas zonas de la ciudad y las cuales no son consideradas como importantes, por ende, no reciben el apoyo de las autoridades para la toma acciones respecto a la rehabilitación de este tipo de carreteras o trochas. Por ello, la justificación práctica se basa en la necesidad de mejorar el tránsito, facilitar la sencilla comunicación entre comunidades y brindar una calidad de vida excepcional procurando que los pobladores sean partícipes del cambio, ya que en su mayoría las vías que hoy en día se encuentran sin pavimentar son de zonas rurales o con un tránsito mínimo, en donde los suelos generalmente son denominados pobres; por lo que, la investigación consiste en examinar y encontrar el porcentaje de ceniza con el que el suelo presente mejores características, lo cual se verificará llevando a cabo los

ensayos a realizar en el laboratorio de suelos con equipos certificados, donde se añadirá la ceniza en porcentajes relativos al peso del estrato requerido de suelo seco, como lo son el Proctor modificado, los límites de Atterberg y el CBR.

En Alto Gramazú, el tránsito aumentó en los últimos años puesto que, muchos pobladores tanto del distrito de Oxapampa como turistas extranjeros han optado por aprovechar la oportunidad de adquirir terrenos en el área de estudio, a su vez, muchos desistieron de tomar esa decisión a razón del tan accidentado acceso hacia la comunidad, por ende, la justificación social es buscar métodos y alternativas de estabilización de suelos económicas que permitan a la población poder sustentar ellos mismos esa inversión, pues poseen toda la materia prima en el sector que mediante su tratamiento y aplicación en la estabilización se deduce la mejora las propiedades físico-mecánicas del suelo, lo cual brindaría un enorme beneficio al aumento del turismo en la zona, entonces crecería también en gran porcentaje la economía del sector. Con relación a ello, en nuestro país uno de los problemas más representativos para el desarrollo económico y cultural, se debe al mal estado de sus redes viales enfatizando que el traslado de insumos de primera necesidad se complica demasiado al punto de generar límites en la libre circulación de vehículos.

Con referencia a lo mencionado, se priorizó como objetivo general: Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022 de la misma manera, se presentan los objetivos específicos: Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en el índice de plasticidad del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022; Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en la capacidad portante del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022; Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en los parámetros de máxima densidad seca del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022.

De este modo, se presenta como hipótesis general: La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% mejorará las propiedades

fisico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022; en este sentido, se plantean las hipótesis específicas: La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% actúa de manera positiva en el índice de plasticidad, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022; La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% aumenta la capacidad portante del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022; La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% actúa en mejora de los parámetros de la máxima densidad seca del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional ha sido ampliamente investigado el comportamiento del suelo ante diferentes estabilizadores naturales, siendo así Cajaleon y Mondragon (2018) tuvieron como objetivo determinar si los suelos arcillosos a través de la incorporación de un aditivo de ceniza de cascarilla de arroz se logran estabilizar respecto al suelo patrón. La metodología empleada fue un diseño experimental y aplicado para hallar las reacciones de la variable ante la manipulación que convenga al investigador. La población estuvo conformada por 37 kilómetros de la carretera Pimpingos – Choros en el departamento de Cajamarca y usaron como muestra el kilómetro 17 de la carretera, siendo un muestreo no probabilístico, los autores emplearon como instrumentos de investigación las calicatas realizadas y los formatos de pruebas de laboratorio efectuadas de acuerdo a la normativa, tales como, ensayo de granulometría, Proctor modificado y CBR; los cuales obtuvieron los siguientes resultados, el primero fue que la muestra de suelo al someterse al análisis granulométrico se clasificó como una arcilla de baja plasticidad en el sistema SUCSS y como un suelo A-6 (8) en el sistema AASHTO. Por otro lado, al adicionar un 15% y 20% de ceniza no se observó una variación en la M.D.S, siendo de 2.5g/cm³ con un 9.4% como óptimo contenido de humedad; además, al adicionar 10% de ceniza se observó una mejora del valor del CBR en un 27%. Entonces, concluyeron que fue posible demostrar que la adición de ceniza en porcentajes de 10% y 15% logró estabilizar la subrasante obteniendo valores de 8.5% y 10.3% en el CBR, clasificándolo como suelo regular.

A su vez, Santos y Sarmiento (2018) plantearon como finalidad el lograr la estabilización a nivel de subrasante de suelos arcillosos a través de la integración de tres diferentes porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz en cada estrato de suelo, teniendo en cuenta la óptima proporción en peso de ceniza cascarilla de arroz. La investigación realizada fue cuantitativa ya que se enfocaron en analizar los efectos que se manifestaron en la variable dependiente; asimismo, los resultados se expresaron en gráficos y sus interpretaciones, gracias a ello, es posible confirmar o descartar las hipótesis o teorías planteadas en el trabajo. Obtuvieron como resultado la determinación de la dosificación óptima para un mejor

comportamiento del suelo, la cual fue de 5% respecto al peso del suelo, es decir, con la adición de esta ceniza, se reflejó una mejora del 8.3% del valor de CBR a comparación de la muestra de suelo natural; describiendo que esta mejora es ocasionada por la composición cementante que se produce en reacción del SiO₂ que forma parte de la CCA y la composición química que presentan en general los suelos arcillosos; por último, se añade que al incrementar un mayor porcentaje en las muestras, el valor de CBR se ve afectando, disminuyendo por el exceso de material estabilizante.

Del mismo modo, Maguiña (2018) tuvo como objetivo evaluar las diferencias que presentaba el suelo respecto a su capacidad portante al adicionar CCA en la Av. Aija Huarmey, Ancash – 2018. Para lo cual, empleó un diseño cuasi experimental, fue de tipo aplicada transversal; para su investigación consideró como población el suelo arcilloso de la ciudad de Huarmey y tomó como muestra las cuadras de la 1 a la 5, el muestreo fue probabilístico. Los instrumentos que utilizó fueron la observación directa y fichas de laboratorio. Los resultados que obtuvieron que al adicionar 7% y 10% de CCA el CBR alcanzó su máximo valor; por lo que concluyen que al evaluar los porcentajes añadidos de CCA, determinaron que los de 7% y 10% son los más óptimos.

Además, Huancapaza (2021) plantea como objetivo principal el análisis de la adición de estabilizantes naturales como la ceniza de cascarilla de café, para observar los cambios producidos en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en Yanahuaya – Puno, mediante la especificación del cambio del índice de plasticidad, la influencia que tiene en la M.D.S y la incidencia que tiene en la resistencia del suelo. La metodología que emplea es aplicada porque se buscó poner en práctica la información adquirida previamente, es cuasi experimental ya que se manipula la variable de forma intencional para conveniencia del investigador según los objetivos planteados. Los resultados que obtuvo en los Límites de Atterberg, es que al adicionar 15% y 20% se reducen el límite líquido y plástico; sin embargo, al adicionar 25%, los límites incrementan al igual que el índice de plasticidad, la mejora beneficia a las propiedades mecánicas del suelo. Respecto a la M.D.S, se realizó el ensayo del Proctor Modificado en donde se demostró que al

adicionar un 15% y 20% el óptimo contenido de humedad disminuye, al adicionar el 25% disminuye el óptimo contenido de Humedad respecto al suelo natural; sin embargo, se incrementa respecto a los otros dos porcentajes. De lo contrario, la M.D.S. incrementó con los tres porcentajes, pero con el 25% es menor respecto a los otros dos porcentajes.

También, Llauce y Pérez (2022) en su investigación tuvieron como objetivo general la preparación de un comparativo que permita el análisis respecto al uso de CCA y ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de suelos arenosos en Chiclayo. La metodología que emplea es de un enfoque cuantitativo y aplicada ya que existe la mejora en el problema de estudio, también, se considera una investigación prospectiva debido a que se basa en la demostración científica, es una investigación transversal experimental ya que se procedió a manipular las muestras de suelo en conveniencia del autor. Los resultados que obtuvieron en el suelo patrón para la M.D.S fue de 1.683 gr/ cm³ y con el estabilizador de CCA alcanzó con el 15% de adición una M.D.S de 1.702 gr/cm³ y con la adición de bagazo de caña de azúcar la M.D.S seca disminuyó con los tres porcentajes de 2%, 4% y 6%, siendo sus resultados de 1.623 gr/cm³, 1.642 gr/cm³ y 1.591 gr/cm³ respectivamente. Entonces, queda demostrado que el suelo tiene un mejor comportamiento al incorporarse CCA debido a que las partículas se vuelven más densas al someterse a la compactación y disminuye los vacíos del suelo.

Además, Quispe C. y Quispe O. (2023) tuvieron como objetivo general cuanto influye el adicionar CCA y CCC en los suelos arcillosos para su estabilización a nivel de subrasante para su uso en obras viales. La metodología de la investigación fue con enfoque cuantitativo, aplicada porque se busca analizar la información recopilada para que sea aplicada a la realidad en el sector construcción, el diseño es experimental ya que las condiciones a las que se ve sometido el objeto de estudio son manipuladas para ser medidos con los cambios que estos presenten. La población del estudio fueron las calicatas realizadas, siendo 50kg para los ensayos físicos y 20kg para ensayos mecánicos, para registrar los datos de cada ensayo se usaron como instrumentos las guías de observación y formatos propuestos en la normativa. Los resultados reflejan que el valor del CBR incrementó

de un 2.70% hasta un 19.50%, 23.40% y 29% con los porcentajes de 5%, 10% y 20% respectivamente de adición de CCC y CCA. La M.D.S aumentó de un 1.579 gr/cm³ hasta un 1.918 gr/cm³ con el porcentaje de 20% de adición de la ceniza. Por lo que, llegaron a la conclusión de que la adición de CCA y CCC en un 20% actúan de manera positiva en los suelos arcillosos.

Entonces, Vilchez (2019) indicó como objetivo general determinar la eficiencia de la CCA como agente estabilizador en la subrasante. La investigación fue experimental y descriptiva, ya que la variable es sometida a diversos porcentajes a conveniencia del investigador. La población fue del KM 6+00 al KM 0+7+00 en la vía Evitamiento en Jaén, la muestra que usaron fue de una calicata ubicada en el Km+0+630, se empleó un muestreo no probabilístico, los instrumentos que emplearon fueron los formatos y fichas de la normativa autorizada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Los resultados obtenidos reflejaron que el mejor comportamiento se obtuvo al incorporar 10% de la CCA y respecto al bagazo fue un 15% de adición, logrando mejorar las propiedades físicas y mecánicas, disminuyendo los valores de los Límites de Atterberg y aumentando el valor del CBR en ambos casos. Por lo tanto, concluyeron que la adición de CCA influye de forma positiva en las muestras de suelo arcilloso, mejorando el CBR, clasificándolo como un material apto para subrasante.

Del mismo modo, Cardenas y Motta (2022) tuvieron como objetivo general determinar si al añadir al suelo los porcentajes de CCA aporta de forma positiva en la estabilización del material de subrasante en Pueblo Nuevo, Ica. El enfoque empleado fue cuantitativo, con un diseño experimental de tipo aplicada a nivel explicativa, para su investigación tomaron como muestra a la ciudad de Pueblo Nuevo, habiendo sido un muestreo no probabilístico. La herramienta que utilizaron fue la ficha técnica y la información bibliográfica. Los resultados que obtuvieron fue que al incorporar el 7% de CCA aumenta el CBR respecto a la muestra natural del suelo en un 11.31%, concluyendo que el aditivo de CCA aumenta la capacidad portante del suelo.

En el ámbito internacional que compete al tema en contexto, Barragán y Cuervo (2019) plantearon como objetivo analizar el cambio que presentan los factores físico-mecánicos del suelo al adicionar CCA, respecto al suelo virgen. La metodología que emplearon fue experimental descriptivo mixto, con un enfoque cuantitativo-cualitativo que tiene la finalidad de medir y analizar la relación de sus variables, buscando así determinar los resultados óptimos con los porcentajes correctos; para ello, la muestra fue extraída a profundidad de 1 m con fines de estudio para subrasante y los instrumentos usados fueron los formatos establecidos en la normativa para cada ensayo. Dentro de sus resultados obtuvieron que la M.D.S del suelo disminuye en un 0.7% al adicionar la CCA. Por otro lado, en el ensayo del CBR al adicionar 1% de ceniza incrementa el valor del CBR en un 30% respecto al suelo natural. Por lo que, llegaron a la conclusión de que al adicionar 1% de CCA incide de forma positiva en la capacidad portante del suelo.

Entonces, Camargo y Peralta (2020) señalan en su investigación que su objetivo principal es evaluar la resistencia del suelo al adicionar ceniza de cascarilla de café y las variaciones que tiene las propiedades del mismo, respecto a un suelo virgen. Para ello, optaron por una investigación aplicada con un carácter descriptivo y enfoque mixto, lo cual considera los ensayos de laboratorio, como lo son los Límites de Atterberg, el Proctor y granulometría. La muestra fue una calicata de 50cm de profundidad con un muestreo no probabilístico, ahora bien, los instrumentos que fueron necesarios son las fichas de recolección de datos y clasificación de materiales establecidos en la normativa. Los resultados de los Límites de Atterberg fueron que la ecuación de suelo virgen arrojó un 34.74% como límite líquido, a diferencia del suelo con el estabilizador al 12%, donde se obtuvo una reducción del 7.25% del límite líquido, siendo 27.49%, atribuyendo el cambio a la ceniza de cascarilla de café. Entonces, concluyeron que al incorporar el aditivo de CCC se mejoró la resistencia del suelo virgen y disminuyó su M.D.S aumentando la humedad óptima.

Asimismo, Hernandez y Herrera (2019) mencionaron que el objetivo general de su investigación fue analizar el cambio que existe en la resistencia y soporte de un suelo arcillo-limoso al estabilizarlo con ceniza de cascarilla de café, para lo cual

requieren determinar las propiedades de plasticidad que presenta el suelo natural y el estabilizado con la CCC. La metodología que emplean es experimental ya que aplican las técnicas para la manipulación de la variable al someterla a los ensayos de laboratorio, la población fue el suelo arcillo limoso en la vereda de Liberia del Municipio de Viotá-Cundinamarca, la muestra fueron 4 apiques de 70cm de profundidad a cada 230 metros en la carretera que comunica la vereda de Liberia con Las Brisas, emplearon como instrumentos fichas para recopilar la información necesaria para estudiar la diferencia en el comportamiento del suelo. Dentro de los resultados que obtuvieron se encuentra que al adicionar 30% de CCC se notó una disminución considerable del índice de plasticidad, reduciéndose en un 7%, en comparación al suelo natural, pasando de 19% a 12%, lo cual permite que el suelo soporte mayores deformaciones y no presente variaciones volumétricas. Asimismo, en lo que respecta al CBR, se puso en evidencia que al incrementar el porcentaje de adición de ceniza, también incrementaba el valor del CBR, entonces, se puede decir que la relación que tienen estos es directamente proporcional; el CBR del suelo natural fue de 1.6% y el incremento de este valor, al adicionar un 85 de ceniza fue de hasta 7.3%.

Además, Laguna y Chacón (2020) tienen como objetivo general analizar la comparación de la resistencia de un suelo al adicionar ceniza de cascarilla de café y de arroz mediante los resultados de los ensayos de laboratorio. La metodología que emplean es experimental con un enfoque mixto para el análisis comparativo de muestras de ensayo con incorporación de materiales agroindustriales como la ceniza de cascarilla de café y arroz para el mejoramiento de suelos. Los resultados en el ensayo del CBR reflejan que con la adición del 18% de Ceniza de cascarilla de café el valor del CBR llega a 98%, en comparación al adicionar CCA en un 14% alcanzando un valor CBR de 87%, siendo los mencionados los porcentajes óptimos para su uso, llegando a la conclusión de que el más eficiente es el 18% de CCC siendo el que mostró mejor comportamiento de la resistencia del suelo.

Ahora bien, Ortiz (2021) propuso como objetivo general examinar el comportamiento del suelo respecto a su resistencia mediante la adición de un agente modificador llamado CCC. La metodología que empleó fue de carácter

cuantitativo, experimental con enfoque mixto; se busca dar veracidad a las hipótesis mediante la prueba de laboratorio de Límites de Atterberg según los procesos establecidos en la norma. La población fue de un Kilómetro de la vereda Bellavista del municipio de Viotá, tomando como muestra una calicata de 1m de profundidad extrayendo 60 kg de material, usaron como herramientas las fichas de recolección de datos de los ensayos. Los resultados que obtuvo fueron que en el límite líquido se observó que al adicionar el 15% de ceniza de cascarilla de café mejora este índice ya que el material del suelo cambia a uno no plástico por el contenido de CCC, siendo así, posee buena repelencia al agua; del mismo modo, ocurre con el límite plástico. En efecto, concluyó que se generó una disminución en la plasticidad.

Por otra parte, María y Tarquino (2022) señalaron como objetivo general evaluar el comportamiento del suelo en base a sus cambios físicos que se producen al aumentar la CCA a su vez, determinar el dominio que produce la ceniza en la resistencia del suelo con adición de CCA. La metodología empleada fue con enfoque cuantitativo experimental, de modo que se recopila información para ser analizada y aplicada para verificar la veracidad de las hipótesis planteadas. En los resultados la muestra del suelo patrón al someterse al Proctor modificado se demostró que necesitaría una Humedad Óptima del 9.23%, a diferencia del suelo intervenido con la CCA, donde se observó que la humedad óptima disminuye; sin embargo, no representa gran rango de diferencia entre el suelo natural y el estabilizado con CCA.

Como artículo científico en la investigación Ayodele, Fajimi y Alo (2022) aportan al tema mediante su investigación la que tuvo como main objective of the study was to generate a better development in soil properties, through stabilization with RHA and CCR. La metodología empleada fue experimental, para determinar la composición de la ceniza emplearon el ensayo X-Ray Fluorescence (XRF), usando máquinas Vulcanizadoras y máquinas de fusión Carbolite para la medición analítica de los óxidos presentes en las cenizas. Además, compararon la variación en los límites de consistencia. Los resultados respecto a la composición química de la CCA fue que para RHA, it fit the description of Class N pozzolan since the sum of

SiO₂, Al₂O₃, and Fe₂O₃ is 78.07% (ASTM C618, 2005). Also, loss on ignition (LOI) of RHA is 6.91%, presentaron el detallado de cada elemento de la CCA.

Tabla 1. Composición química de la ceniza de cascarilla de arroz

Parameters	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
Composition (%)	82.14	1.34	1.27	1.21	1.96	0.17	0.14	2.09

Respecto a los límites de consistencia, the change in the plastic behavior of the soil could be noticed when the soil was stabilized. Likewise, an increase in the liquid limit and in the plastic limit of the soil will be observed; However, the plasticity index is reduced. The increase in consistency limits is due to the fact that when replacing the soil with RHA particles, flocculation occurs in the pozzolanic materials.

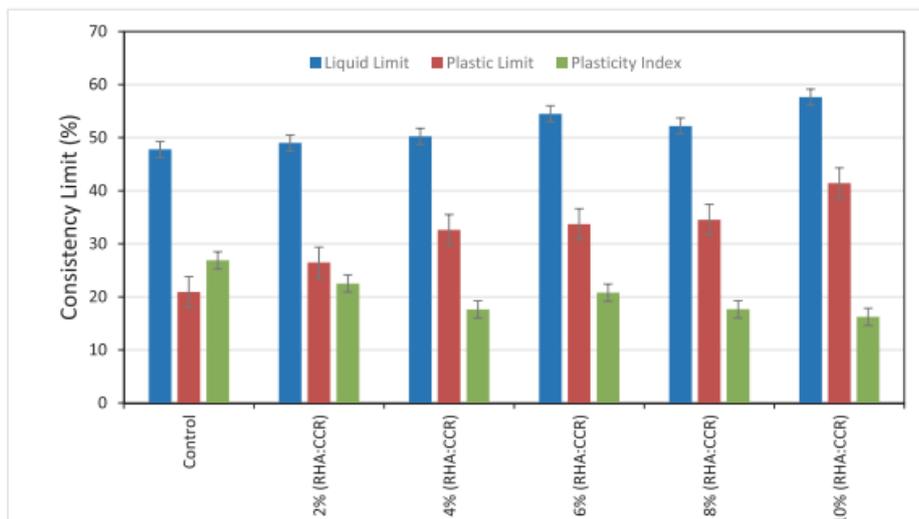


Figura 1. Influencia de la adición de CCA en los límites de consistencia.

En lo concerniente al valor del CBR, the additive helps increase the CBR value; It was found that in the development of stabilization, the CBR value improved noticeably, being 6% with the intervention of the additive; when the amount of additive increased, the CBR value decreased. The maximum yield when adding OCBR to the soil reaches 6% (the CBR value to obtain the best laterite soil is 7.26%), so the soil already meets the requirements established for the material used. As a base for road surfaces. La conclusión a la que llegaron fue que the consistency of the soil improved noticeably. The plasticity of the soil decreased as

the additive content increased in dosage up to 6% and then decreased. Similarly, with the CBR value, it improved with an additive increase of 6% to its most optimal value.

También, Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018) tuvieron como the main objective of the research was to detail the influence that sugarcane bagasse ash (SCBA) exerts as a partial substitute for Composite Portland Cement (CPC) to improve the properties of a granular sandy type soil.. La metodología empleada fue de tipo aplicada y diseño experimental. Los resultados obtenidos por los autores respect of CBR behavior of different mixes tested. The soil with 3% of CPC showed 92.50% of CBR, 110% to soil with 5% and 208% in soil with 7%. On the other hand, the soil of 3%, 5% and 7% with 75%CPC-25%SCBA presented an excellent behavior on CBR.

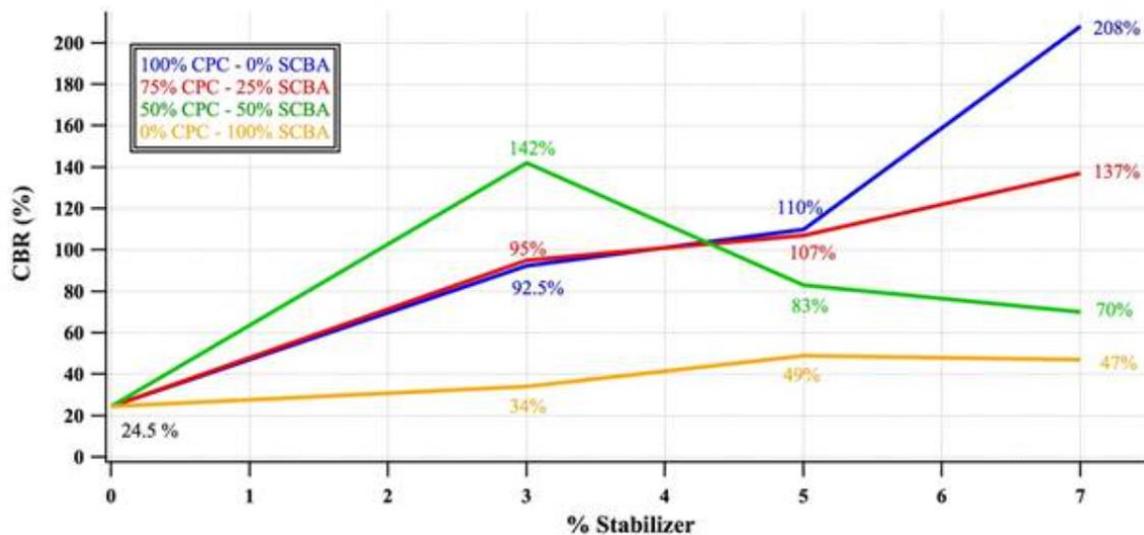


Figura 2. Influencia de la adición de CCA en el valor del CBR.

También, Alhassan (2008) mentions in her research that she seeks to know if the the mechanical properties of the soil improve with the addition of rice husk ash, through CBR, maximum dry density and Atterbergs limits. The methodology used was applied with an experimental design. The CBR in soil containing 3% CPC was 92.50%, 5% in soil 110% and 7% in soil 208%. The 3%, 5% and 7% soils containing 75% CPC-25% SCBA showed excellent CBR performance. The results were, with respect to the variation of the maximum dry density, a directly proportional

relationship was obtained, by increasing the percentage of additive, the value of the maximum dry density decreased, as shown below.

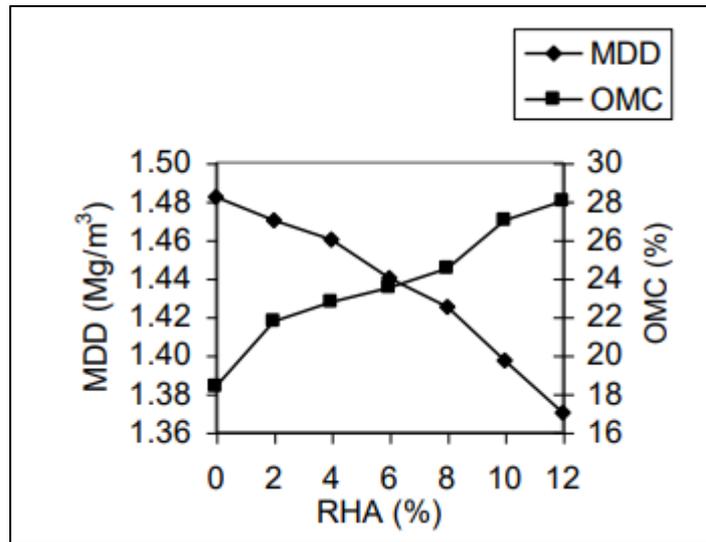


Figura 3. Variación de MDD (Maximun Density dry) con adición de RHA (Risk Husk Ash)

With respect to the CBR value, its value decreased with the 2% addition of RHA, as the percentage increased the CBR began to increase, creating a directly proportional relationship, as shown below.

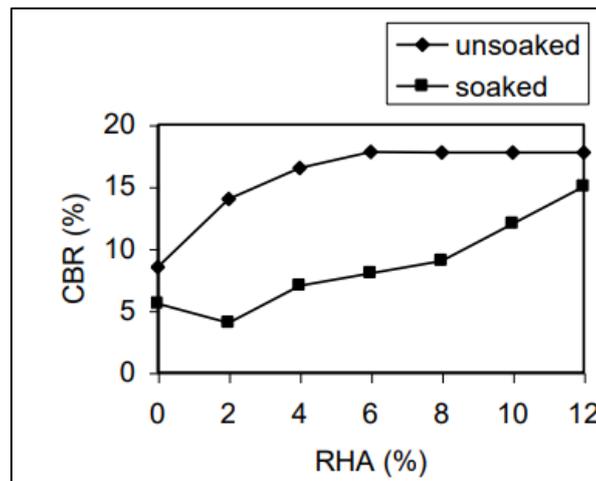


Figura 4. Variación de CBR con adición de RHA.

