



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante
con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Posoccoy,
Apurímac-2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Alcarraz Buleje, Yackelin Jimena (orcid.org/0009-0008-5353-6294)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2024

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mis padres que me han dado la existencia; y en ella la capacidad por superarme y desear lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida, mi familia que son mi apoyo incondicional en toda mi etapa de crecimiento profesional.

A mis profesores que me guiaron con su conocimiento en toda mi etapa de estudiante.

AGRADECIMIENTO

A Dios por dame las fuerzas para poder alcanzar mis objetivos. A mis queridos padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; y a mis hermanas por su apoyo y motivación en cada paso que doy

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo, por ser mi casa de estudios, así mismo al Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana, por su asesoramiento, disponibilidad para el desarrollo de la tesis.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac-2023", cuyo autor es ALCARRAZ BULEJE YACKELIN JIMENA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, 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 Completa 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, 24 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 12- 03-2024 15:40:24



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ALCARRAZ BULEJE YACKELIN JIMENA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac-2023", 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
ALCARRAZ BULEJE YACKELIN JIMENA DNI: 73657241 ORCID: 0009-0008-5353-6294	Firmado electrónicamente por: YJALCARRAZ el 12-03- 2024 20:20:42

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	26
3.1. Tipo y diseño de la investigación	26
3.2. Variables y operacionalización.....	27
3.3. Población, muestra y muestreo.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos	30
3.6. Método de análisis de datos	34
3.7. Aspectos éticos.....	34
IV. RESULTADOS.....	35
V.DISCUSIÓN.....	56
VI.CONCLUSIONES.....	64
VII.RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorización de suelos con dimensiones de partículas	16
Tabla 2. Conexión de clases de suelo AASHTO-SUCS	17
Tabla 3. Categorización del suelo según IP	18
Tabla 4. Categorización de subrasante	21
Tabla 5. Cantidad de calicatas para indagación de suelo	22
Tabla 6. Cantidad de pruebas	23
Tabla 7. Ubicación y descripción técnica de las calicatas	40
Tabla 8. Granulometría.....	41
Tabla 9. Composición del suelo.....	42
Tabla 10. Contenido Humedad.....	42
Tabla 11. Suelos.....	43
Tabla 12. Consistencia	45
Tabla 13. OCH y MDS.....	48
Tabla 14. CBR.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantas de haba	10
Figura 2. Cáscaras de habas	11
Figura 3. Vainas de frejol.....	12
Figura 4. Estructura típica del pavimento flexible y rígido	13
Figura 5. Estructura del pavimento flexible.....	13
Figura 6. Subrasante	14
Figura 7. Ejemplo de esquema de perfil del suelo.....	15
Figura 8. Tamizado del suelo en series de mallas.....	16
Figura 9. Estados de consistencia de un suelo - Limite de Atterberg.....	18
Figura 10. Cuchara de Casagrande y acanalador	19
Figura 11. Rollos de suelo para determinar el límite plástico	20
Figura 12. Ecuación MR	24
Figura 13. Ecuación CBRP	25
Figura 14. Gráficos de Boussinesq.....	26
Figura 15. Recogida de cáscara de habas y frijol.....	32
Figura 16: Pasos para la obtención de la cáscara de habas y frijol.....	32
Figura 17. Localización de Apurímac	37
Figura 18. Localización de Talavera.....	37
Figura 19. Calicatas in situ C-1, C-2 y C-3	39
Figura 20: Localización de las Calicatas C-1, C-2 y C-3	40
Figura 21. Prueba granulométricos	41
Figura 22. Contenido de Humedad.....	43
Figura 23. Límites de consistencia	44
Figura 24. Consistencia C-1	45
Figura 25. Consistencia C-2	46
Figura 26. Consistencia C-3	47
Figura 27. Proctor.....	48
Figura 28. OCH	49
Figura 29. MDS	50
Figura 30. CBR.....	51

Figura 31. CBR C-1	52
Figura 32. CBR C-2	52
Figura 33. CBR C-3	53
Figura 34. Comparativo de valres CBRp con 0.30 y 0.40 m de estabilización. ...	55

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el espesor de estabilización y mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023. La metodología empleada es de tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está compuesta por 3 km. lineales de la subrasante de la carretera Orconmallo-Posoccoy. La muestra fue de 3 calicatas. Se evidencia que al adicionar CCH y CCF en dosificaciones 5%, 6% y 7%, en C-01, C-02 y C-03, el IP disminuyó para C-1: 3.61%, 8.43% y 13.25%, C-2: 4.30%, 6.45%, 8.60%, y C-3: 6.02%, 9.77% y 12.78%, respectivamente; el OCH disminuyó en: (0.99%,3.29% y 6.80%), (0.92%, 2.29%, y 4.24%); (2.70%, 5.05% y 7.04%), respectivamente; La MDS incrementó para C-1: (1.05% y 2.63% y 3.68%), C-2: (1.47%, 3.43% y 5.39%) y C-3: (1.02%,2.04% y 4.59%), respectivamente. El CBR al 95% de MDS incrementó para C-1: (0.60%, 6.02% y 7.23%), para C-2: (11.17%, 11.17%, y 14.36%) y para C-3:(0.46%, 2.74% y 4.57%), respectivamente. Las conclusiones de esta investigación muestran que la adición de CCH y CCF en el suelo afecta positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Al diseñar el espesor adecuado de estabilización empleando la combinación de CCH y CCF, se determina que la mezcla de terreno natural con 7%(4%CCH+3%CCF) tiene las mejores características físicas, resultando un CBR ponderado de 16.65% con un espesor de suelo estabilizado de 40 cm.

Palabras clave: Subrasante, suelo , cenizas de cascara de habas , frijol.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate how the addition of ashes from bean-bean shells influences the stabilization thickness and improvement of the properties of the subgrade on the Orconmallo-Posoccoy highway, Apurimac 2023. The methodology used is applied, experimental design, explanatory level and quantitative approach. The town is made up of 3 linear km of the subgrade of the Orconmallo-Posoccoy road. The sample consisted of 3 pits. It is evident that when adding CCH and CCF in dosages 5%, 6% and 7%, in C-01, C-02 and C-03, the PI decreased for C-1: 3.61%, 8.43% and 13.25%, C-2: 4.30%, 6.45%, 8.60%, and C-3: 6.02%, 9.77% and 12.78%, respectively; OCH decreased by: (0.99%, 3.29% and 6.80%), (0.92%, 2.29%, and 4.24%); (2.70%, 5.05% and 7.04%), respectively; The SDM increased for C-1: (1.05% and 2.63% and 3.68%), C-2: (1.47%, 3.43% and 5.39%) and C-3: (1.02%, 2.04% and 4.59%), respectively. The CBR at 95% of MDS increased for C-1 (0.60%, 6.02% and 7.23%), for C-2 (11.17%, 11.17%, and 14.36%) and for C-3 (0.46%, 2.74% and 4.57%), respectively. The conclusions of this research show that the addition of CCH and CCF in the soil positively affects the physical and mechanical properties of the subgrade. By designing the appropriate stabilization thickness using the combination of CCH and CCF, it is determined that the mixture of natural soil with 7% (4%CCH+3%CCF) has the best physical characteristics, resulting in a weighted CBR of 16.65% with a stabilized soil thickness of 40 cm.

Keywords: Subgrade, soil, and ashes from fava bean , bean shells

I. INTRODUCCIÓN

Ámbito internacionalmente, una principal problemática es la falta de financiamiento en infraestructura vial y el mantenimiento inadecuado es común en muchos países, obteniendo como resultado carreteras y puentes en mal estado, generando accidentes y congestionamientos, es así como a escala global, se requieren más rutas de transporte para el desarrollo y/o integración entre ciudades, barrios, calles, provincias y regiones, y se deben realizar proyectos de ingeniería vial para satisfacer esta necesidad, pero muchos problemas surgen durante el desarrollo e implementación de estos proyectos, por ejemplo, uno de ellos está relacionado con los diferentes suelos existentes, principalmente con respecto a sus propiedades físico mecánicas, lo que lleva a buscar una solución, frente a este caso (PONCE, y otros, 2022, pág. 4). Así mismo, (EISA, y otros, 2022, pág. 1) nos dice que: “la subrasante débil es uno de los problemas que lidian en su mayoría los proyectos, por ello es importante su estudio, para tratar de mejorar las propiedades y resistencia, en el uso de secciones estructurales del pavimento”. Es así que se viene realizando estudios geotécnicos adecuados, ya que en muchos casos se realizan estudios superficiales y no se profundiza lo suficiente para determinar las correctas propiedades del suelo, pero realizar estudios adecuados puede ser costosos, lo que lleva a que en muchos casos se realicen estudios limitados o el peor de los casos no lo realicen, obteniendo suelos inestables o con problemas de asentamiento en la infraestructura, lo que puede tener consecuencias graves y costosas en términos de reparaciones y mantenimiento.

A nivel nacional, el Perú es usual sufrir con los cambios de la naturaleza en épocas de lluvias, obteniendo como efecto desbordes de ríos, huaicos y con ello deslizamientos, ocasionando deterioros y fallos en las carreteras, afectando el transporte de la población, traslado de productos, etc. Así mismo provocando severos daños en la infraestructura vial (GONZALO, 2020). Es por ello, que la falta de inversión en infraestructura vial es insuficiente en relación a las necesidades del país, esto resulta en la falta de proyectos de nuevas carreteras y puentes, así como en el control inadecuado de la infraestructura existente, otro punto importante es que las infraestructuras han sido construidas hace décadas, lo que resulta en una mayor vulnerabilidad a los cambios del clima, por otro lado

no solo cuenta con dichos problemas ya mencionados, sino que también (PONCE, y otros, 2022, pág. 4) sostiene que gran parte de las vías de comunicación del interior hoy son caminos no pavimentados y estadísticamente representan una proporción significativa. Al determinar por qué estas vías no están pavimentadas, encontramos que: De acuerdo con la normatividad vigente en nuestro país, una de las razones por las cuales algunas vías no están pavimentadas se debe al volumen de tráfico relativamente bajo., es decir, los datos del índice promedio anual diario (IMDA) son más bajos que los requeridos por las regulaciones de Perú para ser considerados urgentes. Otro problema que se genera es el alto costo en su ejecución, es por ello por lo que se busca minimizar costos buscando aditivos naturales que estabilicen el suelo de la subrasante, generando así no solo economía, sino que también sostenibilidad y reduciendo el impacto ambiental al emplear aditivos químicos

A nivel regional, actualmente en Apurímac cuenta mayormente con carreteras, pero en su mayoría están deterioradas y en mal estado, así mismo el clima está afectando cada vez más no solo las edificaciones, sino también la infraestructura vial, especialmente en áreas vulnerables a inundaciones y deslizamientos de tierra que llegan a los hogares y a las carreteras, generando acumulación de agua, con ello afectando su estructura generando daños graves con es el deterioro de la superficie, pero el poco interés y compromiso de las autoridades hacen que esto afecte a la población sin buscar una solución, es por ello que se busca implementar un aditivo natural que sean menos costosos, amigable con el medio ambiente y principalmente que mejore las propiedades del suelo y con ello un periodo de vida adecuado para el pavimento, estos acontecimientos hacen que está presente investigación utilice ceniza de cascarilla de habas y frijol como estabilizante del suelo de la zona.

Se expone la problemática general: ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de habas-frijol en el espesor de y mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023? .Del mismo modo se formulan los problemas específicos Cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023?, ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de habas-frijol en las propiedades mecánicas de

la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023?, ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de habas-frijol en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023?

En presente justificaciones teóricas, en esta investigación se hallará el mejor porcentaje de dosificación, por ende, el aumento del CBR en subrasante y determinar el espesor adecuado para estabilizar subrasantes adicionando ceniza de cascarilla de habas y frijol, obteniendo un aporte importante para las siguientes investigaciones. Se tiene una justificación metodológica con la finalidad de cumplir con todo lo propuesto, es importante aplicar los proceso metodológico, recolectando la información mediante fichas o programas que anteriormente se investigó, se realizarán ensayos en laboratorios, y así obtener la caracterización de características físicos-mecánica de cenizas, también subrasantes; y se comprobara la negación o verificación de hipótesis y por ultimo esto ayudara como una guía para futuros investigadores respecto al tema, además se informaran no solo en la dosificación correcta de las cáscaras de cenizas de habas y frijol, si no también proponer un mejor diseño del pavimento. Justificación técnica; se viene investigando aditivos naturales que favorezcan a estabilizar el suelo, ya que, debido a las diferentes problemáticas de la infraestructura vial, como es la perdida de periodo útil del pavimento, se tiene la necesidad de adicionar aditivos que mejoren e influyan positivamente a determinar el espesor adecuado de estabilización de propiedades de la subrasante. Este proyecto presenta justificación social, el estudio e investigación de cáscaras de cenizas naturales que favorezcan el incremento del CBR del suelo, no solo beneficiará a la población en un aumento en la calidad de vida, sino que también van directamente al rubro de la construcción al obtener una opción de estabilizar el suelo, así mismo el medio ambiente, ya que será una manera sostenible de cuidarla de productos químicos. En Justificación económica tenemos reducción en costos de mantenimiento, ya que al añadir ceniza de cáscara natural a la subrasante puede mejorarla y por ende el pavimento, reduciendo así el riesgo de deformación y fallas prematuras, esto puede reducir la necesidad de reparaciones y mantenimiento, lo que resulta en un ahorro de costos a largo plazo, así mismo puede disminuir la cantidad de

materiales que se necesite para la construcción del pavimento, lo que da como resultado en reducción de gastos asociados a edificación, además cáscara de cenizas natural es un material renovable y sostenible que puede ser menos costoso que los materiales sintéticos y químicos, finalmente cuenta con una justificación ambiental, ya que incrementa las cenizas de cáscara natural en subrasante puede reducir la cantidad de materiales sintéticos y químicos utilizados en la construcción del pavimento, lo que puede reducir la transmisión de gas contaminante durante la producción y el transporte; la ceniza natural es un material renovable y sostenible que puede ser producido con menos energía y emisiones de CO₂ en comparación con los materiales sintéticos.

Se propone como objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el espesor de estabilización y mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023. Siendo los objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el mejoramiento de propiedades físicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023. Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el mejoramiento de propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023. Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023.

La hipótesis general: La adición de cenizas de cáscara de habas-frijol influye positivamente en el espesor de estabilización y mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023.

Hipótesis específicas: La adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol influyen significativamente en el mejoramiento de propiedades físicas de subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023; La adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol influyen significativamente en el mejoramiento de propiedades mecánicas de subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023; La adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol influyen significativamente en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023

II. MARCO TEÓRICO

Con el fin de elaborar el proyecto de estudio se recopiló una selección de información de estudios realizados años anteriores, en ámbito internacional se encuentran (ANDALUZ, 2022), señala con el objeto de dar a conocer la incidencia de generar el impacto de cenizas de cascarilla del arrozillo en características físicas-mecánicas en los suelos finos de las subrasantes mediante un enfoque cuantitativo-experimental, se observó con incorporación de cenizas de cáscaras del arroz en cantidades que varían del 0% al 8% en el suelo de Puyo resulta en un aumento del índice CBR. En particular, en Santa Isabel, el CBR se incrementa del 7.80% al 12.10%, en Fátima del 8.60% al 13.20%, y en Veracruz del 8.40% al 13.50%, y análisis económicos hallado incrementan unos 26.41% al añadir un producto a las subrasantes.

(CLAVERIA, y otros, 2018), tienen como objeto describir el comportamiento geotécnico – volcánico mejorado con bagazos de cañas y cenizas de cascarillas del arroz como elemento en subrasantes. Mediante pruebas de RANCODES, aplicó análisis de laboratorio y conceptos mencionados. Lo resultante señala, a la muestra de los terrenos naturales con, CBR a 76.67%, MDS a 1.15 g/cm³ e OCH a 39.27%. Empleó a 5%, 10% y 15% de CBGA y se fijó que al añadir el 5% de CBCA aumentó 14.39% el CBR, bajo de 1.15 a 1.11 g/cm³ la MDS, bajo 0.58% su OCH. Al agregar el 10% de CBCA, aumentó 6.33% el CBR, bajo de 1.15 a 0.98 g/cm³ la MDS, aumentó un 14.73% el OCH. incrementando el 15% del CBCA, aumentó del CBR 22.46%, bajo del 1.15 al 0.96 g/cm³ la MDS, aumento 8.34% un OCH. Asimismo, finalizó ser aconsejable aplicar 15% de CBCO porque aumenta su OCH y CBR, conservando su MDS.

(HERNÁNDEZ, y otros, 2019), presento objetivo estimar el impacto de las cenizas de la cascarilla del café sobre resistencia a presión de suelos arcillosos y limosos, utilizando métodos experimentales para obtener el valor para la adición de cenizas de las cascarillas del café con cantidades del 4,6 y 8% de carga relacionado con terreno, acrecentó el CBR alcanzando un 1.6% del terreno natural al 7.3% en suelo de 8% de dosificaciones de cenizas de cascarilla del café, incremento 356%. De esta manera concluyó que el uso del aditivo (ceniza de cascarillas del café) contribuye a características de suelo arcilloso limoso permitiéndole optimizar su comportamiento y durabilidad.

Para los antecedentes nacionales se toma a (CHOQUECOTA, 2023), con el propósito de establecer, el efecto del incremento de cenizas del totora y habas en características físico-mecánica de terreno, añadiendo 5%, 10%, 15%, 20% y 25%. Que mejore sus propiedades físico-mecánicas. Utilizando metodologías de nivel explicativo, métodos aplicativos, cuantitativo y diseño experimental, con población de objeto de investigación 4 calicatas, su técnica de investigación es la observación directa, los resultados hallados expresaron la mejoría en las propiedades físicos-mecánicas, subrasante del terreno oriundo y finiquitó que a un aumento de la ceniza de totora - habas con 25% optimizando la plasticidad. Se concluyó que aumenta notoriamente la MDS del terreno y CBR, respetando lo establecido en base al manual de carreteras del MTC.

(CASTILLO, 2022,) pretendió analizar la influencia del incremento de ceniza de hojas de la palta y cascara del frijol en características físicos-mecánica de las subrasantes de la calle San Carlo. Con metodología utilizada, diseño experimental, nivel explicativo y métodos cuantitativos. Tuvo como 500 m. de subrasante, calle San Carlos como población, Sullana. Tuvo como muestra 3 calicatas. Los resultados fueron de la adición de CCF y CHP proporciones de 1.8, 2.2, 2.6 y 3.0%, con C-1, C-2 y C-3, IP no perjudica al ser arenosos ni plásticos; redujo su OCH : (3.37%,14.04%,7.30% y 3.37%) y (7.82%,13.41%,9.50% y 4.19%) y (7.22%,13.33%,10.0% y 4.72%); La MDS en C-01 redujo: 0.06% y 1.66%, en el 1.8% y 2.2%, ascendió 0.36% y 0.30% en el 2.6% y 3.0%; y para C-02 y C-03, aumento: (0.11%, 0.18%, 0.59% y 0.77%) y (0.12%, 0.18%,0.71% y 0.83%). El CBR al 95% de MDS en C-01, C-02 y C-03 aumento: (3.08%,4.85%,98.24% y 135.24%) y (3.42%,5.01%,100.0% y 140.09%) y (1.47%,4.62%,93.70% y 128.99%). Se dio por concluido del estudio expresan que el incremento de CCF y CHP en el terreno incidiendo de forma positiva en la propiedad físicos-mecánica de subrasantes.

(ROSALES, 2019), realizaron procedimientos en la subrasante con baja portante de VMT 2019 mediante un enfoque cuantitativo y una metodología cuasi experimental. La población de estudio consistió en subrasantes de portante inferior, utilizando 3 calicatas trasladadas al laboratorio como muestra, eligiendo aquella con menor portante. Se aplicaron diferentes porcentajes de ceniza de

tusa de maíz (5%, 10%, 15%) y cáscara de maní (3%, 6%, 9%), evaluando aspectos como Granulometría, Límites de consistencia, Contenido húmedo, Proctor modificado y CBR. Los resultados indicaron que la ceniza de tusa de maíz y la cáscara de maní influyeron en la optimización de la subrasante de inferior portante, manifestándose cambios en plasticidad, CBR y Densidad máxima seca.

(BARRIGA, 2022,), presento como finalidad ejecutar estudio paralelo sobre estabilización de propiedades del suelo fino en Madre de Dios utilizando Cal y Cemento, empleando un enfoque cuantitativo, nivel cuasi experimental y diseños experimentales para realizar un estudio de tipo aplicación para modificar muestra de suelo natural modificada, a la cual se le incorporaron porcentajes de 2%, 4% y 6% del cal y cemento. Concluyendo, al diseñar un espesor de estabilización adecuado, independientemente se utiliza cal o cemento, estima una combinación del suelo naturales con un 4% de cemento presenta las propiedades físicas óptimas, con CBR ponderados del 10.4% y un grosor de suelos estabilizados de 40 cm.

In other languages we have as background to (PUNUKOLLU, 2023,), in his research article, had as main objectives to study the price of the California bearing quantity (CBR) of BC soil with combination of jute, coconut and sisal fibers as reinforcement, as fine as soil properties, the thickness of the subgrade due to increased CBR, had a methodology of applied and experiential type, was studied the black cotton soil with fiber dosages 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% and 1. 0% with dimensions of 5-10 mm, with results in the tests that the soil is composed of 89% clay and silt, with LL of 70.04%, LP of 31.20%, LC of 23.18 and in the CBR test for each percentage of fiber was obtained 3.34%, 3.48%, 4.52%, 3.82% and 3. 49%, which concludes that CBR of earth increases with induction of jute, coconut and sisal fiber, with a maximum CBR of 4.52% with fiber of 0.05% of the weight of earth and finally a significant markdown in width of pavement according to IRC: 37-2012.

(SRIBALAJI, y otros, 2020,), aims to recover the fleece resistance of the earth, stop the diffusion of resources into the earth, decrease the width of roadway and upsurge life of street, and therefore decrease cost of maintenance, its methodology was applied and experiential type, the materials used in the study

are coir fibers, sisal and Epoxy mastics in Ukkadam bypass road of Coimbatore, Tamilnadu, India, about 2.2 km long, such resin has the function to adhere the fibers as reinforcement, intercalating the fibers with the soil samples at heights of H, H/2 and H/3 with insert of 2.5 mm - 5 mm, obtaining as a result that in composite material with sisal fiber the height H of the soil is maintained and stretches as CBR of 25,12%, furthermore at statures H/2 and H/3, the CBR standards are 25.26% and 25,5% with roadway width of 48.06 cm, 47, 88 cm and 47,57 cm, with respect to the coconut fiber its CBR are 24.14%, 24,28% and 24,4% and the pavement thickness is 49.37 cm, 49.17 cm and 49.01 cm, in conclusion, by comparing the results the H/3 of the sisal fiber is suitable to take as an effective measure to decrease the width of roadway and thus improve properties of black cotton soil.

(KUMAR, y otros, 2021,.) aims to present the expansion behavior of clayey soils reinforced with geocells and jute fibers. Of experimental and applied methodology, since its study was carried out in a laboratory, performing one-dimensional swelling tests with the CBR and thus studying its properties with different proportions of mixtures, obtaining as a result that with 0.80% and a length of 40mm its swelling was reduced by 71.24% and 41.10% in the expansion pressure with respect to the unreinforced soil, thus concluding that such study provides a solution for its treatment and mitigate disasters in relation to infrastructures.

Para complementar de una mejor manera el trabajo de investigación, en artículos científicos tenemos a Los artículos científicos según (Hussain Khan, 2019), envisioned to inspect result of gypsum and bagasses ash possessions of soils and assess possible for steadying and development of manufacturing possessions of these earths. Method rummage-sale was experimentals since workroom examinations were approved out. The consequences got designate that gypsum and bagasses ash can deliver a development little and tall malleability soils, healthy as existence a real and inexpensive technique. So, it decided that gypsum shared with bagasse ash can be secondhand well for maintenance.

(BENITES, y otros, 2021), en su artículo científico pretende averiguar el porcentaje para la mejora de los terrenos cohesivos adicionando el eco

estabilizante con cenizas de cascarilla de café arábica (CCCA). Utilizando método cuantitativo, diseño experimental, empleo de técnicas de observación directa y uso de métodos de recolección de información. Encontró como resultado al lugar oriundo de resistencia menor de 4.7% al 95% del CBR; para esto se añadió 10%, 15%, 20% y 25% de CCCA; con incremento del 15% del insumo, resultando productos aptos en las muestras desarrolladas, con las porciones donde no se muestran mejoras en las muestras, concluyendo que, adicionando 15% de CCCA para optimar el terreno.