The following conclusions were there was also an improvement in the unsoaked CBR (18.5% at 6% RHA content) compared with the CBR of the natural soil (8.5%).

El suelo se define como el material sobre el cual se asientan edificaciones y pavimentos, el cual es excavado para poder trabajar sobre él, las propiedades que se presenten, determinarán si es factible construir en suelo natural o qué tipo de aditivo sería el adecuado para estabilizarlo y que no exista mayores complicaciones. En vista de ello, la duración de un proyecto de construcción se debe en gran parte a la calidad de los suelos subyacentes, resaltando que la inestabilidad de un suelo es un factor predominante que afecta significativamente a los proyectos de edificación o pavimentación. La estabilización de suelos se define como el tratamiento de los suelos al ser sometidos a la manipulación conveniente del constructor o investigador, para poder aprovechar sus propiedades en sus más óptimas condiciones capaz de soportar las deformaciones por el tránsito y el clima (Altamirano y Díaz, 2015). Del mismo modo, la estabilización de suelos se basa en un procedimiento de cambios químicos o mecánicos para lograr mantener o mejorar la estabilidad y propiedades de una masa de suelo (Solminihac, Echevarria y Thenoux, 1989, p. 53-78).

Dentro de lo que corresponde a estabilización, se aprecian diversos métodos que serán aplicados según la zona y las condiciones que se presenten, es decir, se debe tener en cuenta el nivel de susceptibilidad o capacidad de carga natural para que al mejorarlos tengan una mejor eficiencia en el comportamiento del suelo (CE.020). El estabilizar un suelo hace referencia a buscar un mejor desempeño de sus propiedades, como el incremento de la resistencia, mejorar notoriamente su permeabilidad disminuyendo así, la susceptibilidad al agua. Para poder determinar si existe un cambio beneficioso en las propiedades del suelo es necesario realizar ensayos de laboratorio que fundamenten y evalúen si el proceso de estabilización ha funcionado como se esperaba. Entonces, al ser sometido a ese procedimiento se pueden aprovechar en su mayoría los suelos de baja calidad transformándolos en una plataforma estable y firme para la posible infraestructura que se realizará en un futuro (Yepes, 2014).

Los métodos más conocidos son la estabilización química, que implica añadir un producto que contenga en su composición química alguna sustancia que beneficie genéricamente al suelo reduciendo su plasticidad, a lo cual se denomina

estabilizador químico y es aplicado según las especificaciones técnicas, este producto tiene como función principal transmitir la mejora de las propiedades del suelo para que sea tratado y tenga un mejor comportamiento (MTC E 1109 2004 Norma Técnica de Estabilizadores Químicos). La estabilización mecánica consta de una compactación constante del suelo en su forma dinámica o estática, permitiendo así, reducir la porosidad y disminuir la permeabilidad, por otro lado, este procedimiento aumenta la M.D.S y su resistencia mecánica (Rivera, Aguirre, Mejía y Orobio, 2020).

En lo que corresponde a la estabilización física trata sobre la variación de propiedades estructurales que se logra mediante la intervención de procedimientos que involucran la utilización de los materiales geosintéticos, los que son fabricados con fibras sintéticas como los geotextiles; o las estructuras tridimensionales de las geomallas que bien son bi-orientadas o mono orientadas; o las geomembranas que se componen de láminas poliméricas impermeables que son manufacturadas en PVC (cloruro de polivinilo) o PEAD (polietileno de baja o alta densidad); también se puede realizar la unión de un geotextil con una geomalla, lo cual brinda mayores beneficios en el refuerzo del suelo (Rivera, Aguirre, Mejía y Orobio, 2020).

El CBR es un ensayo que se puede realizar in situ o en laboratorio, dependiendo si se necesita muestras inalteradas o que estén bajo condiciones controladas de humedad y densidad. Consiste en determinar el índice de resistencia que presentan los suelos, para así, poder evaluar la capacidad potencial de las capas de un pavimento, como lo son la subrasante, la subbase y la base granular. Además, este valor es incluido en el diseño de un pavimento. Este ensayo puede tener aplicaciones en donde el impacto del agua de compactación es mínimo, así como también, se puede dar un escenario completamente diferente, en donde son desconocidas las consecuencias del contenido de agua de compactación (MTC, Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p. 249).

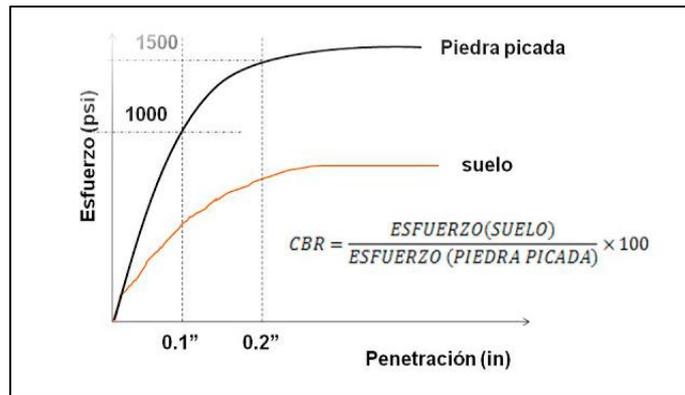


Figura 5. Definición de CBR.

El uso del ensayo CBR es para la evaluación y diseño, principalmente son evaluadas las subrasantes o en su defecto, superficies donde serán colocadas estructuras. En cuanto a diseño, California Bearing Ratio (CBR) test is used to quantify the strength capacity of the subgrade. It should be noted that most companies dedicated to the road sector use CBR for the design of pavement sections (Sagar, et. al, 2022, p. 1).

La plasticidad de los suelos se define como la capacidad que posee un suelo para someterse a la deformación, por lo que, Atterberg notó que los suelos arcillosos al someterse a condiciones de humedad son plásticos (fáciles de deformar) y que en condiciones secas son muy duros. Pero, se observó que también existían arcillas con un alto índice de plasticidad y arcillas que son de baja plasticidad.

Los Límites de Atterberg pueden definirse como los valores límites en cuanto a porcentaje de contenido de humedad, mediante los cuales se puede realizar la caracterización de la consistencia de un suelo, los cuales vienen a ser: estado semilíquido, también llamado viscoso, el estado sólido, el estado semisólido y por último el estado plástico. El valor determinado como el límite entre los estados llamados semisólido y sólido es denominado límite de retracción o contracción; por otro lado, al valor determinado como límite entre el estado plástico y semisólido se le denomina límite plástico; asimismo, el valor límite entre los estados semilíquido o viscoso y el estado plástico, se le denomina límite líquido (MTC, Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p. 72).

El Limite Liquido es el valor porcentual de contenido de humedad del suelo, en el cual, bajo este valor, el material tiene un comportamiento plástico. Cabe mencionar que, al encontrarse en este valor de contenido de humedad, el suelo se encuentra en el límite de variar el comportamiento que tiene, al de un fluido viscoso, también llamado estado semilíquido (MTC, Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p. 72).

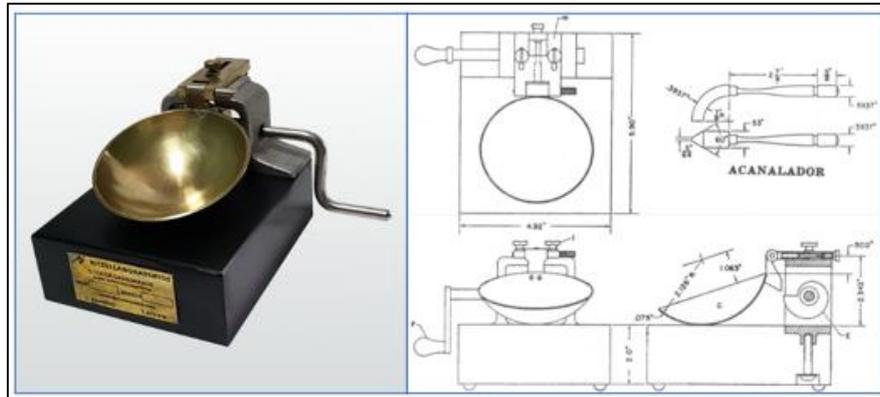


Figura 6. Esquema de copa de Casagrande.

El Proctor modificado se basa en poder establecer que el contenido de humedad de remoldeo y la densidad seca del suelo compactado en un molde habiéndole aplicado previamente impactos producidos por el pistón normalizado a una altura de 18 pulgadas. Con los resultados de la compactación se determina el contenido de humedad que es el óptimo con el cual el suelo puede conseguir su máxima densidad seca (Camacho, Reyes y Mendez, 2007).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación se denomina aplicada aquella que se fundamenta en investigaciones básicas y en base a ello se formulan problemas e hipótesis para solucionar conflictos de la sociedad (Nicomedes, 2018, p. 3). Agregando a lo anterior, la investigación aplicada se enfoca en reconocer necesidades o problemas para posteriormente brindar una solución basada en ciencia y conocimientos recién adquiridos, fundamentándose en bases técnicas y teóricas (Castro, Gómez y Camargo, 2022). La presente investigación es de tipo aplicada ya que se basa en buscar soluciones mediante la estabilización con materiales orgánicos, siendo fundamentadas en la teorías y bases técnicas sobre la adición de la ceniza de la cascarilla de café.

Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo se constituye en la obtención de resultados y su análisis para responder a las interrogantes planteadas, mediante la comprobación de hipótesis con exactitud a través de la medición de indicadores (Sampieri, Collado y Lucio, 2003). El enfoque que toma la investigación es cuantitativo pues se medirá la variable en estudio, la cual se manipulará a conveniencia del investigador para que pueda ser analizada con ensayos de laboratorio y obtener resultados numéricos que permitieron la comparación de cada muestra de suelo, esto mediante la interpretación de las gráficas y de las características que presenten las muestras.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño cuasi experimental es un método de trabajo con el que se procura el estudio del impacto de los procesos de cambio en donde los objetos de observación han sido asignados acorde a un criterio aleatorio a conveniencia del investigador (Escudero y Cortez, 2017). El diseño de la investigación es cuasi experimental, porque se busca alterar la variable

independiente (ceniza de cascarilla de café) para posteriormente evaluar los efectos que tuvo en la variable dependiente (propiedades físico-mecánicas del suelo), identificándose el impacto y hallando la veracidad de la hipótesis planteada.

El nivel de la investigación:

El nivel de investigación se basa en determinar y aclarar el porqué de los fenómenos, se es posible realizar estudios predictivos que son teorías que consisten en el conocimiento de la causa de un fenómeno (Romero, 2022, p. 24). En la investigación se busca una proporción enfocada en la explicación de los efectos asociados a la ceniza de cascarilla de café respecto a la estabilización de suelos arcillosos en el sector de Alto Gramazú.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable: La variable es determinada bajo las condiciones del entorno espacio-temporales que caracterizan a las unidades de análisis. Por lo cual se deduce que es una característica con el poder de asumir diversos valores, según lo requiera el investigador o lo que desee medir, es una cualidad susceptible que se acopla a la naturaleza de la investigación (Rodríguez, Breña y Esenarro, 2021, p. 34).

Variable Independiente : Ceniza de cascarilla de café

Variable Dependiente : Propiedades físico-mecánicas del suelo

Operacionalización de variables: Es definir claramente el enfoque de la variable con las limitaciones que corresponden a la investigación de manera que se da una perspectiva a lo que se desea investigar (Conrado, vol.15, 2019) (Ver matriz de Operacionalización en el anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población:

La población se define como el límite de la agrupación de estudio que tengan características en común y cumplan con una serie de especificaciones

requeridas en la investigación, así como también, es un conjunto definido y accesible (Arias, Villasis y Miranda, 2016, p. 204). La población de la presente investigación es la carretera de Alto Gramazú, constituida por 1 kilómetro de distancia y que tiene un carril de 4 metros.

3.3.2 Muestra:

La muestra refiere específicamente al subconjunto de la población en donde se centra el interés siendo delimitada en base a características propias en común y ser la suficiente para representar en general a la población (Hernández y Mendoza, 2018, p. 196). En la presente investigación, la muestra se encuentra conformada por 1 calicata, previamente elegida en base al suelo más crítico según los resultados de la clasificación de suelos realizadas a las 3 calicatas realizadas basadas en la referencia del MTC en la sección de suelos y pavimentos en donde señala que la distancia mínima de separación entre calicatas es de 250m según la topografía de terreno, por lo que se optó ubicarlas a 500 m; también, indica la profundidad mínima de 1.50 m en lo que corresponde a un bajo volumen de tránsito (<200veh/día)

3.3.3 Muestreo:

Se denomina muestreo a cada elemento que forma parte de la población sujeta a investigación. En el muestreo no probabilístico, las muestras no se basan en un tipo de selección, es decir, son arbitrarias bajo el criterio del investigador (Pimiento, 2000, p. 265). El presente proyecto de investigación se realizó con un muestreo no probabilístico ya que los porcentajes de adición de ceniza fueron elegidos a conveniencia del investigador, al igual que los estratos del suelo

3.3.4 Unidad de análisis:

Consiste en el parámetro principal al cual se hace énfasis en la investigación (Testsiteforme, 2022, p. 1). En el presente proyecto la unidad de análisis es cada estrato extraído de las calicatas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Estas técnicas permiten el orden sistematizado de información que es recopilada mediante un instrumento que tenga como característica principal la esencia de la naturaleza del objeto de estudio, para así establecer una medición de las variables (Hernandez et al, 2014, p. 174). En la presente investigación, la técnica a usarse será la observación, ya que al realizar la primera calicata de podrá observar las condiciones del suelo; también se emplearán fichas donde se detalle el tipo de ensayo y la calicata a la que corresponde, por último, se usará la normativa internacional para seguir los pasos establecidos para el correcto desarrollo de los ensayos (normas ASTM).

Instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se sustenta en instrumentos estandarizados, que han sido validados con certificaciones. Con estudios previos, se ha evidenciado su confiabilidad. Además, los instrumentos obligan a que las técnicas efectúen su propósito. (Arias, 2012, p. 67). En la presente investigación, se llevarán a cabo diversos ensayos de laboratorio tales como:

- | | |
|--|---------------------------|
| ✓ Análisis granulométrico por tamizado | NTP 39.128 (ASTM D-422) |
| ✓ Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos (Límites de Atterberg) | NTP 339.129 (ASTM D4318) |
| ✓ Compactación Proctor modificado | NTP 339.141 (ASTM D 1557) |
| ✓ C.B.R. (Relación soporte de California) | NTP 339.145 (ASTM D 1883) |
| ✓ Contenido de humedad de un suelo | NTP 339.127 ASTM D-2216) |

También, se usaron las fichas y formatos para el conteo vehicular

Validez

Hace referencia al grado de exactitud que debe cumplir el instrumento, siendo que debe medir específicamente las características para el que fue construido. Por ello, es sometido a un juicio de expertos en donde se encargan de dar aprobación al contenido del instrumento a utilizar (Moral, 2006). Para la correcta verificación de la validez de los instrumentos usados para la recopilación de datos

se dispuso de tres ingenieros colegiados con amplia experiencia en el rubro al que se enfoca la investigación, quienes darán la aprobación de dichos instrumentos. (Ver anexo --)

Confiabilidad de los instrumentos.

Consiste en la evaluación del instrumento con respecto a la consistencia y coherencia de los resultados que al ser aplicada reiteradas veces al mismo sujeto debe producir resultados iguales al grado en que un instrumento represente a los diferentes elementos del constructo teórico (March y Martínez, 2016, p. 112). Para la investigación se presentan todos los certificados de calibración y de calidad de cada instrumento a usarse para los ensayos realizados.

3.5. Procedimientos:

Los procesos realizados en la elaboración de la tesis fueron secuenciales, de modo que, todo lleve un orden en base a un cronograma establecido para las fases y tareas a ejecutar, las cuales son indispensables para continuar con el correcto desarrollo del proyecto de investigación. Por lo que el avance se clasifico por etapas que se presentan a continuación.

Primera fase: Recolección de la ceniza de cascarilla de café.

En principio, se empezó con la cosecha de café en el sector de Alto Gramazú, la zona de estudio se considera un sector cafetalero, por lo cual, no se presentó mayores inconvenientes para la recolección del fruto como tal. El proceso de cosecha demoró una semana, de la cual, los 4 primeros días se realizó una jornada de 9 horas al día; en cambio, los otros 3 días fueron jornadas de 5 horas en las mañanas. Debido a que la cantidad que se necesitaría abordaba un considerable volumen de ceniza de cascarilla de café, se recolectaron alrededor de 30 sacos de 50kg del fruto del café. Al fruto del café en ese estado, generalmente se le dice "cerezo", debido al color que presenta y que está en su estado natural sin ninguna alteración.

Luego, todo el cerezo recolectado fue llevado a la vivienda en donde se realizaría el proceso de filtrar solo los granos con contenido dentro. Este proceso es

básicamente como un previo lavado al café, donde se seleccionan solo la muestra que vaya a ser de utilidad para el desarrollo de la tesis; consiste en verter el cerezo en un recipiente lo suficientemente amplio para realizar el lavado, luego, se pasa a echar agua al recipiente, hasta llenarlo en una cuarta parte, para pasar a echar agua con ayuda de otro recipiente, pero dándole una altura mínima de 50cm, para que llegue con presión y los granos vacíos empiecen a flotar, mientras que los que tengan contenido se asienten, por lo que con apoyo de un colador se va separando los que flotan en otro lado, este proceso se realiza dos veces. En caso no se desee echar agua al recipiente con la altura antes dicha, se puede llenar la tina hasta en $\frac{3}{4}$ y empezar a moverlo despacio, cuidando que la capa de pulpa no se retire de los granos. Al terminar ello, quedaron solo los granos necesarios y óptimos para la experimentación.

Lo siguiente es empezar con el proceso del despulpado, es decir, sacar la cáscara dulce (pericarpio) y la pulpa (mesocarpio), para que quede el café en pergamino con color amarillento claro. Para ello, se debe tener preparados los baldes llenos con el cerezo, el agua y la máquina despulpadora (puede ser manual o eléctrica), en este caso, eléctrica. Dentro de los baldes se tiene separado el cerezo, para poder ir acomodándolo en la máquina despulpadora, al tenerlo apto para empezar con el proceso, se abre el caño para que empiece a escurrir el agua en el equipo (es necesario realizar el proceso con agua, sino la máquina corre riesgo de malograrse por mucha fricción), el equipo tiene dos salidas, una por donde sale el café en pergamino y la otra por donde expulsa la cáscara o pulpa del café; se debe prever que en la salida del pergamino haya un costal sujetado por una persona para que pueda ir equilibrando el peso según como va cayendo; en la otra salida se puso otro costal y un plástico que cubría gran parte de la salida, para que la cáscara pueda resbalar con mayor facilidad. Al encender el equipo, van cayendo los granos en donde correspondan, en simultáneo se va echando el cerezo que está en los otros baldes hasta que se llene el costal de pergamino en unos $\frac{3}{4}$, esto porque de esa forma no fue tan pesado y se tuvo mayor facilidad al momento de movilizarlo; para mayor precaución y no se atore la máquina, en simultáneo al despulpado, se va jalando hacia el costal la cáscara que va siendo expulsada por la despulpadora. La cáscara retirada pasa a ser desechada en un lugar acondicionado para ello, en

donde se degradará con el tiempo, esto genera la aparición de moscos, por lo que se recomienda hacerlo en una zona un poco alejada de la zona de trabajo o de viviendas para así evitar futuras molestias. Los equipos empleados fueron prestados por residentes de la zona.

Al tener el pergamino recién despulpado es un grano pegajoso, ya que se sacó la capa de pulpa que tenía, entonces, para que pueda soltar la textura pegadiza, se deja reposar en el costal por al menos 24 horas, no excederse en el tiempo de reposo debido a que se corre el riesgo de que esa textura pegajosa se pegue en el grano del pergamino y se haga más dificultosa la extracción de la misma. Pasando ese tiempo, se procedió al lavado del grano en pergamino, en tinas con diámetro de 1.50m se introdujeron los granos de café para ser lavados, en simultáneo, al ir incrementando el agua, se empieza a sobar los granos entre sí para que suelten por completo lo pegajoso y queden limpios en su totalidad, al frotarlos entre sí se crea una fricción que se puede tomar como exfoliación de los mismos. Para esto, se usó una botella cortada a la mitad agujereada a los lados para la eficiencia en el proceso de lavado (se puede usar la herramienta que le resulte más eficaz para el lavado o hacerlo con la mano). El proceso de lavado se reitera unas 3 o 4 veces, dependiendo del grado de viscosidad de los granos, si a la tercera lavada se sigue sintiendo la textura suave, resbaladiza y si aún tiene un poco del color rojizo, es necesaria una cuarta lavada, de lo contrario, con 3 pasadas es suficiente. Lo esencial es que se verifique que el grano esté limpio, que tenga una textura durita y que el grano esté color medio amarillo o mostaza bajito.

Después se pasa al proceso de secado, se dejó los granos en la secadora de café, que es una estructura compuesta por un techo en forma parabólica construido con tuberías y plástico especial que resiste las altas y bajas temperaturas sin romperse, para el espacio del café, se puso madera pino para los 6 postes con altura de 1.90 m, ahí colocaron las plataformas de mallas y encima costal para que el agua sobrante pueda filtrar por la parte baja. El proceso de secado duró aproximadamente 1 mes, debido a que el espacio no fue suficiente para poner todo el café, se usó parte de la vivienda propia del investigador para poner a secar el café en pergamino, para ello, se usó un plástico y se mandó a hacer una estructura

alta que tenga una malla encima, la cual revestimos con una malla rashell y procedí a ponerle el café mojado.

Al tener listo el pergamino seco, se procede a separar la cascarilla del café del grano como tal. Esto se realiza en los establecimientos que se dedican a tostar y moler el café, ya que cuentan con la maquinaria apta para ese tipo de trabajos. Entonces, se llevó el café en pergamino a Villa Rica, para que se realice la separación de la cascarilla de café. Al tener la cascarilla lista, se empezó con el proceso de incineración, en primera instancia, se optó por una incineración manual, sin embargo, al ver que se consumía gran cantidad de cascarilla de café y el producto sea equivalente a pocos gramos de ceniza, se optó por una mejor alternativa que era mandarlo a incinerar industrialmente con maquinaria. Por lo tanto, la cascarilla de café fue llevada a Villa Rica para realizar el proceso de incineración.

Al culminar con ello, ya se tuvo la ceniza de cascarilla de café, la cual fue tamizada para que los laboratorios tengan mayor facilidad en el manejo de la muestra, se llevó la cantidad requerida por ambos laboratorios. Estos se sitúan en Lima, por lo que se programó un viaje a dicho lugar, el costal de CCC fue transportado mediante una agencia de carga, la cual se encargó de dejarlo en la puerta del laboratorio. Entonces, al llegar a Lima, fui a corroborar en los laboratorios que hayan separado correctamente mis muestras y estén en el proceso del ensayo de composición química y con las respectivas adiciones en las muestras del suelo.

Al obtener los resultados del laboratorio sobre la composición química de la ceniza se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 2. Resultados obtenidos expresados en elementos

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1230	Calcio, Ca	%	42
	Potasio, K	%	30
	Magnesio, Mg	%	14
	Hierro, Fe	%	3

	Silicio, Si	%	3
	Azufre, S	%	3
	Cloro, Cl	%	2
	Fósforo, P	%	2
	Manganeso, Mn	%	1
	Titanio, Ti	%	0
	Estroncio, Sr	%	0
	Cobre, Cu	%	0
	Zinc, Zn	%	0
	Rubidio, Rb	%	0

Tabla 3. Resultados obtenidos expresados en elementos

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1230	Óxido de potasio, K ₂ O	%	56
	Óxido de calcio, CaO	%	21
	Óxido de magnesio, MgO	%	16
	Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	%	2
	Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	%	2
	Óxido de silicio, SiO ₂	%	2
	Óxido de manganeso, MnO	%	0
	Óxido de azufre, SO ₃	%	0
	Óxido de titanio, TiO ₂	%	0
	Óxido de estroncio, SrO	%	0
	Óxido de cobre, CuO	%	0
	Cloro, Cl	%	0
	Óxido de zinc, ZnO	%	0
	Óxido de rubidio, Rb ₂ O	%	0

Segunda fase: Elección de muestra

En la población de 1 kilómetro, se realizaron 3 calicatas según lo que indica el MTC, la profundidad de cada calicata fue de 1.50 m, conforme al MTC, lo cual corresponde a un bajo volumen de tránsito (IMDA < 200 veh/día). Esto pudo comprobarse debido a que se realizó un conteo vehicular en la zona de estudio, situándose a lo largo del kilómetro en diferentes distancias, durante 4 días (jueves, viernes, sábado y domingo) en horarios de 7:00 a. m. a 11:00 a. m. y de 4:00 p. m. a 7:00 p. m., se optó por ese horario ya que son las horas punta del sector, a razón de que los residentes salen y regresan a esa hora a sus viviendas, por lo que los

vehículos circulan más en ese lapso de tiempo. Con ello, se constató que la clasificación de la carretera sí es de bajo volumen de tránsito, por ende, la profundidad de las calicatas si es la adecuada para el estudio.

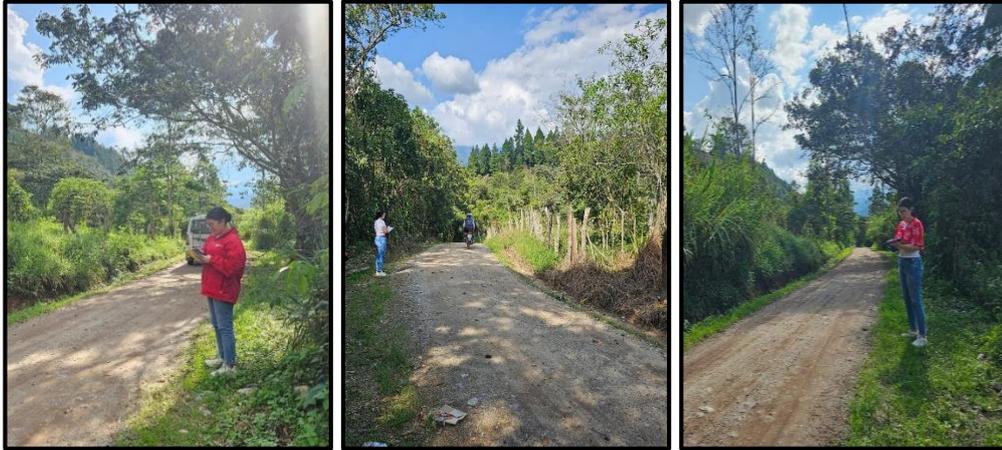


Figura 7. Conteo vehicular en Alto Gramazú.