(YOHANNA, y otros, 2022), tiene como objeto reducir contracción del suelo arcilloso, para ello se utilizó un refuerzo de fibras de sisal (SF), con una metodología experimental y aplicada, ya que se estudió las propiedades naturales y modificadas del suelo, con ensayos de límite de Atterberg, la compactación, USC, con diferentes porcentajes de fibra (0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%), con resultados obtenidos para el suelo natural de 44.4% en limite líquido y 18,65% en límite de plasticidad, pero al adicionar la fibra se incrementó, así mismo con el OMC de un 19% a un 24,4% con una dosificación de 1,5% y paso ese porcentaje disminuye, para la densidad máxima seca de un 1.55mg/m³ a un 1,50% con una dosificación de 1,5% respecto al suelo natural, finalmente el USC aumento inicialmente y luego disminuyo considerando hasta un máximo de 0.5% a un 2% de fibra de sisal, además el VSS del suelo con fibra disminuyo a comparación del suelo sin reforzar, con ello se concluye que si se trata de manera óptima el suelo con un máximo de 0.5% de SF y compactada con OMC-2 cumple con los valores UCS mínimos vigentes de 200KN/m² y una contracción volumétrica de 4% para su uso en suelos arcillosos.

Con bases teóricas tenemos: cenizas de cáscaras de habas tenemos que se define como: Un insumo de estado sólido y fino según el tamaño se conforma a efecto de la calcinación de insumos, trasladados del aire, un polvo grisáceo soltando el proceso de calcinación, el insumo se forma de sílice y óxidos metálicos. (PERALTA, y otros, 2022, pág. 16)

Existe otro concepto de la ceniza de cáscara de haba es: una legumbre de manera mundial, multifuncional, consumido por los animales y el humano, la semilla es una fuente proteica de alimentación. La producción del haba se ve influenciada por diversos factores bióticos y abióticos, cuales incluyen

enfermedad fungosa como mildius (*Peronosporas viciaes*), la royas (*Uromyce fabaes*), males del esclerocios (*Sclerotinias sclerotiorums*), la manchas de chocolates (*Botryti fabaes*), así como la presencia de plagas como el pulgón negro (*Aphi fabaes*), las sitonas (*Sitona lineatu*), el lixu (*Lixus algiro*), y trip de guisantes (*Kakotrhip robustus*) (PERALTA, y otros, 2022, pág. 17). A continuación en la Figura 1, se aprecia la planta de habas



Figura 1. Planta de habas
Fuentes: (PERALTA, y otros, 2022, pág. 17)

Además de Peralta hay otro concepto de las cenizas de cascarillas de habas es: La habas o vainas es una planta con tallos fuertes, tetragonales, de 1.5 m de alto, ramificación restringida del tallo. De hojas ajustadas y paripinadas sin zarcillos, de color verde, gris.

Sus frutos de legumbres clásicas conformadas del 1 a 4 por nudo e instalan variablemente respecto al tipo, de postura erguida y colgantes, según el color se identifica su madure, expresando un color verde encendido sin ser maduras, pero al transcurrir un determinado tiempo se convierten en color negro maduro. Interiormente el tejido terciopelado las protege, de semillas variantes de 5 a 8, grandes y aplastadas y de forma ovalada. El haba alcanza los 4cm, y el agricultor tiene 2 variedades botánicas. (PERALTA, y otros, 2022, pág. 17)

El proceso de crecimiento de las habas es lo siguiente: Las habas son especies rústicas y aceptables para varios suelos, óptimo para arcillas y calizas, transformado con insumo orgánico, pasando de clima templado a cálido y marítimos, con resistividad de sequías, muy sensible a las heladas sin prolongarse ya que admitirá que renazcan, marchitándose por temperaturas mínimas, que florecen de nuevo. (PERALTA, y otros, 2022,). A continuación en la Figura 2, se aprecia la cáscara de haba:



Figura 2: Cáscara del haba

Fuentes: (PERALTA, y otros, 2022, pág. 18)

Los residuos agrícolas son bioabsorbentes donde: Al finalizar los restos agrícolas son evaluados como bioabsorbentes originando la porción mínima, como alternativa fructífera remediando el agua y residuo, rechazando el carbón activo y resinas iónicas. Los residuos agrícolas renovables, cuantiosos, bajo costo, de producción activa de carbón en la baja cantidad de cenizas y dureza alcanzando a los restos agrícolas y sean una alternativa para remediar inconvenientes del ambiente para reducir costos al elaborarlos (CASTILLO, 2022, pág. 17)

Los desechos sólidos agrícolas tienen la ventaja de ser bioabsorbentes, en grandes cantidades, absorbiendo potencialmente contaminantes del agua y grupos químicos estructuralmente activos. Los residuos agrícolas (proteínas,

tanino, almidón, hemicelulosa y taninos), contribuyen a una mayor de capacidad de permeabilidad y distintos grupos eficaces. Para profundizar más lo expuesto anteriormente, en los últimos años analizados respecto a los metales pesados revueltos en líquidos en los últimos años han proporcionado una fuerte elección de residuos agrícolas como biosorbentes y biomasa con un rendimiento óptimo y una alta tasa de absorción. (CASTILLO, 2022, pág. 17).

Los residuos de *Phaseolus vulgaris* L. (FREJOL), se definen como residuos agrícolas resultantes de las vainas de plantas resultantes de la trituration del frijol en el momento de la cosecha. Presenta proteína, líquido, almidón, lignina, lípidos y azúcares. Las demás muestran funciones bioadsorbentes como hidroxilo (-OH), carbonilo (-CO), amina (-NH), grupo -CH₃ y -CH₂. La definición de la vaina son leguminosa del frejol: Cultivadas intensamente y recopilada del lugar tropical como templado, oriundo de América de diferentes denominaciones de países: caraotas, porotos. (Villanueva, 2006, p.23). La vaina posee 39 % de carbohidratos contribuyendo a ser activa y funcional con el contaminante. (CASTILLO, 2022, pág. 17). A continuación en la Figura 3, se aprecia vainas de frejol:



Figura 3: Vainas de frejol

Fuente: (CASTILLO, 2022, pág. 17)

El pavimento “se trata de una estructura de capas elaboradas en la superficie de la vía para contrarrestar y distribuir la fuerza generada por el vehículo, al tiempo que mejora la seguridad y el confort del tránsito” (MTC, 2014, pág. 25).

Constituida por la subbase, base y finalmente la capa de rodadura dependiendo del tipo de la pavimentación. A continuación en la Figura 4, se aprecia la estructura típica del pavimento flexible y rígido:

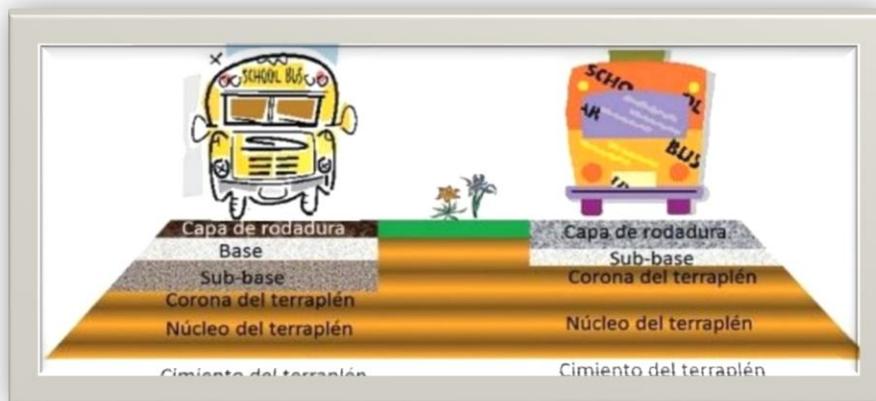


Figura 4. Estructura típica del pavimento flexible y rígido
Fuente: (GARCÍA, 2019, pág. 16)

En las estructuras de pavimento, las capas superficiales están sujetas a las mayores tensiones y deformaciones, por lo que deben construirse con materiales de calidad alta, mientras que las capas más internas pueden construirse con materiales más resistentes y de menor capacidad, porque estas tensiones y deformaciones se disipan con la profundidad (GARCÍA, y otros, 2019, pág. 15). Pavimento flexible es un tipo de pavimento utilizado en carreteras, calles y otros espacios donde se requiere una superficie resistente y duradera para el tráfico vehicular, así mismo el manual de carretera nos dice que “En una estructura formada de una capa granular (capa base, subbase) y una capa superficial de materiales bituminoso (aglomerantes, áridos y posiblemente aditivos)” (MTC, 2014, pág. 25). A continuación en la Figura 5, se aprecia estructura del pavimento flexible:

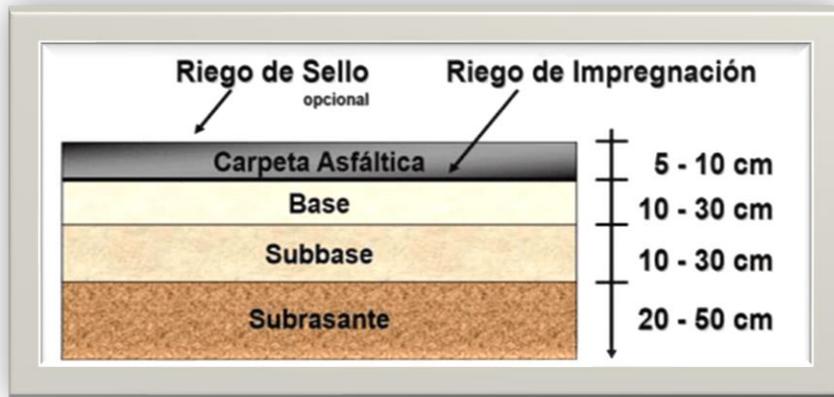


Figura 5. Estructura del pavimento flexible
Fuente: (CONSTRUNEIC, 2022, pág. 23)

La subrasante está conformada por el terreno oriundo donde descansa la estructura del pavimento, ósea no conforma el mismo, como nos dice (GARCÍA, y otros, 2019, pág. 17) “toda la estructura está soportada por la subrasante, natural o procesada”, según lo mencionado la subrasante cumple un papel importante, ya que soportara toda la carga del tráfico, por ello que con su estudio y correcta adición de aditivo favorecerán al diseño del pavimento. A continuación en la Figura 6, se aprecia la subrasante:

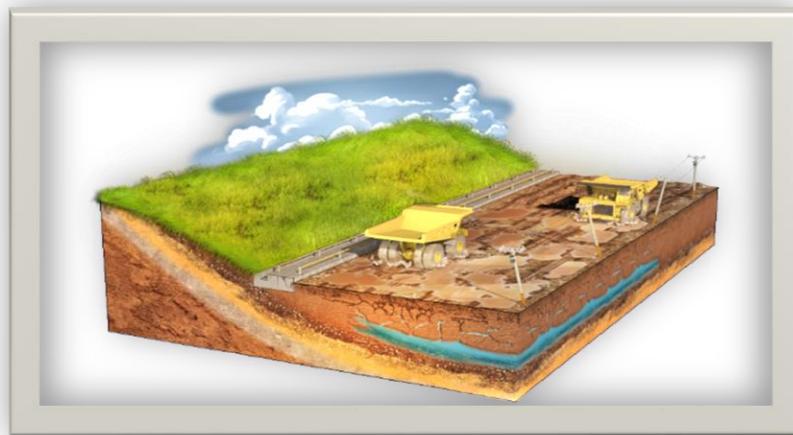


Figura 6. Subrasante
Fuente: (ACE Geosynthetics, 2023, pág. 34)

El suelo se compone de tres fases, las cuales son; fase sólida que se conforma principalmente por porciones minerales y constituidas de material orgánico que se ubican en unión, pero esto deja huecos entre ellos, dando como resultado la porosidad, así mismo en la fase líquida es el agua acumulada entre los poros del terreno y finalmente la fase gaseosa se constituye por el aire que incide en los poros del suelo que no se encuentran llenos de agua, es por ello que esta

fase es una de las más importantes, ya que asegura la oxigenación del suelo (LOZANO, 2018, pág. 3). A continuación en la Figura 7, se aprecia el ejemplo de esquema de perfil del suelo:

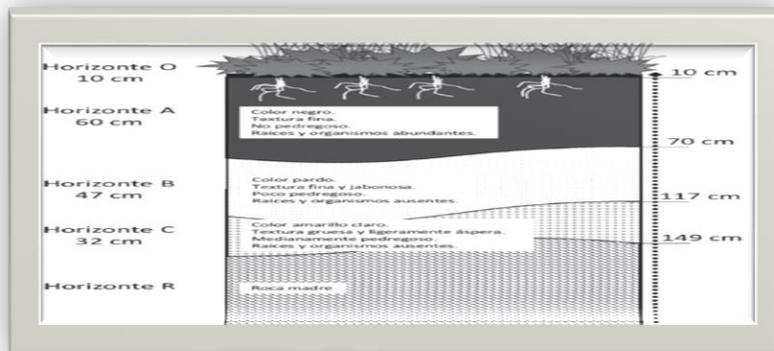


Figura 7. Ejemplo de esquema de perfil del suelo

Fuente: (LOZANO, 2018, pág. 6)

En el ensayo de granulometría, “tiene como propósito la distribución de partículas de suelo para determinar las proporciones de sus distintos componentes, clasificados por tamaño” (MTC, 2014, pág. 33), es por ello que dicha prueba es utilizada en el suelo o agregado. según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E107). El tamiz está conformado por un marco rígido y una malla con espaciamentos uniformes entre hilos llamado abertura, cernido o luz malla por donde pasa las muestras de suelo seco (GUERRA, 2018, pág. 84). “Para determinar la distribución granulométrica del suelo, se realizará un análisis granulométrico en seco y en húmedo, los suelos mayores a 4.75mm se realiza el análisis por tamiz seco, caso contrario será por el tamiz húmedo” (PUNUKOLLU, 2023, pág. 5). Es decir, el ensayo de granulometría tiene como fin obtener la distribución de partículas por tamaños de la muestra, lo que proporciona información crucial para obtener las clasificaciones del suelo y por ende las características físicas-mecánica de la subrasante. A continuación en la Figura 8, se aprecia el tamizado del suelo en series de mallas. Y en la tabla 1 Categorización del suelo con dimensiones de partículas:

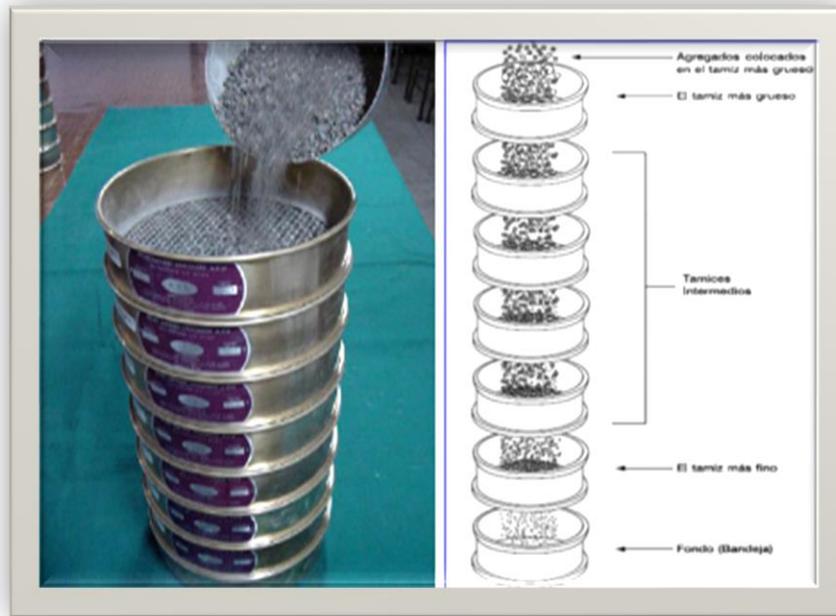


Figura 8. Tamizado del suelo en series de mallas
Fuente: (GUERRA, 2018, pág. 84)

Tabla 1. Categorización del suelo con dimensiones de partículas

Tipos de Materiales		Dimensiones de la partícula (mm)
Gravas		75 – 4.75
		Arenas gruesas: 4.75 – 2.00
		Arenas medias: 2.00 – 0.425
		Arenas finas: 0.425 – 0.075
Materiales Finos	Limos	0.075 – 0.005
	Arcillas	< a 0.005

Fuente: (MTC, 2014, pág. 33)

La categorización del suelo según SUCS y AASTHO, “en EE. UU, se han realizado el mayor número de las clasificaciones de suelos y una de las clasificaciones más populares es el método AASHTO y se orienta en los porcentajes de las partículas del suelo, principalmente en las dimensiones de las porciones, que pasan por un décimo tamiz que es la numero cuarenta y el tamiz doscientos del ASTM” (GUERRA, 2018, pág. 110). “El SUCS clasifica los suelos a partir de su granulometría, límite de Atterberg y contenido de materia orgánica” (GARCÍA, 2019, pág. 111). Es decir, el clasificar de suelos como proceso de

categorización sistemática de los suelos según sus propiedades físicas y composición, permite una comprensión más clara en el estudio de suelos y con ello un correcto análisis para el diseño. A continuación en tabla 2 presenta conexión de clases del suelo AASHTO-SUCS:

Tabla 2. *Conexión de clases del suelo AASHTO – SUCS*

CLASIFICACIONES DE SUELO AASHTO AASHTO M-145	CLASIFICACIONES DEL SUELO SUCS ASTM –D-2487
A-uno-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-uno-b	GM, GP, SM, SP
A – dos	GM, GC, SM, SC
A – tres	SP
A – cuatro	CL, ML
A – cinco	ML, MH, CH
A – seis	CL, CH
A – siete	OH, MH, CH

Fuentes: (MTC, 2014, pág. 35)

Índice de plasticidad es una de las propiedades donde el terreno retiene la humedad hasta su límite sin colapsar, donde la plasticidad del terreno no pende de sus partículas gruesas sino de las finas. En el análisis de medición de partículas no se observa este carácter y es indispensable hallar el límite del Atterberg (MTC, 2014, pág. 33). Calculando el índice plástico con la fórmula: $IP = LL - LP$, así el LL (límites líquidos) y LP (límites plásticos). Los suelos cambian de acuerdo en función a su contenido de agua, denominados límite de Atterberg o consistencia, que son el límite líquido, plástico y contracción (SL), dichos límites permitirán diferenciar entre distintos tipos de limos y arcillas (PUNUKOLLU, 2023,). Es decir, El índice de plasticidad se recoge de prueba realizada en laboratorios del límites líquidos y límites de plasticidad. Dichos ensayos se llevan a cabo de acuerdo con procedimientos estandarizados, como los especificados por la norma.

La figura 9 nos muestra estados de consistencia del suelo:

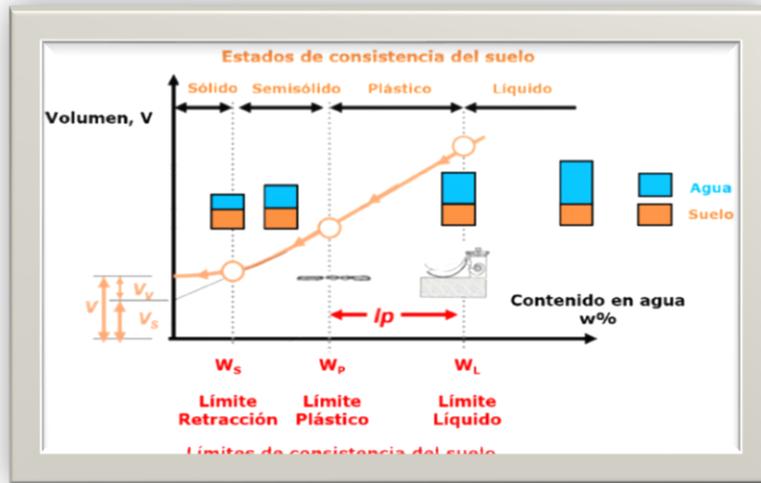


Figura 9. Estados de consistencia de un suelo - Limite de Atterberg
Fuente: (GUERRA, 2018, pág. 98)

La tabla a continuación enseña la categorización del suelo según IP

Tabla 3. Categorización del suelo según IP

Índices de Plasticidad	Plasticidades	Características
IP mayor a veinte	Alta	Suelos muy arcillosos
IP menor igual a veinte IP mayor a siete	Media	Suelos arcillosos
IP menor a siete	Bajas	Suelo pocos arcilloso plasticidades
IP igual a cero	No Plásticos (NP)	Suelo exento de la arcilla

Fuente: (MTC, 2014, pág. 34)

El límite líquido se calcula según la norma ASTM D - 4318. “Esta es la humedad donde el suelo en estado plástico comienza a fluir bajo la acción de la fuerza. (GUERRA, 2018, pág. 99). El suelo se comporta como un líquido cuando se somete a un golpe específico. Está determinado por un equipo llamado Aparato de Casagrande, así mismo es “donde el suelo va de fase semilíquida a una plástica” (MTC, 2014, pág. 33). Se calcula de la siguiente manera en porcentaje. $LL = KW^n$, donde n es el número de golpes requerido. Es decir, LL obtenido como el ensayo copa del Casagrande, como muestra en figura 10, que sigue un proceso estandarizado, como el especificado por la norma ASTM D4318, en este ensayo se coge una muestra del suelo y se mezcla con un líquido preciso. Luego, se realiza un surco en las muestras con copa del Casagrande y se levanta

mediante golpes en una bandeja de vidrio, la cifra óptima del golpe por encerrar el surco a una determinada distancia estándar determina el LL de suelos.



Figura 10. Cuchara de Casagrande y acanalador
Fuente: (GARCÍA, 2019, pág. 74)

El límite de plástico se emplea respecto a las normas ASTM D4318, “Es la pérdida de humedad donde el suelo plástico ya no es plástico y se agrieta sin perder su plasticidad bajo la acción de una fuerza.” (GUERRA, 2018, pág. 103). Está determinado por un equipo llamado Cilindro de plástico, así mismo es “el suelo variante con el estado plástico a semisólido agrietándose” (MTC, 2014, pág. 33). Se calcula de la siguiente manera. $LP = (\text{Peso del H}_2\text{O}) / (\text{PSSH})$ por cien. Es decir, se cogió una muestra representativa del suelo preferiblemente en su estado natural, la muestra se lleva al laboratorio y se elimina cualquier material no deseado, como piedras o raíces. Luego, se humedece la muestra gradualmente para alcanzar un contenido de humedad específico del límite plástico, la humedad que contiene se ajusta para que la muestra tenga una plasticidad suficiente, se moldea en tener un hilo de aproximadamente tres milímetros de diámetro, el hilo moldeado se coloca sobre una superficie lisa y se procede a rodarlo con los dedos, el objetivo es que el hilo se adelgace progresivamente hasta que se quiebre en dos partes separadas. Se tiene como ejemplo la figura 11:



Figura 11. Rollos de suelo para determinar el límite plástico
Fuente: (GARCÍA, y otros, 2019, pág. 45)

Prueba Proctor estándar, en este método Standard (SPT) se utiliza para comprender la conexión de contenido de líquido con la densidad seca del terreno, para dicha prueba se utiliza un pisón de 2 - 6 kg que cae a una altura de 310mm.. (PUNUKOLLU, 2023, pág. 6). Máxima densidad seca (MDS), es brindada por el Proctor modificado (MTC EM 115), para la última fase de construcción en los 0.30m finales del suelo bajo el nivel referente superior de subrasante será compactada y calculada. Optimo contenido de humedad (OCH) es poco menos al límite plástico de norma ASTM D 4718. El California Bearing Ratio (CBR) “llevando a cabo indagación de la resistencia de los pavimentos flexibles y también la capacidad portante del suelo” (PUNUKOLLU, 2023, pág. 7). Según el manual en el ensayo y luego de determinar la clasificación de suelo en base al AASHTO y SUCS, se procede a realizar su obtención para el diseño de la subrasante, siguiendo puntos definidos en el manual, “Una vez caracterizados uniformemente los valores de CBR de diseño que se han determinado para cada área, se clasificará el tipo de suelo al que pertenece el área o subzona” (MTC, 2014, pág. 37). Es decir, el objetivo del ensayo Proctor es hallar relación con la humedad y densidad seca de suelos ya compactado, ya que permitirá establecer el mejor porcentaje de agua necesaria para recibir la MDS del terreno y para el CBR el cual establece las capacidades portantes relativa de terrenos con

comparación con roca triturada de referencia, que tiene el 100% del CBR, Un suelo de CBR alto indica una mayor resistencia y capacidad del soporte de carga, mientras que CBR bajo indica una menor resistencia y menor capacidad para soportar cargas. Detallado en la siguiente tabla:

Tabla 4. *Categorización de Subrasantes*

Categorización del Subrasantes	CBR
S0: Subrasantes Inadecuadas	CBR < Tres por ciento
S1: Subrasante Insuficiente	CBR ≥ Tres por ciento a CBR < Seis por ciento
S2: Subrasante Regular	CBR ≥ Seis por ciento a CBR < Diez por ciento
S3: Subrasante Buena	CBR ≥ Diez por ciento a CBR < Veinte por ciento
S4: Subrasante Muy Buena	CBR ≥ Veinte por ciento a CBR < Treinta por ciento
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ Treinta por ciento

Fuente: (MTC, 2014, pág. 37)

Para reconocer la propiedad físico-mecánica con partícula de terreno estabilizado desarrollándose estudios previos por la calicata del 1.5 m con hondura y cantidades menor de calicata por km., en la vía a estudiar (MTC, 2014,).