Tercera fase: Ubicación de calicatas

Se empezó con ubicar en Google Earth la población, en este caso, el kilómetro de carretera en Alto Gramazú para poder ubicarnos en el sector de estudio. Al tener ubicada la población, se procedió a ir a campo a la zona de estudio; para realizar la exploración correspondiente a la población y poder ubicar las 3 calicatas. Las calicatas estaban equidistantes, por lo que la separación fue de 500 metros entre estas; esto se realizó con la finalidad de poder determinar el suelo más crítico en la carretera. La ubicación de la primera calicata fue en la progresiva 0+000, la segunda en 0+500 y la tercera en la progresiva 1+000. Al estar en el sector, con la ayuda de un familiar se procedió a tomar el punto de inicio del kilómetro y nombrar a la primera calicata como C-01, las dimensiones fueron de 1.20m x 1.20m con una profundidad ya antes mencionada de 1.50 metros, se realizó la demarcación con yeso. Luego, con apoyo de la wincha de 100 metros se empezó a medir la distancia hasta llegar a los 500 metros, en donde fue situada la segunda calicata nombrada como C-02, del mismo modo se realizó el trazo con yeso y se conservó las dimensiones y profundidad de la primera exploración, después se realizó el mismo procedimiento con la tercera calicata nombrada como C-03.

Cuarta fase: Elaboración de calicatas

Al tener listo el trazo, se realizó las coordinaciones necesarias para poder contar con la maquinaria, en este caso fue necesaria una retroexcavadora para optimizar los tiempos de excavación y llegar a la profundidad de 1.50 m sin mayores complicaciones. Antes de comenzar la excavación se consultó a los habitantes de la zona, la ubicación por donde estaban pasando las matrices de agua y desagüe para no generar daños colaterales en la realización de las calicatas. Del mismo modo, para no tener inconvenientes con los habitantes, se realizó una solicitud al jefe del sector de Alto Gramazú, para tener la autorización de realizar dicha actividad. Entonces, al tener la confirmación de poder empezar con el trabajo, se procedió a identificar cada calicata según la denominación brindada líneas anteriores. Después, al llegar a la profundidad de excavación de 1.50 m, se procedió a extraer la muestra de cada calicata, siendo 100 kg por cada una. El peso mencionado se debe a que se optó por realizar solo una excavación para reducir costos y optimizar los tiempos de entrega, debido a que, al elegir la calicata con el suelo más crítico, se tuvo que obtener mayor cantidad de muestra para los posteriores ensayos a realizarse. Por lo que, al realizar una excavación general, se mantiene el material en sacos para que se facilite su extracción al momento de requerir la muestra para los siguientes análisis.



Figura 8. Excavación de calicatas y extracción de muestra.

Al culminar con las 3 calicatas se procedió al llenado en costales con ayuda de los residentes de la zona, cada costal consta de 50kg.



Figura 9. Llenado de muestra en los costales.

Quinta fase: Mandado de muestra al laboratorio

Se mandaron las muestras de las 3 calicatas al laboratorio para que puedan realizar la clasificación de suelos tanto ASSHTO como SUCS, y así, poder elegir el suelo más crítico. De esta manera, a la calicata que presentó mayores deficiencias se le aplicó los ensayos del CBR, Proctor modificado y Máxima densidad seca. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la clasificación de suelos.

Tabla 4. Contenido de humedad de las tres calicatas.

Contenido de humedad ASTM D2216	Calicatas		
	C-1	C-2	C-3
Contenido de humedad (%)	7.9	15.2	14.2
Método de secado	Horno a 110° +/-5°C		
Procedimiento de tamizado	Compuesto		
Tamiz separador	N°4		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Límites de Atterberg de las tres calicatas.

Límites de consistencia	Calicatas		
	C-1	C-2	C-3
Límite líquido	N.P	37	37
Límite plástico	N.P	17	24
Índice de plasticidad	N.P	20	13
Índice de consistencia	-	1.1	1.8
Índice de liquidez	-	-0.1	-0.8
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Clasificación del suelo según AASHTO y SUCS.

Clasificación del suelo	Calicatas		
	C-1	C-2	C-3
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SW-SM	CL	SC
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)	A-6 (3)	A-2-6 (0)
Nombre del grupo	Arena bien gradada con limo y grava	Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava	Arena arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Al obtener los resultados de laboratorio, se optó por la calicata 2, que era la que tenía el suelo más crítico.

3.6. Método de análisis de datos:

Al contar con la lista la recolección de datos con toda la información necesaria se realizan pruebas estadísticas a las que se deben someter dependiendo de los datos y grupos implicados, la herramienta que será de ayuda será la estadística inferencial. Respecto a la selección de datos se empleará la ficha y los formatos de ensayos de laboratorio, para posteriormente analizar los resultados.

3.7. Aspectos éticos:

La investigación realizada fue en base a conocimientos teóricos, siendo citados los autores de cada concepto o teoría presentada según el formato ISO 690-2 del mismo modo, los antecedentes. Además, se utilizó una interpretación y criterio propio del investigador, desarrollando el proyecto con responsabilidad, aceptando las críticas y opiniones de los expertos. La investigación se desarrolló en base a la normativa del Manual de Carreteras y de las normas ASTM.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La presente investigación se encuentra localizada en el departamento de Pasco, provincia y distrito de Oxapampa, sector Alto Gramazú. Este sector se caracteriza por ser cafetalero y ha tenido un buen desarrollo en el transcurso de los años.



Figura 10. Mapa político del Perú



Figura 11. Mapa político del Departamento de Pasco



Figura 12. Mapa político de Oxapampa

Departamento: Pasco

Provincia: Oxapampa

Distrito: Oxapampa

Sector: Alto Gramazú

Límites

Norte : Con el Distrito de Huancabamba.

Sur : Con el distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo.

Este : Con los Distritos de Palcazú y Villa Rica.

Oeste : Con el Distrito de Chontabamba.

Ubicación geográfica

El distrito de Oxapampa se encuentra ubicado en la margen derecha del río Chorobamba y en la parte central y oriental de la Región Pasco, entre las coordenadas geográficas 10°35'25" de Latitud Sur y 75°23'55" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich", contando con un área de 982.04 km² aproximadamente con una altitud de 1800 m.s.n.m. Según la INEI con una población de 3.52 hab/ km²

Clima

El clima que posee el distrito de Oxapampa es húmedo y semi-cálido, con temperaturas promedio de 15°C a 25°C y precipitaciones de 1500 a 2000 mm.

Objetivo específico 1: Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en el índice de plasticidad del suelo.

Para el primer objetivo planteado se realizó el ensayo de clasificación de suelos, para verificar si realmente existió una mejora en la plasticidad del suelo y la variación en los límites de Atterberg.



Figura 13. Procedimiento para ensayo de Límites de Atterberg.

Tabla 7. Clasificación de suelos según SUCS con la adición de ceniza de cascarilla de café.

	Patrón	Porcentajes de adición		
		10%	15%	20%
Límite líquido	37	28	28	27
Límite plástico	17	20	18	21
Índice de plasticidad (%)	20	8	10	6
Contenido de humedad (%)	15.2	8	10	9.5
Clasificación SUCS	CL – Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava	SC - Arena arcillosa con grava	SC - Arena arcillosa con grava	SC - SM, Arena limo arcillosa con grava
Cu	-	486.9	5820.4	99035.5
Cc	-	4.5	7.2	13.8

Fuente: Elaboración propia

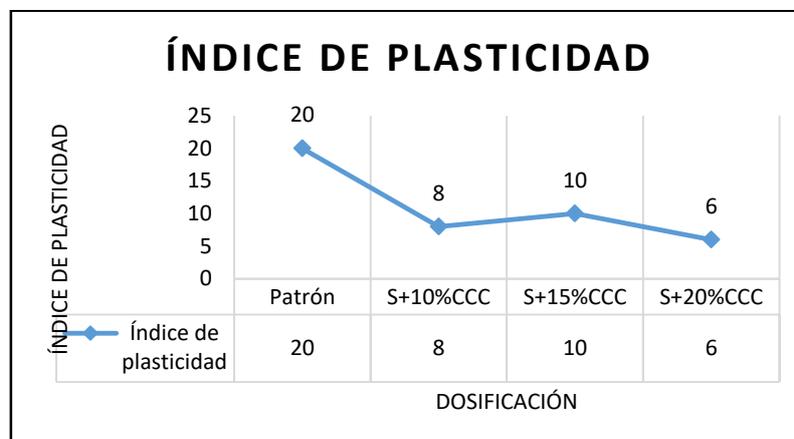


Figura 14. Resultado del ensayo de los Límites de Atterberg.

Al observar los resultados expresados en la tabla 5 y figura 19, se notó que la ceniza de cascarilla de café si influyó en el índice de plasticidad del suelo. La muestra patrón tuvo un índice de 20%, al incrementar 10% de CCC el índice de plasticidad decreció a un valor de 8%, al incrementar el 15% de CCC se redujo a un valor de 10%, por último, al incrementar el 20% respecto al peso seco del suelo se redujo a un valor de 6%.

Tabla 8. Prueba de normalidad para el índice de plasticidad obtenida del SPSS.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	.192	4	.	.971	4	.850
Índice_de_Plasticidad	.314	4	.	.854	4	.240

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla 6, los datos con la variable índice de Plasticidad tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 9. Correlación “r” de Pearson obtenida del SPSS para el índice de plasticidad.

Correlaciones			
		Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	Índice_de_Plasticidad
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	Correlación de Pearson	1	-.910
	Sig. (bilateral)		.090
	N	4	4
Índice_de_Plasticidad	Correlación de Pearson	-.910	1
	Sig. (bilateral)	.090	
	N	4	4

Según la tabla 7, existe evidencia estadística para decir que la variable Índice de Plasticidad está relacionada de manera directa y negativa con la adición de ceniza de cascarilla de café ($r=-0.910$).

Objetivo específico 2: Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en la capacidad portante del suelo.

Para poder determinar la influencia que ejerce la CCC en el suelo, se realizaron 4 ensayos, con las tres dosificaciones de ceniza y con el suelo patrón (en su estado natural sin alteraciones). El ensayo realizado fue el California Bearing Radio, los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 10. Valor de CBR con la adición de ceniza de cascarilla de café.

	Porcentajes de adición			
	Patrón	10%	15%	20%
CBR (100% M.D.S)	17.10%	19.90%	18.50%	15.20%
CBR (95% M.D.S)	12.70%	15.50%	14.60%	12.90%

Fuente: Elaboración propia

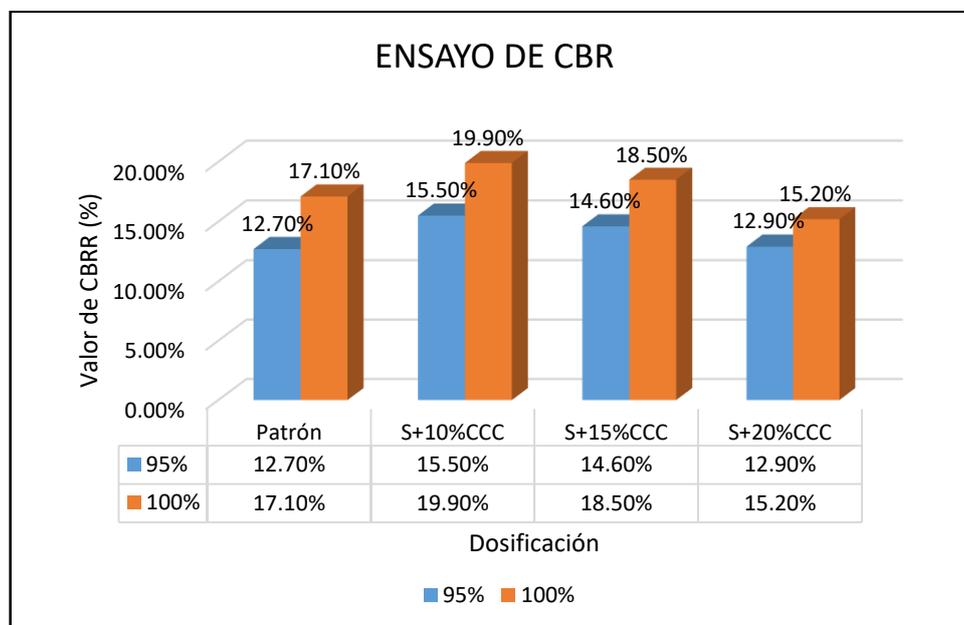


Figura 15. Resultado del ensayo del CBR.

Según la tabla 8 y figura 20, se observó que respecto al CBR al 100% de la M.D.S el suelo patrón tiene un 17.10%, al incrementar 10% de CCC aumenta el porcentaje a 19.90%; sin embargo, al adicionar 15% de CCC el CBR disminuye a 18.50%, del mismo modo, al adicionar el 20% de CCC el valor se reduce a 15.20%. Por otra parte, respecto al CBR al 95% de la M.D.S, el suelo patrón tiene 12.70%, al adicionar 10% de CCC el valor del CBR incrementa a 15.50%, no obstante, al adicionar el 15% de CCC el valor se reduce a 14.60%, por último, al adicionar 20% de CCC el valor redujo hasta un 12.90%.

Tabla 11. Prueba de normalidad obtenida del SPSS para el CBR al 100% M.D.S.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	.192	4	.	.971	4	.850
CBR 100%	.159	4	.	.992	4	.968

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla 9, los datos con la variable del CBR al 100% tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 12. Correlación "r" de Pearson obtenida del SPSS del CBR al 100%.

Correlaciones			
		Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	CBR
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	Correlación de Pearson	1	-.289
	Sig. (bilateral)		.711
	N	4	4
CBR 100%	Correlación de Pearson	-.289	1
	Sig. (bilateral)	.711	
	N	4	4

Según la tabla 10, existe evidencia estadística para decir que la variable del CBR al 100% está relacionada de manera directa y negativa con la adición de ceniza de cascarilla de café ($r=-0.289$).

Tabla 13. Prueba de normalidad obtenida del SPSS para el CBR al 95% M.D.S.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	.192	4	.	.971	4	.850
CBR 95%	.276	4	.	.888	4	.373
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Según la tabla 11, los datos con la variable del CBR al 95% tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 14. Correlación “r” de Pearson obtenida del SPSS del CBR al 95%.

Correlaciones			
		Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	CBR
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	Correlación de Pearson	1	.155
	Sig. (bilateral)		.845
	N	4	4
CBR 95%	Correlación de Pearson	.155	1
	Sig. (bilateral)	.845	
	N	4	4

Según la tabla 10, existe evidencia estadística para decir que la variable del CBR al 95% está relacionada de manera directa y positiva con la adición de ceniza de cascarilla de café ($r=0.155$).

Objetivo específico 3: Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en los parámetros de máxima densidad seca del suelo.



Figura 16. Proceso del ensayo del Proctor Modificado.

Tabla 15. Valor de Máxima Densidad Seca y Contenido Óptimo de Humedad.

	Porcentajes de adición			
	Patrón	10%	15%	20%
Máxima densidad seca	1.76 g/cm ³	1.63 g/cm ³	1.601 g/cm ³	1.553 g/cm ³
Contenido Óptimo de Humedad	10%	10.50%	7.10%	11.90%

Fuente: Elaboración propia

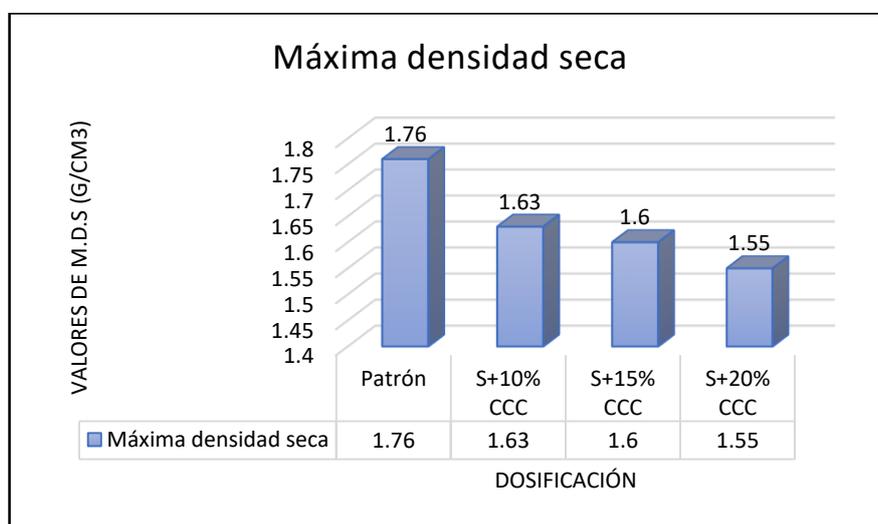


Figura 17. Resultado del ensayo del Proctor Modificado.

Al obtener los resultados del ensayo y plasmarlos en la tabla 7 y figura 23, se observó que la máxima densidad seca fue reduciendo su valor mientras más CCC se incorporaba, es decir, ambos son inversamente proporcionales, siendo la

Máxima Densidad Seca del suelo patrón 1.76 g/cm³. Por lo que, al incorporar 10% de CCC la máxima densidad seca baja a un valor de 1.63 g/cm³, al incorporar 15% de CCC la M.D.S baja a 1.6 g/cm³ y al adicionar 20% de CCC la M.D.S bajó a un valor de 1.55 g/cm³.

Tabla 16. Prueba de normalidad obtenida del SPSS para el Proctor Modificado.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	.192	4	.	.971	4	.850
Proctor_Modificado	.272	4	.	.925	4	.566

Según la tabla 14, los datos con la variable del Proctor Modificado tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 17. Correlación “r” de Pearson obtenida del SPSS para el Proctor Modificado.

Correlaciones			
		Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	Proctor Modificado
Dosificación_de_ceniza_de_cascarilla_de_café	Correlación de Pearson	1	-.991**
	Sig. (bilateral)		.009
	N	4	4
Proctor_Modificado	Correlación de Pearson	-.991**	1
	Sig. (bilateral)	.009	
	N	4	4

Según la tabla 15, existe evidencia estadística para decir que la variable del Proctor Modificado está relacionada de manera directa y negativa con la adición de ceniza de cascarilla de café (r=-0.991).

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: En la presente investigación al incorporar el 20% de CCC respecto al peso seco del suelo, el índice de plasticidad se redujo notablemente llegando a un valor de 6%, lo que indica que disminuyó en un 70% con respecto al suelo patrón. Asimismo, concuerdo con Huancapaza (2021), quien en su investigación desarrolló adiciones de 15%, 20% y 25% de CCC respecto al suelo patrón, en todas las dosificaciones obtuvo una reducción del índice de plasticidad, obteniendo una relación directamente proporcional, siendo la adición del 20% de CCC con la que obtuvo la mayor reducción de un 47.81% en el índice de plasticidad. Del mismo modo, coincido con Espinoza y Velasquez (2018) que demostraron que al adicionar un 20% de CCA en la muestra patrón, se obtuvo una reducción en el valor del IP hasta que llegó a un 9.73%. De igual manera, Llauce y Pérez (2022) adicionaron el 10%, 12% y 15% de CCA al suelo patrón, sus resultados reflejaron que los valores del índice de plasticidad reducían al ir incrementando el porcentaje de CCA, obtuvieron el valor más bajo al 15% de adición, siendo de 18%. De la misma manera, concuerdo con Laguna y Chacón (2020) ya que obtuvieron en sus resultados que la ceniza de cascarilla de café influye en la reducción del índice de plasticidad verificado mediante los ensayos de laboratorio al mejorar la consistencia de la muestra. Por otro lado, discrepo con la investigación de Maguiña (2018) ya que al adicionar la ceniza de un material orgánico, es ese caso la ceniza de cascarilla de arroz, en porcentajes de 4%, 7% y 10% obtuvo un incremento del 28.58% en el índice de plasticidad del suelo respecto al suelo patrón. Del mismo modo, discrepo con Cardenas y Motta (20) quienes al incorporar 4%, 7% y 10% de ceniza de cascarilla de arroz al suelo patrón, obtuvieron un incremento en el índice de plasticidad respecto a la muestra patrón de 2%, siendo el aumento de 6%, 10% y 12% respectivamente. También, difiero de la investigación de Camargo y Peralta (2020) que obtuvieron un resultado con una variación insignificante en el índice de plasticidad, el suelo virgen tiene un IP de 12.99% y el suelo con la adición del 12% de CCC tiene un IP de 12.98%. Del mismo modo, difiero con Hernandez y Herrera (2019) que al realizar los ensayos con las diferentes dosificaciones de 4%, 6% y 8% de CCC respecto al peso seco del suelo, obtuvieron como resultado que el índice de plasticidad del suelo no presentaba variaciones en ningún caso.

Discusión 2: En la presente investigación el valor del CBR al 100% de la M.D.S del suelo patrón fue de 17.10%, la incorporación de la dosificación del 10% de CCC respecto al peso del suelo seco mejoró la muestra, siendo su nuevo valor de CBR al 100% de 19.90%. Entonces, concuerdo con la investigación de Cajaleón y Mondragón (2018), que obtuvieron en sus resultados al adicionar ceniza de cascarilla de arroz una mejora en el valor del CBR, los autores lograron el máximo valor del CBR al adicionar un 15% de CCA, tuvieron como CBR del suelo patrón un 6.2%, y con la adición del 10% de CCA, se logró un 10.3%. Del mismo modo, coincido con Huancapaza (2021) que refleja en su investigación una mejora en los resultados del CBR al 100% de la M.D.S con la incorporación de la ceniza de cascarilla de café, ahora bien, tuvo en su muestra de suelo natural un valor de 38.40% y obtuvo la más eficiente dosificación de 20%, debido a que la incorporación de la CCC en un 20% logra un valor de CBR de 60.40% al 100% de la M.D.S. Además, coincido con Llauce y Pérez (2022) quienes demostraron que la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña mejoran la capacidad portante del suelo, los autores tuvieron como muestra patrón el suelo con CBR de 3.50% al 100% de la M.D.S, al incorporar el 15% de CCA se obtuvo una mejora en el valor de CBR de 11.60%, del mismo modo, al incorporar el 6% de CBC el valor de CBR asciende a 9% al 100% M.D.S. También, concuerdo con Vilchez (2019), obtuvo los resultados de su muestra patrón, el CBR al 100% de la M.D.S tuvo un valor de 3.8%, el cual cambió considerablemente al añadir 10% de CCA, siendo el nuevo valor de 12.40% al 100% M.D.S, Del mismo modo, coincido con Cardenas y Motta (2022) ya que obtuvieron una mejora en los resultados del valor del CBR al 100% de la M.D.S, siendo su suelo patrón el valor de 23.39% y con adición de CCA en un 7% respecto al peso seco del suelo se obtiene una mejor capacidad portante del suelo, llegando a un CBR de 34.27% al 100% de la M.D.S. Además de ello, en la presente investigación el valor de CBR al 95% de la M.D.S del suelo patrón tuvo un 12.70%, con la adición de ceniza de cascarilla de café en un porcentaje de 10% se obtuvo la más óptima mejora en el resultado siendo de 15.50% el nuevo valor de CBR al 95% de la M.D.S. En este sentido, coincido con Maguiña (2018) que obtuvo un incremento en el valor del CBR al 95% de la M.D.S al adicionar 7% y 10% de ceniza de cascarilla de arroz, los autores reflejan el suelo patrón con un

valor de CBR de 3.70%, el cual asciende a un valor de 16.50% y 24.30% al incorporar el 7% y 10% de CCA respectivamente, demostrando que la ceniza de un material orgánico influye de forma positiva en la capacidad portante de la subrasante. Del mismo modo, concuerdo con Huancapaza (2021), quien tuvo como CBR del suelo patrón un valor de 16.10% al 95% de la M.D.S y al añadir el 15% de la ceniza de cascarilla de café se refleja un mejor resultado respecto a las otras dosificaciones, logrando el alcance de un valor de 23.30% de CBR al 95% de la M.D.S. De igual forma, concuerdo con la investigación de Llauce y Pérez (2022) quienes obtuvieron del suelo patrón un valor de CBR de 3.10% al 95% de la M.D.S, los autores optaron por la adición de cenizas de dos materiales orgánicos, siendo la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña, ambos al ser evaluados mediante los ensayos reflejaron un buen comportamiento respecto al valor del CBR al 95% de la M.D.S, al incorporar la CCA en un porcentaje de 15% respecto al peso del suelo seco, se obtiene un valor de CBR de 7.60% al 95% de la M.D.S y al adicionar el 6% de CBC obtuvo un valor CBR de 6.70% al 95% de la M.D.S. También concuerdo con Vilchez (2019), obtuvo los resultados de su muestra patrón, el CBR al 95% de la M.D.S tuvo un valor de 3.2%, al incorporar la dosificación de 10% de CCA el valor del CBR aumenta a un 15.1% al 95% de la M.D.S. De igual manera, coincido con Barragán y Cuervo (2019) que lograron un aumento en la capacidad portante del suelo al adicionar el 1% de la CCA al suelo, alcanzando el incremento del 30% del valor del CBR al 95% M.D.S. Asimismo, concuerdo con Hernandez y Herrera (2019) quienes obtuvieron que mientras mayor sea la dosificación de CCC, mayor sería el incremento del valor del CBR al 95% de la M.D.S., tuvieron como CBR del suelo natural un valor de 1.60%, al incorporar el 8% de CCC, se muestra una mejora, siendo el nuevo valor del CBR de 7.30% al 95% de la M.D.S. Por el contrario, difiero con Quispe C. y Quispe O. (2023) quienes tuvieron como CBR del suelo patrón un valor de 2.70% al 95% de la M.D.S, al adicionar CCC en un volumen del 15% respecto al peso seco del suelo, obtuvo un mejor resultado al adicionar 20% de la CCC se obtiene un valor de 29% de CBR al 95% de la M.D.S, a diferencia de los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que al ser mayor el porcentaje de adición de CCC existía una reducción en el valor de CBR.

Discusión 3: En la presente investigación la máxima densidad seca va decreciendo conforme va aumentando la dosificación de ceniza de cascarilla de café, siendo el valor de la M.D.S del suelo natural 1.76 g/cm³ y al incorporar el 20% de CCC se obtuvo un valor de 1.55 g/cm³. En este sentido, coincido con Maquiña (2018) quien reflejó en sus resultados que a mayor sea la adición de CCA, la Máxima Densidad Seca se va reduciendo, tuvo como suelo patrón una M.D.S de 1.866 g/cm³ con un Óptimo contenido de humedad de 13.4%, al incorporar 10% de CCCA la M.D.S baja a 1.588 g/cm³ con un Óptimo Contenido de Humedad de 15.5%. Por otro lado, discrepo con Cajaleón y Mondragón (2018), quienes obtuvieron en sus resultados del Proctor Modificado valores iguales con las diferentes dosificaciones de CCA, siendo la máxima densidad seca 2.006 g/cm³ y su óptimo contenido de humedad en un 9.4%. concuerdo con Huancapaza 2021, quien tuvo una M.D.S del suelo patrón con un valor de 2.044 g/cm³ con un Óptimo Contenido de Humedad de 11.23%. Por otro lado, al adicionar el 20% de CCC la M.D.S incrementa a 2.158 g/cm³.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La adición de la ceniza de cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% influye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas del suelo, mejora el índice de plasticidad en las tres dosificaciones, mejora la capacidad portante del suelo en las dos primeras dosificaciones y por último, ocasiona la reducción de la máxima densidad seca del suelo y un aumento en el óptimo contenido de humedad.

Conclusión 2: La incorporación de la ceniza de cascarilla de café con la dosificación del 20% fue la más óptima para la mejora del índice de plasticidad, ya que se logró reducir no menos del 70% en la plasticidad del suelo. Asimismo, se obtuvo valores con un patrón diferente, en todas las dosificaciones se observó la reducción del IP; sin embargo, al adicionar el 10%, el índice de plasticidad se redujo a un valor de 8%, al incorporar el 15%, el índice sigue siendo menor respecto a la muestra patrón, pero sube a un valor de 10%, por último al adicionar el 20%, el IP se reduce hasta un 6%.

Conclusión 3: La adición de ceniza de cascarilla de café influye de manera peculiar en el valor de CBR al 100% y al 95% de la M.D.S. Respecto al CBR al 100% de M.D.S, existe una mejora en el resultado con el 10% de adición de CCC; al incrementar la dosificación a 15%, el valor CBR continúa siendo mayor al suelo patrón, sin embargo, existe una disminución respecto al resultado obtenido con el 10%, entonces, al adicionar el 20% de CCC el valor de CBR se posiciona por debajo del suelo patrón. Esto quiere decir, que la dosificación adecuada respecto al peso seco del suelo para la mejora del valor del CBR es hasta de un 10% como valor límite, ya que con dosificaciones mayores, se reflejan resultados no aptos para el proyecto. Respecto al CBR al 95% M.D.S ocurre lo mismo que lo mencionado anteriormente, es decir, es inversamente proporcional, el valor se reduce mientras más ceniza se le agregue.

Conclusión 4: La adición de ceniza de cascarilla de café influye en los valores de la máxima densidad seca y en el óptimo contenido de humedad, respecto a la máxima densidad seca y la CCC tienen una relación inversamente proporcional, ya que al ser mayor el porcentaje de adición de CCC el valor de la máxima densidad seca va disminuyendo, entonces, con el 20% de CCC se obtuvo un valor de 1.553 g/cm³ como M.D.S. Respecto al óptimo contenido de humedad ocurre lo contrario, es decir, existe una relación directamente proporcional, entonces con la adición del 20% de CCC el OCH es 11.90%.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Incrementar los estudios con adición de ceniza de cascarilla de café con porcentajes menores al 10% respecto al peso seco del suelo, para determinar el comportamiento de los suelos arcillosos al someterse a otras dosificaciones, pudiendo esperarse mejores resultados que en la presente investigación.

Recomendación 2: Aplicar la adición de ceniza de cascarilla de café en suelos arcillosos que se encuentren en zonas cafetaleras, lo cual, reduciría el presupuesto para fines de pavimentación y la factibilidad en la mejora de los caminos para tener una mejor accesibilidad y economía para los sectores alejados de la ciudad, esto, empleando productos orgánicos que faciliten la ejecución de este tipo de proyectos.

Recomendación 3: Comparar los resultados que se obtiene al adicionar la ceniza de cascarilla de café, con los que se obtienen al adicionar otros residuos agropecuarios, para determinar cuál sería el más óptimo dependiendo la zona en la que se sitúe el mejoramiento de la carretera o zonas que estén proyectadas a ser pavimentadas y cuenten con un reducido presupuesto.

REFERENCIAS

- AQUINO, et al. 2021. Evaluación físico-mecánica de bloques de suelo-cemento incluyendo ceniza de cascarilla de arroz. *El Sevier* [En línea], Vol. 14, [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00548>. ISSN 2214-5095.
- AYODELE, F, FAJIMI, B, Y ALO, B 2022. Estabilización de suelos tropicales utilizando residuos de carburo de calcio y ceniza de cascarilla de arroz, materialstoday: PROCEEDINGS [En línea] Volumen 60, parte 1, 216-222. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2022]. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.465> ISSN 2214-7853
- BARRAGÁN, Camilo y CUERVO, Harold 2019. Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno arcilloso. Tesis de título. Girardot: Universidad Piloto de Colombia.
- CAMARGO, Evelyn y PERALTA, Miguel 2020. Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de ceniza de cascarilla de café en el municipio de Viotá Cundinamarca. Tesis de título. Girardot-Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia.
- CÁRDENAS, Aybar y MOTTA, Villarroel, 2022. Incorporación de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la estabilización del material de la subrasante, Pueblo Nuevo, Ica 2022. Tesis de título. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86924>
- VILCHEZ, Aldo, 2019. “Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén- Cajamarca, 2019”. Tesis para título. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48455>
- HERNANDEZ, Andrés y HERRERA, Maria, 2019. Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café. Tesis para título. Bogota: Universidad de la Salle. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/521

- SANTOS Christian y SARMIENTO, Gary. 2018. "Incidencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la estabilización de suelo arcilloso, propuesto como material de subrasante de la vía Fundo Molleray San Sebastián – Cusco". Cusco: Universidad Andina del Cusco. [Consulta: 24 de setiembre de 2023].
- MAGUIÑA, Gissele 2018. "Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante en el suelo limo arcilloso incorporando ceniza de cascarilla de arroz en la Av.Aija, Huarmey, Ancash - 2018" . Tesis de título. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34633>
- HUANCAPAZA, Laura, AMILCAR, Pascual, 2021. "Influencia de la ceniza de cascara de café en las propiedades físico mecánicas de la sub rasante, Yanahuaya-Sandia-Puno 2021". [En Línea].Tesis. Lima-Peru: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 10 de noviembre de 2023]. Disponible en:
- NAVARRO, Huber. 2022. Análisis comparativo de las características físico-mecánicas de suelos arcillosos en la vía Agua Buena- Colegio La Salle con la adición de cal (2 y 4%), y cemento (7; 9 y 11%) para subrasante. [En Línea]. Tesis de título. Cusco-Peru: Universidad Andina del Cusco. [Consulta: 25 de setiembre de 2023]. Disponible en:
- HURTADO, Edwin, 2020. Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020. [en línea]. Tesis de título. Trabajo de grado Lima: Universidad Cesar Vallejo [fecha de consulta: 13 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
- LAGUNA, Oscar y CHACON, José, 2020. Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café. Tesis de título. Girardot-Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia [Consulta: 20 de octubre de 2023].
- LLANOS, Orlando y REYES, Alex. 2017. Estudio comparativo de los ensayos CBR de laboratorio y penetración dinámica de cono (PDC) en la localidad de Picsi. [En Línea]. Pimentel: Tesis. Universidad Señor de Sipan. [Consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en:
- RIVEROS, Lina y TARQUINO, Gibran, 2022. Comportamiento físico de un suelo arcilloso con adición de ceniza de cascarilla de arroz. [En Línea]. Tesis de grado. Girardot-

- Cundinamarca: Corporación Universitaria Minuto de Dios. [Consulta: 10 de noviembre de 2023].
- ORTIZ, Carlos, 2021. Estimación de la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de café con relación a uno sin modificar. Tesis de título. Girardot Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto de Magdalena. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11086>
- CAJALEÓN, Omar y MONDRAGÓN, Darwin, 2018. Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018. [En Línea].Tesis. Lima-Peru: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 30 de setiembre de 2023].
- QUISPE CHUQUICUSMA, Hayde y QUISPE OLIVERA, Antero. 2023. “Estabilización de suelos arcillosos de subrasante adicionando ceniza de arroz y café para obras viales en Jaén 2022”. Tesis de título. Trujillo- Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- TUPAYACHI, Gerardo, 2022. “Comparar el california bearing ratio aplicando los métodos de campo del penetrómetro dinámico ligero y de laboratorio para diseñar pavimentos en el sector 3 grupo 25A de Villa El Salvador.” [En Línea].Tesis. Lima-Peru: Universidad Ricardo Palma [Consulta: 29 de setiembre de 2023].
- LLAUCE, Yanela y PEREZ, Denilson, 2022. “Análisis comparativo del uso de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo-2021”. [En Línea].Tesis. Cajamarca-Peru: Universidad Privada del Norte. [Consulta: 5 de octubre de 2023].
- SERNA et al. 2018. Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos [En línea], Revista Ion, volumen 31, N°01, 37-42. [fecha de consulta: 28 de setiembre del 2022]. DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>
- QUISPE, Vilca, 2021. Estabilización de suelos expansivos con ceniza de mazorca de maíz en la ciudad del Cusco [En línea], Revista ambiente, comportamiento y sociedad, volumen 4, N°02. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2022]. <https://doi.org/10.51343/racs.v4i2.808>
- GONZALES, Jose y CHAVEZ, Omar 2021. Evaluación de la expansión en suelos presaturados [en línea]. Ingeniería, Investigación y Tecnología. Vol. 22, N°4. [fecha de consulta: 2 de octubre de 2022] DOI: <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.4.027>

- FONSECA et al. 2020. USO DE ESTABILIZADORES PARA SUELOS ARCILLOSOS. UNA REVISIÓN LITERARIA [En línea]. Suelos ecuatoriales, volumen 50, N°01 y 02. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2022]. [https://doi.org/10.47864/SE\(50\)2020p54-69](https://doi.org/10.47864/SE(50)2020p54-69) 116
- HURTADO, Edwin, 2020. Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020. [en línea]. Tesis de título. Trabajo de grado Lima: Universidad Cesar Vallejo [fecha de consulta: 13 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
- MILIAN-LUPERÓN, Lorelis, y et al., 2020. Obtención de bioproductos por pirólisis lenta de cascarilla de café y cacao como candidatos aptos para ser utilizados como enmienda del suelo y fuente de energía [En línea], Revista colombiana de química, volumen 49, N°02. [fecha de consulta: 29 de setiembre del 2022]. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v49n2.83231>
- VASQUEZ, Malabar, YOVANI María, CAMPOVERDE Abner, 2020. Aplicación de ceniza de cascara de café, para determinar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos en la carretera José Gálvez - Chanchamayo – 2020 [En línea], Tesis de título. Trabajo de grado Lima: Universidad Cesar Vallejo [fecha de consulta: 28 de setiembre del 2022].
- MANIMARÁN y et al. 2019. Estudio de comportamiento de estimulación en arcilla tratada con escoria granulada molida y ceniza de cáscara de maní [En línea], International Journal of Engineering, volumen 32, N°05, 673-678. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. doi: 10.5829/ije.2019.32.05b.08
- FARINASSI, Rafael y et al. 2010. Efeito da incorporacão de casca de café nas propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados de Eucalyptus urophylla S.T. Blake [En línea], Scielo Brasil [fecha de consulta: 28 de setiembre del 2022]. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000300012>
- ATAHU, M.K et al. 2019. Revista de mecánica de rocas e ingeniería geotecnica [En línea], CSRME, volumen 11, N°02, 337-348. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.11.004>
- MOHAMED et al. 2022. Effect of Various Proportions of Rice Husk Powder on Swelling Soil from New Cairo City, Egypt [En línea], Applied Sciences, tomó 12, N° 3, 2 – 13,

- [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2022]. DOI:10.3390/app12031616.
<https://doi.org/10.3390/app12031616>
- MONTEJO, Rodolfo, RAYMUNDO, José y CHAVEZ, Jhonatan, 2020. Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. Revista Científica Institucional Tzhoecoen, 12(1), 131-140. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2022]. DOI: <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1251>
- PURIFICACIÓN, Olano, MARÍN, Noé y BENITES, Julio , 2021. Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café arábica. Suelos Ecuatoriales, 51(1y2), 68-76. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2022] ISSN: IMPRESO 0562-5351, EN LINEA: 2665-6558. DOI: [https://doi.org/10.47864/SE\(51\)2021p68-76_127](https://doi.org/10.47864/SE(51)2021p68-76_127)
- OLANO et al. 2021. INCREMENTO DEL VALOR DE SOPORTE DEL SUELO ADICIONANDO ECO ESTABILIZANTE A PARTIR DE CENIZAS CASCARILLA DE CAFÉ ARÁBICA [En línea], suelos ecuatoriales, vol 51, N°01 y 02. [Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2022]. [https://doi.org/10.47864/SE\(51\)2021p68-76_127](https://doi.org/10.47864/SE(51)2021p68-76_127)
- IPARRAGUIRRE, Ronald 2021. Influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Oxapampa – 2021. [en línea]. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil. Lima: Universidad César Vallejo [fecha de consulta: 29 de setiembre del 2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84321>
- GOÑAS, Olger, SALDAÑA Jhon, 2020. Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada | Goñas Labajos [En línea]. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, volumen 3, N°01. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2022]. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i1.589>
- OLUGBENGA, Amu y et al. 2020. Sugarcane straw ash effects on lime stabilized lateritic soil for structural works [En línea], Civil Engineering Journal, volumen N°03, 306 – 314, [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2022]. DOI:<https://doi.org/10.14311/CEJ.2020.03.0027>
- ORTIZ, Carlos, 2021. Estimación de la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de café con relación a uno sin modificar [en línea]. Tesis de título. Girardot Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto de

Magdalena [fecha de consulta: 16 de setiembre de 2022]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11086>

OKEKE, Osita et al. 2021. Effects of Coal Fly Ash and Rice-Husk Ash Admixtures on Lime Stabilization of Expansive Soils from Lokpaukwu and Awgu, Southeastern Nigeria [En línea], American Journal of Civil and Environmental Research (AJCER), volumen 11, N°02, 60-83. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2022]. ISSN: 0092-119X

PIEDRA, Jose y et al. 2021. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO EXPANSIVO UTILIZANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, DISTRITO DE JAÉN, CAJAMARCA, PERÚ [En línea]; Revista Científica, ingeniería: ciencia, tecnología e innovación, volumen 8, N°02. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2022]. <https://doi.org/10.26495/icti.v8i2.1914>

CHENA, Ruifeng y et al. 2021. Utilización sostenible de residuos de biomasa-ceniza de cáscara de arroz como nuevo material solidificado del suelo en ingeniería geotécnica: una revisión [En línea], El sevier, volumen 292, 123-219, [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2022]. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123219>

VERMA Shashikant, 2018. Soil Stabilization By Using Flyash, Rice Husk and Lime [En línea], International Journal for Research in Engineering Application & Management, volumen N°03, 53-55, [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2022] DOI: 10.18231/2454-9150.2018.0029.

SERNA et al. 2018. Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos [En línea], Revista Ion, volumen 31, N°01, 37-42. [fecha de consulta: 28 de setiembre del 2022]. DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>

PRASANNA Shwetha, 2022. Utilisation of Fly Ash and Rice Husk in Soil Stabilization [En línea], Journal of Geology & Geophysics, Volumen 11, 1-6, [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2022]. DOI: 10.35248/2381-8719.22.11.1032

BASACK Sudip, 2021. A Comparative Study on Soil Stabilization Relevant to Transport Infrastructure using Bagasse Ash and Stone Dust and Cost Effectiveness [En línea], Civil Engineering Journal, volumen 7, N°11, 1947-1963. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2022]. DOI: 10.28991/cej-2021-03091771

- GUPTA Tushar, 2022. Experimental study of Soil Stabilization by adding Cement, Rice Husk Ash and Bagasse Ash [En línea], International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), volumen 11, N° 05, 91-94. [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2022]. ISSN: 2278-0181
- JIANG Xunli Et al. 2019. Análisis del desarrollo de la resistencia y las características del suelo y el agua del suelo blando estabilizado con ceniza de cáscara de arroz y cal [En línea], materials, volumen 12 [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2022]. <https://doi.org/10.3390/ma12233873>
- LIU Yuyi et al. 2019. Estabilización de suelos expansivos utilizando material cementante a partir de cenizas de cascarilla de arroz y residuos de carburo de calcio [En línea], El sevier, volumen 221, 1-11. [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2022]. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.157>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Título: Influencia de la adición de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022

Autora: Johany Fernanda Iparraguirre Sanchez

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 (I) Ceniza de la cascarilla de café	Está conformada por los óxidos de los minerales con los que cuenta la cascarilla del café, se denomina cascarilla de café a la capa exterior que cubre el grano cuando se encuentra en estado de pergamino; la cual es sometida a un proceso de incineración para que se transforme en ceniza y así poder adoptar las características puzolánicas.	La ceniza de cascarilla de café será sometida a distintas dosificaciones en porcentajes de 5%, 10% y 15% al peso total del estrato.	Composición química	Propiedades cementantes	Razón
			Granulometría	Diámetro de partículas	Razón
			Dosificación	10%	Razón
				15%	Razón
			20%	Razón	
Variable 2(D) Propiedades físico-mecánicas del suelo	Son las características que posee el suelo de manera natural sin ninguna alteración artificial, las cuales con fines de estudio son modificadas mediante la adición de ceniza de cascarilla de café para que brinden un mejor resultado en general.	Se llevará a cabo diferentes combinaciones con la ceniza de cascarilla de café, donde se analizará las propiedades del suelo y su variación para cada caso mediante ensayos de laboratorio para la mejora de sus propiedades tales como la máxima densidad seca, límites de Atterberg y la resistencia del suelo, para entonces determinar el estado actual de las mencionadas.	Límites de Atterberg	Límite líquido (%)	Razón
				Liímite plástico (%)	Razón
				Índice de plasticidad (%)	Razón
			Capacidad portante	Porcentaje (%)	Razón
			Máxima densidad seca	Curva de saturación (g/cm ³)	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Influencia de la adición de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022

Autora: Johany Fernanda Iparraguirre Sanchez

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Ceniza de cascarilla de café	Composición química	Propiedades cementantes	Ensayo de espectrometría de fluorescencia ISO 17072	Tipo de investigación Aplicada
¿Cuál es la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?	Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% mejorará las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022		Granulometría	Diámetro de partículas	Granulometría	Enfoque de investigación Cuantitativo El diseño de la investigación Cuasi experimental
				Dosificación	10%	Balanza calibrada	
					15%		
				20%			
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Propiedades físico-mecánicas del suelo	Límites de Atterberg	Limite líquido (%)	Límites de Atterberg NTP 339.129 (ASTM D 4318)	El nivel de la investigación: Explicativo Población: 1 Km de la carretera Alto Gramazú Muestra: La calicata con el suelo más crítico
¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en el índice de plasticidad del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?	Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en el índice de plasticidad del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% actúa de manera positiva en el índice de plasticidad, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022			Limite plástico (%)		
					Índice de plasticidad (%)		
¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en la capacidad portante del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?	Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en la capacidad portante del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% aumenta la capacidad portante del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022		Capacidad portante	Porcentaje (%)	Ensayo CBR (California Bearing Ratio) NTP 339.145 (ASTM D1883)	
¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en la máxima densidad seca, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022?	Analizar la influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% en los parámetros de máxima densidad seca del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	La influencia de la ceniza de la cascarilla de café en porcentajes de 10%, 15% y 20% actúa en mejora de los parámetros de la máxima densidad seca del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022.	Máxima densidad seca	Curva de saturación (gr/cm3)	Ensayo proctor modificado NTP 339.141 (ASTM D1557)	Muestreo: No probabilístico	

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

FORMATO DE ENSAYO

CURSO/HORARIO :
DOCENTE :
INTEGRANTES :

FECHA :

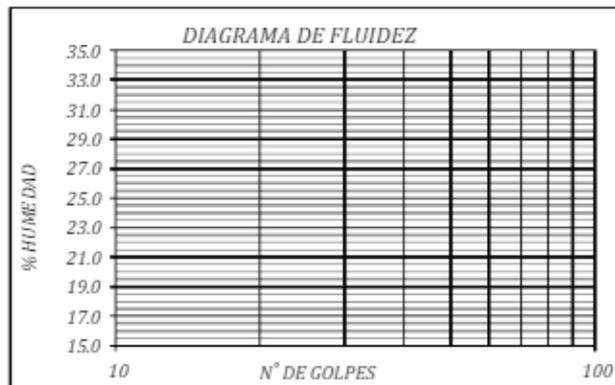
LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 / NTP 339.129

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

<i>CALICATA</i> :	<i>PRESENTACIÓN</i> :
<i>MUESTRA</i> :	<i>CANTIDAD</i> :
<i>PROFUNDIDAD</i> :	

ENSAYO No.	DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
1	PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g.)						
2	PESO LATA + SUELO SECO (g.)						
3	PESO AGUA (g.) = (1)-(2)						
4	PESO DE LA LATA (g.)						
5	PESO SUELO SECO (g.) = (2)-(4)						
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = (3)/(5) x100						
7	NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	

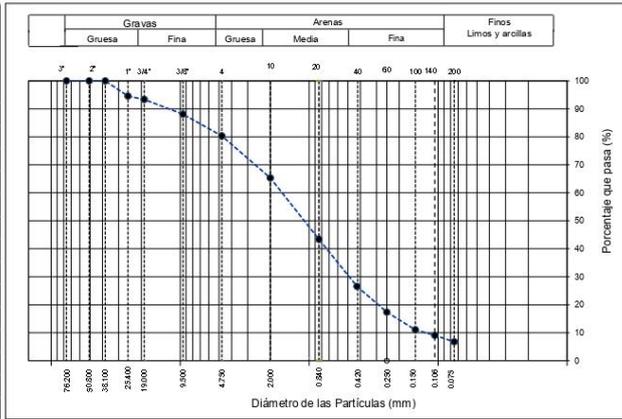
Observación :

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-S02
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
		Fecha	20/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto : Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022 Registro N°: **L23-041-01**
 Cliente : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Muestreado por : Solicitante
 Solicitante : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Ensayado por : G. Gallegos
 Ubicación de Proyecto : Alto Gramazú - Oxapampa, Cerro de Pasco. Fecha de Ensayo: 4/5/2023
 Material : Terreno natural Turno: Diurno

Código de Muestra : --- Profundidad: - m
 Sondaje / Calicata : C-1 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : --- Cota: ---

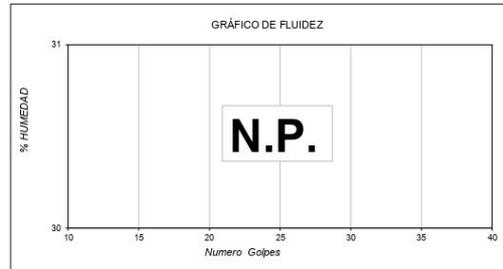
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100	
2"	50.800	100	
1 1/2"	38.100	100	
1"	25.400	95	
3/4"	19.000	93	
3/8"	9.500	88	
N° 4	4.750	80	
N° 10	2.000	65	
N° 20	0.840	43	
N° 40	0.425	27	
N° 60	0.250	17	
N° 100	0.150	11	
N° 140	0.106	9	
N° 200	0.075	7	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.9
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena bien graduada con limo y grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	No se encontraron partículas ajenas a la muestra.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"A"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SW - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena bien graduada con limo y grava

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	19.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	73.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	6.8

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-FO-01, versión 1 del 7/05/2022

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:
 Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Lúg Melgat Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Coscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

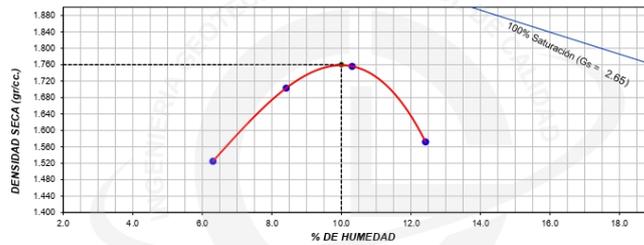
	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-507
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO	VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL	FECHA	20/09/2022
		PÁGINA	1 DE 1

PROYECTO	: Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	REGISTRO N°:	L23-041-12
CLIENTE	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	MUESTREADO POR :	Solicitante
SOLICITANTE	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	ENSAYADO POR :	R. Leyva
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	FECHA DE ENSAYO :	
		TURNO :	
Código de Muestra	: Patron	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557			
MÉTODO DE ENSAYO	A		
Volumen Molde	937	cm ³	
Masa Molde	3820	g	

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo				
Contenido de agua				
Densidad Seca				

<i>Densidad Máxima Seca:</i>	<i>Contenido Humedad Optima:</i>
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA	