La siguiente tabla detalla la cantidad de calicatas que se realizan:

Tabla 5: Cantidades de calicata en indagación del suelo

TIPO DE CARRETERA Y NÚMEROS DE VÍA	HONDURAS (M)	CANTIDADES DEL CALICATA
Autopistas con un volumen de tráfico diario mayor a 6000 vehículos. Dispone de calzadas separada, cada una con uno o dos carriles.	1.5	(Calzada con 02 carril en cada dirección) 04 perforaciones en el suelo por kilómetro en cada dirección.
		(Calzada con 03 carriles en cada dirección) 04 perforaciones en el suelo por kilómetro en cada dirección.
		(Calzada con 04 carriles en cada dirección) 06 perforaciones en el suelo por kilómetro en cada dirección.
Vías duales o de múltiples carriles Con un IMDA que oscila con 6000 y 4001 veh/día, donde las calzadas están separada y cada una cuenta con 02 o más carril.	1.5	(Calzadas con 02 carril en cada dirección) 04 perforaciones en el suelo por kilómetro en cada dirección.
		(Calzada con 03 carriles en cada dirección) 04 perforaciones en el suelo por kilómetro en cada dirección.
		(Calzadas con 04 carril en cada dirección) 06 perforaciones en el suelo por kilómetro en cada dirección.
Vías del Primeras clases: Con unos IMDA que varía con 4000 y 2001 veh/día, caracterizadas por una única calzada de 02 carril.	01.5	04 calicata por kilómetro
Vías de Segundas clases: Con unos IMDA que varía con 401 y 2000 veh/día, caracterizadas por unas únicas calzadas de 02 carril.	1.5	03 calicata por kilómetro
Vías de Tercera clase: Con unos IMDA que varía con 201 y 400 veh/día, caracterizadas por una única calzada de 02 carril.	01.5	02 calicata por kilómetro
Vías de bajos Volúmenes de Tránsitos: Con IMDA menores de 200 veh/día, caracterizada por una calzada.	1.5	01 calicata por kilómetros

Fuentes: (MTC, 2014,)

Las calicatas por kilómetro indicadas en el cuadro se emplearán tanto en el mejoramiento, la reconstrucción como en la construcción de nuevos pavimentos. Además, si la longitud del tramo está en el rango de 500 m a 1000 m, se llevará

a cabo la cantidad de calicatas establecida para un kilómetro. En caso de que la longitud del tramo sea inferior a 500 m, se aplicará la mitad de las calicatas indicadas en el cuadro (MTC, 2014, pág. 29).

La cantidad de CBR variará de acuerdo a la categoría de la carretera, y las calicatas realizadas en el sitio de investigación proporcionarán las muestras de la subrasante que representarán el suelo natural bajo estudio. Cada calicata será identificada con sus coordenadas UTM para su posterior análisis en laboratorio. En el caso de la investigación in situ, las muestras extraídas serán fundamentales para la realización de ensayos de Módulo Resiliente o CBR, adaptándose a los diferentes tipos de carreteras. La tabla siguiente refleja lo descrito:

Tabla 6. Cantidad de pruebas.

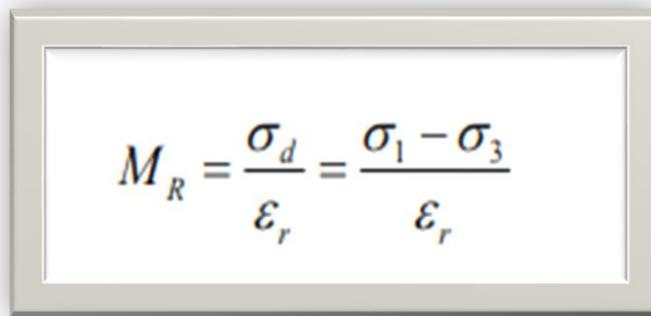
Clases de carretera y números de vía	NUMEROS (CBR - MR) POR SENTIDO
Autopista con un volumen de tráfico diario mayor a 6000 vehículos. Dispone de calzada separada, cada una cuentan con 1 o 2 carril.	(02 carriles en cada dirección en la carretera) Un MR cada 3 km en ambas direcciones, y CBR cada 1km en ambas direcciones.
	(03 carriles en cada dirección en la carretera) Un MR cada 2 km en ambas direcciones, y CBR cada 1km en ambas direcciones
	(04 carriles en cada dirección en la carretera) Un MR cada 1 km en ambas direcciones, y CBR cada 1km en ambas direcciones
Vías duales o de múltiples carriles Con un IMDA que oscila con 6000 y 4001 veh/día, donde las calzadas están separada y cada una cuentan con 1 o 2 carril.	(02 carriles en cada dirección en la carretera) Un MR cada 3 km en ambas direcciones, y CBR cada 1km en ambas direcciones.
	(03 carriles en cada dirección en la carretera) Un MR cada 2 km en ambas direcciones, y CBR cada 1km en ambas direcciones
	(04 carriles en cada dirección en la carretera) Un MR cada 1 km en ambas direcciones, y CBR cada 1km en ambas direcciones
Vías de Primeras clases: Con unas IMDA que varía con 4000 y 2001 veh/día, caracterizadas por única calzada de 02 carril.	1 MR cada 3 km y CBR cada 1 km
Vías de Segunda clase: Con unas IMDA que varía con 401 y 2000 veh/día, caracterizadas por única calzada de 02 carril	Cada 1.5 km se realizarán en CBR
Vías de Tercera clase: Con unas IMDA que varía con 400 y 201 veh/día, caracterizadas por única calzada de 02 carril	Cada 2 km se realizarán en CBR

Vías de bajos Volúmenes de tránsito: Con IMDA menores de 200 veh/día, caracterizada por una calzada.	Cada 3 km se realizarán en CBR
---	--------------------------------

Fuentes: (MTC, 2014,).

M_R (Módulo Resiliente de subrasante), pretende medir la aptitud del soporte de suelos, mediante la aplicación de comportamientos cíclicos, se define como la relación entre esfuerzos que se aplican repetidamente sobre la deformación de la subrasante, con la capacidad de recuperarse posteriormente (MTC, 2014,).

La figura 12 enseña la ecuación MR:



$$M_R = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\epsilon_r}$$

Figura 12. Ecuaciones MR.

Fuente: (OLARTE , 2015, pág. 21)

Dónde:

M_r = Modulo de resiliencia,

σ_1 = Esfuerzo principal mayor,

σ_3 = Esfuerzo principal menor,

σ_d = Esfuerzo desviador,

ϵ axial = Deformación recuperable.

del elemento. No considera a los estabilizadores cal y ceniza (MTC E 1109, 2004, pág. 6).

La determinación del espesor apropiado para una subrasante varía según el material empleado para la estabilización del suelo, y también depende de los datos obtenidos en el estudio de suelos, incluyendo ensayos como el CBR, Proctor modificado y límite Atterberg. El conocimiento del CBRP es esencial para diseñar el espesor adecuado. En el caso de subrasantes estabilizadas con cal o cemento, el diseño del espesor supera los límites mínimos al mejorar el suelo, logrando un CBR superior al 10%. La ecuación ponderada de CBR fue empleada en este proceso (BARRIGA, 2022, pág. 23) detallada en la siguiente figura:

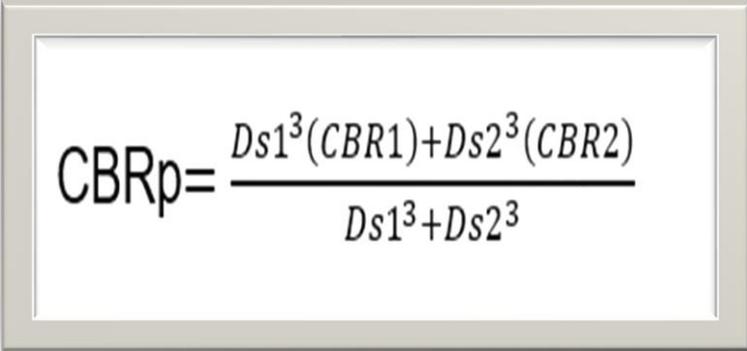

$$CBRp = \frac{Ds1^3(CBR1) + Ds2^3(CBR2)}{Ds1^3 + Ds2^3}$$

Figura 13: Ecuaciones CBRP.

Fuente: (BARRIGA, 2022, pág. 23)

Dónde:

CBRp= CBR Ponderados

Ds1= Espesores de la subrasante

Ds2= Espesores de calicata de terrenos naturales

CBR1= CBR de la subrasante

CBR2= CBR de la calicata de los terrenos naturales

El modelo del Boussinesq presenta estados de esfuerzos en la masa del suelo, y maneja cargas aplicadas en el semi espacio lineales, elásticas, isótropos y homogéneos. Aunque este modelo es de antigua data, es ampliamente empleado por la mayoría de los ingenieros que buscan evaluar los esfuerzos en

puntos específicos del suelo. Su aplicabilidad no se limita solo a pavimentos, sino que también se utiliza para analizar los esfuerzos en zapatas y losas de cimentación (OLARTE , 2015, pág. 42)

Observamos en la imagen una carga distribuida en la superficie, y los extremos del área de carga actúan como puntos iniciales para lo que se conoce como bulbos de influencia o bulbos de presión. Además, se destaca que a medida que el bulbo aumenta en tamaño, disminuye la magnitud del esfuerzo, lo cual es lógico debido a que la fuerza actúa verticalmente hacia abajo; por ende, a mayor distancia de la superficie, menor será el esfuerzo (OLARTE , 2015, pág. 42). El Modelo Boussinesq está reflejada en la siguiente figura:

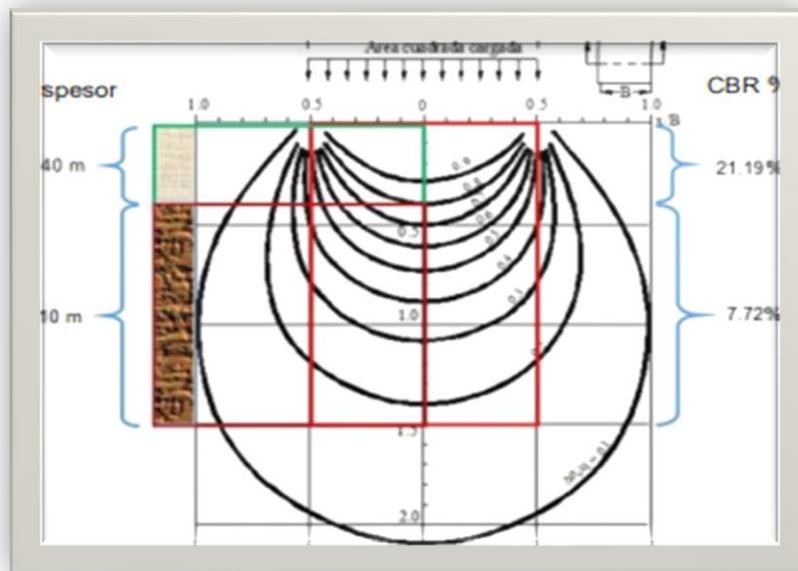


Figura 14: Gráfico del Boussinesq

Fuente: (BARRIGA, 2022, pág. 41)

Según (BARRIGA, 2022, pág. 30), utilizó este gráfico de Boussinesq para explicar los datos de su CBR ponderado donde vemos que la profundidad es de 1.50 m que es dato, el espesor adecuado es 40 cm, y por el lado derecho visualizamos el CBR del espesor estabilizado y el CBR del suelo natural.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación: Es Aplicado, “Posee etapa para convertir conocimiento teórico obtenido del estudio básica en un hecho” (LOZADA, 2014, pág. 5).

En el presente tema de investigación se mejoró el suelo de subrasante partiendo y tomando como guía los aspectos teóricos, así como también las investigaciones validadas, los normados y registros anteriores, con el fin de mejorar el diseño del pavimento, utilizando aditivos naturales, las cuales son las cenizas de cascarillas de habas (CCH) y cenizas de cáscaras de frijol (CCF).

3.1.2 Diseño de investigación:

- Experimental, “aplicar y probar efectos o intervenciones (llamadas variables independientes) para ver sus cambios en la siguiente variable (variables dependientes) en distintas situaciones de estudio” (HERNÁNDEZ, 2018, pág. 152).

El presente diseño de la investigación fue experimental, de acuerdo al análisis de investigaciones anteriores se estableció la dosificación de cada aditivo para estabilizar la subrasante.

- Nivel de la investigación: Explicativo, “es tratar de determinar la causa de todo tipo de eventos y fenómenos, dar una conexión de causa y efecto entre conceptos, variables, eventos o fenómenos en un contexto particular. Crear un sentido de comprensión sobre los fenómenos y problemas que estudian los estudiantes” (HERNÁNDEZ, 2018, pág. 105), ya que no solo se describe o relata, sino que se sustenta el porqué de la investigación, atreves de los indicadores que eran lo resultado de cada ensayo realizado, así mismo se verificara los resultados mediante un análisis estadístico con el software SPSS.
- Enfoque de la investigación: Cuantitativo, “Nos brindan datos numéricos de las mediciones y nos brindan más oportunidades para iterar y enfocarnos en puntos específicos de un fenómeno, lo que

también ayuda a comparar estudios similares más fácilmente” (HERNÁNDEZ, 2018, pág. 20).

En la presente investigación se trabajó con cantidades, ya que los indicadores nos brindaron resultados numéricos que nos permite evaluar y validar nuestras dimensiones y con ello las variables.

3.2. Variables y operacionalización

Variable del estudio:

Variables independientes: CCH y CCF

- **Definiciones conceptuales:** la ceniza de cáscara del haba: una legumbre significativa en el mundo, multifuncional, consumido por humanos y animales, esta semilla es una fuente proteica vital de nutrición. El haba está expuesta por factor biótico y abiótico incidiendo en utilidad como: enfermedades blandas con mildius (Peronosporas viciaes), royas (Uromyce fabaes), males del esclerocio (Sclerotinias sclerotiorums), manchas del chocolate (Botryti fabaes), pulgon negros (Aphi fabaes), sitonas (Sitonas lineatu), lixu (Lixu algriru), trip de guisantes (Kakotrhips robustus). (PERALTA, y otros, 2022, pág. 17)

La definición de la vaina son leguminosa del frejol: Cultivado recolectada mente en áreas tropicales como templada, oriundo del américas con varias denominado en varios países como: caraotas, porotos. La vaina tiene 39 % del carbohidrato contribuyendo a ser activa y sus grupos funcionales del contaminante. (CASTILLO, 2022, pág. 17)

- **Definición operacional:** Las CCH y CCF tienen propiedades físicas y mecánicas, las cuales serán determinadas mediante pruebas y luego se incorporan mediante dosificaciones a la subrasante para determinar si actúan positivamente.

Dimensión: Dosificación

- **Indicadores:** 0% (0% de CCH y 0% de CCF), 5.0% (3% de CCH y 2% de CCF), 6.0% (3.5% de CCH y 2.5% de CCF) y 7.0% (4% de CCH y 3% de CCF)

- **Escalas de mediciones:** De razones

VARIABLES DEPENDIENTES 1: Mejoramiento de las subrasantes

- **Definiciones conceptuales 1:** “Es parte concluida superficial de carretera en sección y rellenos, por ende, es donde instala la forma de pavimentos” (MTC, 2014, pág. 24).
- **Definición operacional 1:** Para la optimización de la subrasante se estudiarán sus propiedades físico-mecánicas mediante los ensayos respectivos indicados en la norma y con ello finalmente encontrar la óptima dosificación y por ende el mejor CBR para el estudio del diseño.

Dimensión: Propiedades físicas – mecánica para el mejoramiento de las subrasantes

- **Indicadores:** Para optimización de las subrasantes (Granulometría (%), contenidos de humedad (%), clasificación del suelo SUCS Y AASTHO, índices de plasticidades (%), máximas densidades secas (gr/cm³), óptimos contenidos de humedades (%) y el CBR (%).
- **Escalas de mediciones:** De razón

VARIABLES DEPENDIENTES 2: Espesor adecuado de estabilización

- **Definiciones conceptuales:** El espesor adecuado para una subrasante se determina según el material utilizado para estabilizar el suelo, y también está condicionado por los datos obtenidos en el estudio de suelos, que incluyen ensayos como el CBR, Proctor modificado y límite Atterberg (BARRIGA, 2022, pág. 43).
- **Definición operacional:** La subrasante mejorada contará con nuevos CBR que se promediaron para diseñar el espesor adecuado para mantener el valor ponderado de esta propiedad.

Dimensión: Diseño.

- **Indicadores:** CBR Ponderado.
- **Escalas de mediciones:** De razones.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población “Grupo con todas las instancias coincidiendo con el conjunto de requerimientos” (HERNÁNDEZ, 2018, pág. 198).

En esta tesis la población se constituye por la subrasante que conforma 3 km de la carretera Orconmallo-Posoccoy de la región Apurímac.

Criterio de inclusión: Se entiende como una restricción en la población. Para esta investigación, se recogerán muestras de terreno de la carretera Orconmallo-Posoccoy de la región Apurímac.

- Criterio de exclusión: Para esta investigación no se utilizará aditivos naturales que no sean exclusivamente cenizas de cáscaras de habas y frijol

3.3.2 Muestra: “Es una parte específica de poblamiento o población interesada, el cual se recolectarán valores relevantes y debe ser representativa de una población en particular (principalmente para que los valores obtenidos de la muestra se puedan aplicar)” (HERNÁNDEZ, 2018, pág. 196).

En esta investigación se sabe que la muestra es parte de la población y como dicha población tiene una calzada en poco volumen del tránsito, por manual del pavimento de MTC, corresponde 1 calicata por cada kilómetro.

3.3.3 Muestreo: La unidad de muestreo es el caso seleccionado para el estudio. A menudo es lo mismo que la unidad de análisis (la unidad que finalmente genera o produce datos o información estudiada mediante procedimientos estadísticos). Pero a veces son diferentes (HERNÁNDEZ, 2018, pág. 198).

3.3.4 Unidad de análisis: En esta presente investigación fue no probabilístico, ya que se seleccionó la mejor calicata en dicha carretera, para con ello obtener los mejores resultados en los ensayos y es por esta razón que se tuvo que buscar el sitio menos favorable para su obtención.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de investigaciones: “Modo de contemplación directas para recopilar datos y aprender sobre el tema en estudio, ya que nuestro diseño de

investigación es experimental, podemos medir, visualizar y percibir las relaciones causa y efecto” (ARANA, y otros, 2022, pág. 29).

Por tanto, el presente estudio realizó la técnica de observación directa que detecte y analice puntos críticos de la vía.

Observación directa: “Es un método que admite a indagadores recopilar información que les permite observar la pregunta que se está estudiando sin tener que cambiarla” (ARANA, y otros, 2022, pág. 30).

Es importante presentar los hallazgos de manera clara y coherente, respaldados por evidencia empírica, se finaliza en función de los valores obtenidos, donde se extraen conclusiones y se realizan recomendaciones relevantes.

Herramientas de recolecciones de datos: fueron listas de recopilación de valores de cada ensayo, por ello es importante utilizar dichos instrumentos de manera adecuada según los objetivos del estudio y las propiedades del suelo que se deseen analizar, un punto muy importante y esencial es seguir los protocolos adecuados de muestreo y manejo de las muestras para certificar la veracidad y la fiabilidad de los datos recolectados.

Validez: “Se trata de asegurar que los hallazgos de las variables independientes, así la variable dependiente y otras causas relevantes para nuestro estudio necesitan ser validados” (ARANA, y otros, 2022, pág. 30).

Se evaluó por 3 expertos calificados de gran práctica en estudio de suelos.

Confiabilidad: El propósito de esta investigación fue probar su confiabilidad a través de pruebas de laboratorio, es decir, la posibilidad de que no haya errores, así mismo por ser un proceso continuo se fortalece a través de la validación y verificación de los hallazgos por parte de la investigación recolectada.

3.5. Procedimientos

Inicialmente se firmaron convenios institucionales con dirigentes del lugar. Remitió documento a la municipalidad del centro de Apurímac requiriendo permiso para realizar las calicatas y juntar muestras de suelo para su estudio. Al otorgar el permiso, se estableció una visita al terreno para

desarrollar el pozo de sondeo. Con palas y picos, realizaron 5 zanjas de 1,50 m de hondura a mano. Las muestras extirpadas fueron colocadas en recipientes de plástico y trasladadas al laboratorio para su análisis.

Para las cenizas es indispensable una cantidad de cascarilla de habas y frijol; se recolectaron en mercados y granjas de Apurímac. Los materiales señalados se calcinaron en hornos industriales regularizado por 10 kg de cenizas. A continuación se tiene ejemplo de recolección y obtención del producto:



Figura 15: Recogida de cascarilla del habas y frijol

Fuente: Propia



Figura 16: Pasos para la obtención de la cascarilla de habas y frijol

Fuente: Propia

Estos insumos fueron proporcionados a laboratorio desarrollando los ensayos de conformidad con pruebas estándar de materiales del MTC. El proceso estándar narra y propone lo siguiente:

- Evaluaciones de Granulometrías con Tamices
- Límite de cumplimientos
- Proctor mejorados
- Relación de cargas del California

La asignación al azar de las unidades a grupos experimentales a través del interesado es indicio del diseño experimental. Del fenómeno evaluado, las variables en probeta son divergidas en 2 grupos semejantes (A y B) con el mismo tratamiento alrededor de la operación. Al añadir las cenizas de cáscaras de habas se decide en el grupo A, mientras que las cenizas de cáscaras de frijol se emplean en el grupo B. Resaltando un ajuste a los resultados elegidos por el analista.

Este esfuerzo de estudio tuvo lo siguiente:

- Llevar un cronograma del proceso en laboratorios.
- Muestreos del suelo y reconocimiento de calicata del área extrapolada de campo.
- Constituir los recursos forzosos para desarrollar el Proctor personificado.
- Constituir los equipos e instrumentos para los ensayos de CBR.
- Realizar las pruebas de CBR empleando cenizas de cáscaras de habas y frijol en los porcentajes antes reconocidos como: M1= 0% (0%CCH + 0%CCF), M2= 5% (3%CCH + 2%CCF), M3= 6% (3.5%CCH + 2.5%CCF) y M4= 7% (4%CCH + 3%CCF).

En este estudio, se realizarán ensayos para medir contenido de humedad del suelo, realizar análisis granulométricos, determinar límites líquidos (LL), límites plásticos (LP), índices de plasticidades (IP) y calcular resistencia a compresión (CBR).

Seguidamente, narran cómo resumirá cada ensayo en base con manuales de ensayos del material de la norma. CH en suelo del (MTC, 2014, pág. 34), “Lo delimitado por humedades concordará contrastando con la humedad apta para la prueba Proctor el cual establece el CBR de terrenos, donde la

penetración sea idéntico o inferior”. Experto evalúa densificación de suelo de manera regular y aporte apto de humedades. Cuando la humedad relativa es menor que la saturación normal e impregnando el terreno, añadirá la fuerza compactada, y recomfortará lo superficial o reemplazará el contenido relleno.

Granulometría

Esto es importante porque los métodos geotécnicos pueden afectar las capacidades y eficiencias. Las partículas finas de limo y arcilla no se rompen durante el tamizado debido a su plasticidad y se ven afectadas por el progreso de sedimentación.

Límites de consistencia

Métodos del Atterberg es la mejor manera de determinar límite de humedades. Limitaciones del ATTERBERG narran la dimensión del fluido para que la arcilla molida alcance distintos estados relativos de consistencia, "los numerosos cambios de situación según las medidas del AASHTO" (MTC, 2014, pág. 34).

- a) Líquidos (LL): Bajo contenido de humedades en suelos cuando actúa como componentes flexibles, restringiéndolos la presencia de líquidos.
- b) Límites plásticos (LP): Suelo claro y no plásticos cuando determina su CH allanándolo hasta un diámetro de 3 mm. (1978, Bowles).
- c) Índices plásticos (IP): Cambia respecto al capacidad de arcillas del terreno.

La tasa de carga conforme al estándar de California (CBR).