**CORRECCIÓN DE HUMEDAD Y DENSIDAD POR MATERIAL DE SOBRE DIMENSIÓN
ASTM D4718**

Gravedad específica aparente de sobre dimensión % Fracción de Sobre dimensión % Fracción fina Contenido de Humedad de la Grava Máxima densidad seca corregida Máxima densidad seca corregida Óptimo contenido de humedad corregido	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">VARIACIONES DE GRAVA INSITU</th> </tr> <tr> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>95</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>##</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>##</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>##</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	VARIACIONES DE GRAVA INSITU						5	10	15	20	25	30	95						1						##						##						##						<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">HUMEDAD OPTIMA CORREGIDA (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>29.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>28.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>27.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>26.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>24.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>23.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table> <p>$y = -0.091x + 10$</p>	HUMEDAD OPTIMA CORREGIDA (%)		30.0		29.0		28.0		27.0		26.0		25.0		24.0		23.0		22.0		21.0		20.0		19.0		18.0		17.0		16.0		15.0		14.0		13.0		12.0		11.0		10.0		9.0		8.0		7.0		6.0		5.0		4.0		3.0		2.0		1.0		0.0		0	5	0	10	0	15	0	20	0	25	0	30
VARIACIONES DE GRAVA INSITU																																																																																																																								
5	10	15	20	25	30																																																																																																																			
95																																																																																																																								
1																																																																																																																								
##																																																																																																																								
##																																																																																																																								
##																																																																																																																								
HUMEDAD OPTIMA CORREGIDA (%)																																																																																																																								
30.0																																																																																																																								
29.0																																																																																																																								
28.0																																																																																																																								
27.0																																																																																																																								
26.0																																																																																																																								
25.0																																																																																																																								
24.0																																																																																																																								
23.0																																																																																																																								
22.0																																																																																																																								
21.0																																																																																																																								
20.0																																																																																																																								
19.0																																																																																																																								
18.0																																																																																																																								
17.0																																																																																																																								
16.0																																																																																																																								
15.0																																																																																																																								
14.0																																																																																																																								
13.0																																																																																																																								
12.0																																																																																																																								
11.0																																																																																																																								
10.0																																																																																																																								
9.0																																																																																																																								
8.0																																																																																																																								
7.0																																																																																																																								
6.0																																																																																																																								
5.0																																																																																																																								
4.0																																																																																																																								
3.0																																																																																																																								
2.0																																																																																																																								
1.0																																																																																																																								
0.0																																																																																																																								
0	5																																																																																																																							
0	10																																																																																																																							
0	15																																																																																																																							
0	20																																																																																																																							
0	25																																																																																																																							
0	30																																																																																																																							
OBSERVACIONES: * Muestra tomada en campo por personal de INGENOCONTROL * Para las ecuaciones gráficas considerar Y = % de Grava (Pc) El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-30, versión 1 del día 30/04/2018	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD MAXIMA SECA CORR. (g/cm3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2.000</td><td></td></tr> <tr><td>1.975</td><td></td></tr> <tr><td>1.950</td><td></td></tr> <tr><td>1.925</td><td></td></tr> <tr><td>1.900</td><td></td></tr> <tr><td>1.875</td><td></td></tr> <tr><td>1.850</td><td></td></tr> <tr><td>1.825</td><td></td></tr> <tr><td>1.800</td><td></td></tr> <tr><td>1.775</td><td></td></tr> <tr><td>1.750</td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td></tr> <tr><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>0</td><td>15</td></tr> <tr><td>0</td><td>20</td></tr> <tr><td>0</td><td>25</td></tr> <tr><td>0</td><td>30</td></tr> </tbody> </table> <p>$y = 0.0067x + 1.7547$</p>	DENSIDAD MAXIMA SECA CORR. (g/cm3)		2.000		1.975		1.950		1.925		1.900		1.875		1.850		1.825		1.800		1.775		1.750		0		0	5	0	10	0	15	0	20	0	25	0	30	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD MAXIMA SECA CORR. (kn/m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>19.40</td><td></td></tr> <tr><td>19.20</td><td></td></tr> <tr><td>19.00</td><td></td></tr> <tr><td>18.80</td><td></td></tr> <tr><td>18.60</td><td></td></tr> <tr><td>18.40</td><td></td></tr> <tr><td>18.20</td><td></td></tr> <tr><td>18.00</td><td></td></tr> <tr><td>17.80</td><td></td></tr> <tr><td>17.60</td><td></td></tr> <tr><td>17.40</td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td></tr> <tr><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>0</td><td>15</td></tr> <tr><td>0</td><td>20</td></tr> <tr><td>0</td><td>25</td></tr> <tr><td>0</td><td>30</td></tr> </tbody> </table> <p>$y = 0.0655x + 17.208$</p>	DENSIDAD MAXIMA SECA CORR. (kn/m3)		19.40		19.20		19.00		18.80		18.60		18.40		18.20		18.00		17.80		17.60		17.40		0		0	5	0	10	0	15	0	20	0	25	0	30																																										
DENSIDAD MAXIMA SECA CORR. (g/cm3)																																																																																																																								
2.000																																																																																																																								
1.975																																																																																																																								
1.950																																																																																																																								
1.925																																																																																																																								
1.900																																																																																																																								
1.875																																																																																																																								
1.850																																																																																																																								
1.825																																																																																																																								
1.800																																																																																																																								
1.775																																																																																																																								
1.750																																																																																																																								
0																																																																																																																								
0	5																																																																																																																							
0	10																																																																																																																							
0	15																																																																																																																							
0	20																																																																																																																							
0	25																																																																																																																							
0	30																																																																																																																							
DENSIDAD MAXIMA SECA CORR. (kn/m3)																																																																																																																								
19.40																																																																																																																								
19.20																																																																																																																								
19.00																																																																																																																								
18.80																																																																																																																								
18.60																																																																																																																								
18.40																																																																																																																								
18.20																																																																																																																								
18.00																																																																																																																								
17.80																																																																																																																								
17.60																																																																																																																								
17.40																																																																																																																								
0																																																																																																																								
0	5																																																																																																																							
0	10																																																																																																																							
0	15																																																																																																																							
0	20																																																																																																																							
0	25																																																																																																																							
0	30																																																																																																																							

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  LEM Weipart Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Anexo 4. Validez



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de ceniza de café

“Influencia de la adición de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú – Oxapampa, 2022”

- a. **Datos generales:**
- **Tesista:** IPARRAGUIRRE SANCHEZ, JOHANY FERNANDA
 - **Fecha:** OXAPAMPA, 25 DE NOVIEMBRE DE 2023
- b. **Dosificación de ceniza de cascarilla de café:**

10%	OK
15%	OK
20%	OK

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
<p>Apellidos: Altamirano Pardo Nombres: Emeli Título: Ingeniero Civil Grado: Titulado N° Reg. CIP: 126850</p> <p>Firma:</p> 	<p>Apellidos: Sanchez Lobato Nombres: Francisco Jhon Título: Ingeniero Civil Grado: Titulado N° Reg. CIP: 231210</p> <p>Firma:</p> 	<p>Apellidos: Lopez Leon Nombres: Basilio Título: Ingeniero Civil Grado: Titulado N° Reg. CIP: 300939</p> <p>Firma:</p> 

DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Reyes Pardes, Víctor Raul

N° registro CIP: 178640

Especialidad: Ingeniero Civil

Autor del instrumento: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda

Instrumento de evaluación: Formato de Ensayos de laboratorio (CBR, Límites de Atterberg y Proctor modificado), Resultados de la composición química de la ceniza de cascarrilla de café, clasificación de suelos, resultados del Proctor Modificado y CBR.

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Propiedades físico-mecánicas del suelo en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Propiedades físico-mecánicas del suelo.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Propiedades físico-mecánicas del suelo.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTENENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 4.1; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerará al instrumento no válido ni aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0



VÍCTOR RAUL
REYES PARÉDES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 178640

DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Lopez Leon Basilio

N° registro CIP: 300939

Especialidad: Ingeniero Civil

Autor del instrumento: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda

Instrumento de evaluación: Formato de Ensayos de laboratorio (CBR, Límites de Atterberg y Proctor modificado), Resultados de la composición química de la ceniza de cascarilla de café, clasificación de suelos, resultados del Proctor Modificado y CBR.

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Propiedades físico-mecánicas del suelo en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Propiedades físico-mecánicas del suelo.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problemas y objetivos de la investigación					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Propiedades físico-mecánicas del suelo					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTENENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 4.1; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerará al instrumento no válido ni aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0

DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Sanchez Lobato, Francisco Jhon
 N° registro CIP: 231210
 Especialidad: Ingeniero Civil
 Autor del instrumento: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda
 Instrumento de evaluación: Formato de Ensayos de laboratorio (CBR, Límites de Atterberg y Proctor modificado), Resultados de la composición química de la ceniza de cascarilla de café, clasificación de suelos, resultados del Proctor Modificado y CBR.

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Cenizas de cascarilla de café en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Ceniza de cascarilla de café.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problemas y objetivos de la investigación					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Ceniza de cascarilla de café					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTENENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 4.1; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerará al instrumento no válido ni aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0

DATOS GENERALES



FRANCISCO SÁNCHEZ LOBATO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 2016/3

Apellidos y Nombres del experto: Altamirano Pardo, Emeli

N° registro CIP: 126850

Especialidad: Ingeniero Civil

Autor del instrumento: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda

Instrumento de evaluación: Formato de Ensayos de laboratorio (CBR, Límites de Atterberg y Proctor modificado), Resultados de la composición química de la ceniza de cascarilla de café, clasificación de suelos, resultados del Proctor Modificado y CBR.

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Ceniza de cascarilla de café en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Ceniza de cascarilla de café.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problemas y objetivos de la investigación					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Ceniza de cascarilla de café.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTENENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

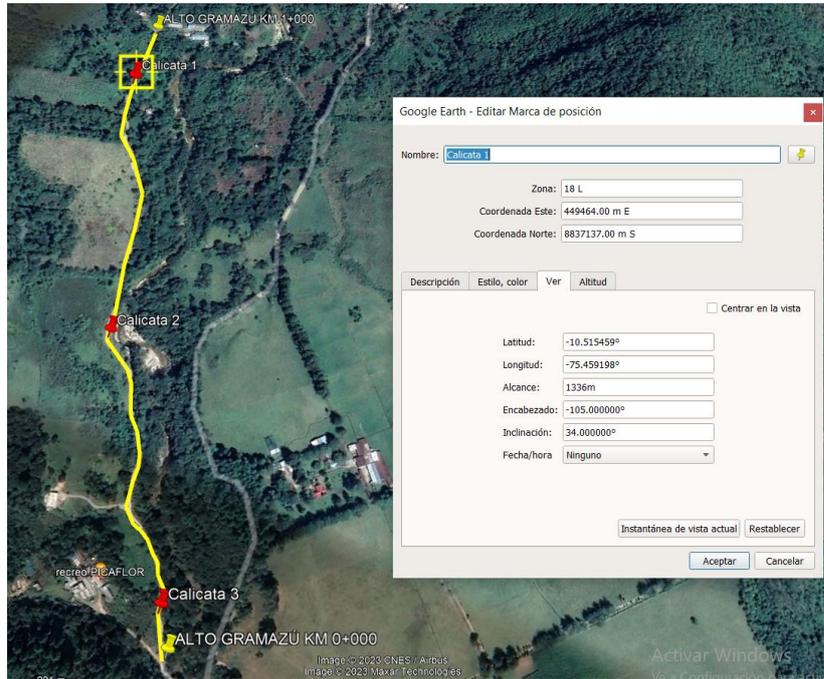
Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 4.1; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerará al instrumento no válido ni aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0

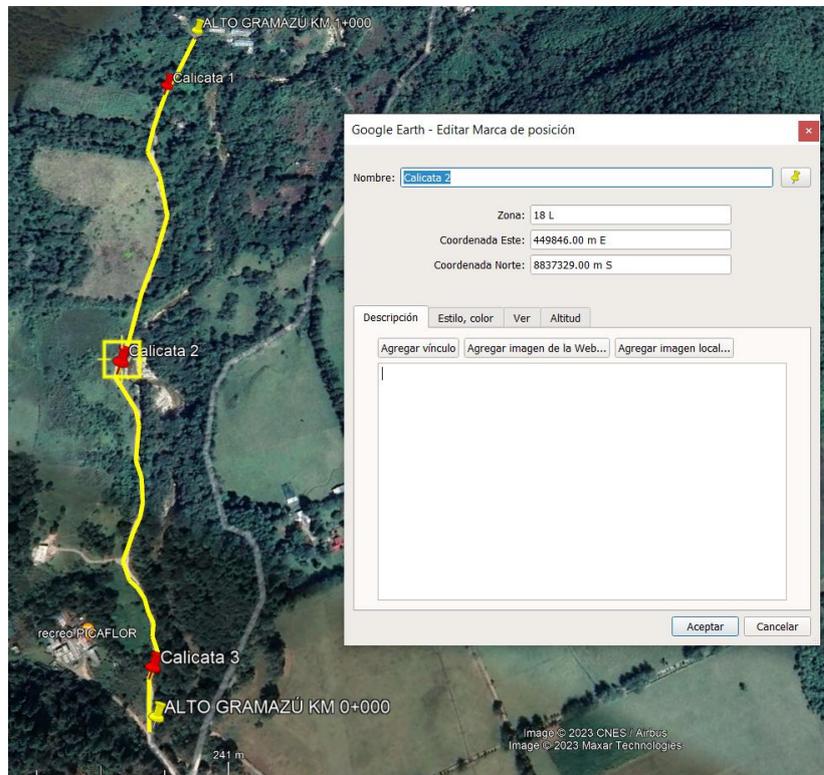


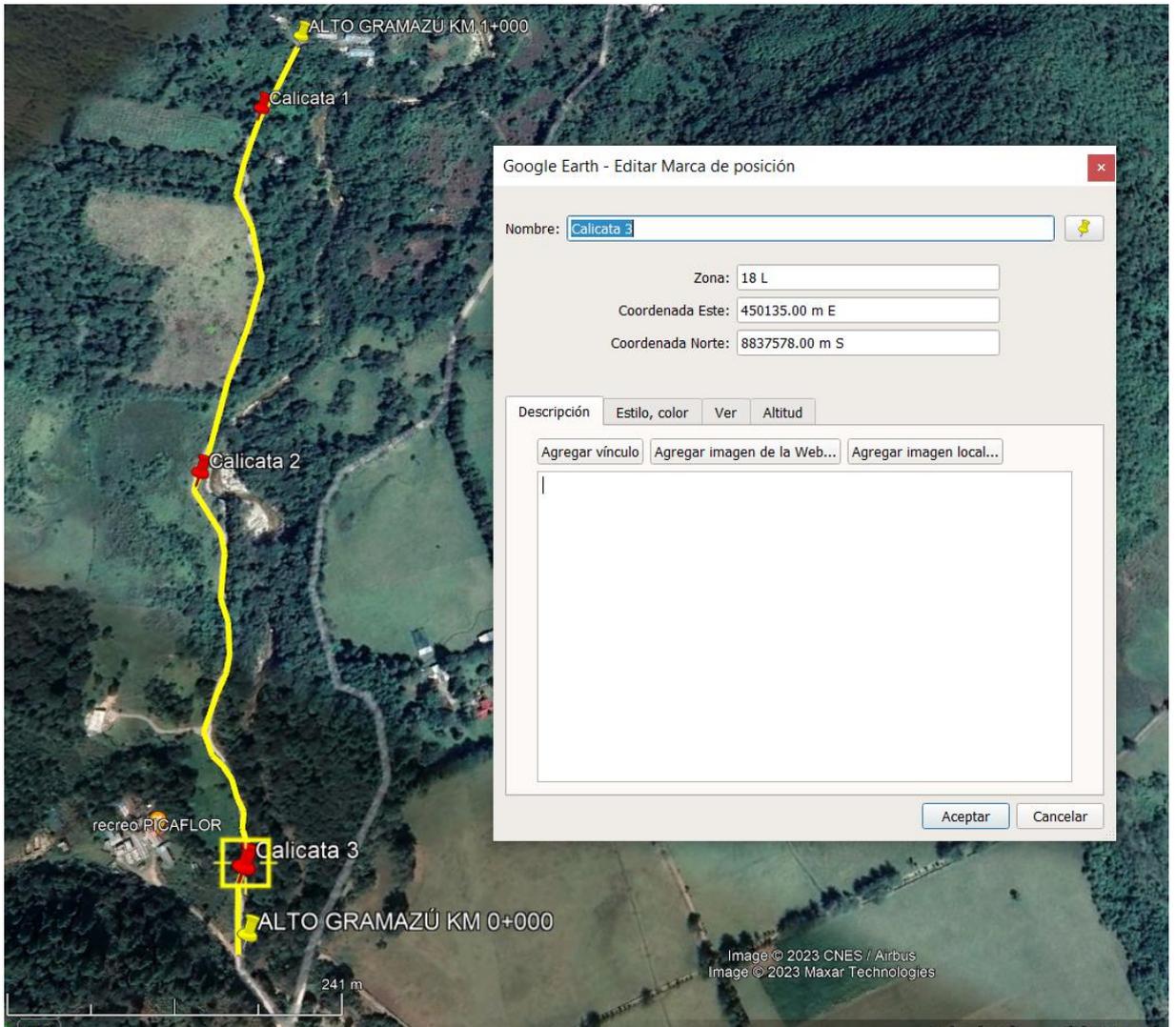
EMELI ALTAMIRANO PARDO
ING. CIVIL
R. CIP. 126850

Anexo 5. Mapas



Ubicación de la calicata 1





Ubicación de la calicata 3.

Anexo 6. Panel fotográfico



Primer conteo vehicular en Alto Gramazú



Segundo conteo vehicular en Alto Gramazú



. Trazado de primera calicata



Trazado de segunda calicata



. Trazado de tercera calicata



Excavación de la primera calicata



Verificación de profundidad de primera calicata



. Nombramiento de primera calicata



. Excavación de segunda calicata



. Verificación de profundidad de segunda calicata



Nombramiento de segunda calicata



Excavación de tercera calicata



Verificación de profundidad de tercera calicata



Nombramiento de tercera calicata



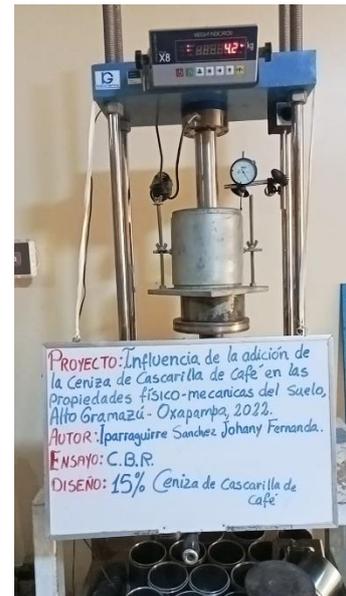
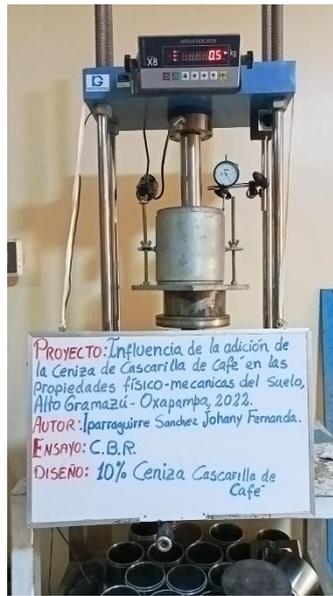
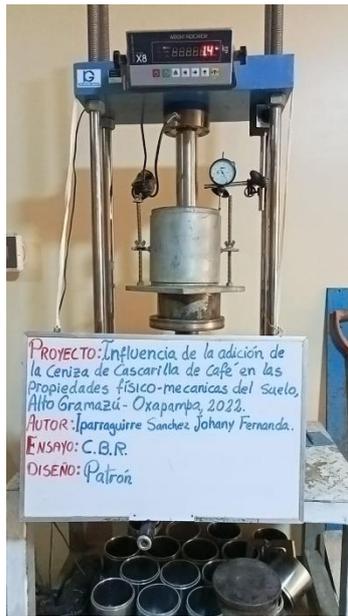
Llenado de muestra en los costales con apoyo de la comunidad



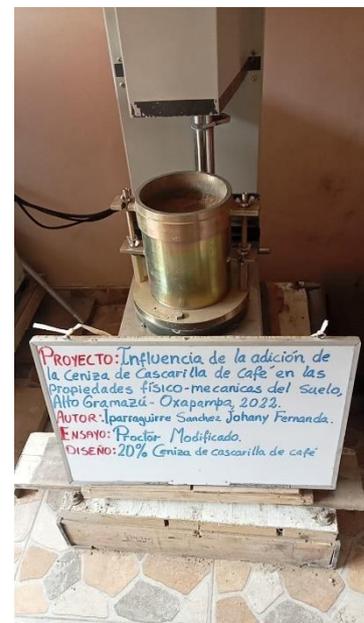
Resane de calicatas para no obstruir el tránsito en la zona.



Proceso de los ensayos de los Límites de Atterberg.



Instrumentos para el ensayo del CBR.



Instrumentos para el ensayo del Proctor Modificado.

Anexo 8. Formato de conteo vehicular

FORMATO RESUMEN DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA												ESTACION							
SENTIDO		E ←		S →												CODIGO DE LA ESTACION			
UBICACION												DIA Y FECHA							

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL				
			PICK UP	PANEL	RURAL Comb	MICRO	2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2		2T3	3T2	3T3	
00-01																								
01-02																								
02-03																								
03-04																								
04-05																								
05-06																								
06-07																								
07-08																								
08-09																								
09-10																								
10-11																								
11-12																								
12-13																								
13-14																								
14-15																								
15-16																								
16-17																								
17-18																								
18-19																								
19-20																								
20-21																								
21-22																								
22-23																								
23-24																								
TOTAL																								

2D - Vb Bº COORDINADOR: _____

3D - SUPERV. MTCC: _____

Anexo 8. Certificados de laboratorio de los ensayos.



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0625

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : JOHANY FERNANDA IPARRAGUIRRE SANCHEZ
1.2 RUC o DNI : 71075265
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : CENIZAS
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-08
2.5 Periodo de Ensayo : 2023-06-08 al 2023-06-15
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-16

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
CARACTERIZACIÓN DE COMPOSICIÓN Determinación de Composición química (SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO, MgO, etc.)	Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de energía Dispersiva (FRXDE)

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ (c)

KATHERINE
CORAL PERALTA
Ingeniera Química
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS EXPRESADOS EN ELEMENTOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1230	Calcio, Ca	%	41.916
	Potasio, K	%	29.605
	Magnesio, Mg	%	14.295
	Hierro, Fe	%	3.26
	Silicio, Si	%	2.875
	Azufre, S	%	2.819
	Cloro, Cl	%	2.114
	Fósforo, P	%	1.829
	Manganeso, Mn	%	0.529
	Titanio, Ti	%	0.281
	Estroncio, Sr	%	0.189
	Cobre, Cu	%	0.148
	Zinc, Zn	%	0.095
Rubidio, Rb	%	0.046	

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS EXPRESADOS EN ÓXIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1230	Óxido de potasio, K ₂ O	%	56.014
	Óxido de calcio, CaO	%	20.682
	Óxido de magnesio, MgO	%	16.414
	Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	%	2.416
	Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	%	1.911
	Óxido de silicio, SiO ₂	%	1.686
	Óxido de manganeso, MnO	%	0.338
	Óxido de azufre, SO ₃	%	0.227
	Óxido de titanio, TiO ₂	%	0.142
	Óxido de estroncio, SrO	%	0.062
	Óxido de cobre, CuO	%	0.037
	Cloro, Cl	%	0.035
	Óxido de zinc, ZnO	%	0.024
	Óxido de rubidio, Rb ₂ O	%	0.013

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0625

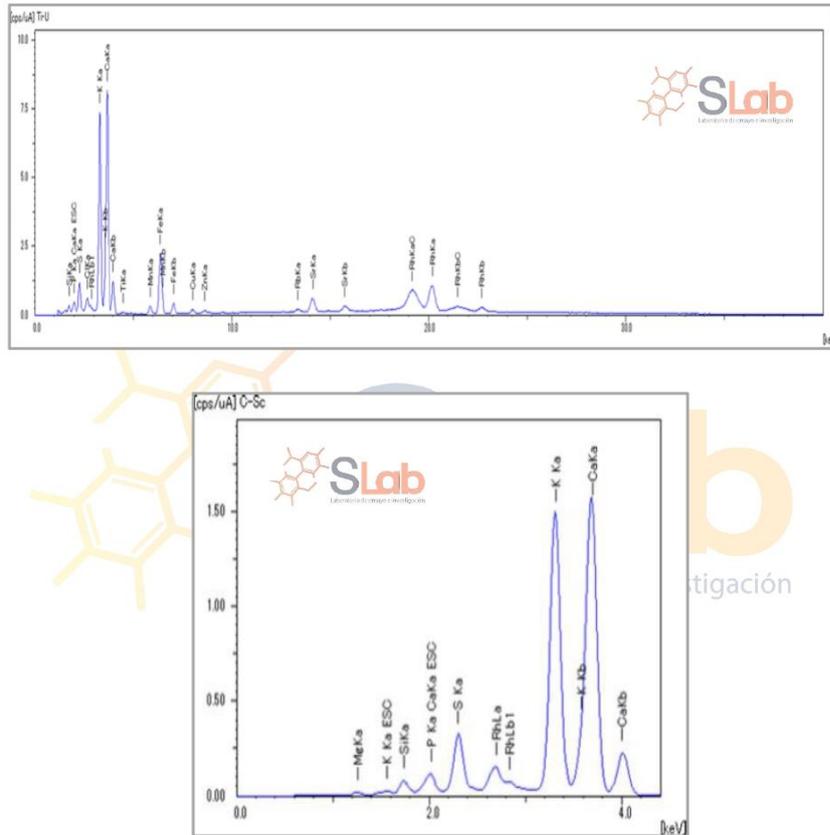


Figura N°1: Gráfica de intensidad Vs Energía de la muestra.

(*) Información suministrada por el cliente.

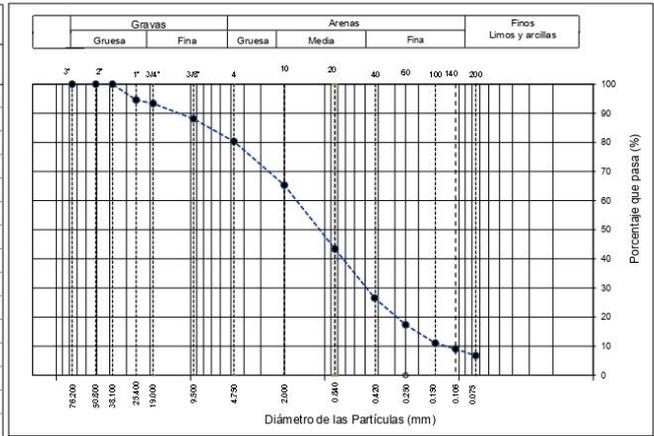
FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-002
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
		Fecha	20/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°:	L23-041-01
Cliente	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, Cerro de Pasco.	Fecha de Ensayo:	4/5/2023
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	- m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

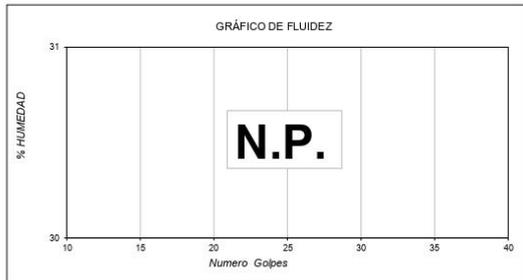
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100	
2"	50.800	100	
1 1/2"	38.100	100	
1"	25.400	95	
3/4"	19.000	93	
3/8"	9.500	88	
N° 4	4.750	80	
N° 10	2.000	65	
N° 20	0.840	43	
N° 40	0.425	27	
N° 60	0.250	17	
N° 100	0.150	11	
N° 140	0.106	9	
N° 200	0.075	7	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.9
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena bien gradada con limo y grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	No se encontraron partículas ajenas a la muestra.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"A"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	19.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	73.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	6.8

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SW - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena bien gradada con limo y grava

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-FO-01, versión 1 del 7/05/2022

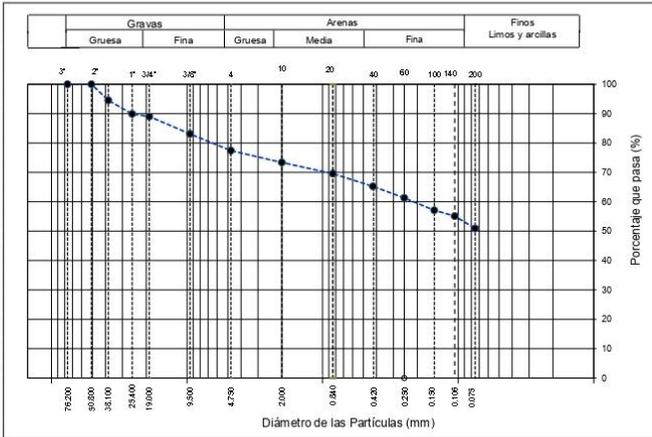
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Meigat Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-S02
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
		Fecha	20/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto : Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022 Registro N°: L23-041-02
 Cliente : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Muestreado por : Solicitante
 Solicitante : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Ensayado por : G. Gallegos
 Ubicación de Proyecto : Alto Gramazú - Oxapampa, Cerro de Pasco. Fecha de Ensayo : 4/5/2023
 Material : Terreno natural Turno: Diurno

Código de Muestra : --- Profundidad: --- m
 Sondaje / Calicata : C-2 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : --- Cota: ---

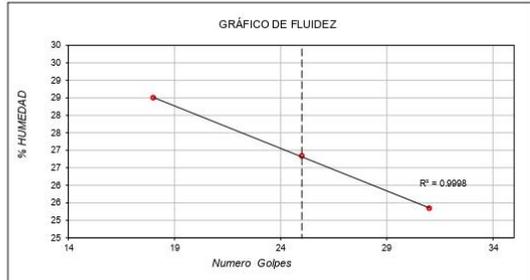
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	94.5	
1"	25.400	89.9	
3/4"	19.000	89.0	
3/8"	9.500	83.1	
Nº 4	4.750	77.4	
Nº 10	2.000	73.4	
Nº 20	0.840	69.5	
Nº 40	0.425	65.2	
Nº 60	0.250	61.3	
Nº 100	0.150	57.1	
Nº 140	0.106	55.1	
Nº 200	0.075	50.9	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.2
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Se eliminó la muestra mayor a 3" que corresponde el 10.1% del total de la muestra.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	Nº4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	37
LÍMITE PLÁSTICO	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	20
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.1
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-0.1
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	22.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	26.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	50.9

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (3)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-FO-01, versión 1 del 7/05/2022

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:
 Este documento no tiene validez sin firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR
 Nombre y fir

 Luis Melgar Angeles
 JEFE DE LABORATORIO
 INGEOCONTROL S.A.C.