(ROJAS,2017, p.34), “un ensayo caracterizado con predisposición a sobrellevar el suelo, analiza su resistencia en su interior y evalúa las fuerzas que actúan sobre el proyectados al suelo expuesto, pero no toma en consideración los efectos del tránsito de carga”. Brindan requerimientos e interceptan en lo dispuesto para sobrellevar los suelos, como el respaldo ante fuerzas cortantes, el cual está condicionado por el grosor determinado y la humedad relativa. De suelo húmedos tienen una baja amplitud de soporte apoyado a diferencia de las superficies despobladas, requiriendo la

conexión disponible para contribuir con el terreno siendo mayor a la humedad relativa superior.

3.6. Método de análisis de datos

Indagación cuantitativa, porque hallado es mediante fichas de datos, producto de los ensayos que conciernen a la investigación e hipótesis a demostrar. (MACHACA, 2021, pág. 56).

Podemos afirmar que se aplicó una metodología inductiva, ya que partimos de premisas generales propuestas por otros autores, las cuales llevamos a premisas específicas que debían ser demostradas en nuestras propias hipótesis.

3.7 Aspectos éticos

Además, este diseño se ajusta completamente a los principios de veracidad y autenticidad. Cada capítulo, donde se citan a varios autores, presenta una correcta referencia, siempre respetando las contribuciones individuales. Estos detalles se encuentran debidamente documentados en las referencias bibliográficas, siguiendo las pautas de la normativa ISO - 690. Es importante destacar que los resultados de esta investigación son aplicables únicamente al proyecto actual. Se tomó en cuenta el Turnitin para ver la similitud autorizada.

IV. RESULTADOS

Ubicación Geográfica

Nombre del proyecto:

Título de tesis “Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac-2023”.

Ubicación de la Zona de estudio:

Se ejecutó en Talavera, provincia el Andahuaylas, Apurímac, en las coordenadas son 13° 38'14" S y 73°27'14"O una altitud del 2,770 msnm, dispuesta en progresiva 0+ 000 incluso con progresivas 3 +000.

La finalidad fue valorar como repercute la incorporación de ceniza de cáscaras del habas-frijoles en el espesor del estabilización y mejoramiento de características de la subrasante en carreteras Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023

El ámbito abarcado por tesis se sitúa en:

Departamento	:	Apurímac.
Provincia	:	Andahuaylas.
Región Geográfica	:	Sierra.
Distrito	:	Talavera.

Talavera cuentan con unas poblaciones totales de 20,572 habitantes y una densidad del 188.7 Hab/km². Este distrito, perteneciente a la provincia de Andahuaylas, experimenta un crecimiento poblacional en comparación con años anteriores. Limita al sur con la provincia de Andahuaylas, al norte con distrito del Andarapa, este con distrito del Santa María del Chicmo y oeste con distrito de San Jerónimo.

Ubicación geográfica de Proyecto



Figura 17. Localizaciones de Apurímac

Fuente: Propia



Figura 18. Localizaciones de Talavera

Fuente: Propia

Accesibilidad a la Zona de Estudio:

Para acceder al área, parte del distrito de Talavera a dirección noroeste, llegando a la entrada del Orconmallo-Posoccoy; a partir de la entrada comienza la zona de investigación actual.

Estado actual de la zona del proyecto:

Las carreteras objeto de indagación mantienen consistentes características a lo largo del estudio. Para realizar un análisis más preciso, se detalla tráficos actuales, mayormente consisten con vehículos de cargas pesada. Este tráfico experimenta un crecimiento orgánico y se compone principalmente de vehículos que transportan recursos de edificación desde canteras ubicadas en cercanías de río Huenque.

Trabajo del Campo

Ubicación de calicata

Se realizaron tres excavaciones a lo largo de los tres kilómetros abarcados por la investigación actual. A cada una de estas excavaciones se le asignó un código específico para su identificación objetiva, siendo C-01, C-02 y C-03 los códigos asignados. Como se detalla en las siguientes figuras:





Figura 19. Calicata en situ C-01, C-02, C-03

Fuente. Propia

Las excavaciones se llevaron a cabo a intervalos de 1 km, consecutivamente, conforme a las indicaciones de manuales de carretera y pavimento de MTC. Las calicatas C-1 situada en el lado derecho de progresivas km. 1+000, seguida por la segunda calicata C-2 en el lado izquierdo de progresivas km. 2+000, y tercera calicatas C-3 al lado izquierdo de la progresiva km. 3+000. Estas excavaciones se realizaron con apego a procesos, procedimiento, normas y reglamento asociado a los ensayos de recursos, garantizando la objetividad en la ejecución de los ensayos. Como muestra la siguiente figura:

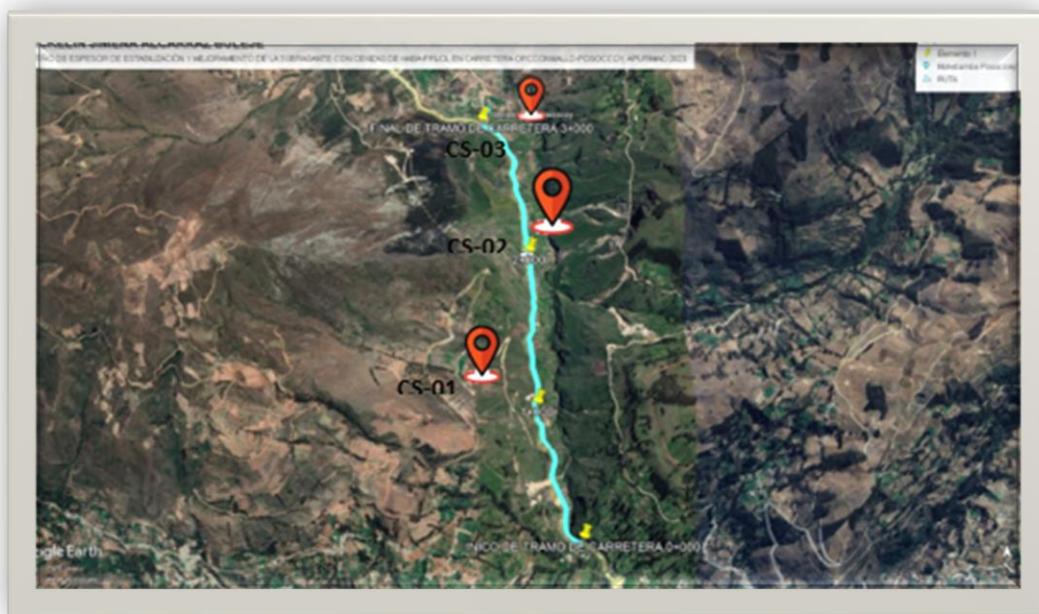


Figura 20. Localización de la calicata C-1, C-2 y C-3.
Fuente. Propia

Se realizaron las pruebas de laboratorio a las 3 calicatas. A continuación tabla detalla la siguiente información:

Tabla 7: Localización y detalles técnica de calicatas

Calicatas	Progresivas	Profundidades	Lados	Coordenada
C-1	1 + 000	1.5	DERECHOS	73°27'13"O
C-2	2 + 000	1.5	IZQUIERDOS	73°27'18"O
C-3	3+ 000	1.5	IZQUIERDO	73°27'19"O

Fuentes: Elaboración propia.

Trabajo de laboratorio

Obtiene el hallazgo de procedencia de suelos naturales en carreteras Orconmallo-Posoccoy, a cuál se adicionó cenizas de habas (CCH) y frijol (CCF) en la subrasante las dosificaciones: S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF), S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF), S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF) Se ejecutaron las pruebas a calicata C-01, C-02, C-03.

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras habas-frijol en el mejoramiento de propiedades físicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023.

Se llevaron a cabo análisis de granulometrías, CH, y categorización según los métodos SUCS y AASTHO en calicata C-1, C-2 y C-3 para suelos naturales, incluyendo las muestras M1, M2 y M3 con la adición de CCH y CCF.

Análisis granulométrico por tamizado

Llevamos la indagación conforme las normativas ASTM D-422, MTC E 107, NTP 339.128 por determinar propiedad física de terrenos, descomponiéndolo y clasificándose conforme su dimensión. Este procedimiento, emplearon malla de diferentes dimensiones. La figura 21 nos muestra el ensayo y la tabla 8 los resultados de granulometría:



Figura 21: Prueba granulométricos

Fuente: Propia

Tabla 8: Granulometrías

TAMIZES	ABERTURAS (mm)	% QUE PASA		
		C-1	C-2	C-3
4"	101.60	100.00	100.00	100.00
2"	50.80	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	100.00	100.00	100.00

3/4''	19.10	100.00	100.00	100.00
1/2''	12.70	100.00	100.00	97.16
3/8''	9.52	96.09	100.00	93.13
N°4	4.76	79.73	92.91	81.68
N°10	2.00	59.35	80.60	68.63
N°40	0.43	42.24	65.05	46.89
N°100	0.14	29.67	50.75	34.68
N°200	0.07	25.77	44.78	27.04

Fuente: Propias

Tabla 9: *Composiciones de suelo*

Calicata	% Grava	% Arena	% Finos
C-1	20.27	53.96	25.77
C-2	7.09	48.13	44.78
C-3	18.32	54.63	27.04

Fuente: Propia

Interpretación: Tabla 9 presenta parte absolutas del C-1, C-2, C-3 con arena que representan un 53.96%, 48.13%, 54.63% respectivamente. Las gravas se encuentran 20.27, 7.09 y 18.32. Con respecto a los finos se encuentran 25.77%, 44.78% y 27.04%. Al incorporar la fracción constituida por partículas gruesas (grava + arena), representan respectivamente porcentajes de 74.23%, 55.22%, y 72.95%, lo cual indica la naturaleza granular de suelos.

Contenido de humedad

Seguidamente, el hallazgo obtenido en C-01, C-02 y C-03 en carretera Orconmallo-Posoccoy como detalla la siguiente tabla:

Tabla 10: *Contenido Humedad*

Descripciones	Resultado de calicata		
	C-1	C-2	C-3
Contenido de humedad (%)	7.01	8.50	8.24

Fuente: Propia

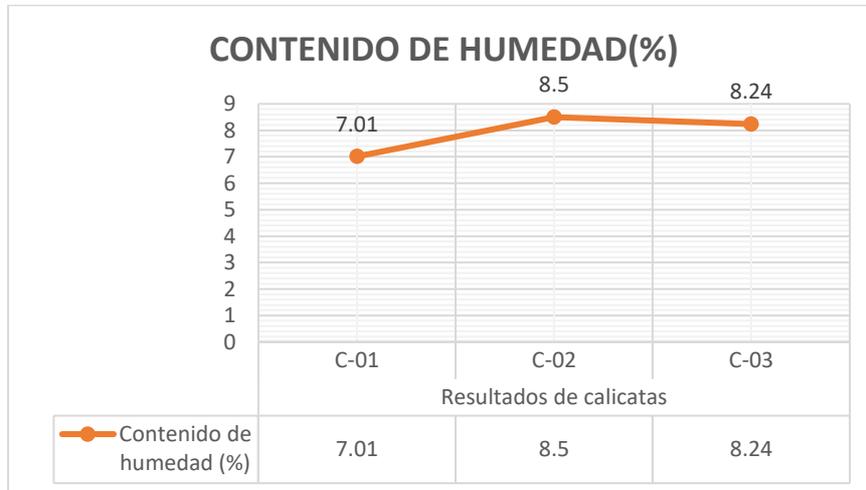


Figura 22: Contenidos de Humedades

Fuente: Propia

Interpretación: La figura 22 detalla los hallazgos del CH para las calicatas C-1, C-2 y C-3 son proporcionados en Tabla 10 y Figura 22, registrando valor del 7.01%, 8.50%, y 8.24%, respectivamente. Se destaca que la prueba de humedad se llevó a cabo bajo la premisa que humedades era adecuada para consistente, reconociendo que los hallazgos varían entre análisis. En este estudio, observan que CH en calicata C-2 es mayor en comparación con las otras calicatas.

Clasificaciones de suelos SUCS Y AASTHO

Tabla 11: Suelo

Calicata	C-1	C-2	C-3
Profundidades (m)	1.50	1.50	1.50
Gravas (%)	20.27	7.09	18.32
Arenas (%)	53.96	48.13	54.63
Finos (%)	25.77	44.78	27.04
Categorización SUCS	SC	SC	SC
Categorización AASTHO	A-2-4	A-4	A-2-6

Cu	72.72	19.67	53.77
CC.	0.362	0.458	0.246

Fuente: Propia

Interpretación: Tabla 11 informa la categorización SUCS y AASHTO del C-1: SC y A-2-4, C-2: SC y A-4, y C-3: SC y A-2-6

Las pruebas se efectuaron a la calicata C-1, C-2, y C-3 e incorporó un S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF), S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF), S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)

Límites de consistencia



Figura 23: Limite de consistencias

Fuente: Propia

Se lograron los consiguientes hallazgos que se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 12: Consistencia

Calicata	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1	31.9	23.7	8.3
S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF),	29.2	21.3	8.0
S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	30.6	23.0	7.6
S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	29.6	22.4	7.2
C-2	29.3	19.9	9.3
S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF),	29.0	20.1	8.9
S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	28.6	19.9	8.7
S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	28.6	20.1	8.5
C-3	31.7	18.3	13.3
S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF),	31.5	19.0	12.5
S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	31.2	19.2	12.0
S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	29.8	18.2	11.6

Fuente: Propio

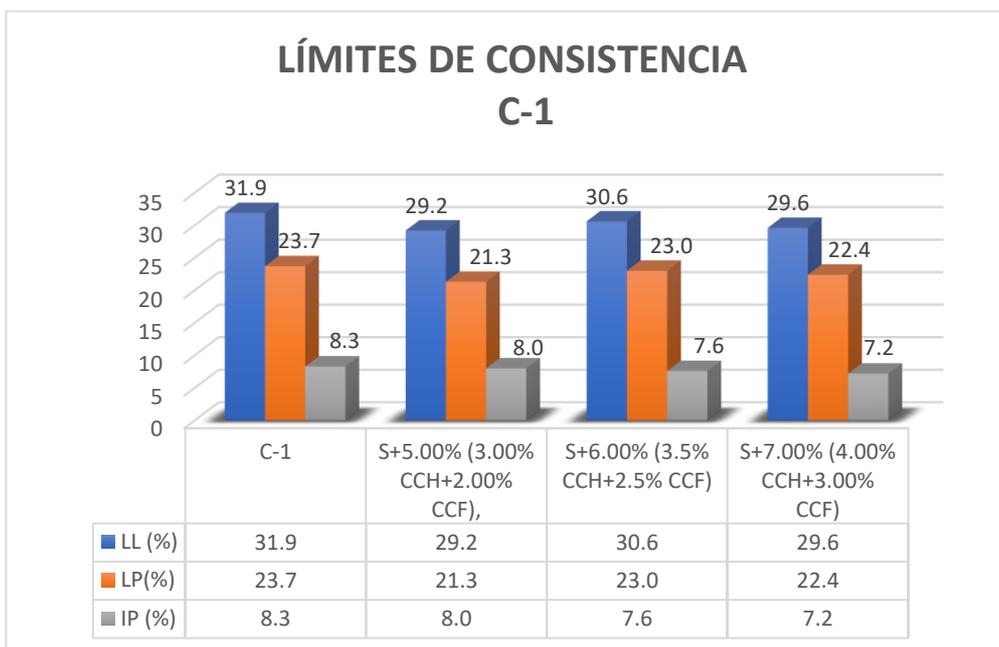


Figura 24: Consistencia C-1

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 24: hallazgos del límite de consistencias de C-01, la muestra natural fue: LL de 31.9%, LP de 23.7% el IP de 8.3%; e incorporándose CCH-CCF: al 5%: LL de 29.2%, LP de 21.3% el IP de 8.0%; a 6.0%: LL del 30.6%, LP de 23.0% el IP de 7.6% al 7.0%: LL de 29.6%, LP de 22.4% el IP de 7.2%. Notamos una disminución en IP del 3.61%, 8.43% y 13.45%. respectivamente. De acuerdo con MTC, esta variación clasifica el suelo como de mediana plasticidad

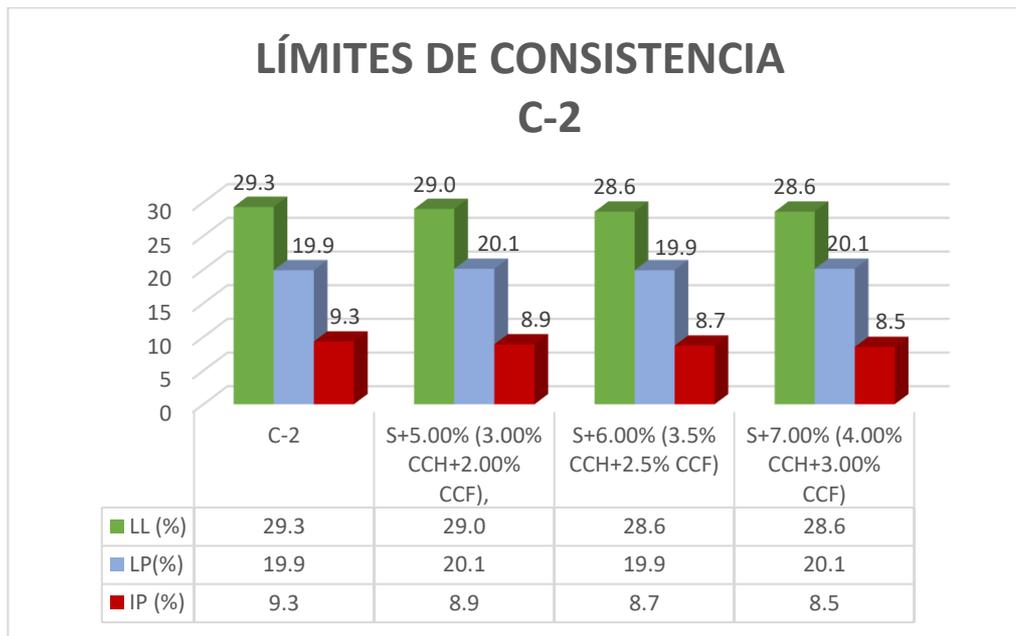


Figura 25: Consistencia C-2

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 25: hallazgos del límite de consistencia de C-02, la muestra natural fue LL de 29.30%, LP de 19.90% el IP de 9.30%; e incorporándose CCH-CCF: al 5%: LL del 29.0%, LP de 20.1% el IP de 8.9%; a 6.0% LL de 28.6%, LP de 19.9% el IP de 8.7% al 7.0%: LL de 28.6%, LP de 20.1% el IP de 8.5%. Notamos una disminución en IP del 4.30%, 6.45%, y 8.60%, respectivamente. De acuerdo con MTC, esta variación clasifica el suelo como mediana plasticidad.

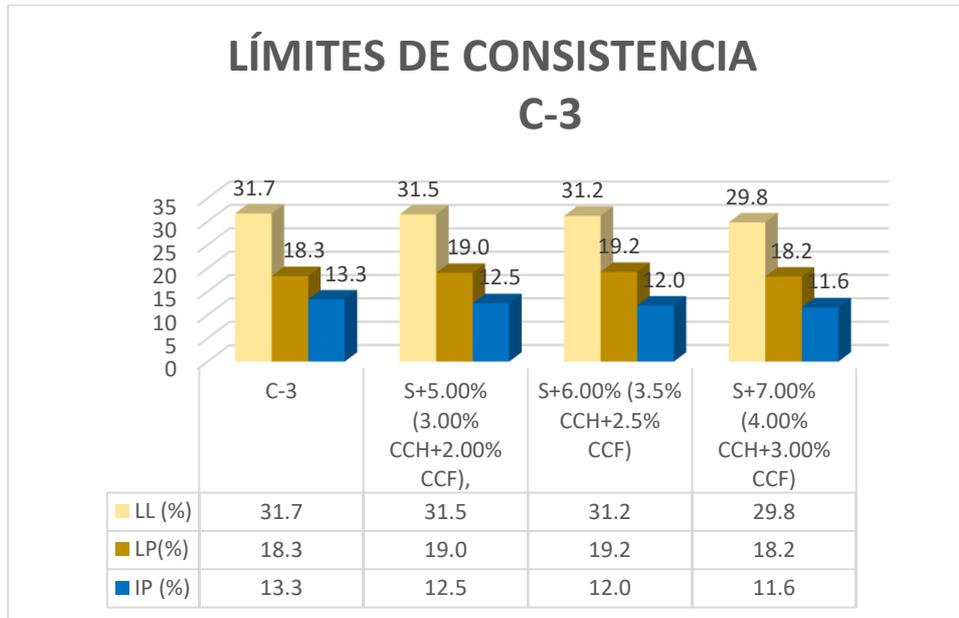


Figura 26: Consistencia C-3

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 26, precisa hallazgos de límites de consistencias del C-3, las muestras naturales fueron: LL del 31.7%, LP del 18.3% el IP del 13.3%; e incorporando CCH-CCF: al 5%: LL de 31.5%, LP de 19.0% el IP de 12.5%; a 6.0% LL de 31.2%, LP de 19.2% el IP de 12.0% a 7.0%: LL de 29.8%, LP del 18.2% el IP del 11.6. Notamos una disminución en el IP del 6.02%, 9.77% y 12.78%, respectivamente. De acuerdo con MTC, esta clasifica el suelo como medianas plasticidades.

Objetivo específico 2: Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el mejoramiento de propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023

Proctor modificado

Empleamos procedimiento "C" para calcular los contenidos de humedad, y mediante el sistema DMS obtuvo una curvatura de compactaciones. Para determinar OCH y la MDS de suelo al agregar CCH y CCF, es esencial conocer los pesos específicos de muestras de suelos naturales que combinará. Luego, añadieron diferentes proporciones (0%, 5%, 6%, y 7%) para evaluar los efectos de la adición. La figura siguiente enseña el ensayo descrito:



Figura 27: Proctor

Fuente: Propia

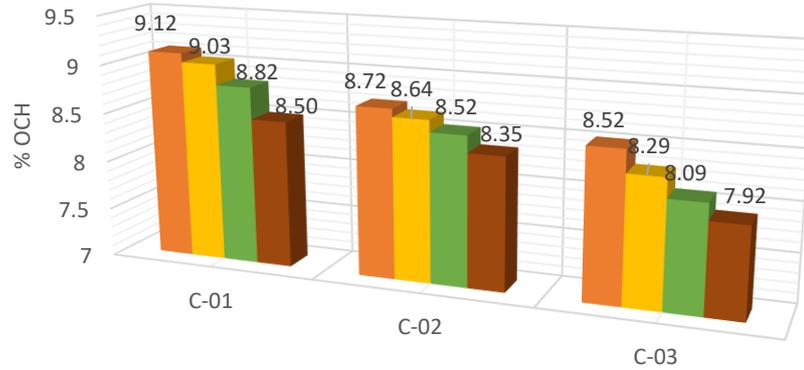
La tabla a continuación nos brinda los resultados obtenidos de OCH y MDS:

Tabla 13: OCH y MDS

Muestras	Identificaciones	Humedad Óptimas (%)	Densidades Máximas Secas (gr/cm ³)
C-01	C-1	9.12	1.90
C-01	S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	9.03	1.92
C-1	S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	8.82	1.95
C-1	S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	8.50	1.97
C-2	C-2	8.72	2.04
C-2	S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	8.64	2.07
C-2	S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	8.52	2.11
C-2	S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	8.35	2.15
C-3	C-3	8.52	1.96
C-3	S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	8.29	1.98
C-3	S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	8.09	2.00
C-3	S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	7.92	2.05

Fuente: Propio

OCH C-1 , C-2 y C-3



	C-01	C-02	C-03
Terreno Natural	9.12	8.72	8.52
S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	9.03	8.64	8.29
S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	8.82	8.52	8.09
S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	8.50	8.35	7.92

Figura 28: OCH

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 28: Los hallazgos OCH muestra natural del C-1, C-2 y C-3 fueron: 9.12%, 8.72% y 8.52%, y con la adición de CCH-CCF al 5%, 6% y 7% fueron para: C-01, C-02 y C-03: (9.03%, 8.82%, 8.50%), (8.64%, 8.52%, y 8.35%) y (8.29%, 8.09%, y 7.92%), respectivamente. Se evidencia que disminuyó en (0.99%, 3.29% y 6.80%), (0.92%, 2.29%, y 4.24%) y (2.70%, 5.05%, y 7.04%), correspondientemente.