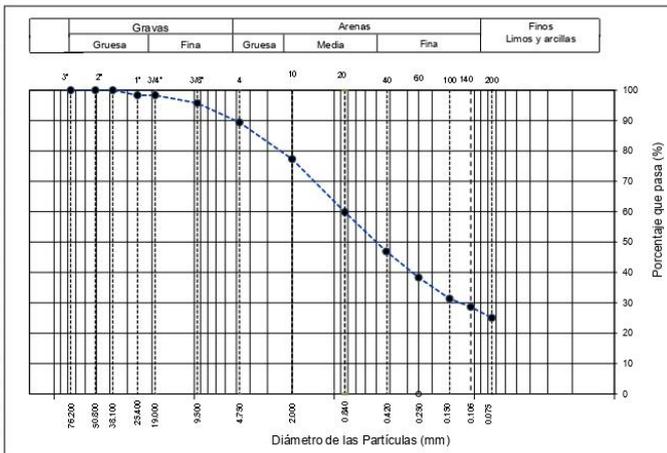
AUTORIZADO POR
 Nombre

 Arnaldo Perez Ccoscco
 CIP: 190140
 Gerente Técnico

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-502
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
		Fecha	20/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°:	L23-041-03
Cliente	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, Cerro de Pasco.	Fecha de Ensayo:	4/5/2023
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	- m
Sondaje / Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

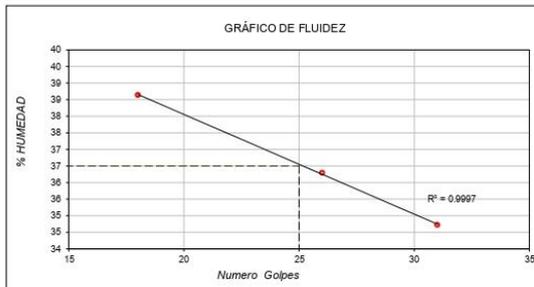
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	98.3	
3/4"	19.000	98.3	
3/8"	9.500	95.7	
N° 4	4.750	89.4	
N° 10	2.000	77.3	
N° 20	0.840	59.8	
N° 40	0.425	46.9	
N° 60	0.250	38.3	
N° 100	0.150	31.3	
N° 140	0.106	28.6	
N° 200	0.075	25.0	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.2
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena arcillosa
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Se eliminó la muestra mayor a 3" que corresponde el 10.1% del total de la muestra.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

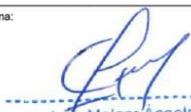


LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	37
LÍMITE PLÁSTICO	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.8
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.8
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-6 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena arcillosa

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	10.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	64.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	25.0

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-FO-01, versión 1 del 7/05/2022

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:	AUTORIZADO POR Nombre y firma:
	 Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	 Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S09
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		VERSIÓN	3
			FECHA	30/11/2022
	INGEOCONTROL		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°	: L23-041-04
Cliente	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Fecha de Ensayo:	16/06/2023
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: Patron	Profundidad:	---
Sondaje / Calicata	:---	Norte:	---
N° de Muestra	:---	Este:	---
Progresiva	:---	Cota:	---

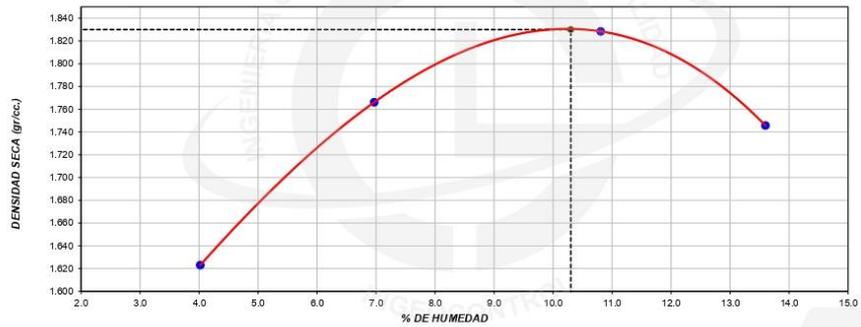
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2330.7	cm ³
Peso Molde	16251	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.688	1.889	2.026	1.983
Contenido de agua	%	4.0	7.0	10.8	13.6
Densidad Seca	gr/cc	1.623	1.766	1.828	1.746

Densidad Máxima Seca:	1.830	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	10.3	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

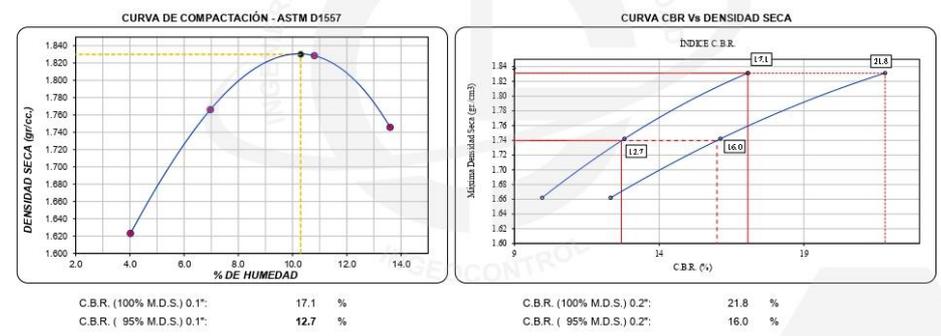
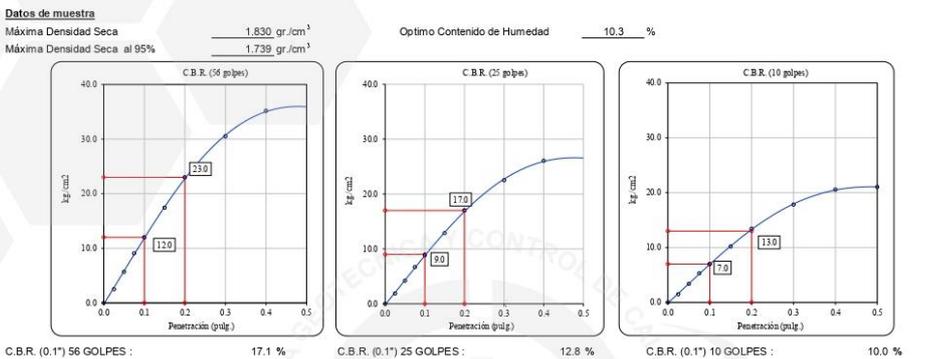
- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-S09
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	03
		Fecha	30/11/2022
		Página	3 de 3

Proyecto : Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022 Cliente : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Solicitante : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Ubicación del Proyecto : Alto Gramazú - Oxapampa, 2022 Material : Terreno natural	Registro N° : L23-041.04 Realizado por : Solicitante Revisado por : R. Leyva Fecha de Ensayo : 20/06/2023 Turno : Diurno
Código de Muestra : Patron Sondaje / Calicata : --- N° de Muestra : --- Progresiva : ---	Profundidad : --- m Norte : --- Este : --- Cota : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
* El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
* ---

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Lili Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S09
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL	FECHA	30/11/2022
		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°:	L23-041-05
Cliente	: Iparraguirre Sanchez, Johany Femanda	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	: Iparraguirre Sanchez, Johany Femanda	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Fecha de Ensayo:	17/06/2023
Material	: Terreno natural+10 % ceniza de cascavilla de café	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: 10%	Profundidad:	---
Sondaje / Calicata	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2330.7	cm ³
Peso Molde	16251	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.761	1.870	1.950	1.907
Contenido de agua	%	6.8	8.7	11.2	13.1
Densidad Seca	gr/cc	1.649	1.721	1.753	1.686

Densidad Máxima Seca:	1.756	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	10.7	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
<p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">  Lilia Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C. </p>	<p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">  Arnaldo Perez Ccoscco C/P: 190140 Gerente Técnico </p>

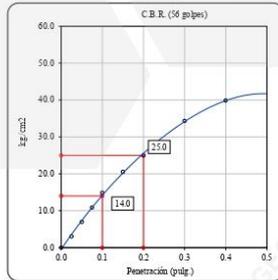
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-S09
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	03
		Fecha	30/11/2022
		Página	3 de 3

Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°	: L23-041-05
Cliente	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Fecha de Ensayo	: 20/06/2023
Material	: Terreno natural+10 % ceniza de cascavilla de café	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: 10%	Profundidad	: --- m
Sondaje / Calicata	: ---	Norte	: ---
N° de Muestra	: ---	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

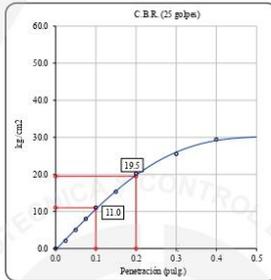
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

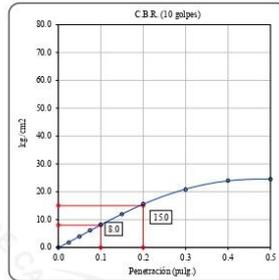
Máxima Densidad Seca _____ 1.756 gr./cm³ Optimo Contenido de Humedad _____ 10.7 %
Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.668 gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 19.9 %

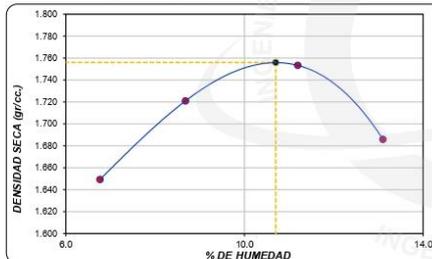


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 15.6 %



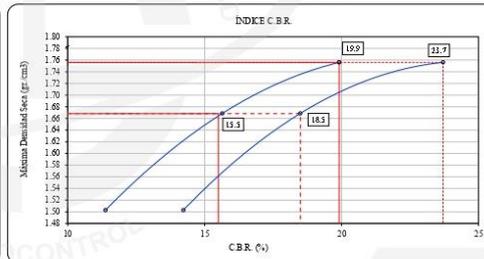
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 11.4 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 19.9 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 15.5 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 23.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 18.5 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento; toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S09
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL	FECHA	30/11/2022
		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°	L23-041-06
Cliente	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Realizado por	Solicitante
Solicitante	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Revisado por	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Fecha de Ensayo	17/06/2023
Material	: Terreno natural + 15% ceniza de cascarrilla de café	Turno	Diurno
Código de Muestra	: 15%	Profundidad	--
Sondaje / Calicata	: --	Norte	--
N° de Muestra	: --	Este	--
Progresiva	: --	Cota	--

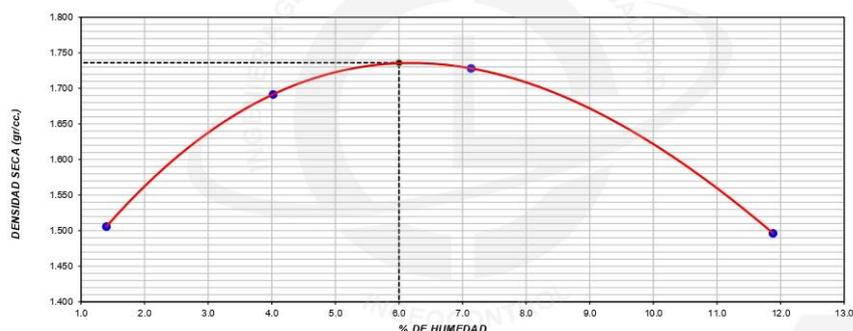
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2330.7	cm ³
Peso Molde	16251	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.527	1.760	1.851	1.674
Contenido de agua	%	1.4	4.0	7.1	11.9
Densidad Seca	gr/cc	1.506	1.692	1.728	1.496

Densidad Máxima Seca:	1.736	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	6.0	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * --
- * --

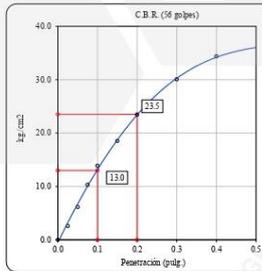
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Lufi Weiger Angéles JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	 Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		Código	INGEO-LAB-F-S09
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	03
			Fecha	30/11/2022
			Página	3 de 3
Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°	L23-041-06	
Cliente	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Realizado por	Solicitante	
Solicitante	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	Revisado por	R. Leyva	
Ubicación del Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Fecha de Ensayo	21/06/2023	
Material	: Terreno natural + 15% ceniza de cascavilla de café	Turno	Diurno	
Código de Muestra	: 15%	Profundidad	--- m	
Sondaje / Calicata	: ---	Norte	---	
N° de Muestra	: ---	Este	---	
Progresiva	: ---	Cota	---	

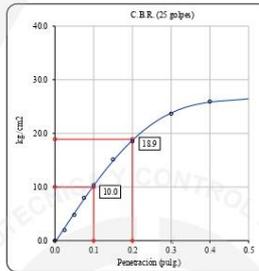
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

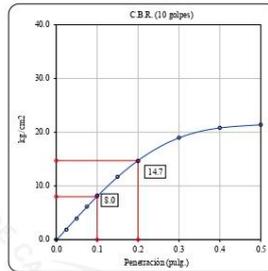
Máxima Densidad Seca : 1.736 gr/cm³ Optimo Contenido de Humedad : 6.0 %
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.649 gr/cm³



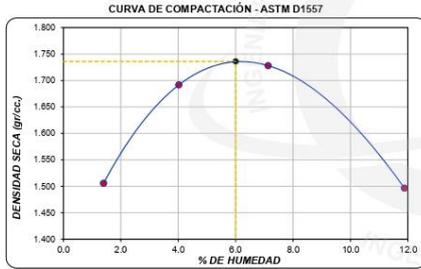
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 18.5 %



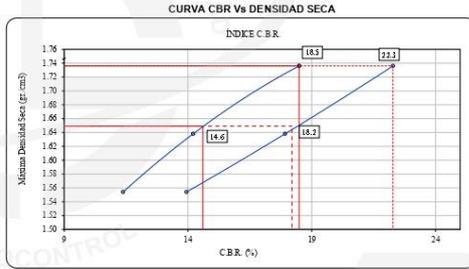
C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 14.2 %



C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 11.4 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 18.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 14.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 22.3 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 18.2 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM- INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR Nombre y firma:  L. Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco C.I. 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S09
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL	FECHA	30/11/2022
		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Registro N°	: L23-041-07
Cliente	: Iparaguirre Sanchez, Johany Femanda	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Iparaguirre Sanchez, Johany Femanda	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	Fecha de Ensayo	: 7/07/2023
Material	: Terreno natural + 20% ceniza de cascarrilla de café	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: 20%	Profundidad	: ---
Sondaje / Calicata	: ---	Norte	: ---
N° de Muestra	: ---	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

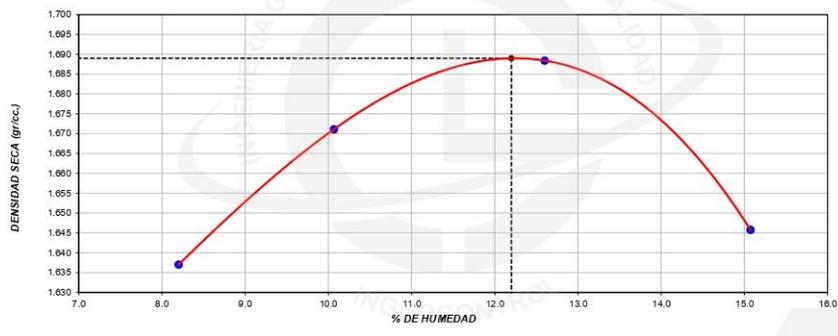
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2330.7	cm ³
Peso Molde	16251	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1.771	1.839	1.901	1.894
Contenido de agua	%	8.2	10.1	12.6	15.1
Densidad Seca	gr/cc	1.637	1.671	1.688	1.646

Densidad Máxima Seca:	1.689 gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	12.2 %
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



- OBSERVACIONES:**
- * Muestra provista e identificada por el solicitante
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 - * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
 - * ---

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

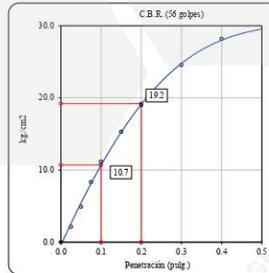
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-S09
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	03
		Fecha	30/11/2022
		Página	3 de 3

Proyecto : Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022 Cliente : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Solicitante : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda Ubicación del Proyecto : Alto Gramazú - Oxapampa, 2022 Material : Terreno natural + 20% ceniza de cascavilla de café	Registro N° : L23-041-07 Realizado por : Solicitante Revisado por : R. Leyva Fecha de Ensayo : 11/07/2023 Turno : Diurno
Código de Muestra : 20% Sondaje / Calicata : --- N° de Muestra : --- Progresiva : ---	Profundidad : --- m Norte : --- Este : --- Cota : ---

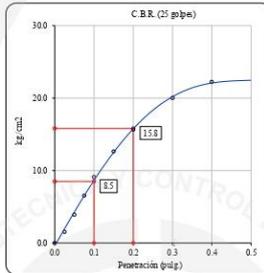
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

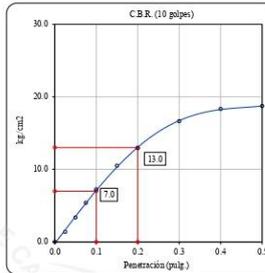
Máxima Densidad Seca : 1.689 gr/cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 12.2 %
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.605 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 15.2 %

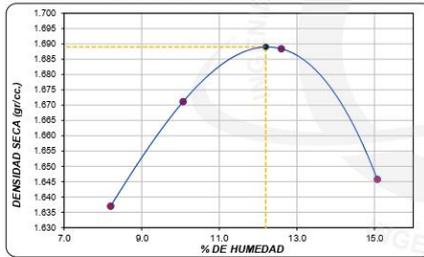


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 12.1 %



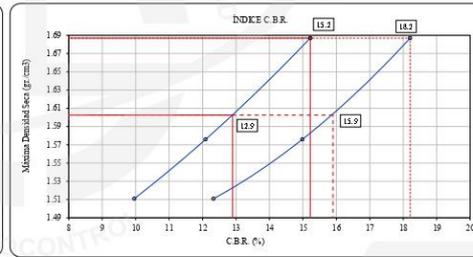
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 10.0 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 15.2 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12.9 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 18.2 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 15.9 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

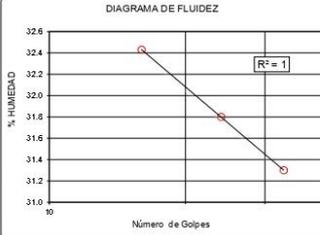
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

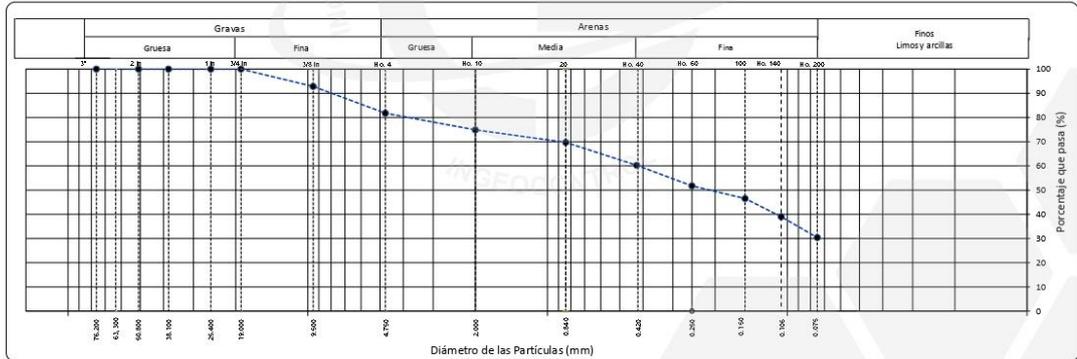
	INFORME DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-S02
	Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos)		Versión	2
	ASTM ASTM D2487-17e1		Fecha	21/09/2022
			Página	1 de 1

INFORME N° : L23-041-08
 SOLICITANTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 DIRECCIÓN : 0
 CLIENTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 PROYECTO : Influencia de la adición de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022.
 Fecha de Emisión: 1/02/2021
 Fecha de Recepción: 8/06/2023

CÓDIGO DE PROYECTO : L23-041
 UBICACIÓN : Distrito de Alto Gramazú - Oxapampa

IDENTIFICACIÓN	10%	MUESTRA	C-3	PROFUNDIDAD	0	Nro. DE DE ORDEN	1
						TAMAÑO MÁXIMO	3/4 in.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)				Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ	Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)										
Malla	Abertura (mm)	Masa retenida g	PORCENTAJE QUE PASA	Tipo Tamizado	Tam. compuesto												
3 in.	76.200	---	100	Tipo Tamizado	Tam. compuesto		<table border="1"> <tr><td>Límite Líquido</td><td>28</td></tr> <tr><td>Límite Plástico</td><td>20</td></tr> <tr><td>Índice Plástico</td><td>8</td></tr> <tr><td>% Ret. No. 40</td><td>39.8</td></tr> <tr><td>NP, (No Plástico)</td><td></td></tr> </table>	Límite Líquido	28	Límite Plástico	20	Índice Plástico	8	% Ret. No. 40	39.8	NP, (No Plástico)	
Límite Líquido	28																
Límite Plástico	20																
Índice Plástico	8																
% Ret. No. 40	39.8																
NP, (No Plástico)																	
2 in.	50.800	0.0	100														
1 1/2 in.	38.100	0.0	100														
1 in.	25.400	0.0	100														
3/4 in.	19.000	0.0	100														
3/8 in.	9.500	22.1	93														
No. 4	4.750	34.4	82	COEFICIENTES													
No.10	2.000	21.4	75	Cu	486.9												
No. 20	0.840	16.0	70	Cc	4.5												
No. 40	0.425	29.4	60	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS											
No. 60	0.250	26.4	52	Método de ensayo	A												
No. 100	0.150	16.3	46	(g) Masa de tara	113.9	SC											
No. 140	0.106	23.3	39	(g) Masa de t. + muestra húmeda	2645.2												
No. 200	0.075	26.6	30	(g) Masa de t. + muestra seca	2453.1	Nombre de Grupo											
% Grava	% GG	0.0	18.2	Contenido de Humedad (%)	8.0		Arena arcillosa con grava										
	% GF	18.2		Cantidad de muestra cumple con el ensayo	SI												
% Arena	% AG	6.9	51.4	Más de un tipo de material en la muestra	NO												
	% AM	14.6		Observaciones:	Muestra provista e identificada por el solicitante.												
	% AF	29.9															
	% Finos		30.4														



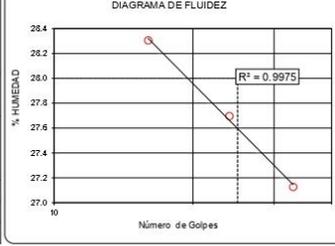
Referencias:
 ASTM D2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
 ASTM D4318-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
 ASTM D6913/D6913-17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
 ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

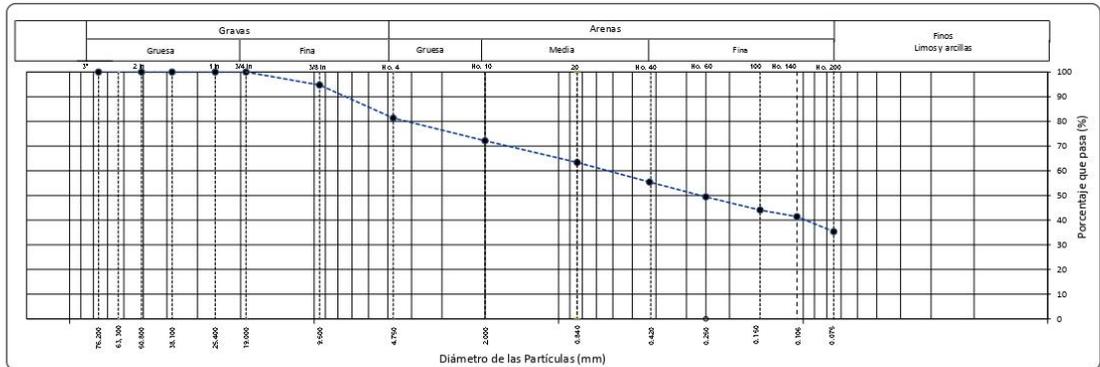
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de INGEOCONTROL S.A.C. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y del Gerente Técnico. Prohíbida la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGEOCONTROL S.A.C. Código: INGEO-LAB-F-S02, Versión: 3, Fecha: 12/12/2022.	JEFE DE LABORATORIO Nombre y firma:  Luis Melgar Angetes JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	GERENTE TÉCNICO Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-502
	Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos)		Versión	2
	ASTM ASTM D2487-17e1		Fecha	21/09/2022
			Página	1 de 1