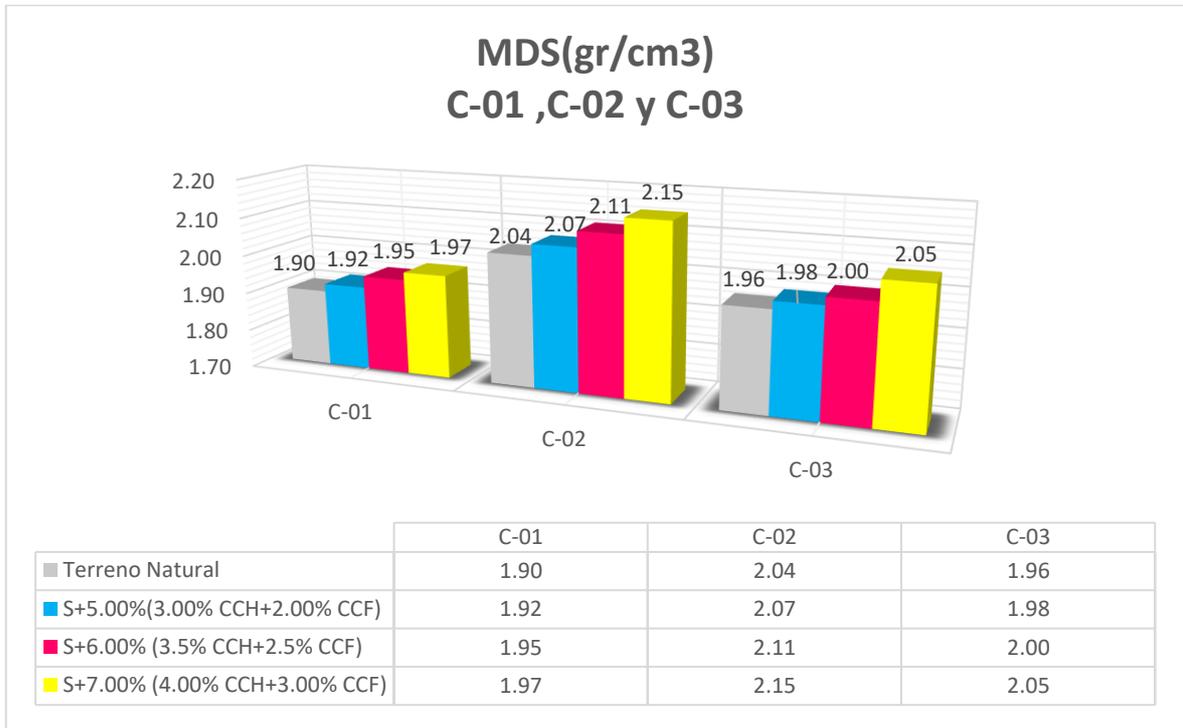


Figura 29: MDS

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 29 en sus hallazgos MDS muestra natural del C-01, C-02 y C-03 fueron: 1.90, 2.04 y 1.96gr/cm³, e incorporación del CCH-CCF a 5.00%, 6.00% y 7.00% fueron para C-01, C-02 y C-03: (1.92, 1.95, y 1.97gr/cm³), (2.07, 2.11 y 2.15r/cm³) y (1.98, 2.00 y 2.05gr/cm³), correlativamente; la certidumbre que incrementó en: (1.05%, 2.63%, y 3.68%), (1.47%, 3.43% y 5.39%) y (1.02%, 2.04% y 4.59%), respectivamente.

CBR

Para muestras naturales las dosis al 5.00%, 6.00% y 7.00% de CCH-CCF en relación con la MDS a una penetración de 01", manteniendo el OCH. Evaluó capacidad de carga de las muestras del terreno mediante la realización de tres referencias sometidas a diferente energía equivalentes al 10, 25 y 56 golpe. La siguiente figura detalla el ensayo CBR:



Figura 30: CBR

Fuente: Propia

La tabla 14 nos informa de los resultados del CBR

Tabla 14: CBR

Muestras	Identificaciones	CBR a 95%
C-1	C-1	16.6
C-1	S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	16.7
C-1	S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	17.6
C-1	S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	17.8
C-2	C-2	18.8
C-2	S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	20.9
C-2	S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	20.9
C-2	S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	21.5
C-3	C-3	21.9
C-3	S+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	22.0
C-3	S+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	22.5
C-3	S+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)	22.9

Fuente: Propia

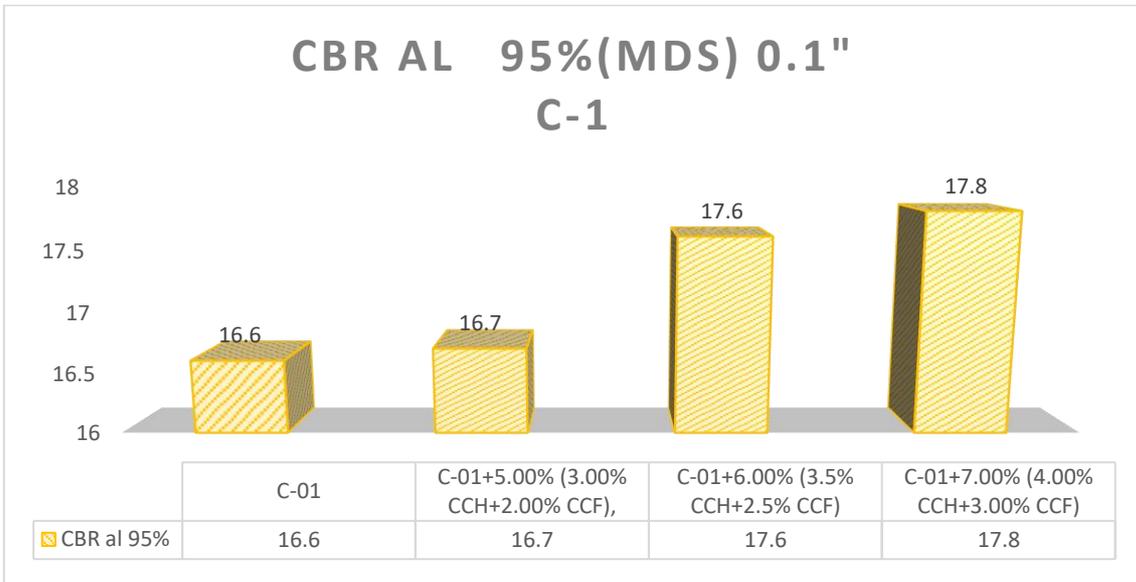


Figura 31: CBR C-1

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 31: Los hallazgos de CBR con 95% del MDS y con 01 pulgada de inserción para muestras naturales C-01: 16.6%, e incorporaciones del CCH-CCF a 5% 6%y 7% al 95% fue: 16.7%, 17.6% y 17.8%, el CBR incrementó en: 0.60%, 6.02%, y 7.23%. Siendo considerado por MTC como unos suelos buenos.

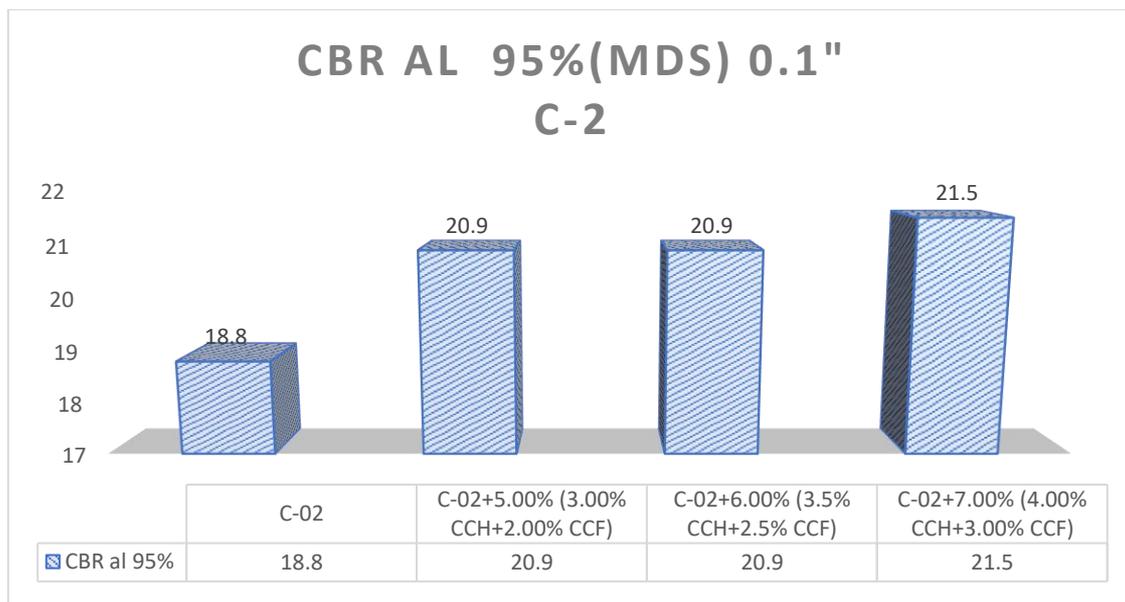


Figura 32: CBR C-2

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 32: Los hallazgos de CBR con 95% del MDS y con 01 pulgada de inserción para muestra naturales C-02: 18.8%, con incorporación del CCH-CCF a 5%, 6% y 7.0% al 95% fue: 20.9%, 20.9% y 21.5%, el CBR incrementó en: 11.17%, 11.17%, y 14.36%. Siendo considerado por MTC como unos suelos buenos.

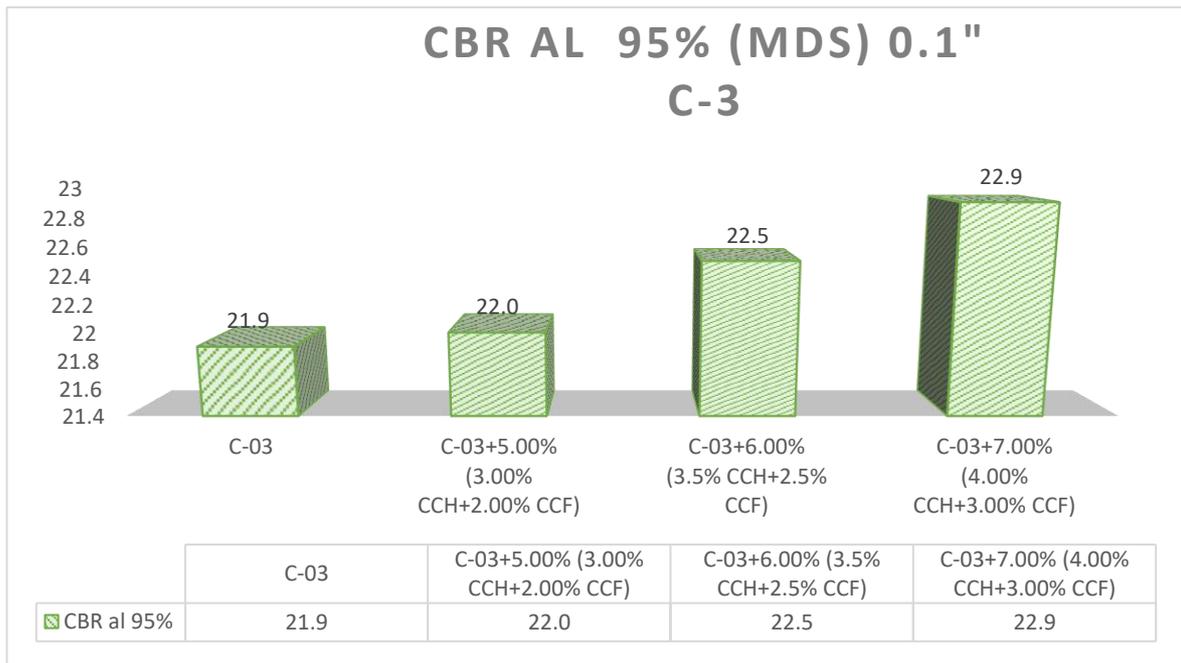


Figura 33: CBR C-3

Fuente: Propia

Interpretación: Figura 33 evidencia los hallazgos de CBR por C-3 a 95% del MDS e 01" de penetraciones con muestras naturales fueron: 21.9%, con adición de CCH-CCF al 5% ,6% y 7.0% fue: 22.0%, 22.5% y 22.9. La misma que incrementó en: 0.46%, 2.74% y 4.57%. Siendo considerado por MTC como un suelo bueno.

Objetivo específico 3: Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas y frijol en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac-2023

Sustituimos en la fórmula del Método Boussinesq nuestros valores de CBR con los resultados obtenidos en las proporciones de 5%, 6% y 7% de CCH y CCF. Esto se realiza con el fin de obtener el CBR ponderado (CBRp) para los espesores respectivos de 0.30 m (30 cm) y 0.40 m (40 cm) de la siguiente manera:

A. Obtención de (CBRp) para espesor de 0.30 m con adición de CCH y CCF:

Espesores de estabilizaciones de 30 cm con combinaciones de terrenos natural + 5% (3.00 CCH+2.00 CCF) con CBR de 16.7%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.30^3 (16.7\%) + 1.20^3 (16.6\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 16.60\%$$

Espesores de estabilizaciones de 30 cm con combinaciones de terrenos natural + 6% (3.5% CCH+2.5% CCF) con CBR de 17.6%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.30^3 (17.6\%) + 1.20^3 (16.6\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 16.61\%$$

Espesores de estabilizaciones de 30 cm con combinaciones de terrenos natural + 7% (4.00% CCH+3.00% CCF) con CBR de 17.8%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.30^3 (17.8\%) + 1.20^3 (16.6\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 16.62\%$$

B. Obtención de (CBRp) para espesor de 0.40 m con adición de CCH y CCF:

Espesores de estabilizaciones de 40 cm con combinaciones de terrenos natural + 5% (3.00 CCH+2.00 CCF) con CBR de 50.3%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.40^3 (16.7\%) + 1.10^3 (16.6\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 16.60\%$$

Espesores de estabilizaciones de 40 cm con combinaciones de terrenos natural + 6% (3.5% CCH+2.5% CCF) con CBR de 51.7%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.40^3 (17.6\%) + 1.10^3 (16.6\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 16.64\%$$

Espesores de estabilizaciones de 40 cm con combinaciones de terrenos natural + 7% (4.00% CCH+3.00% CCF) con CBR de 52.6%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.40^3 (17.8\%) + 1.10^3 (16.6\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 16.65\%$$

A continuación, se exhibe la confrontación de los valores de CBRP obtenidos mediante los espesores calculados.

Grosor de estabilizaciones del 0.30 m y 0.40 m tenemos la siguiente figura:

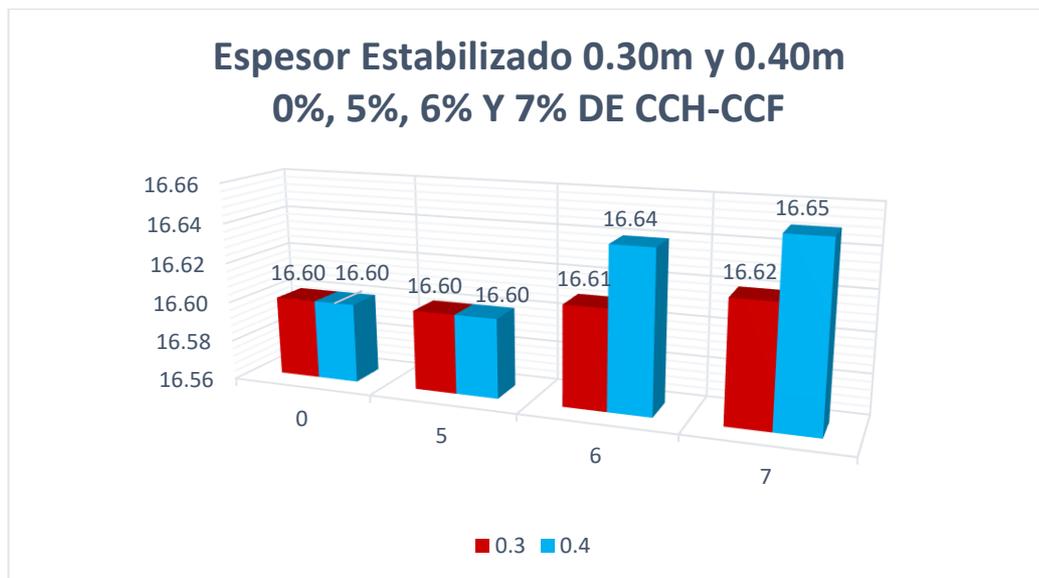


Figura 34. Comparativo de valores CBR_P con 0.30 y 0.40 m de estabilizaciones
Fuentes: Del Autor

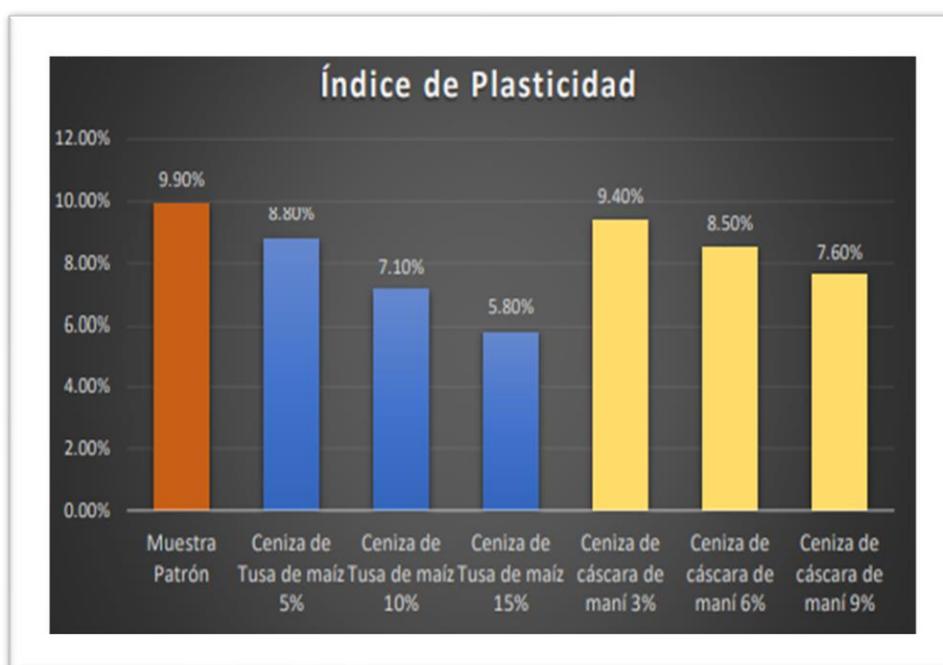
Las capas iniciales estabilizadas tienen unos espesores de 30 cm, y el valor se calcularon empleando las fórmulas establecidas para suelos naturales + 5%, 6% y 7% de CCH y CCF el CBR ponderado (CBR_P) es: 16.60%, 16.61% y 16.62%; Sin embargo, con estratos estabilizados de 40 cm, el valor obtenido de CBR_P para terrenos naturales + 5%, 6% y 7% de CCH y CCF del CBR_P es: 16.60%, 16.64% y 16.65%.

Estos resultados influyen positivamente en el CBR_P y simultáneamente, satisfacen el requisito mínimo establecido por el MTC para suelos estabilizados de subrasante indicando que el CBR debe ser $\geq 6\%$.

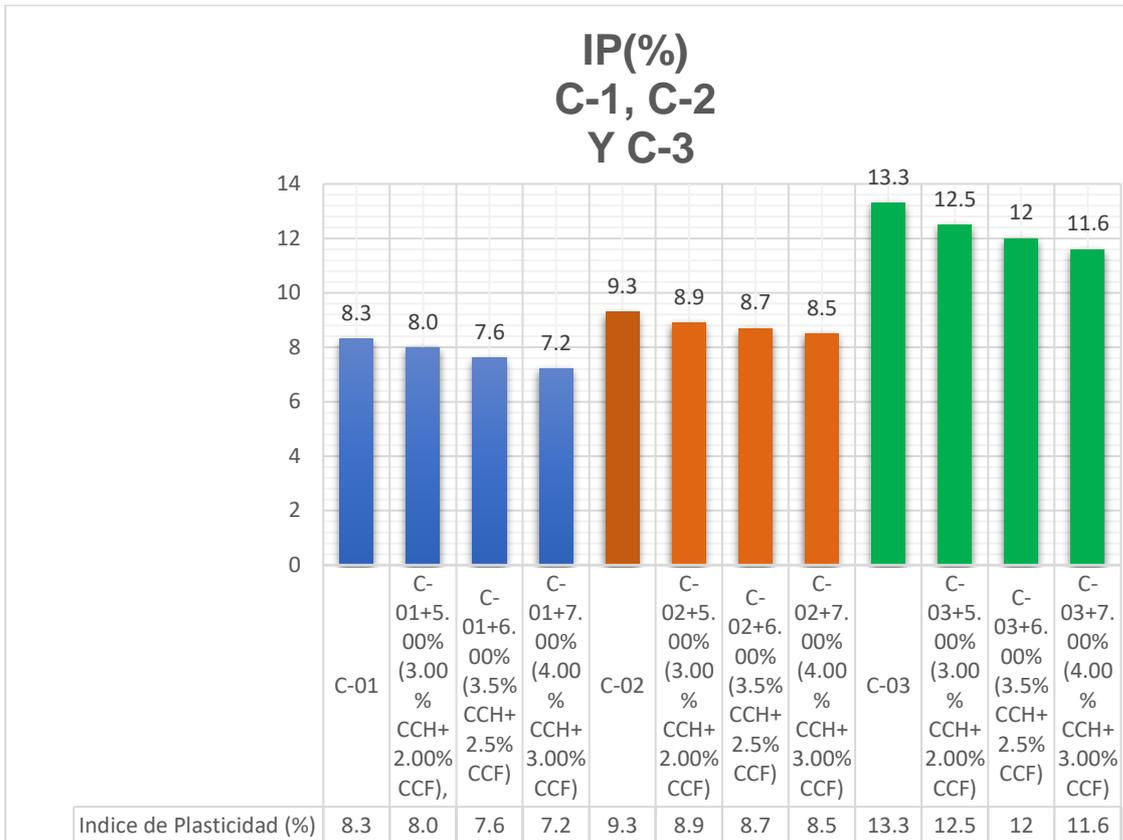
V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras habas y frijol en el mejoramiento de propiedades físicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023

Rosales (2020), con: "Evaluaciones de propiedad de subrasante a bajas capacidades portantes agregando CTM y CCM, VMT", se observa que al incorporar 3.00%, 6.00%, y 9.00% de CCM al patrón, el Índice de Plasticidad (IP) inicial de 9.90% disminuyó a 9.40%, 8.50%, y 7.60%, respectivamente. Esta reducción representa descensos del 5,05%, 14,14% y 23,23% en el IP.



Las investigaciones del IP de terrenos naturales con C-1, C-2 y C-3 fue: 8.3%, 9.3% y 13.3% al adicionar 5.00%, 6.00% y 7.00% de CCH y CCF fue para C-1, C-2 y C-3 fue: (8.0%, 7.6% y 7.2%), (8.9%, 8.7% y 8.5%) y (12.5%, 12.0% y 11.6%), respectivamente. Disminuyó en (3.61%, 8.43% y 13.25%), (4.30%, 6.45% y 8.60%) y (6.02%, 9.77%,12.78%), respectivamente.



Interpretación: Rosales (2020), los IP redujeron: 5.05%, 14.14% y 23.23%, con estudio actual se redujo en: (3.61%, 8.43% y 13.25%), (4.30%, 6.45% y 8.60%) y (6.02%, 9.77%,12.78%), existe coincidencias con el hallazgo con Rosales.

El Índice de Plasticidad (IP) obtenido en la investigación actual y el de Rosales categorizan el suelo como de mediana plasticidad, según las normativas del MTC.

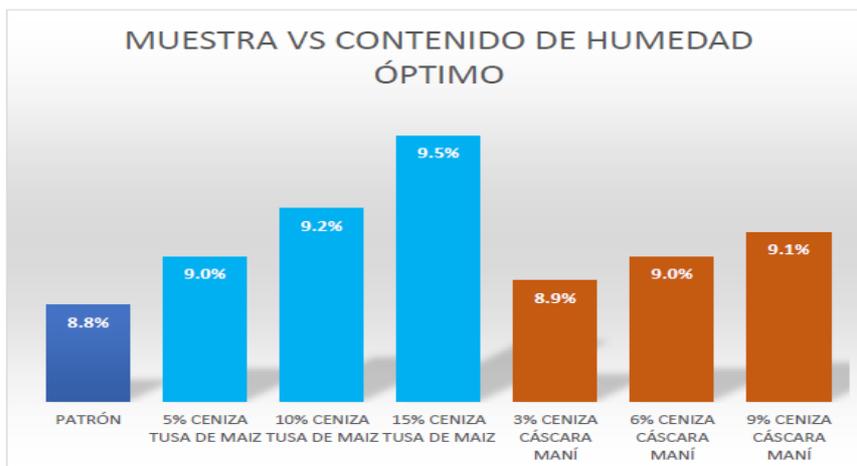
El método empleado en los ensayos fue adecuado para las muestras que incorporaron la combinación de CCH y CCF al suelo.