INFORME N° : L23-041-09
 SOLICITANTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 DIRECCIÓN : 0
 CLIENTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 PROYECTO : Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022.
 Fecha de Emisión: 1/02/2021
 Fecha de Recepción: 8/06/2023

CÓDIGO DE PROYECTO : L23-041
 UBICACIÓN : Distrito de Alto Gramazú - Oxapampa

IDENTIFICACIÓN	15%	MUESTRA	C-3	PROFUNDIDAD	0	Nro. DE ORDEN	1										
						TAMAÑO MÁXIMO	3/4 in.										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)				Método ASTM D6913/D6913M		Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318) <table border="1"> <tr><td>Limite Líquido</td><td>28</td></tr> <tr><td>Limite Plástico</td><td>18</td></tr> <tr><td>Índice Plástico</td><td>10</td></tr> <tr><td>% Ret. No. 40</td><td>44.6</td></tr> <tr><td>NP, (No Plástico)</td><td></td></tr> </table>		Limite Líquido	28	Limite Plástico	18	Índice Plástico	10	% Ret. No. 40	44.6	NP, (No Plástico)	
Limite Líquido	28																
Limite Plástico	18																
Índice Plástico	10																
% Ret. No. 40	44.6																
NP, (No Plástico)																	
Malla	Abertura (mm)	Masa retenida g	PORCENTAJE QUE PASA	Tipo Tamizado	Tam. compuesto												
3 in.	76.200	---	100	Tamiz separador	No. 4												
2 in.	50.800	0.0	100														
1 1/2 in.	38.100	0.0	100	COEFICIENTES													
1 in.	25.400	0.0	100	Cu	5820.4												
3/4 in.	19.000	0.0	100	Cc	7.2												
3/8 in.	9.500	13.7	95	Método de Ensayo (ASTM D2216)													
No. 4	4.750	35.1	81	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS													
No.10	2.000	24.1	72	Método de ensayo				A									
No.20	0.840	22.9	63	(g) Masa de tara				259.5									
No.40	0.425	20.8	55	(g) Masa de t. + muestra húmeda		3215.2											
No.60	0.250	15.6	49	(g) Masa de t. + muestra seca		3030.3											
No.100	0.150	13.9	44	Contenido de Humedad (%)		7.0											
No.140	0.106	7.0	41	Cantidad de muestra cumple con el ensayo		SI											
No.200	0.075	15.9	35	Más de un tipo de material en la muestra		NO											
% Grava	% GG	0.0	18.7	Observaciones:		Muestra provista e identificada por el solicitante.											
	% GF	18.7															
	% AG	9.2															
% Arena	% AM	16.7	46.0														
	% AF	20.1															
% Finos			35.3														



Referencias:
 ASTM D2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
 ASTM D4318-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
 ASTM D6913/D6913-17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
 ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

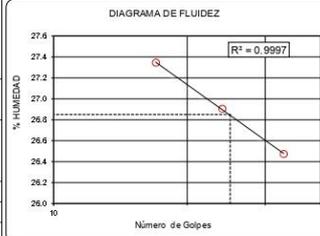
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de INGENIERIA Y CONTROL S.A.C. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y del Gerente técnico. Prohibida la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGENIERIA Y CONTROL S.A.C. Código: INGENEO-LAB-F-502, Versión: 3, Fecha: 12/12/2022	JEFE DE LABORATORIO Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENEOCONTROL S.A.C.	GERENTE TÉCNICO Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

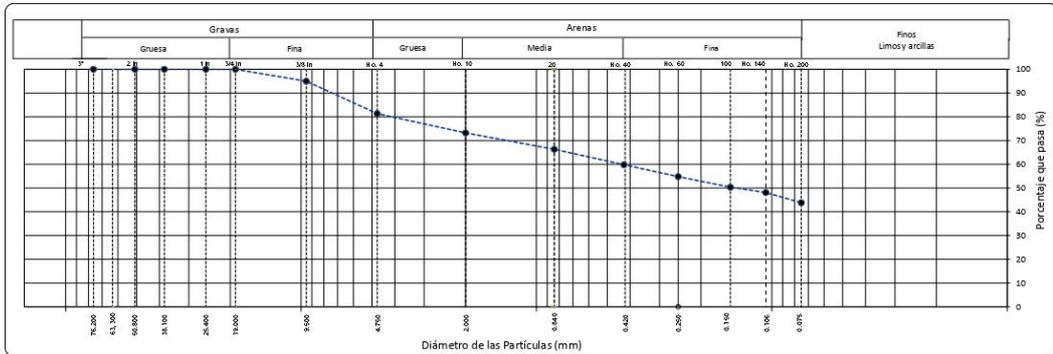
	INFORME DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-502
	Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos)		Versión	2
	ASTM ASTM D2487-17e1		Fecha	21/09/2022
			Página	1 de 1

INFORME N° : L23-041-10
 SOLICITANTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 DIRECCIÓN : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 CLIENTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 PROYECTO : Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022.
 CÓDIGO DE PROYECTO : L23-041
 UBICACIÓN : OXAPAMPA

Fecha de Emisión: 6/07/2023
 Fecha de Recepción: 8/06/2023

IDENTIFICACIÓN	20%	MUESTRA	C-3	PROFUNDIDAD	-	Nro. DE DE ORDEN	1
						TAMAÑO MÁXIMO	3/4 in.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)				Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ 	Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
Malla	Abertura (mm)	Masa retenida g	PORCENTAJE QUE PASA	Tipo Tamizado	Tam. compuesto		Límite Líquido: 27 Límite Plástico: 21 Índice Plástico: 6 % Ret. No. 40: 40.2 NP, (No Plástico)	
3 in.	76.200	---	100	Tamiz separador	No. 4			
2 in.	50.800	0.0	100	COEFICIENTES				
1 1/2 in.	38.100	0.0	100	Cu	99035.5			
1 in.	25.400	0.0	100	Cc	13.8			
3/4 in.	19.000	0.0	100	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS		
3/8 in.	9.500	13.6	95	Método de ensayo	B	SC - SM Nombre de Grupo Arena limo arcillosa con grava		
No. 4	4.750	37.1	81	(g) Masa de tara	109.0			
No. 10	2.000	22.1	73	(g) Masa de t. + muestra húmeda	3265.1			
No. 20	0.840	18.7	66	(g) Masa de t. + muestra seca	2990.3			
No. 40	0.425	17.7	60	Contenido de Humedad (%)	9.5			
No. 60	0.250	13.6	55	Cantidad de muestra cumple con el ensayo	SI			
No. 100	0.150	12.1	50	Más de un tipo de material en la muestra	NO			
No. 140	0.106	6.0	48	Observaciones:	No se consideraron durante el ensayo partículas mayores a 3 in, la cantidad de partículas de este tamaño equivale a un 4.3% en peso de la muestra total ensayada.			
No. 200	0.075	11.6	44					
% Grava	% GG	0.0	18.7					
	% GF	18.7						
% Arena	% AG	8.1	37.5					
	% AM	13.4						
	% AF	16.0						
% Finos			43.8					



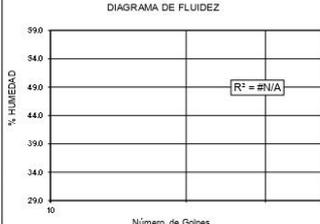
Referencias:
 ASTM D2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
 ASTM D4318-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
 ASTM D6913/D6913-17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
 ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

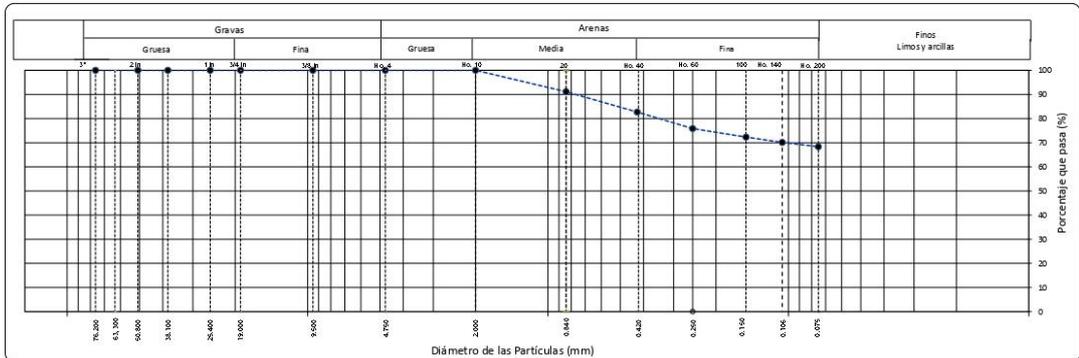
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y del Gerente técnico. Prohíbe la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. Código:INGEO-LAB-F-502, Versión: 3, Fecha: 12/12/2022.	JEFE DE LABORATORIO Nombre y firma:  Lidia Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIERIA Y CONTROL S.A.C.	GERENTE TÉCNICO Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-S02
	Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos) ASTM ASTM D2487-17e1		Versión	2
			Fecha	21/09/2022
			Página	1 de 1

INFORME N° : L23-041-11
 SOLICITANTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 DIRECCIÓN : ---
 CLIENTE : JOHANNY IPARRAGUIRRE
 PROYECTO : Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022.
 Fecha de Emisión: 31/08/2023
 Fecha de Recepción: 8/06/2023
 CÓDIGO DE PROYECTO : L23-041
 UBICACIÓN : OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN	Ceniza de cascarrilla de café	MUESTRA	-	PROFUNDIDAD	-	TAMAÑO MÁXIMO	No. 10
----------------	-------------------------------	---------	---	-------------	---	---------------	--------

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)				Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
Malla	Abertura (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	Tipo Tamizado	Tam. simple		Límite Líquido		NP
3 in.	76.200	0.0	100	Tamiz separador	No. 4		Límite Plástico		NP
2 in.	50.800	0.0	100				Índice Plástico		NP
1 1/2 in.	38.100	0.0	100	COEFICIENTES			% Ret. No. 40		17.3
1 in.	25.400	0.0	100	Cu	---	NP, (No Plástico)			
3/4 in.	19.000	0.0	100	Cc	---				
3/8 in.	9.500	0.0	100						
No. 4	4.750	0.0	100						
No.10	2.000	0.0	100						
No. 20	0.840	8.9	91						
No. 40	0.425	17.3	83						
No. 60	0.250	24.1	76						
No. 100	0.150	27.7	72						
No. 140	0.106	29.9	70						
No. 200	0.075	31.6	68						
% Grava	% GG	0.0	0.0						
	% GF	0.0							
% Arena	% AG	0.0	31.6						
	% AM	17.3							
	% AF	14.3							
	% Finos	68.4							
				Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS			
				Método de ensayo		B			
				(g) Masa de tara		123.0			
				(g) Masa de t. + muestra húmeda		273.0			
				(g) Masa de t. + muestra seca		272.6			
				Contenido de Humedad (%)		0.3			
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo		SI			
				Más de un tipo de material en la muestra		NO			
				Observaciones:		Muestra provista e identificada por el solicitante.			



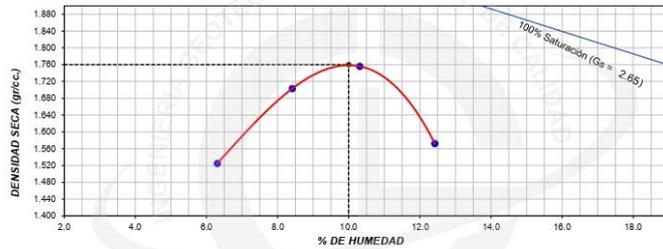
Referencias:
 ASTM D2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
 ASTM D4318-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
 ASTM D6913/D6913-17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
 ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales y del Gerente técnico. Código: INGEO-LAB-F-S02, Versión: 3, Fecha: 12/12/2022.	JEFE DE LABORATORIO Nombre y firma:  Lita Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO	GERENTE TÉCNICO Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-507
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO	VERSIÓN	2
		FECHA	20/09/2022
		PÁGINA	1 DE 1
INGEOCONTROL			

PROYECTO	: Influencia de la adición de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	REGISTRO N°:	L23-041-12
CLIENTE	: Iparraquirre Sanchez, Johany Fernanda	MUESTREADO POR	: Solicitante
SOLICITANTE	: Iparraquirre Sanchez, Johany Fernanda	ENSAYADO POR	: R. Leyva
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	FECHA DE ENSAYO	: 16/06/2023
		TURNO	: Diurno
Código de Muestra	: Patron	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

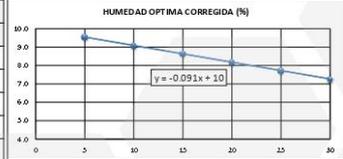
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557							
MÉTODO DE ENSAYO		A					
Volumen Molde		937 cm ³					
Masa Molde		3820 g					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4		
Peso Volumetrico Humedo	g/cm ³	1.621	1.846	1.937	1.767		
Contenido de agua	%	6.3	8.4	10.3	12.4		
Densidad Seca	g/cm ³	1.525	1.703	1.756	1.572		
Densidad Máxima Seca:		1.760 g/cm³ 17.26 kN/m³		Contenido Humedad Optima:		10.0 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							



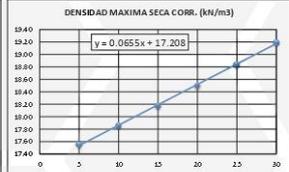
CORRECCIÓN DE HUMEDAD Y DENSIDAD POR MATERIAL DE SOBRE DIMENSIÓN ASTM D4718	
--	--

Gravedad específica aparente de sobre dimensión	2.650
% Fracción de Sobre dimensión	10.6 %
% Fracción fina	89.4 %
Contenido de Humedad de la Grava	0.9 %
Máxima densidad seca corregida	1.825 g/cm ³
Máxima densidad seca corregida	17.90 kN/m ³
Óptimo contenido de humedad corregido	9.0 %

VARIACIONES DE GRAVA INSITU					
5	10	15	20	25	30
95	90	85	80	75	70
1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
##	1.821	1.853	1.887	1.921	1.957
##	17.86	18.18	18.50	18.84	19.19
##	9.1	8.6	8.2	7.7	7.3



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por personal de INGEOCONTROL
 * Para las ecuaciones gráficas considerar Y = % de Grava (Pc)
 El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-30, versión 1 del día 30/04/2018

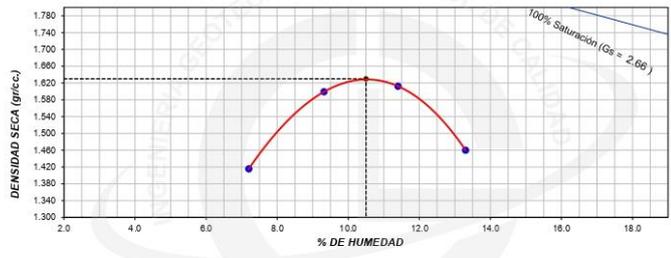


INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Liliana Maigal Angéles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-507
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO	VERSIÓN	2
		FECHA	20/09/2022
		PÁGINA	1 DE 1
INGEOCONTROL			

PROYECTO	: Influencia de la adición de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	REGISTRO N°:	L23-041-13
CLIENTE	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	MUESTREADO POR :	Solicitante
SOLICITANTE	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	ENSAYADO POR :	R. Leyva
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	FECHA DE ENSAYO :	17/06/2023
		TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: 10%	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557						
MÉTODO DE ENSAYO		A				
Volumen Molde		937 cm ³				
Masa Molde		3820 g				
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	
Peso Volumetrico Humedo	g/cm ³	1.518	1.748	1.796	1.654	
Contenido de agua	%	7.2	9.3	11.4	13.3	
Densidad Seca	g/cm ³	1.416	1.599	1.612	1.460	
Densidad Máxima Seca:		1.630 g/cm³ 15.98 kN/m³		Contenido Humedad Optima:		10.5 %
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						



CORRECCIÓN DE HUMEDAD Y DENSIDAD POR MATERIAL DE SOBRE DIMENSIÓN ASTM D4718			
Gravedad específica aparente de sobre dimensión	2.660		
% Fracción de Sobre dimensión	18.2 %		
% Fracción fina	81.8 %		
Contenido de Humedad de la Grava	0.8 %		
Máxima densidad seca corregida	1.754 g/cm ³		
Máxima densidad seca corregida	17.20 kN/m ³		
Óptimo contenido de humedad corregido	8.7 %		

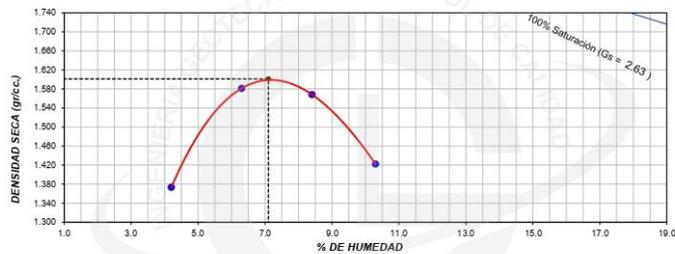
VARIACIONES DE GRAVA INSITU					
5	10	15	20	25	30
95	90	85	80	75	70
1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
##	1.696	1.731	1.767	1.805	1.844
##	16.63	16.97	17.33	17.70	18.09
##	9.5	9.0	8.6	8.1	7.6

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEN-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  LILIA MELGAR ANGELES JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Cooscco C.I.F.: 1902140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-507
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO	VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL	FECHA	20/09/2022
		PÁGINA	1 DE 1

PROYECTO	: Influencia de la adición de la ceniza de cascavilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	REGISTRO N°:	L23-041-14
CLIENTE	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	MUESTREADO POR :	Solicitante
SOLICITANTE	: Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda	ENSAYADO POR :	R. Leyva
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Alto Gramazú - Oxapampa, 2022	FECHA DE ENSAYO :	17/06/2023
		TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: 15%	Profundidad:	--
Procedencia	: --	Norte:	--
N° de Muestra	: --	Este:	--
Progresiva	: --	Cota:	--

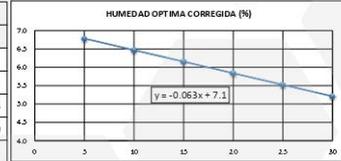
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557					
MÉTODO DE ENSAYO	A				
Volumen Molde	937	cm ³			
Masa Molde	3820	g			
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g/cm ³	1.431	1.681	1.700	1.569
Contenido de agua	%	4.2	6.3	8.4	10.3
Densidad Seca	g/cm ³	1.373	1.581	1.568	1.422
Densidad Máxima Seca:		1.601	g/cm³	Contenido Humedad Optima:	7.1 %
		15.70	kN/m³		
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					



**CORRECCIÓN DE HUMEDAD Y DENSIDAD POR MATERIAL DE SOBRE DIMENSIÓN
ASTM D4718**

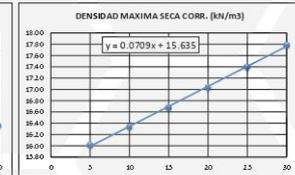
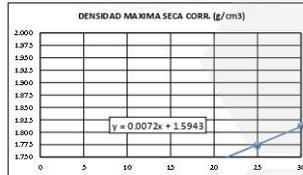
Gravedad específica aparente de sobre dimensión	2.630
% Fracción de Sobre dimensión	18.7 %
% Fracción fina	81.3 %
Contenido de Humedad de la Grava	0.8 %
Máxima densidad seca corregida	1.727 g/cm ³
Máxima densidad seca corregida	16.94 kN/m ³
Óptimo contenido de humedad corregido	5.9 %

VARIACIONES DE GRAVA INSITU						
5	10	15	20	25	30	
95	90	85	80	75	70	
1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
##	1.666	1.701	1.737	1.775	1.814	
##	16.34	16.68	17.03	17.40	17.79	
##	6.5	6.2	5.8	5.5	5.2	



OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada en campo por personal de INGEOCONTROL
 - * Para las ecuaciones gráficas considerar Y = % de Grava (Pc)
- El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-30 ,versión 1 del día 30/04/2018



INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.</p>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p>

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-307
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO	VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL	FECHA	20/09/2022
		PÁGINA	1 DE 1

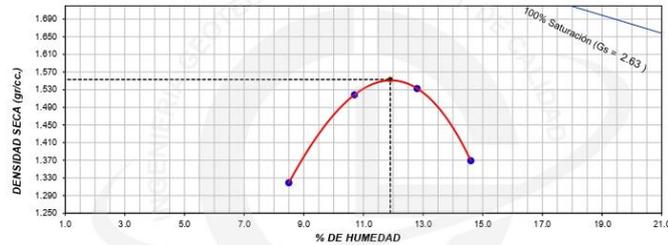
PROYECTO : Influencia de la adición de la ceniza de cascarrilla de café en las propiedades físico-mecánicas del suelo, Alto Gramazú - Oxapampa, 2022
CLIENTE : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda
SOLICITANTE : Iparraguirre Sanchez, Johany Fernanda
UBICACIÓN DE PROYECTO : Alto Gramazú - Oxapampa, 2022

REGISTRO N°: L23-041-15
MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : R. Leyva
FECHA DE ENSAYO : 17/06/2023
TURNO : Diurno

Código de Muestra : 20%
Procedencia : ---
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Profundidad: ---
Norte: ---
Este: ---
Cota: ---

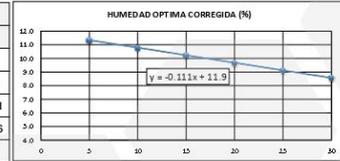
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557					
MÉTODO DE ENSAYO		A			
Volumen Molde		937 cm ³			
Masa Molde		3820 g			
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g/cm ³	1.431	1.681	1.729	1.569
Contenido de agua	%	8.5	10.7	12.8	14.6
Densidad Seca	g/cm ³	1.319	1.518	1.533	1.369
Densidad Máxima Seca:		1.553	g/cm³	15.23	kN/m³
Contenido Humedad Óptima:					11.9 %



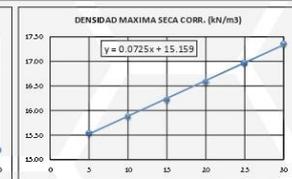
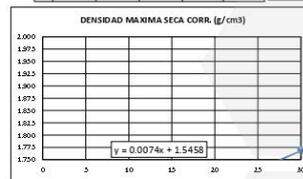
**CORRECCIÓN DE HUMEDAD Y DENSIDAD POR MATERIAL DE SOBRE DIMENSIÓN
ASTM D4718**

Gravedad específica aparente de sobre dimensión	2.630
% Fracción de Sobre dimensión	18.7 %
% Fracción fina	81.3 %
Contenido de Humedad de la Grava	0.8 %
Máxima densidad seca corregida	1.682 g/cm³
Máxima densidad seca corregida	16.49 kN/m³
Óptimo contenido de humedad corregido	9.8 %

VARIACIONES DE GRAVA INSITU					
5	10	15	20	25	30
95	90	85	80	75	70
1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
##	1.619	1.655	1.692	1.730	1.771
##	15.88	16.23	16.59	16.97	17.36
##	10.8	10.2	9.7	9.1	8.6



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por personal de INGEOCONTROL
 * Para las ecuaciones gráficas considerar Y = % de Grava (Pc)
 El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-30, versión 1 del día 30/04/2018



INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEMINGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	Nombre y firma:  Lilie Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CP: 190140 Gerente Técnico

Anexo 10. Boleta de ensayos de laboratorio



Cotización

De:

Ingeniería Geotécnica y Control de Calidad S.A.C.
 RUC: 20602979190
 Av. Naranjal 613
 Los Olivos - Lima
 Central: 01-7483255
 Laboratorio: laboratorio@ingeocontrol.com.pe
 Consultoría y estudios: jgutierrez@ingeocontrol.com.pe
 Venta de equipos: ventas@ingeocontrol.com.pe
 Servicio técnico: soporte@ingeocontrol.com.pe

número de Cotización	L212-23
fecha de Cotización	21 de abril de 2023
Válido hasta	21 de mayo de 2023
Total	S/2,497.47

Para:

IPARRAGUIRRE SANCHEZ JOHANY FERNANDA
 Oxapampa
 DNI: 71075265
 CEL: 952 662 724
 johany.ipasan21@gmail.com

Proyecto: "Tesis - Estabilización de suelos con ceniza de cascarilla de cafe"

Ubicación: Oxapampa

Tiempo de entrega: 14 días, a partir del día programado de inicio de servicio.

Forma de Pago: El pago del servicio se realizara de la siguiente manera:

- 1er pago - 35% del costo total - 747.70 soles (antes del inicio del servicio)
- 2do pago - 35% del costo total - 747.70 soles (antes del inicio de los ensayos de Proctor y CBR)
- 3er pago - 30% del costo total - 640.99 soles (antes de la emisión de los resultados finales)
- 4to pago- S/. 360 (antes de la emisión de los resultados finales)

Cantidad	Servicio	Costo	Subtotal
3	Ensayos para la clasificación de los suelos, incluye humedad, granulometría y límites de consistencia ASTM D2487-17	S/120.00	S/360.00
4	Próctor modificado, incluye humedad óptima, máxima densidad seca, corrección por sobre tamaño y curva de saturación - PATRÓN, 10%, 15% y 20% de ceniza de cascarilla de cafe ASTM D1557 / ASTM D4718	S/120.00	S/480.00
4	Valor relativo de soporte CBR (incluye proctor para CBR) - PATRÓN, 10%, 15% y 20% de ceniza de cascarilla de cafe ASTM D1883-16	S/300.00	S/1,200.00
1	Análisis granulométrico por tamizado - Ceniza de cascarilla de cafe ASTM D6913/D6913M-17	S/90.00	S/90.00
3	Ensayos para la clasificación de los suelos ASTM D2487-17 , para muestras adicionadas con 10, 15 y 20%	S/120.00	S/360.00

Subtotal	S/2,490.00
IGV (18%)	S/380.97
Descuento	-S/373.50
Total	S/2,497.47



Cotización

Por favor, ten en cuenta: Después de aceptar la presente cotización, este documento se convertirá en un contrato legalmente vinculante.