Objetivo específico 2: Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas y frijol en el mejoramiento de propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023

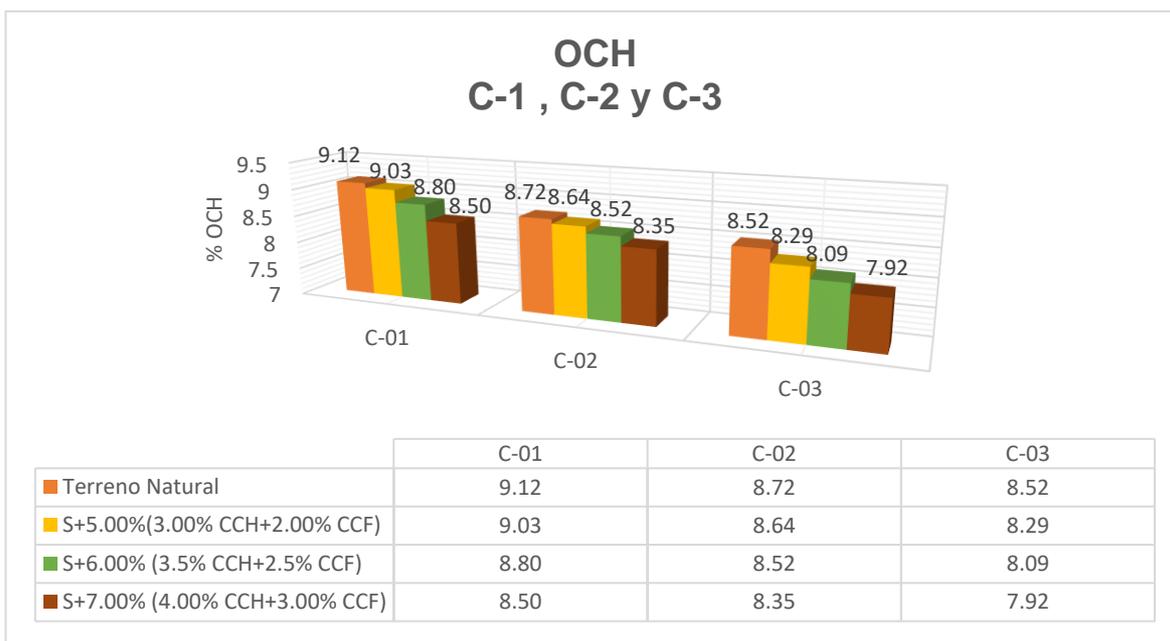
Óptimos contenidos de humedades

Rosales (2020), La cantidad OCH en el suelo de referencia fue del 8.8%. Al introducir 3.00%, 6.00%, y 9.00% de CCM, los resultados obtenidos fueron del

8.9%, 9.0%, y 9.1%, lo que representa un aumento del 1.14%, 2.27%, y 3.41%, respectivamente.



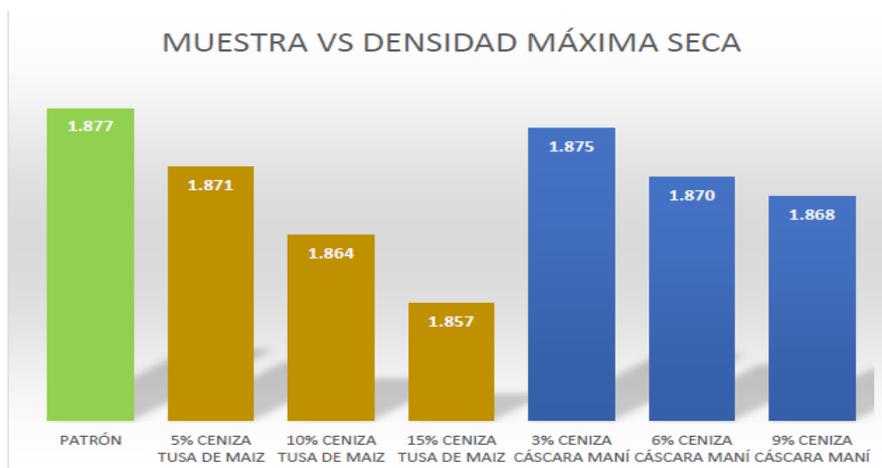
El estudio del OCH de terrenos naturales C-1, C-2 y C-3 fue 9.12%, 8.72% y 8.52%, y al adicionar 5%, 6% y 7.0% de CCH y CCF los resultados fueron: C-1, C-2 y C-3: {9.03%, 8.80%, 8.50%}, {8.64%, 8.52% y 8.35%} y {8.29%, 8.09% y 7.92%}; el mismo que disminuyó en: (0.99%, 3.29% y 6.80%), (0.92%, 2.29% y 4.24%) y (2.70%, 5.05% y 7.04%) respectivamente.



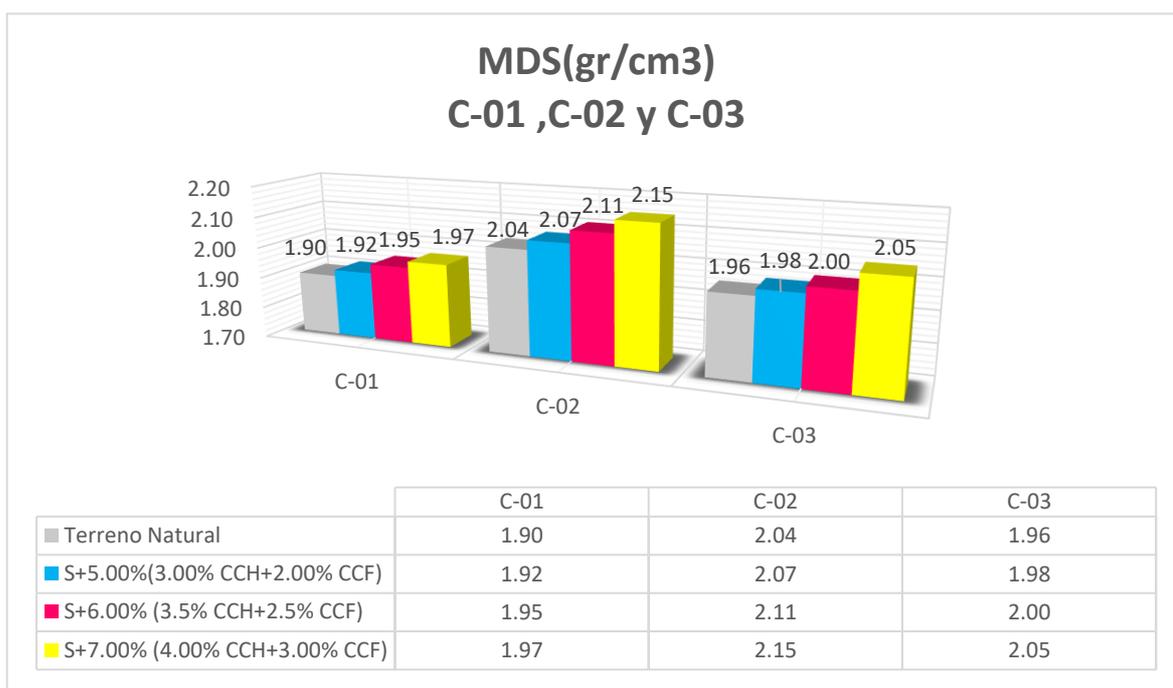
Interpretación: Rosales (2020), los OCH incrementaron con: 1.14%, 2.27% y 3.41%, y en el estudio disminuyeron con: (0.99%, 3.29% y 6.80%), (0.92%, 2.29% y 4.24%) y (2.70%, 5.05% y 7.04%), respectivamente; existiendo unas discrepancias con hallazgo de Rosales.

Máxima densidad seca

Rosales (2020), MDS de patrones: 1.877 gr/cm³ e incorporando 3.00%, 6.00% y 9.00% del CCM resultaron: 1.875, 1.870g y 1.868gr/cm³, disminuyeron: 0.11%, 0.37% y 0.48%.



El estudio del MDS de terrenos naturales del C-1, C-2 y C-3 fueron: 1.90, 2.04 y 1.96gr/cm³, e incorporando 5.00%, 6.00% y 7.0% de CCH y CCF el hallazgo fue: C-01, C-02 y C-03: (1.92, 1.95 y 1.97gr/cm³), (2.07, 2.11, y 2.15gr/cm³) y (1.98gr/cm³, 2.00gr/cm³, y 2.05gr/cm³), la que incrementó en: (1.05% y 2.63% y 3.68%), (1.47%, 3.43% y 5.39%) y (1.02%,2.04% y 4.59%).

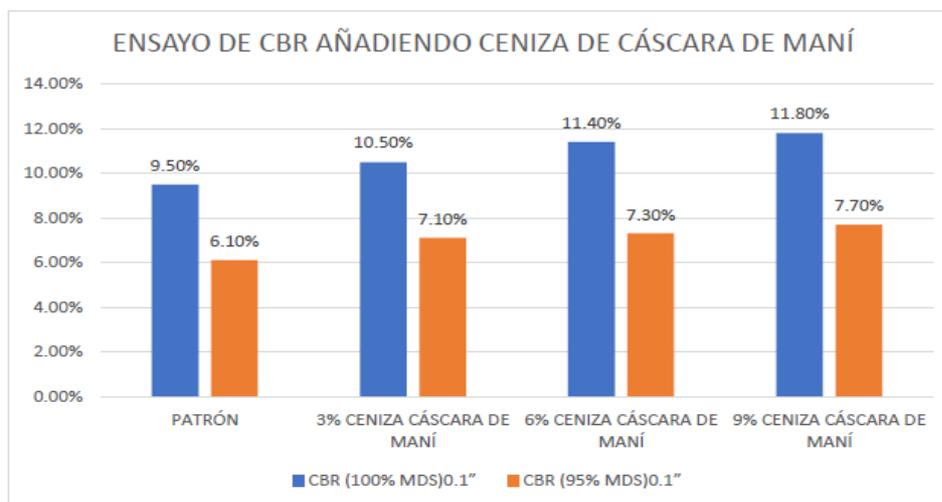


Interpretaciones: Rosales (2020), Las MDS para las incorporaciones del CCM redujo con: 0.11%, 0.37% y 0.48%, y el estudio presentaron un incremento del C-1, C-2 y C-3, correspondientemente, existen una discrepancia con hallazgos con Rosales.

La validez de la metodología del Proctor Modificado se confirma al obtener los valores mediante la adición de 5.0%, 6.0%, y 7.0% de CCH y CCF. El método es adecuado ya que logra identificar estos valores de manera efectiva.

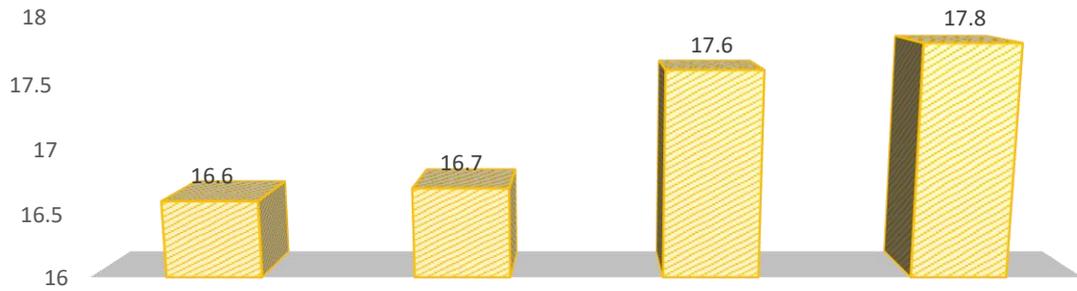
CBR

Según Rosales (2020), para el 95% del CBR con un 100% de MDS, el valor de referencia fue del 6.10%. Al añadir ceniza de cáscara de maní (CCM) en proporciones del 3%, 6%, y 9%, los resultados fueron (7.10%, 7.30%, 7.70%), lo que representó un incremento del (16.39%, 19.67%, 26.23%).



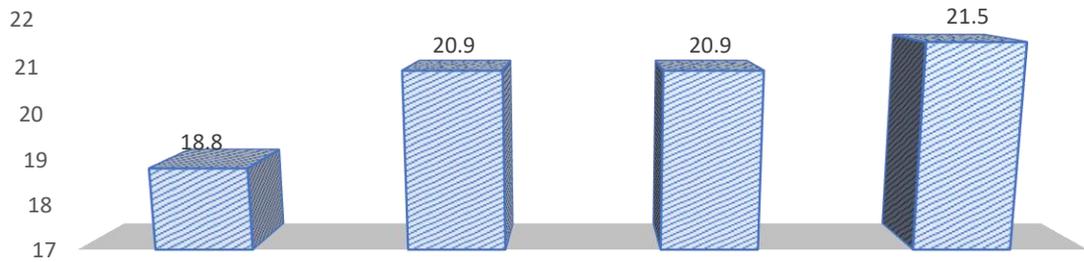
En esta investigación del CBR a 95% del MDS de las muestras patrones C-1, C-2 y C-3 fueron: (16.6%, 18.8% y 21.9%), con incorporación 5.0%, 6.0% y 7.0% del CCH y CCF se consiguieron el hallazgo: C-1: (16.7%, 17.6%, 17.8%); C-2: (20.9%, 20.9%, 21.5%) y C-3:(22.0%, 22.5%, 22.9%), evidencia que incrementó en:(0.60%, 6.02% y 7.23%),(11.17%, 11.17%, y 14.36%) y (0.46%, 2.74% y 4.57%).

CBR AL 95%(MDS) 0.1" C-1



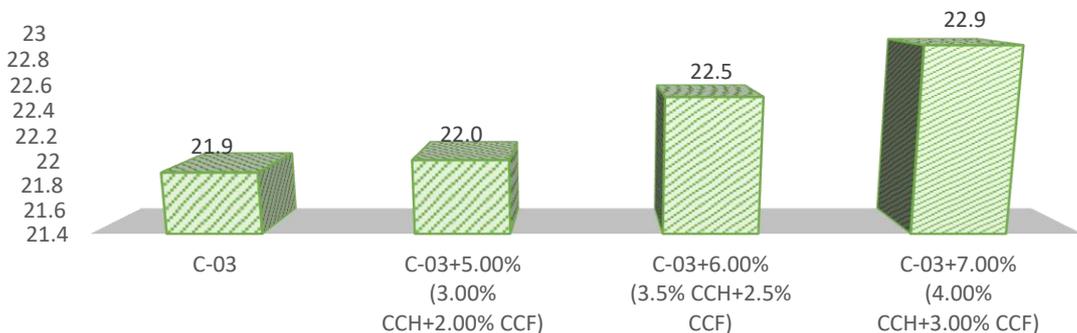
	C-01	C-01+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF),	C-01+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	C-01+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)
CBR al 95%	16.6	16.7	17.6	17.8

CBR AL 95%(MDS) 0.1" C-2



	C-02	C-02+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	C-02+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	C-02+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)
CBR al 95%	18.8	20.9	20.9	21.5

CBR AL 95% (MDS) 0.1" C-3



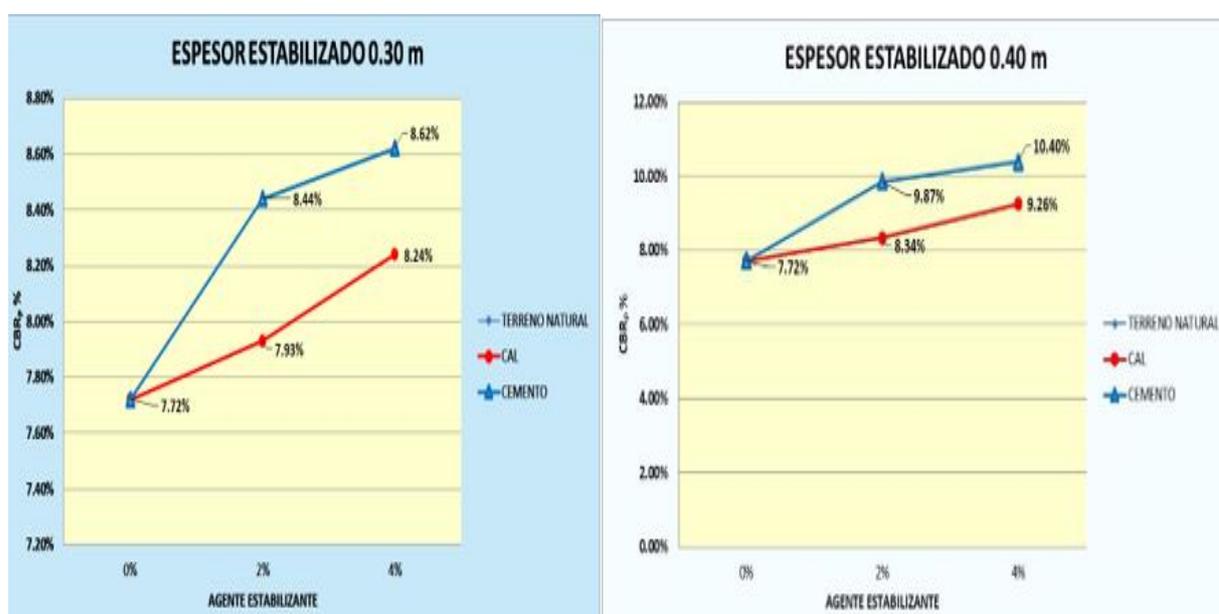
	C-03	C-03+5.00% (3.00% CCH+2.00% CCF)	C-03+6.00% (3.5% CCH+2.5% CCF)	C-03+7.00% (4.00% CCH+3.00% CCF)
CBR al 95%	21.9	22.0	22.5	22.9

Interpretaciones: Según Rosales (2020), se observa un aumento en el CBR al 95% de MDS al incorporar ceniza de cáscara de maní (CCM), con incrementos de (16.39%, 19.67%, 26.23%). Este patrón de aumento también se evidenció en la presente investigación en las muestras C-1, C-2 y C-3, confirmando la coincidencia con los resultados de Rosales.

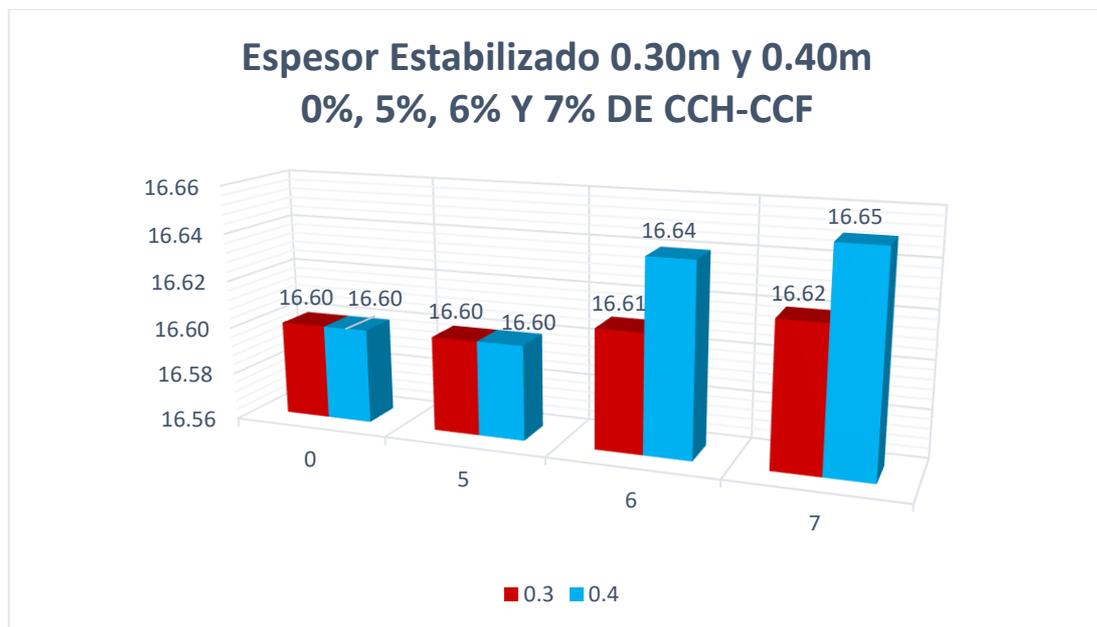
Ambos estudios cumplen con las categorías de subrasante regular, buena y muy buena, según las normativas del MTC. Los ensayos de CBR aplicados son apropiados, ya que lograron determinar los valores al agregar 5.0%, 6.0% y 7.0% de CCH y CCF.

Objetivo específico 3: Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas y frijol en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023.

(BARRIGA, 2022,) en la capa estabilizada con un espesor de 30 cm, los valores de CBRp para el suelo natural, con adiciones del 2% y 4% de cal y cemento, fueron de (7.93% y 8.24%) y (8.44% y 8.62%), respectivamente. Para la capa de 40 cm, los valores de CBRp para el suelo natural, con las mismas adiciones de 2% y 4% de cal y cemento, fueron (8.34% y 9.26%) y (9.87% y 10.40%). Estos resultados cumplen con los requisitos establecidos por el MTC para suelo estabilizado de subrasante, donde el CBR debe ser igual o superior al 6%.



En el estudio, los estratos iniciales estabilizados con 30 cm el valor para los terrenos naturales + 5%, 6% y 7% de CCH y CCF el CBR_P es: 16.60%, 16.61% y 16.62%, con estratos estabilizados de 40 cm el valor obtenido de CBR_P para los terrenos naturales + 5%, 6% y 7% de CCH y CCF el CBR_P es: 16.60%, 16.64% y 16.65%. Estos resultados influyen positivamente del CBR_P y cumple con los requisitos mínimos indicados por los MTC para suelos estabilizados de subrasante que CBR deben ser $\geq 6\%$.



Interpretación: Para (BARRIGA, 2022,) los resultados de CBR_P al adicionar 2% y 4% de cal y cemento, en el estrato estabilizado con 0.30 y 0.40 m, cumple con los indicados por los MTC para suelos estabilizados de subrasantes donde los CBR deben ser $\geq 6\%$. En nuestra investigación al adicionar 5%, 6% y 7% de CCH y CCF, el CBR_P también cumple, por lo tanto, existe coincidencia con Barriga.

VI. CONCLUSIONES

1. De la propiedad física con adición del CCH-CCF para las mejoras de subrasantes consideran:

Se llevó a cabo la caracterización de los elementos presentes en el terreno de la carretera Orconmallo-Posoccoy, clasificándolo como suelo arcilloso inorgánico de mediana plasticidad para las muestras C-1, C-2 y C-3. Esto se determinó considerando que el índice plástico se encuentra en el rango de 7% a 20%, según la clasificación SUCS. En cuanto a la conducta total como subrasante, se categorizó como A-2-4 para C-1, A-4 para C-2 y A-2-6 para C-3, según la clasificación AASHTO. Al agregar CCH y CCF a la muestra patrón C-1, C-2 y C-3, en proporciones de 5.00%, 6.00% y 7.00%, se observó una disminución en el índice plástico: C-1: 3.61%, 8.43% y 13.25%; C-2: 4.30%, 6.45%, 8.60%; y C-3: 6.02%, 9.77% y 12.78%, respectivamente. Según la tabla de clasificación de suelos del índice plástico del MTC, se califica como suelo de mediana plasticidad ($7\% < IP\% < 20\%$).

2. De la propiedad mecánica incorporando CCH y CCF en las muestras patrones en C-1, C-2 y C-3, con dosificación 5.00%, 6.0% y 7.0% para las mejoras de las subrasantes se tienen:

- El OCH disminuyeron en:(0.99%,3.29% y 6.80%), (0.92%, 2.29%, y 4.24%); (2.70%, 5.05% y 7.04%).
- La MDS incrementó en: (1.05% y 2.63% y 3.68%), (1.47%, 3.43% y 5.39%) y (1.02%,2.04% y 4.59%).
- El CBR incrementó en: (0.60%, 6.02% y 7.23%), (11.17%, 11.17%, y 14.36%) y (0.46%, 2.74% y 4.57%), respectivamente. Estando consideradas conforme MTC como unos suelos buenos.

3. La incorporación de cenizas de cáscaras de habas y frijol impacta en la medida del espesor de estabilización de la subrasante.

- La adición de 5%, 6% y 7% de CCH y CCF en las subrasantes, tiene un impacto positivo en el estrato estabilizado con 30 cm, siendo el valor CBR ponderado (CBRP) calculado según las fórmulas establecidas de:

16.60%, 16.61% y 16.62%. Sin embargo, con estratos estabilizados de 40 cm, el valor obtenido de CBRP fue: 16.60%, 16.64% y 16.65%.

Estos resultados influyen positivamente en el CBRP y en la combinación simultánea, satisfacen el requisito mínimo establecido por el MTC para suelos estabilizados de subrasante indicando que el CBR debe ser $\geq 6\%$. Se aprecia que en el estrato a 0.30 mts. cumple con la resistencia establecida por el MTC.

VII. RECOMENDACIONES

1. Según los resultados de CBR en este estudio, las cantidades utilizadas, basadas en antecedentes, han contribuido al incremento, alcanzando un máximo del 14.36%. Por lo tanto, se sugiere tomar en cuenta en futuras investigaciones las combinaciones de ambos productos.
2. Se requiere mantener un registro pormenorizado del tratamiento de los productos, especificando la duración en días y horas de cada actividad, y describiendo cómo se llevaron a cabo; con el propósito de evaluar su contribución al incorporarse en las muestras de suelo.
3. La revisión de la literatura de antecedentes evidenció que en algunos casos no se habían llevado a cabo todos los ensayos, lo cual indica que la investigación no está completa. Se sugiere realizar todos los ensayos necesarios para evaluar de manera integral el impacto en las propiedades del suelo.
4. Se sugiere que investigaciones futuras contemplen la utilización de aditivos en su estado residual como medida para evitar el aumento de los costos en la estabilización del suelo, al mismo tiempo que incorporan el enfoque ambiental.

REFERENCIAS

ACE Geosynthetics. 2023.,. Construcción de Carreteras y Ferrocarriles. *Estabilización de Subrasante*. [En línea] 2023,. [Citado el: 24 de 05 de 2023.] <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.geoace.com%2Fes%2Fapp%2FConstrucci%25C3%25B3n-de-Carreteras-y-Ferrocarriles%2FEstabilizaci%25C3%25B3n-de-Subrasante&psig=AOvVaw3U5bwBeY2wVI6IPNSsVFX1&ust=1685066400755000&source=images&cd=vfe&ved=0CBMQ>.

ANDALUZ, Ronnie. 2022. ESTUDIO DEL EFECTO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN SUELOS FINOS DE SUBRASANTE”. Ambato : s.n., 2022.

ARANA, Ordoñez, Marycruz y Paredes Baca, Flor del Carmen. 2022.,. Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de suelos con adición de aditivos orgánicos en la carretera Yaurisque – Ranraccasa, Cusco-2022. Lima : s.n., 2022,.

—. **2022.**,. Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de suelos con adición de aditivos orgánicos en la carretera Yaurisque – Ranraccasa, Cusco-2022. Lima : s.n., 2022,.

BARRIGA, Fidel. 2022.,. *Análisis comparativo de la estabilización de suelos arcillosos empleando cal y cemento, carretera vecinal Chonta carretera Interoceánica, Madre de Dios 2021* . Lima : s.n., 2022,.

BENITES, Julio César, Marín Bardales, Noé Humberto y Purificación Lisbet, Olano. 2021. Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas de cascarillas de café arábica. Utcubamba : Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2021. 0562-5351.

—. **2021.** Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas de cascarillas de café arábica. Utcubamba : Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2021. 0562-5351.

CASTILLO, Jhonatan. 2022.,. Mejoramiento de subrasante adicionando cenizas de cascara de frijol y hojas de palta en calle San Carlos, Sullana - 2022. Sullana : s.n., 2022,.

—. **2022.**,. Mejoramiento de subrasante adicionando cenizas de cascara de frijol y hojas de palta en calle San Carlos, Sullana - 2022. Sullana : s.n., 2022,.

CHOQUECOTA, Ángel. 2023. Influencia de la incorporación de ceniza de Totora y Habas en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, en la carretera PE-3ST Plateria,Puno 2022. Puno : s.n., 2023.

—. **2023.** Influencia de la incorporación de ceniza de Totora y Habas en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, en la carretera PE-3ST Plateria,Puno 2022. Puno : s.n., 2023.

CLAVERIA, Pia, Triana, Daniel y Varón, Yenny. 2018. CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO ESTABILIZADO CON CENIZA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA COMO MATERIAL PARA SUBRASANTE. Ibagué : s.n., 2018.

CONSTRUNEIC. 2022,. <https://construneic.com/pavimentos/pavimento-flexible/>. *Pavimento Flexible*. [En línea] Noviembre de 2 de 2022,. [Citado el: 5 de Mayo de 2023.]

EISA, M. S y Basiouny, M. E. 2022,. Improving Weak Subgrade Soil Using Different Additives A. Mohamady; M. Mira. Benha. Egipto : s.n., 2022,. <https://doi.org/10.3390/ma15134462>.

—. **2022,.** Improving Weak Subgrade Soil Using Different Additives A. Mohamady; M. Mira. Benha. Egipto : s.n., 2022,. <https://doi.org/10.3390/ma15134462>.

FAO, Organización de las naciones unidas pra la aalimentación y la agricultura. 2023. Future Fibres. *Página principal de Fibras del Futuro*. [En línea] 2023. [Citado el: 08 de 06 de 2023.] www.fao.org › pagina-principal-de-fibras-del-futuro.

GARCÍA, ALADÍN MARÍA FERNANDA, LUIS MARIO ORDÓÑEZ SILVA, JOSÉ LUIS LLANO MUÑOZ a ERLO GERARDO TRAVI PENNA. 2019,. *Identificación de fuentes de agregados para pavimentos*. Bogotá , Colombia : Javeriano, 2019,. ISBN 9789585119031.

—. **2019,.** *Identificación de fuentes de agregados para pavimentos*. Bogotá , Colombia : Javeriano, 2019,. ISBN 9789585119031.

GARCIA, Liberato DIEGO ANDRES y ALDAYR, ROMERO NARANJO. 2019,. VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA ENTRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO – CEMENTO Y LA ESTABILIZACIÓN CON SUELO – CEMENTO Y FIBRA DE FIQUE. Ibagué - Colombia : s.n., 2019,.

GONZALO, García – gerente general de Alvac. 2020. Carreteras en el Perú: ¿Qué debemos tener en cuenta para su mantenimiento y conservación? *Revista economía*. [En línea] Gonzalo, García – gerente general de Alvac, 29 de Mayo de 2020. [Citado el: 24 de Mayo de 2023.] <https://www.revistaeconomia.com/carreteras-en-el-peru-que-debemos-tener-en-cuenta-para-su-mantenimiento-y-conservacion-2/>.

—. **2020.** Carreteras en el Perú: ¿Qué debemos tener en cuenta para su mantenimiento y conservación? *Revista economía*. [En línea] Gonzalo, García – gerente general de Alvac, 29 de Mayo de 2020. [Citado el: 24 de Mayo de 2023.] <https://www.revistaeconomia.com/carreteras-en-el-peru-que-debemos-tener-en-cuenta-para-su-mantenimiento-y-conservacion-2/>.

GUERRA, Torralbo Juan Carlos. 2018,. *Mécanica de suelos. Arquitectura del paisaje de las vías de tránsito*. s.l. : Dextra, 2018,. 9788416898626.

—. 2018,. *Mécanica de suelos. Arquitectura del paisaje de las vías de tránsito*. s.l. : Dextra, 2018,. 9788416898626.

HERNÁNDEZ, 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. Viotá Cundinamarca : s.n., 2019.

—. 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. Viotá Cundinamarca : s.n., 2019.

HERNÁNDEZ, Sampieri Roberto. 2018,. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: DE LA INVESTIGACIÓN: DE LA INVESTIGACIÓN:*. Ciudad de México : Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana Reg. No. 736, 2018,. ISBN: 978-1-4562-6096-5.

—. 2018,. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: DE LA INVESTIGACIÓN: DE LA INVESTIGACIÓN:*. Ciudad de México : Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana Reg. No. 736, 2018,. ISBN: 978-1-4562-6096-5.

HUSSAIN, Sadan. 2019. Use of Gypsum and bagasse ash for stabilization of plastic and high plastic clay. India : JARIE, 2019.

KUMAR, Sanjeev, Anil, Kumar Sahu y Sanjeev, Nava. 2021,. Study on the Swelling Behavior of Clayey Soil Blended with Geocell and Jute Fibre. India : s.n., 2021,. <http://dx.doi.org/10.28991/cej-2021-03091728>.

—. 2021,. Study on the Swelling Behavior of Clayey Soil Blended with Geocell and Jute Fibre. India : s.n., 2021,. <http://dx.doi.org/10.28991/cej-2021-03091728>.

LOZADA, JOSÉ. 2014,. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Quito : s.n., 2014,. ISSN-e 1390-9592.

—. 2014,. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Quito : s.n., 2014,. ISSN-e 1390-9592.

LOZANO, Rivas William Antonio. 2018,. *Suelos : guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio*. Colombia : s.n., 2018,. ISBN 9588957370.

—. 2018,. *Suelos : guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio*. Colombia : s.n., 2018,. ISBN 9588957370.

MACHACA, Yefer Paul. 2021,. *Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando fibras de acero de neumáticos reciclados, Juliaca - 2021*. Lima : s.n., 2021,.

MTC. 2014,. Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimento. Lima : s.n., 2014,.

—. 2014,. Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. 2014,. pág. 281.

—. 2014,. *Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos* . 2014,.

—. **2003**,. Reglamento Nacional de Vehículos – Decreto Supremo N° 058- Reglamento Nacional de Vehículos – Decreto Supremo N° 058-. Lima Perú : s.n., 2003,.

—. **2014**,. *Suelos geología, geotecnia y pavimentos*. 2014,.

Norma Técnica CE 010, P.U. 2016. Pavimentos Urbanos. 2016.

PERALTA, Erick y Cornelio, Katherine valeria. 2022,. Propiedades en subrasante con cenizas de cáscaras de habas y hojas de higo en Av. El Sol de Naranjal, Lima-2022. Los Olivos-Lima : s.n., 2022,.

—. **2022**,. Propiedades en subrasante con cenizas de cáscaras de habas y hojas de higo en Av. El Sol de Naranjal, Lima-2022. Los Olivos-Lima : s.n., 2022,.

PONCE, Torres Edison y Heber, Segundo Velasque. 2022,. Aplicación del aditivo Sika Dust Seal en la estabilización de suelos para vías no pavimentados en el tramo Antarumi – San Mateo, Tintay, Aymaraes – Apurímac. 2022,. págs. <https://revistavial.com/la-infraestructura-vial-es-la-columna-vertebral-de-la-economia-mundial/>.

—. **2022**,. Aplicación del aditivo Sika Dust Seal en la estabilización de suelos para vías no pavimentados en el tramo Antarumi – San Mateo, Tintay, Aymaraes – Apurímac. 2022,. págs. <https://revistavial.com/la-infraestructura-vial-es-la-columna-vertebral-de-la-economia-mundial/>.

PUNUKOLLU, Jayasree. 2023,. Subgrade Reinforcement of Flexible Pavement using. Guntur, India : s.n., 2023,.

—. **2023**,. Subgrade Reinforcement of Flexible Pavement using. Guntur, India : s.n., 2023,.

SRIBALAJI, P, Banupriya, S. y R.Ruthra. 2020,. Effect of Natural Fibers Composites as Soil Stabilizer on Flexible Pavement Design. Chennai, India : s.n., 2020,. Vol. 9. ISSN: 2278-3075 (Online).

—. **2020**,. Effect of Natural Fibers Composites as Soil Stabilizer on Flexible Pavement Design. Chennai, India : s.n., 2020,. Vol. 9. ISSN: 2278-3075 (Online).

YOHANNA, Paul, y otros. 2022. Evaluation of Geotechnical Properties of Black Cotton Soil Reinforced with Sisal Fibre for Waste Containment Application. Zaria, Nigeria : s.n., 2022.

—. **2022**. Evaluation of Geotechnical Properties of Black Cotton Soil Reinforced with Sisal Fibre for Waste Containment Application. Zaria, Nigeria : s.n., 2022.

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA:

TEMA: “ Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac-2023

AUTOR: Alcarraz Buleje, Yackelin Jimena

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL					
¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el espesor de estabilización y mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023?	Evaluar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras habas-frijol en el espesor de estabilización y mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023	La adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol influye positivamente en el espesor de estabilización y mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023.	INDEPENDIENTE	Cenizas de cáscara de habas-frijol(CCH - (CCF)	Dosificación	S +0.00% CCH CCF S+5.00%(3.0% CCH+2%.0 CCF) S+6.0% (3.5% CCH+2.5%CCF) S+7.00% (4.0% CCH+3.0%CCF)	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				DEPENDIENTE	Mejoramiento de la subrasante
¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023?	Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras habas-frijol en el mejoramiento de propiedades físicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023.	La adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol influyen significativamente en el mejoramiento de propiedades físicas de subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023	Contenido de humedad (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2216, NTP 339.127 /MTC E-108.			
¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023?	Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el mejoramiento de propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023	La adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol influyen significativamente en el mejoramiento de propiedades mecánicas de subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023	Clasificación de suelos SUCS y AASHTO.	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487.			
			Límite Líquido (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 4318, NTP 339.129/ MTC E 110,111.			
			Límite Plástico (%)				
			Índice de Plasticidad (IP) (%).				
¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023?	Determinar cómo influye la adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023	La adición de cenizas de cáscaras de habas-frijol influyen significativamente en el espesor de estabilización de la subrasante en la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac 2023	Propiedades mecánicas	Densidad Seca Máxima (Tn/m3).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 1557 - NTP 339.141 / MTC E 115.		
				Óptimo Contenido de Humedad (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 1883 - NTP 339.145 / MTC E 132.		
			Diseño de espesor estabilización	CBR Ponderado	CBR Ponderado de CCH	Ficha de recolección de datos de método Bossinesq	
					CBR Ponderado de CCF	Ficha de recolección de datos de método Bossinesq	

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TEMA: “ Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac-2023

AUTOR: Alcarraz Buleje, Yackelin Jimena

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
Variable Independiente cenizas de cáscaras de habas(CCH)-frijol- (CCF)	El haba es: una legumbre significativa mundialmente, de doble uso, consumido por el ser humano y animales, donde esta semilla es una fuente de proteína esencial en la alimentación. El haba está exhibida a factores bióticos y abióticos que afecta el rendimiento como: enfermedades fungosas como el mildiu (<i>Peronospora viciae</i>), roya (<i>Uromyces fabae</i>), el mal de esclerocio (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>), mancha de chocolate (<i>Botrytis fabae</i>), el pulgon negro (<i>Aphis fabae</i>), sitona (<i>Sitona lineatus</i>), lixus (<i>Lixus algerus</i>), trips del guisante (<i>Kakothrips robustus</i>), etc. (Peralta, y otros, 2022, pág. 17) El concepto de la vaina de la planta del frijol es el siguiente: Cultivado de manera intensa y recolectada en el sector tropical como templadas, originario de américa con distintos nombres por país: caraota, poroto. (Villanueva,2006, p.23). La vaina de frijol presenta con 39 % de carbohidrato lo cual aporta que sea activa y sus grupos funcionales que está con el contaminante. (Castillo, 2022, pág. 17)	Las cenizas de habas-frijol tienen propiedades físicas y mecánicas, las cuales serán determinadas mediante pruebas y luego se incorporan mediante dosificaciones a la subrasante para determinar si actúan positivamente.	Dosificación	S +0.00% CCH CCF S+5.00%(3.0% CCH+2%.0 CCF) S+6.0% (3.5% CCH+2.5%CCF) S+7.00% (4.0% CCH+3.0%CCF)	De razón	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Experimental-CuasiExperimental. Enfoque: Cuantitativo. Población: 3 km de la carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac Muestra:
Variable Dependiente Mejoramiento de la subrasante	“Es el uso de materiales alternativos para proveer constructibilidad y acceso sobre los suelos con el fin de mejorarlos. Su uso nos ofrece una base no alterable, esto quiere decir bien compactada, que brinda una capacidad de carga homogénea”. (MTC, 2014, pág. 35)	Para la realización de las muestras de estudio se harán in-situ 3 calicatas, posteriormente se llevará a laboratorio para conocer el tipo de suelo con el que estamos tratando, luego se realizarán ensayos, las muestras se dividirán en 1 muestra del suelo natural y 2 muestras con adición del material en investigación.	Propiedades físicas	Análisis granulométrico (%). Contenido de humedad (%). Clasificación de suelos SUCS y AASHTO. Límite Líquido (%). Límite Plástico (%). Índice de Plasticidad (IP) (%).	De razón	3 calicatas en carretera Orconmallo-Posoccoy, Apurímac Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: Fichas de recolección de datos
Variable Dependiente Diseño de Espesor de estabilización	“Consiste en encontrar una altura adecuada para poder llegar a la difusión de esfuerzos con la aplicación del método de Boussinesq. Es decir, hallar la altura adecuada de mejoramiento y así poder hallar profundidad de difusión del esfuerzo “z” “. (Barriga, 2021, pág. 31)	Para diseñar el espesor adecuado de estabilización con cenizas de cáscaras de habas-frijol, evaluamos los espesores de terreno estabilizado con ambas cenizas por separado aplicando la fórmula de Boussinesq para hallar el valor ponderado del CBR, que sobrepase los límites inferiores recomendados por el MTC donde el CBR debe ser $\geq 6\%$.	Diseño de Espesor de estabilización	CBR Ponderado	CBR Ponderado de CCH CBR Ponderado de CCF	Equipos y herramientas de laboratorio. Normas - Software de análisis de datos

Anexo 3. Ensayos laboratorio

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.



Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

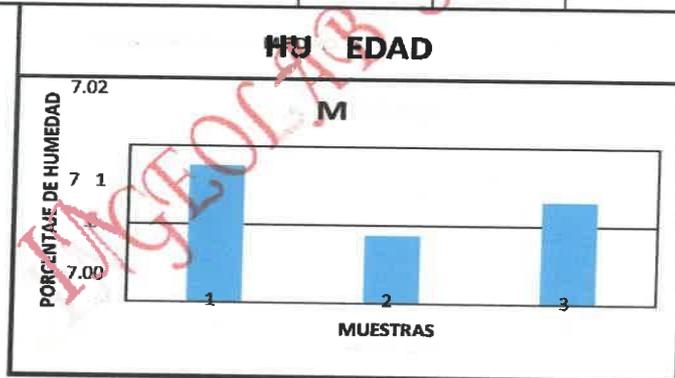
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:	CALICATA C-1; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)		
PROF. :	1.50m		
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC		
SOLICITADO:	BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE		
FECHA :	SETIEMBRE DEL 2023		
	Nº MUESTRAS	1	PROMEDIO
Peso de la Cápsula	gr.	13.40	13.6
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo	gr.	45.12	47.3
Peso de la Capsula + Suelo Seca	gr.	43.04	45.12

Peso del Agua	gr.	2	31.96	
Peso de Suelo Seca	gr.	7.02	7.01 ^B	7.01
Porcentaje de Humedad	%	2.08	2.24	
	PROMEDIO DE HU	AD 2.54	7.01	



INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Santos Quispac
 CIP. 78036
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.25	13.78	14.23	13.54
Peso capsula. + suelo humedo	33.00	35.47	34.12	34.50
Peso capsula + suelo seco	28.40	30.30	29.27	29.26
Numero de golpes	45	33	21	13
Peso suelo seco	15.15	16.52	15.04	15.72
Peso agua	4.60	5.17	4.85	5.24
% humedad	30.4	31.3	32.2	33.3

OBSERVACIONES:

Empty box for observations.

LIMITE PLASTICO

Muestra	1	3	3
Peso de la capsula	15.50	14.80	13.18
Peso capsula. + suelo humedo	25.89	25.67	25.41
Peso capsula + suelo seco	23.90	23.61	23.05
Peso suelo seco	8.40	8.81	9.87
Peso agua	1.99	2.06	2.36
% humedad	23.7	23.4	23.9

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	31.9
LIMITE PLASTICO	23.7
INDICE PLASTICO	8.3

LIMITE LIQUIDO



INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfán Quispe
 CIP. 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107- 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

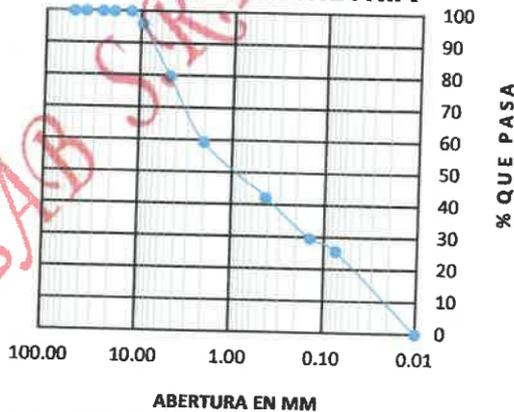
BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

TAMAÑO DE TAMIZES		PESO	%	%
(Pulg.)	(mm.)	RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	37.00	3.91	96.09
Nº 4	4.76	155.00	16.37	79.73
Nº 10	2.00	193.00	20.38	59.35
Nº 40	0.43	162.00	17.11	42.24
Nº 100	0.14	119.00	12.57	29.67
Nº 200	0.07	37.00	3.91	25.77
CAZUELA		244.00	25.77	0.00
TOTAL :		947.00	100	

GRAFICO DE GRANULOMETRIA

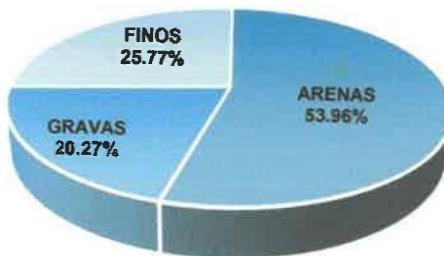


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retenido en la malla Nº 4	GW
	ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 50% retenido en la malla Nº 4	GP
	ARCILLAS (LL<40)	GM
	ARCILLAS (LL>40)	GC
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (LL<40)	SW
	ARCILLAS (LL>40)	SP
	ARCILLAS (LL>40)	SM
	ARCILLAS (LL>40)	SC
	ARCILLAS (LL>40)	ML
	ARCILLAS (LL>40)	CL
Altamente Orgánico	ARCILLAS (LL>40)	OL
	ARCILLAS (LL>40)	MH
	ARCILLAS (LL>40)	CH
Altamente Orgánico		OH
Altamente Orgánico		Pt

COMPOSICIÓN



DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	79.73
PASA Nº 10	59.35
PASA Nº 40	42.24
PASA Nº 200	25.77
RETIENE Nº 4	20.27
D10	0.029
D30	0.15
D60	2.09
Cu	72.72
Cc	0.362
LL	31.9%
LP	23.7%
IP	8.3%

CLASIFICACION

ASSTHO	A-2-4
SUCS	SC



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quisipup
CIP 78016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA:

SETIEMBRE DEL 2023

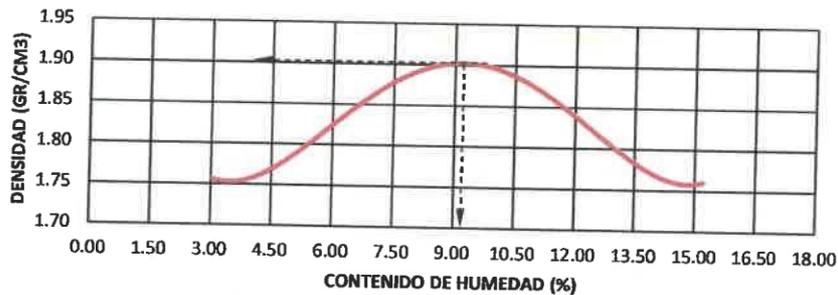
Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6720.00	6990.00	7280.00	7240.00	7180.00
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3810.00	4080.00	4370.00	4330.00	4270.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.81	1.94	2.08	2.06	2.03

CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	14.5	14.7	14.3	13.5	13.7	13.9	13.4	13.4	12.9	13.2
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	47.0	48.5	49.6	48.3	50.1	49.7	48.1	47.7	50.4	48.2
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	45.1	47.5	47.6	46.3	47.0	46.7	44.3	43.9	45.4	43.6
Peso Suelo Humedo (gr)	0.96	1.00	2.02	2.00	3.04	2.98	3.76	3.72	4.94	4.62
Peso Suelo Seco (gr)	31.54	32.76	33.28	32.88	33.28	32.76	30.94	30.58	32.48	30.40
Contenido de Humedad (w)	3.04	3.05	6.07	6.08	9.13	9.10	12.15	12.16	15.21	15.20
Contenido de Humedad real		3.05	6.08		9.12		12.16		15.20	
Densidad Seca (Tn/m ³)		1.76	1.83		1.90		1.83		1.76	

HUMEDAD OPTIMA (%) =	9.12
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =	1.90

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Ruján Quispitupa
CIP 78016
G.E.S. N.º 12



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA:

SETIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.90	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	9.12%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	7.01%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,490	8,240	8,320
Peso del Molde (gr)	4,080	3,960	4,070
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,410	4,330	4,250
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.08	2.04	2.00
Densidad Seca (gr/cm3)	1.90	1.87	1.83