Cuenta corriente BBVA Continental Soles: 0011-0174-0100045491-06
Código de cuenta Interbancario (CCI): 011-174-000100045491-06
Cuenta de detracciones BN: 00-059-106031

TÉRMINOS Y CONDICIONES:

<https://ingeocontrol.com.pe/terminos-condiciones-servicios/>

SERVICE LAB SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS S.A.C. CAL. 22 MZA. E LOTE. 07 URB. VIPOL NARANJAL SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20602031889 EB01-420				
Fecha de Vencimiento :	:	07/06/2023				
Fecha de Emisión :	:	JOHANY FERNANDA IPARRAGUIRRE				
Señor(es) :	:	SANCHEZ				
DNI :	:	71075265				
Tipo de Moneda :	:	SOLES				
Observación :	:	COT-111890-SL23 V01				
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ANALISIS DE CENIZAS DE CASCARA DE CAFE	474.50	0.00	559.91	0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/0.00
Importe Total :						S/559.91
			SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE Y 91/100 SOLES			
(*) Sin impuestos.			Op. Gravada :		S/ 474.50	
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			Op. Exonerada :		S/ 0.00	
			Op. Inafecta :		S/ 0.00	
			ISC :		S/ 0.00	
			IGV :		S/ 85.41	
			ICBPER :		S/ 0.00	
			Otros Cargos :		S/ 0.00	
			Otros Tributos :		S/ 0.00	
			Monto de Redondeo :		S/ 0.00	
			Importe Total :		S/ 559.91	
<small>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</small>						

Anexo 10. Certificado de calibración del equipo

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-30129-003 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	RUMISTONE // WEIGTH INDICATOR	
Modelo <i>Model</i>	102-5000kg//X8	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	2021962 // XH2108010007	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	2021044	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	5000 kgf	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	Calle Hurtado de Mendoza 280	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 09 - 29	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 10 - 13	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R13.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



F-30129-003 RO

Page / Pág. 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,1 kgf
Apreciación	0,1 kgf
Clase	No Identificable
Límite Inferior de la Escala	10 kgf
Documento de Referencia	ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método de fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio S _{1,2 y 3} kgf	Errores Relativos	
		S ₁ Ascendente kgf	S ₂ Ascendente kgf	S ₃ Ascendente kgf		Indicación q %	Repetibilidad b %
20,0	1000,0	1 017,96	1 016,20	1 015,28	1 016,479	-1,62	0,259
40,0	2 000,0	2 030,80	2 030,80	2 025,30	2 028,964	-1,43	0,268
60,0	3 000,0	3 038,91	3 035,55	3 037,28	3 037,246	-1,23	0,109
80,0	4 000,0	4 043,12	4 041,59	4 042,41	4 042,375	-1,05	0,037
100,0	5 000,0	5 046,20	5 046,71	5 042,10	5 044,999	-0,89	0,091

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1,2 y 3} kgf
		S ₁ Ascendente kgf	S ₂ Ascendente kgf	S _{2'} No Aplica ----	S ₃ Ascendente kgf	S ₄ No Aplica ----	
20,0	1000,0	999,612	1 002,16	----	1 004,30	----	1 002,024
30,0	1 500,0	1 498,44	1 506,39	----	1 503,34	----	1 502,724
40,0	2 000,0	1 997,10	2 004,64	----	2 007,59	----	2 003,108
50,0	2 500,0	2 496,46	2 505,12	----	2 503,60	----	2 501,729
60,0	3 000,0	2 994,90	3 002,74	----	3 005,70	----	3 001,113
70,0	3 500,0	3 493,01	3 502,79	----	3 502,18	----	3 499,330
80,0	4 000,0	3 988,96	3 998,15	----	3 999,98	----	3 995,695
90,0	4 500,0	4 484,94	4 495,77	----	4 499,84	----	4 493,517
100,0	5 000,0	4 983,20	4 997,51	----	4 994,96	----	4 991,891

El factor de conversión utilizado para calcular de N a kgf = 1/9,806 650 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811:2008 Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 3.

Error relativo de cero, f₀, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

f _{0,S1} %	f _{0,S2} %	f _{0,S2'} %	f _{0,S3} %	f _{0,S4} %
0,028	0,048	----	0,034	----

LM-PC-05-F-01 R13.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Error Relativo de ...			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		U		
≈ %	kgf	q %	b %	v %	kgf	%	---
20,0	1000,0	-0,20	0,467	----	2,7	0,27	2,01
30,0	1 500,0	-0,18	0,528	----	4,6	0,31	2,01
40,0	2 000,0	-0,15	0,524	----	6,3	0,31	2,01
50,0	2 500,0	-0,07	0,346	----	5,4	0,22	2,01
60,0	3 000,0	-0,04	0,360	----	6,5	0,22	2,01
70,0	3 500,0	0,02	0,280	----	6,4	0,18	2,01
80,0	4 000,0	0,11	0,276	----	6,9	0,17	2,01
90,0	4 500,0	0,14	0,332	----	9,0	0,20	2,01
100,0	5 000,0	0,16	0,287	----	8,9	0,18	2,01

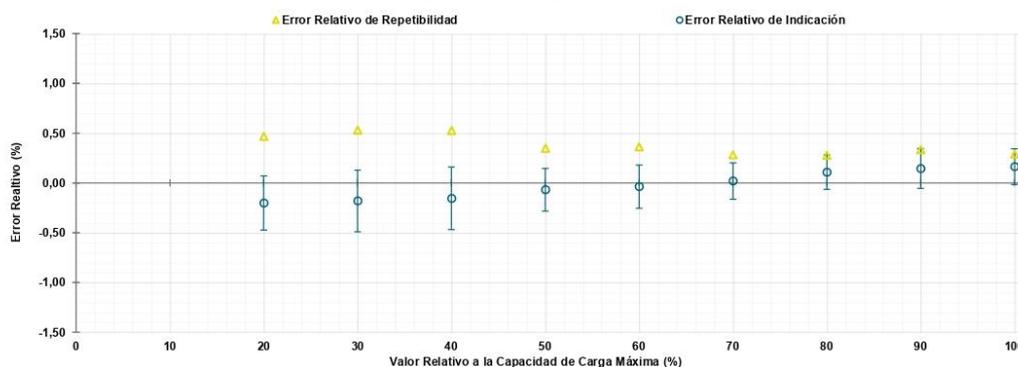


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
-4,620 706 E00	1,009 625 E00	-3,441 025 E-06	2,729 713 E-10

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de la fuente de incertidumbre correspondiente en sus mediciones al utilizar esta ecuación.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS de la empresa INGEOCONTROL S.A.C ubicada en COMAS - LIMAS. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	21,0 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	20,8 °C
Humedad Relativa Máxima:	58 % hr	Humedad Relativa Mínima:	55 % hr

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-30129-003 R0

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

El factor de cobertura, k , reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.



Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 50 kN	TCETM	930056	0.0	6091 del INM de Colombia	2024-08

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se usa la coma (,) como separador decimal.
- Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
- En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-30129-003**

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R13.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

Certificado de Calibración

LM23-C-229

Número de OT: 151-2023

CLIENTE

Razón Social : INGEOCONTROL S.A.C
Dirección : AV. NARANJAL NRO. 613 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-03-27
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión : 2023-04-04

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO (ELECTRÓNICA)

Marca	: ELETRONIC BALANCE	Identificación	: LG-12	(**)
Modelo	: WT150001XEJ	Procedencia	: CHINA	
Serie	: 201224058	Ubicación	: LABORATORIO DE SUELOS	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Capacidad de Indicación	: 15000 g	Capacidad Mínima(Min)	: 5,0 g
Resolución (d)	: 0,1 g	Número de Divisiones (n)	: 15000
Div. de Verificación (e):	: 1,0 g (*)	Clase de Exactitud	: II

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento PC-011 - 4ª Ed. : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003:2009.

Sello

Metrólogo

Director Técnico



Daniel Vilchez Paico

Wilfredo Reyes Yzaquierre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Certificado de Calibración

LM23-C-229

Número de OT: 151-2023

PATRONES UTILIZADOS

Patrón / Valor / Clase	Identificación y/o Serie	N° de Certificado	Trazabilidad
Pesa / 10 kg / F1	LM-IM-143	1AM-0920-2022	METROIL S.A.C.
Juego de Pesas / 1 kg a 5 kg / F1	LM-IM-106	LM-C-084-2023	DM - INACAL
Juego de Pesas / 1 mg a 1 kg / F1	LM-IM-151	E1279-2131A-2022-1	LO JUSTO

RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL

- Ajuste de cero:	:	Tiene
- Oscilación libre:	:	Tiene
- Plataforma:	:	Tiene
- Escala:	:	No tiene

- Display:	:	Tiene
- Nivelación:	:	Tiene
- Sistema de traba:	:	No tiene
- Cursor:	:	No tiene

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	27,5 °C	27,5 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %



ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= (aproximadamente 50% Max) 7000,01 g		
I	ΔL	E
g	g	g
6999,9	0,05	-0,11
6999,9	0,05	-0,11
7000,0	0,07	-0,03
7000,0	0,07	-0,03
6999,9	0,05	-0,11
6999,9	0,05	-0,11
7000,0	0,07	-0,03
7000,0	0,07	-0,03
7000,0	0,07	-0,03
7000,0	0,07	-0,03
7000,0	0,07	-0,03
$\Delta E = E_{Máx} - E_{Min}$		0,08 g
E.M.P		2g

Carga L2= (aproximadamente 100% Máx) 15000,03 g		
I	ΔL	E
g	g	g
14999,9	0,06	-0,14
14999,9	0,08	-0,16
14999,9	0,08	-0,16
14999,9	0,08	-0,16
14999,9	0,08	-0,16
14999,9	0,07	-0,15
14999,9	0,07	-0,15
14999,9	0,07	-0,15
14999,9	0,07	-0,15
14999,9	0,07	-0,15
14999,9	0,07	-0,15
$\Delta E = E_{Máx} - E_{Min}$		0,02 g
E.M.P		2g

PO-03-F-02/Ed. 03

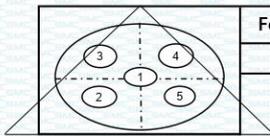
Página 2 de 4

Certificado de Calibración

LM23-C-229

Número de OT: 151-2023

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Forma del Platillo
RECTANGULAR

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	27,5 °C	27,8 °C
Humedad Relativa	56 %	57 %

Posición	Carga Mínima g	I g	ΔL g	E g
1	1,00	1,0	0,08	-0,03
2		1,0	0,08	-0,03
3		1,0	0,08	-0,03
4		1,0	0,07	-0,02
5		1,0	0,07	-0,02

Carga (L) g	I g	ΔL g	E g	Ec g	EMP
5000,00	5000,0	0,07	-0,02	0,01	2 g
	4999,9	0,05	-0,10	-0,07	2 g
	5000,1	0,07	0,08	0,11	2 g
	5000,1	0,07	0,08	0,10	2 g
	4999,9	0,04	-0,09	-0,07	2 g

ENSAYO DE PESAJE

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	27,8 °C	27,8 °C
Humedad Relativa	57 %	56 %



Carga L g	Carga Creciente			
	I g	ΔL g	E g	Ec g
1,00	1,0	0,07	-0,02	
5,00	5,0	0,05	0,00	0,02
500,00	500,0	0,05	0,00	0,02
2000,00	2000,0	0,05	0,00	0,02
3000,01	3000,0	0,07	-0,03	-0,01
4500,01	4500,0	0,07	-0,03	-0,01
6000,01	5999,9	0,05	-0,11	-0,09
7500,01	7500,0	0,05	-0,01	0,01
9000,01	9000,0	0,08	-0,04	-0,02
10000,02	10000,0	0,08	-0,05	-0,03
12000,03	11999,9	0,05	-0,13	-0,11
13500,03	13500,0	0,07	-0,05	-0,03
15000,03	15000,0	0,07	-0,05	-0,03

Carga L g	Carga decreciente				EMP
	I g	ΔL g	E g	Ec g	
5,1	0,60	-0,45	-0,43		1 g
500,1	0,80	-0,65	-0,63		1 g
2000,1	0,80	-0,65	-0,63		1 g
3000,1	0,70	-0,56	-0,54		1 g
4500,0	0,60	-0,56	-0,54		1 g
6000,1	0,70	-0,56	-0,54		2 g
7500,1	0,80	-0,66	-0,64		2 g
9000,1	0,80	-0,66	-0,64		2 g
10000,1	0,70	-0,57	-0,55		2 g
12000,1	0,70	-0,58	-0,56		2 g
13500,1	0,70	-0,58	-0,56		2 g
15000,0	0,70	-0,68	-0,66		2 g

Certificado de Calibración

LM23-C-229

Número de OT: 151-2023

LEYENDA

L	: Carga colocada sobre la balanza	Ec	: Error corregido
I	: Indicación de la balanza	ΔL	: Carga Agregada
E	: Error encontrado	EMP	: Error Máximo Permissible.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2^* \sqrt{3,86 \times 10^{-2} \text{ g}^2 + 8,67 \times 10^{-10} \text{ R}^2}$$

Lectura Corregida

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,39 \times 10^{-6} R$$

R : Indicación de lectura de la balanza (g)

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos única y exclusivamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado. Los resultados de las calibraciones no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El certificado de calibración carece de validez sin las firmas de los responsables.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Como no se cuenta con el manual o este no brinda información del coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura, se ha considerado como $\Delta T: 0,00001^\circ\text{C}-1$, según el PC-011- 4^{ra} Ed.: 2010 - Indecopi "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II".

(*) El Valor de "e", capacidad mínima y clase de exactitud lo indica la balanza

(**) Código indicado en la balanza.

El presente Certificado de Calibración sustituye al Certificado de Calibración LM23-C-229

Se ajustó la balanza antes de su calibración: Si

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga.

Valor Nominal (g)	Carga (g)	Indicación (g)
Aprox. al 50 % de la cap. max.	7000,0	7000,8
Aprox. al 100 % de la cap. max.	15000,0	15000,5



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**T-28056-002 R0**

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PERUTEST
Modelo <i>Model</i>	PT-H136
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0120
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	2021049
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	30 °C a 300 °C
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGEOCONTROL S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	Mz. A Lt 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - SMP
Ciudad <i>City</i>	Lima - Peru
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 12 - 21
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2023 - 01 - 10
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tceg. Andrés Molina Ruiz
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-21-F-01 R0.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
Resolución 0,1 °C
Volumen Útil 91,2 L

Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken Ausgabe 09/2018

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se establece que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas definidas del Método A) Calibración realizada en el volumen útil abarcado por la ubicación de los sensores en un medio isotermo aire sin carga

Tabla 1.
 Resultados de la medición de temperatura en posición de referencia

Set Point ¹ °C	Indicación Promedio del Patrón °C	Indicación Promedio del IBC °C	Corrección a la Indicación °C	Incertidumbre Expandida U °C	k _{p=95,45 %} -----
60,0	56,3	60,1	-3,8	1,6	2,01
110,0	106,0	110,2	-4,2	2,4	2,01
150,0	154,2	149,2	5,0	7,8	2,01
180,0	179,5	179,7	-0,2	3,8	2,01



Figura 1. Posición de cada sensor.

Tabla 2.
 Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 60 °C

Set Point ¹ °C	Uniformidad ³ °C	Estabilidad ² °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,0	0,992	0,437	0,776	No Aplica

Tabla 3.
 Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 60 °C

Posición de Referencia °C	Posición 1 °C	Posición 2 °C	Posición 3 °C	Posición 4 °C	Posición 5 °C	Posición 6 °C	Posición 7 °C	Posición 8 °C
56,27	55,75	57,06	56,92	56,82	55,57	55,27	57,18	55,78

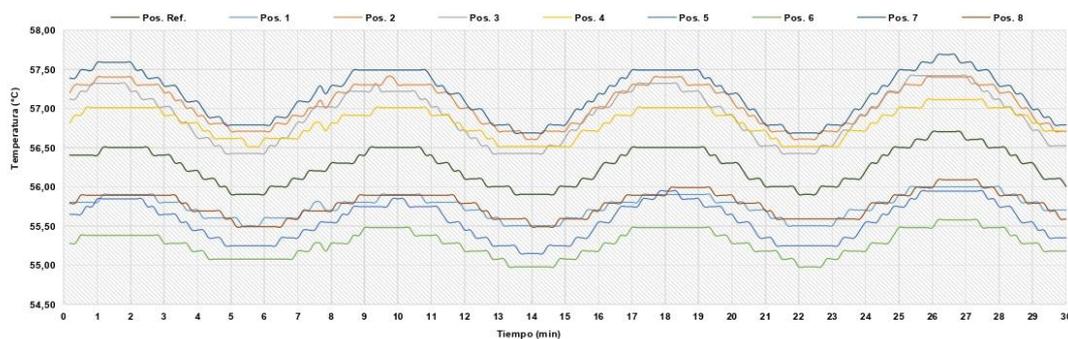


Figura 2. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

LM-PC-21-F-01 R0.0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Tabla 4.
Resultados de la caracterización del volúmen del IBC para 110 °C

Set Point ¹	Uniformidad ³	Estabilidad ²	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
110,0	0,992	0,437	0,776	No Aplica

Tabla 5.
Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 110 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
105,96	106,01	106,64	105,38	105,55	105,32	105,19	107,67	106,16



Figura 3. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

Tabla 6.
Resultados de la caracterización del volúmen del IBC para 150 °C

Set Point ¹	Uniformidad ³	Estabilidad ²	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
150,00	6,513	0,368	1,310	No Aplica

Tabla 7.
Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 150 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
154,178	156,928	156,737	155,452	153,944	150,680	154,724	156,057	147,665

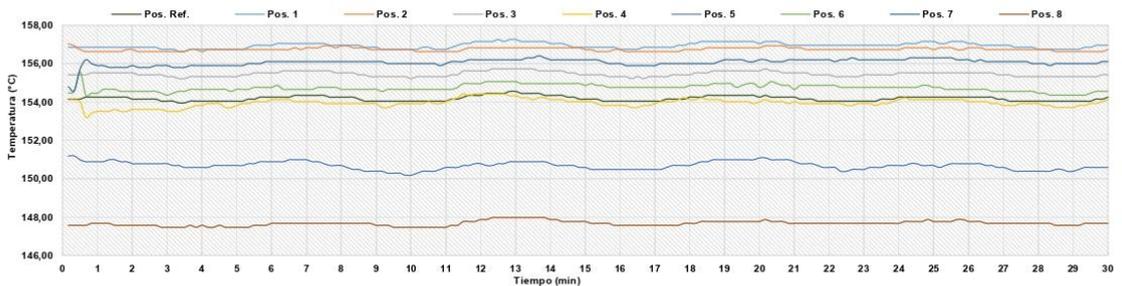


Figura 4. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 17-LAC-004

T-28056-002 R0

Page / Pág 4 de 5

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Tabla 8.

Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 180 °C

Set Point ¹ °C	Uniformidad ³ °C	Estabilidad ² °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
180,00	2,709	1,658	0,557	No Aplica

Tabla 9.

Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 180 °C

Posición de Referencia °C	Posición 1 °C	Posición 2 °C	Posición 3 °C	Posición 4 °C	Posición 5 °C	Posición 6 °C	Posición 7 °C	Posición 8 °C
179,539	176,843	182,248	177,455	178,498	178,330	178,193	181,817	181,649



Figura 5. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

Tabla 10.

LM-PC-21-F-01 R9.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

T-28056-002 R0

Page / Pág 5 de 5

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor o igual a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia.
- ⁴ Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde al intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire medida con un termómetro que está protegido contra la influencia con un escudo.
- ⁵ Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde a la máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Esta prueba se ejecuta según acuerdo previo con el cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue AREA SUELOS ; INGENIOCONTROL S.A.C. ; LIMA . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	25,2 °C	Humedad Máxima	78 %HR
Temperatura Mínima	23,2 °C	Humedad Mínima	69 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los resultado(s) reportado(s) en este certificado(s) de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado (s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.")



Equipo	Certificado de Calibración
Termómetro Digital Multicanal	T-24241-004 R0 Pinzuar

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. El número de puntos de calibración, cantidad de sensores y ubicación son acordados y aceptados por el cliente
3. El volumen útil o zona de trabajo donde es válida la caracterización es acordada con el cliente.
4. Se adjunta la etiqueta de calibración **No. T-00028-056**

Fin del Documento

LM-PC-21-F-01 R9.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	149,85 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	151,54 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	104,85 μm
MALLA No. MESH No.	100
SERIE No. SERIAL No.	63607
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 2,51 \mu\text{m}$

FECHA DATE 2018 - 05 - 15

FIRMA SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST



Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	151,69	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	161,02	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	98,35	µm
MALLA No. MESH No.	100	
SERIE No. SERIAL No.	74018	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 2,53	µm
FECHA DATE	2019-12-20	FIRMA SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR

WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST



Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	107,42	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	111,07	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	68,12	µm
MALLA No. MESH No.	140	
SERIE No. SERIAL No.	74664	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 2,43	µm

FECHA
DATE

2020-02-03

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1

(Madrid, Cundinamarca).

TEL: (571) 7454555

www.pinzuar.com.co

PINZUAR

WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	77,44	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	80,17	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	50,45	µm
MALLA No. MESH No.	200	
SERIE No. SERIAL No.	72843	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,70	µm

FECHA 2019 / 10 / 17
DATE

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification



No. C018.03420

**TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE**

TAMIZ  **STANDARD**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11

ABERTURA PROMEDIO 74,82 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 78,53 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 53,50 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 200
MESH No.

SERIE No. 59463
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 1,69 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 10 - 09
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST



Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	75,14	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	78,83	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	52,18	µm
MALLA No. MESH No.	200	
SERIE No. SERIAL No.	60608	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,69	µm
FECHA DATE	2019-11-25	FIRMA SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification



No. C018.03420

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 24,84 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 25,08 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,50 mm
AVERAGE DIAMETER

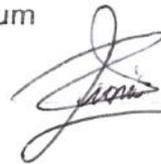
MALLA No. 1"
MESH No

SERIE No. 61465
SERIAL No

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2017 - 12 - 26
DATE

FIRMA
SIGNATURE



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 12,42 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 12,63 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,58 mm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 1/2"
MESH No.

SERIE No. 66226
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 11 - 01
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERITAS
Certification



N° CP:5633 - 2016

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	12,44	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	12,58	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,53	mm
MALLA No. MESH No.	½"	
SERIE No. SERIAL No.	74435	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2020-01-22	FIRMA SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1

(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

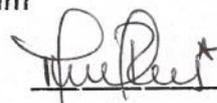
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	19,08	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	19,19	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,04	mm
MALLA No. MESH No.	¾"	
SERIE No. SERIAL No.	74448	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA
DATE

2020-01-23

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1

(Madrid, Cundinamarca).

TEL: (571) 7454555

www.pinzuar.com.co

PINZUAR

WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO 9,45 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 9,99 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,25 mm
AVERAGE DIAMETER

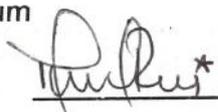
MALLA No. 3/8"
MESH No.

SERIE No. 74630
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2020 / 01 / 30
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1

(Madrid, Cundinamarca).

TEL: (571) 7454555

www.pinzuar.com.co

PINZUAR

WWW.PINZUAR.COM.CO

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 2379,58 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2441,60 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 1007,15 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 8
MESH No.

SERIE No. 65329
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 24,14 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 08 - 31
DATE

FIRMA
SIGN

Lady Lopez

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERITAS
Certification



N° CP/5833 - 2018

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO 2013,32 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2028,83 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 842,16 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 10
MESH No.

SERIE No. 70142
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 16,88 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2019 - 06 - 06
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification



No. CD18.03420

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2017

ABERTURA PROMEDIO 1187,35 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 1219,24 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 624,49 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 16
MESH No.

SERIE No. 66779
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 12,83 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 12 - 06
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 607,89 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 627,26 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 371,21 μm
AVERAGE DIAMETER

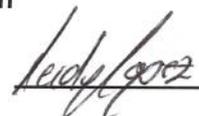
MALLA No. 30
MESH No.

SERIE No. 66249
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 5,64 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 11 - 02
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERITAS
Certification



N° CP/5633 - 2016

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

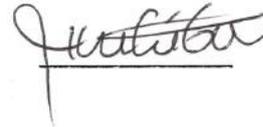
ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	422,22	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	434,70	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	268,00	µm
MALLA No. MESH No.	40	
SERIE No. SERIAL No.	73389	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 4,63	µm

FECHA
DATE

2019-11-19

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification



No. C018.03420

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2017

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	294,04	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	316,81	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	192,75	µm
MALLA No. MESH No.	50	
SERIE No. SERIAL No.	66949	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 4,02	µm

FECHA **2018 - 12 - 14**
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 17
BUREAU VERITAS
Certification



N° CP/5833 - 2016

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 08499 - 2023

PROFORMA : 19130 Fecha de emisión: 2023-04-20

SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
Dirección : Av. El Naranjal Nro. 613 Urb. Villa Del Norte Lima-Lima-Los Olivos

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY
Tipo : Digital
Marca : INSIZE
Modelo : 1112-150
N° de Serie : 2508211720
Intervalo de Indicación : 0 mm a 150 mm
División de Escala : 0,01 mm
Procedencia : No Indica
Identificación : 2023073
Fecha de Calibración : 2023 - 04 - 20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	54,3 %	55,7 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado : TC - 08499 - 2023

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022
Comparador Horizontal Incertidumbre de $0,2 \mu\text{m} + 0,78 \mu\text{m}/\text{m}$ DM-INACAL	Varilla Cilindrica 10 mm	LLA-038-2023
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-299-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de referencia inicial (I) = 0 μm

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del Pie de Rey (mm)	Error (μm)
50,000	49,990	-10
100,000	99,990	-10
150,000	149,990	-10

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
150,000	0



RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de repetibilidad (R)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
150,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{E-I})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	10

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E-P})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	-7

Error de contacto lineal (L)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	10

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
5,000	0

Incertidumbre de Medición : $(10^2 + 0,01^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$
L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

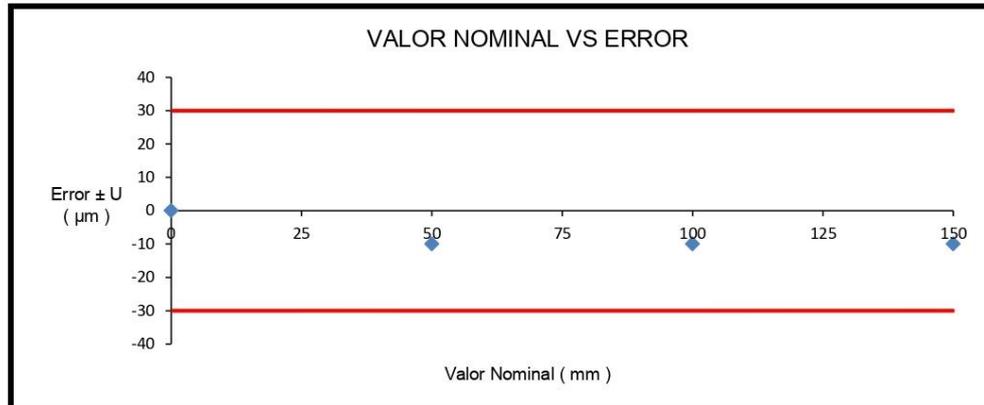
Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de $\pm 30 \mu\text{m}$, según norma DIN 862.

Certificado : TC - 08499 - 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