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.90	13.14	12.98	12.60	12.68	13.24
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	42.20	40.58	40.26	40.22	41.68	41.02
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	39.80	38.28	37.98	37.92	39.28	38.70
Peso del Agua (gr)	2.46	2.30	2.28	2.30	2.42	2.32
Peso del Suelo Seco (gr)	26.90	25.14	25.00	25.32	26.58	25.46
Contenido de Humedad	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%
Contenido de Humedad Promedio	9.1%			9.1%		

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,645	8,650	8,650
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,502	8,420	8,345
Porcentaje de Absorción	3.23%	5.16%	7.13%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
28/08/2023	7.50	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
29/08/2023	7.50	24 horas	35.00	0.035	0.76%	40.00	0.040	0.87%	60.0	0.060	1.30%
30/08/2023	7.50	48 horas	40.00	0.040	0.87%	70.00	0.070	1.52%	100.0	0.100	2.17%
31/08/2023	7.50	72 horas	60.00	0.060	1.30%	90.00	0.090	1.95%	135.0	0.135	2.93%
01/09/2023	7.50	96 horas	75.00	0.075	1.63%	120.00	0.120	2.61%	165.0	0.165	3.58%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233"DIV+1.03			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
TIEMPO	AREA PISTON		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	(mm)	(pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	74.00	173	58	68	159	53	62	145	48
1.0 min	1.27	0.050	132.00	309	103	128	299	100	119	276	93
1.5 min	1.91	0.075	188.00	439	146	174	406	135	164	383	128
2.0 min	2.54	0.100	235.00	549	183	229	535	178	219	511	170
4.0 min	5.08	0.200	412.00	961	320	386	900	300	364	849	283
6.0 min	7.62	0.300	512.00	1194	398	491	1145	382	471	1098	366
8.0 min	10.16	0.400	586.00	1366	455	561	1308	436	529	1234	411
10.0 min	12.70	0.500	612.00	1427	476	582	1357	452	559	1304	435



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfan Quispitup
CIP. 16016
GEPEIN



INGEOLAB S.R.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

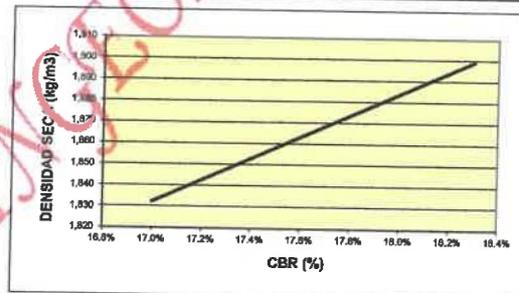
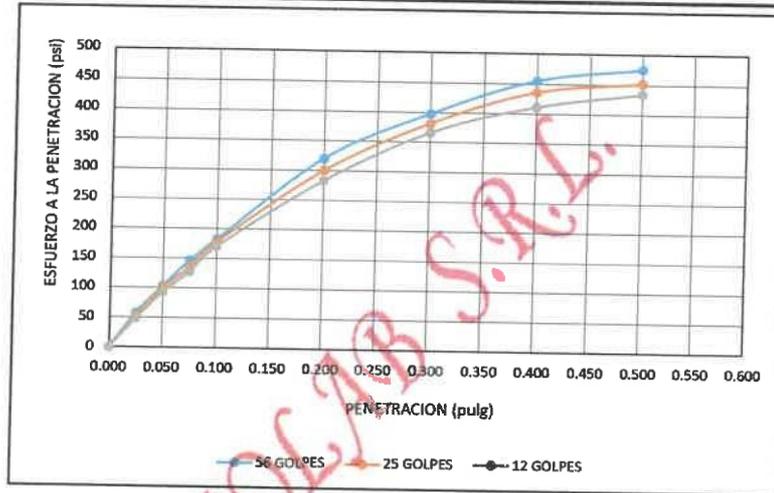
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	1.90	CBR AL 95% DE MDS =	16.6%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	9.12%	CBR AL 100% DE MDS =	18.3%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.63%	3.23%
25 GOLFES	2.61%	5.16%
12 GOLFES	3.58%	7.13%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.86
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:


INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Farfan Quispitipe
 CIP 78016
 GEOTECNIA



INGEOLAB S.R.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

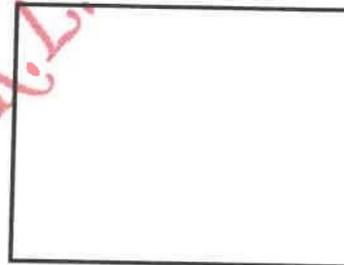
FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.12	13.46	14.10	12.44
Peso capsula. + suelo humedo	34.10	35.15	33.00	34.00
Peso capsula + suelo seco	33.12	32.12	28.12	26.80
Numero de golpes	46	32	22	12
Peso suelo seco	20.00	18.66	14.02	14.96
Peso agua	0.98	3.03	4.88	7.20
% humedad	4.9	16.2	34.8	50.1

OBSERVACIONES:



LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	15.10	14.00	14.50
Peso capsula. + suelo humedo	25.90	25.66	25.44
Peso capsula + suelo seco	24.00	23.62	23.52
Peso suelo seco	8.90	9.62	9.02
Peso agua	1.90	2.04	1.92
% humedad	21.3	21.2	21.3

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **29.2**

LIMITE PLASTICO **21.3**

INDICE PLASTICO **8.0**

LIMITE LIQUIDO



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Parján Quispitup
CIP. 18016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA: CALICATA C-1; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. : 1.50m

UBICACIÓN: CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

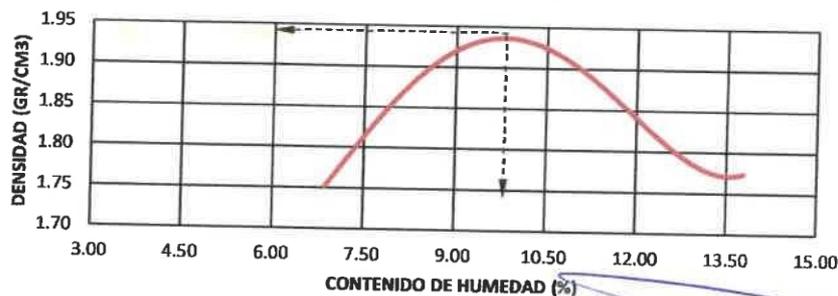
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6850.00	7160.00	7320.00	7280.00	7160.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3940.00	4250.00	4410.00	4370.00	4250.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.87	2.02	2.10	2.08	2.02					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	14.5	14.8	14.4	13.5	13.7	14.0	13.4	13.4	13.4	13.5
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	50.6	51.5	50.6	50.2	48.2	49.2	45.0	47.0	43.8	43.9
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	48.3	49.2	47.9	47.4	45.4	46.3	41.6	43.4	40.1	40.2
Peso Suelo Humedo (gr)	2.32	2.36	2.72	2.76	2.86	2.92	3.32	3.54	3.68	3.68
Peso Suelo Seco (gr)	33.78	34.42	33.52	33.94	31.66	32.34	28.26	30.08	26.70	26.70
Contenido de Humedad (w)	6.87	6.86	8.11	8.13	9.03	9.03	11.75	11.77	13.78	13.78
Contenido de Humedad real										
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.75	1.87	1.92	1.92	1.86	1.86	1.77	1.77	1.77	1.77

HUMEDAD OPTIMA (%) =	9.03
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =	1.92

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Furlán Quispe

CIP. 78016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.92	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	9.03%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	7.01%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,520	8,320	8,320
Peso del Molde (gr)	4,080	3,960	4,070
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,440	4,360	4,250
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.09	2.05	2.00
Densidad Seca (gr/cm3)	1.92	1.88	1.84

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.90	13.14	12.98	12.60	12.68	13.24
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	42.26	40.58	40.26	40.22	41.68	41.02
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	39.84	38.32	38.00	37.94	39.28	38.72
Peso del Agua (gr)	2.42	2.26	2.26	2.28	2.40	2.30
Peso del Suelo Seco (gr)	26.94	25.18	25.02	25.34	26.60	25.48
Contenido de Humedad	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%
Contenido de Humedad Promedio	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,640	8,640	8,640
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,502	8,420	8,345
Porcentaje de Absorción	3.12%	4.93%	6.90%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
28/08/2023	10.20	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
29/08/2023	10.20	24 horas	20.00	0.020	0.43%	35.00	0.035	0.76%	40.0	0.040	0.87%
30/08/2023	10.20	48 horas	35.00	0.035	0.76%	65.00	0.065	1.41%	60.0	0.060	1.30%
31/08/2023	10.20	72 horas	50.00	0.050	1.09%	70.00	0.070	1.52%	100.0	0.100	2.17%
01/09/2023	10.20	96 horas	70.00	0.070	1.52%	115.00	0.115	2.50%	160.0	0.160	3.47%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	74.00	173	58	68	159	53	62	145	48
1.0 min	1.27	0.050	132.00	309	103	128	299	100	119	278	93
1.5 min	1.91	0.075	188.00	439	146	174	406	135	164	383	128
2.0 min	2.54	0.100	240.00	560	187	229	535	178	219	511	170
4.0 min	5.08	0.200	412.00	961	320	386	900	300	364	849	283
6.0 min	7.62	0.300	512.00	1194	398	491	1145	382	471	1098	366
8.0 min	10.16	0.400	586.00	1366	455	561	1308	436	529	1284	411
10.0 min	12.70	0.500	612.00	1427	476	582	1357	452	559	1304	435

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfán Quispe
 CIP: 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

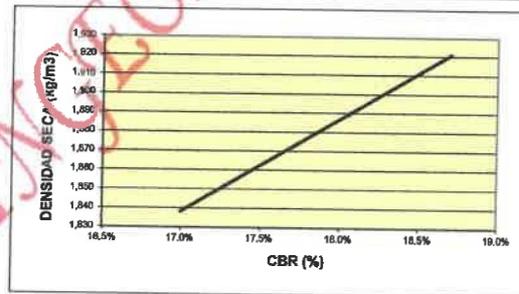
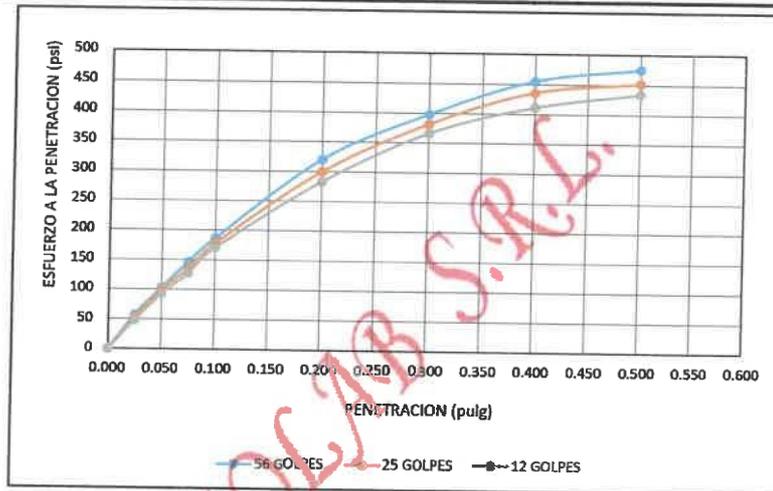
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

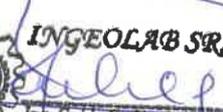
MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	1.92	CBR AL 95% DE MDS =	16.7%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	9.03%	CBR AL 100% DE MDS =	18.7%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.52%	3.12%
25 GOLFES	2.50%	4.93%
12 GOLFES	3.47%	6.90%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.87
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:


INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Farjan Quispe Yupi
 CIP: 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.88	13.64	13.36	13.38
Peso capsula. + suelo humedo	30.82	30.46	30.82	29.52
Peso capsula + suelo seco	28.40	27.10	26.26	25.00
Numero de golpes	43	31	20	13
Peso suelo seco	14.52	13.46	12.90	11.62
Peso agua	2.42	3.36	4.56	4.52
% humedad	16.7	25.0	35.3	38.9

OBSERVACIONES:



LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.52	13.44	14.76
Peso capsula. + suelo humedo	25.46	25.34	25.24
Peso capsula + suelo seco	23.22	23.12	23.28
Peso suelo seco	9.70	9.68	8.52
Peso agua	2.24	2.22	1.96
% humedad	23.1	22.9	23.0

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	30.6
LIMITE PLASTICO	23.0
INDICE PLASTICO	7.6

LIMITE LIQUIDO



INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guila Varjan Quispitán
 CIP. 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

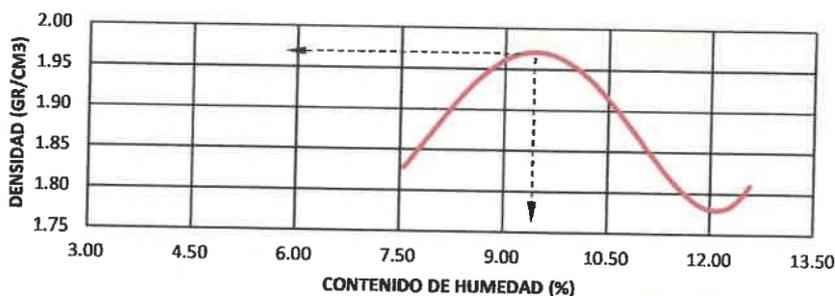
SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00
Diámetro del molde (Cm) :		15.20	Altura (Cm) : 11.60
		Volumen (C.C.) : 2105	

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7050.00	7210.00	7380.00	7310.00	7200.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4140.00	4300.00	4470.00	4400.00	4290.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.97	2.04	2.12	2.09	2.04					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.4	13.4	13.7	13.9	13.5	13.5	14.5	14.8	13.5	13.1
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	46.3	46.2	47.5	50.9	50.6	47.3	48.3	48.9	44.5	39.1
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	44.0	43.9	45.0	48.1	47.6	44.5	45.0	45.6	41.0	36.2
Peso Suelo Humedo (gr)	2.32	2.30	2.54	2.78	3.00	2.74	3.28	3.32	3.46	2.90
Peso Suelo Seco (gr)	30.60	30.48	31.30	34.20	34.02	31.06	30.46	30.82	27.50	23.06
Contenido de Humedad (w)	7.58	7.55	8.12	8.13	8.82	8.82	10.77	10.77	12.58	12.58
Contenido de Humedad real										
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.83	1.89	1.95	1.95	1.95	1.95	1.89	1.89	1.81	1.81

HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.82
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m ³) =	1.95

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quismitur
CIP. 78018
GEOTECNIA



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA:

SEPTIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.95	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.82%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	7.01%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,580	8,480	8,370
Peso del Molde (gr)	4,070	4,090	4,090
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,510	4,390	4,280
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.12	2.07	2.02
Densidad Seca (gr/cm3)	1.95	1.90	1.85

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	15.28	14.70	13.30	13.50	14.90	13.30
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	51.16	51.42	36.00	35.90	32.76	30.90
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	48.26	48.46	34.16	34.08	31.32	29.48
Peso del Agua (gr)	2.90	2.96	1.84	1.82	1.44	1.42
Peso del Suelo Seco (gr)	32.98	33.76	20.86	20.58	16.42	16.18
Contenido de Humedad	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%
Contenido de Humedad Promedio	8.8%		8.8%		8.8%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,630	8,620	8,620
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,502	8,420	8,345
Porcentaje de Absorción	2.89%	4.62%	6.46%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
28/08/2023	14.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
29/08/2023	14.00	24 horas	25.00	0.025	0.54%	20.00	0.020	0.43%	30.00	0.030	0.65%
30/08/2023	14.00	48 horas	30.00	0.030	0.65%	45.00	0.045	0.98%	75.00	0.075	1.63%
31/08/2023	14.00	72 horas	55.00	0.055	1.19%	75.00	0.075	1.63%	100.00	0.100	2.17%
01/09/2023	14.00	96 horas	65.00	0.065	1.41%	110.00	0.110	2.39%	150.00	0.150	3.28%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
TIEMPO	AREA PISTON		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	(mm)	(pulg. Cuadradas)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	74.00	173	58	62	144	48	49	114	38
1.0 min	1.27	0.050	132.00	309	103	120	279	93	107	249	83
1.5 min	1.91	0.075	188.00	439	146	176	410	137	163	380	127
2.0 min	2.54	0.100	250.00	584	195	238	554	185	225	524	175
4.0 min	5.08	0.200	412.00	961	320	400	932	311	387	902	301
6.0 min	7.62	0.300	512.00	1194	398	500	1165	388	487	1135	378
8.0 min	10.16	0.400	586.00	1366	455	574	1337	446	561	1307	436
10.0 min	12.70	0.500	612.00	1427	476	600	1398	466	587	1368	456



INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Barón Quisquitup
CIP. 78016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

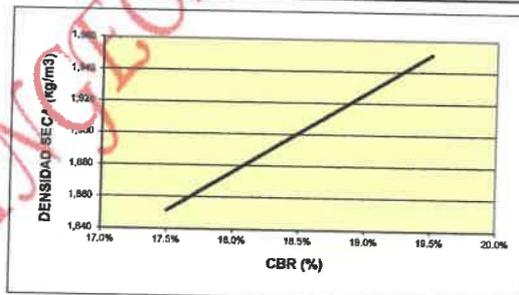
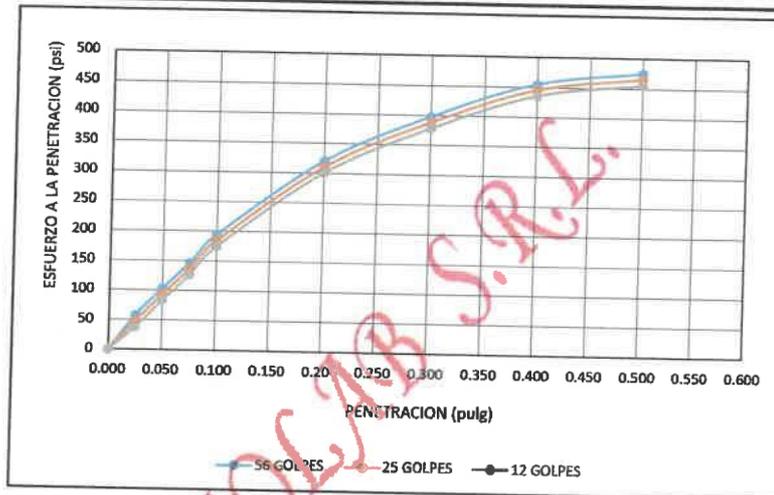
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	1.95	CBR AL 95% DE MDS =	17.6%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.82%	CBR AL 100% DE MDS =	19.5%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.41%	2.89%
25 GOLFES	2.39%	4.62%
12 GOLFES	3.26%	6.46%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.91
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:



INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Forján Quintana
 CIP. 18016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

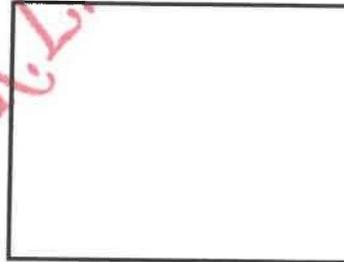
BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	14.34	14.96	14.66	15.26
Peso capsula. + suelo humedo	32.40	33.18	32.86	33.38
Peso capsula + suelo seco	29.20	29.32	28.60	28.82
Numero de golpes	46	34	22	14
Peso suelo seco	14.86	14.36	13.94	13.56
Peso agua	3.20	3.86	4.26	4.56
% humedad	21.5	26.9	30.6	33.6

OBSERVACIONES:**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	16.46	15.18	12.78
Peso capsula. + suelo humedo	26.70	26.76	25.34
Peso capsula + suelo seco	24.82	24.64	23.04
Peso suelo seco	8.36	9.46	10.26
Peso agua	1.88	2.12	2.30
% humedad	22.5	22.4	22.4

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	29.6
LIMITE PLASTICO	22.4
INDICE PLASTICO	7.2

LIMITE LIQUIDO

INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Forján Quispitup

CIP 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

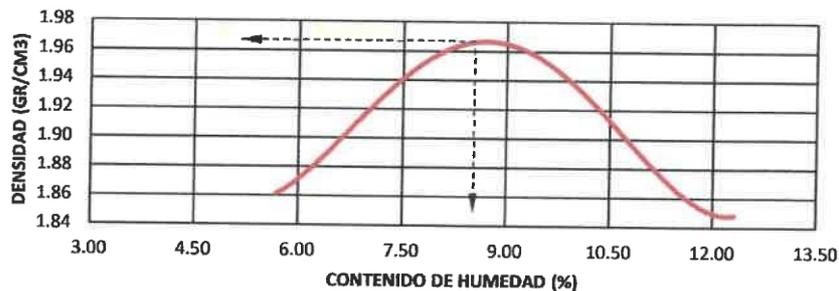
SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm)	11.60
		Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7050.00	7240.00	7400.00	7350.00	7280.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4140.00	4330.00	4490.00	4440.00	4370.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.97	2.06	2.13	2.11	2.08					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.1	14.7	15.2	12.6	15.0	15.1	13.0	13.2	12.9	12.7
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	48.6	47.0	49.2	48.9	50.0	51.1	50.6	54.5	50.5	52.6
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	46.7	45.3	47.0	46.5	47.3	48.3	47.0	50.5	46.4	48.2
Peso Suelo Humedo (gr)	1.90	1.74	2.24	2.40	2.74	2.82	3.62	3.96	4.12	4.38
Peso Suelo Seco (gr)	33.54	30.60	31.82	33.88	32.30	33.12	34.02	37.32	33.50	35.54
Contenido de Humedad (w)	5.66	5.69	7.04	7.08	8.48	8.51	10.64	10.61	12.30	12.32
Contenido de Humedad real		5.68	7.06		8.50		10.63		12.31	
Densidad Seca (Tn/m ³)		1.86	1.92		1.97		1.91		1.85	

HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.50
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m ³) =	1.97

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Barón Quispeur
CIP 18019
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA:

SEPTIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.97	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Óptima	8.50%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	7.01%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.96	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,600	8,540	8,410
Peso del Molde (gr)	4,070	4,090	4,090
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,530	4,450	4,320
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.13	2.09	2.03
Densidad Seca (gr/cm3)	1.97	1.93	1.88

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.18	12.38	13.14	12.98	13.20	13.28
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	56.26	54.26	58.00	46.28	47.68	46.28
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	52.80	50.98	54.50	43.66	44.98	43.70
Peso del Agua (gr)	3.46	3.28	3.50	2.62	2.70	2.58
Peso del Suelo Seco (gr)	40.62	38.60	41.36	30.68	31.78	30.42
Contenido de Humedad	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
Contenido de Humedad Promedio	8.5%		8.5%		8.5%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,620	8,610	8,605
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,502	8,420	8,345
Porcentaje de Absorción	2.66%	4.39%	6.11%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
28/08/2023	15.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
29/08/2023	15.00	24 horas	10.00	0.010	0.22%	20.00	0.020	0.43%	40.0	0.040	0.87%
30/08/2023	15.00	48 horas	25.00	0.025	0.54%	45.00	0.045	0.98%	80.0	0.080	1.74%
31/08/2023	15.00	72 horas	45.00	0.045	0.98%	70.00	0.070	1.52%	105.0	0.105	2.28%
01/09/2023	15.00	96 horas	60.00	0.060	1.30%	100.00	0.100	2.17%	140.0	0.140	3.04%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03				MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
AREA PISTON		Pulg. Cuadradas		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	
	(mm)	(pulg)										
0.5 min	0.64	0.025	68.00	159	53	56	130	43	43	100	33	
1.0 min	1.27	0.050	140.00	327	109	128	298	99	115	268	89	
1.5 min	1.91	0.075	190.00	444	148	178	415	138	165	384	128	
2.0 min	2.54	0.100	257.00	600	200	245	571	190	232	540	180	
4.0 min	5.08	0.200	410.00	956	319	398	927	309	385	897	299	
6.0 min	7.62	0.300	512.00	1194	398	500	1165	388	487	1135	378	
8.0 min	10.16	0.400	570.00	1329	443	558	1300	433	545	1270	423	
10.0 min	12.70	0.500	590.00	1376	459	578	1347	449	565	1316	439	





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-1; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

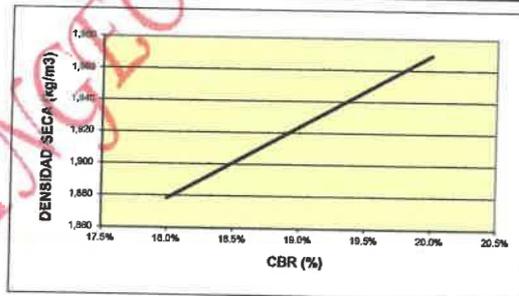
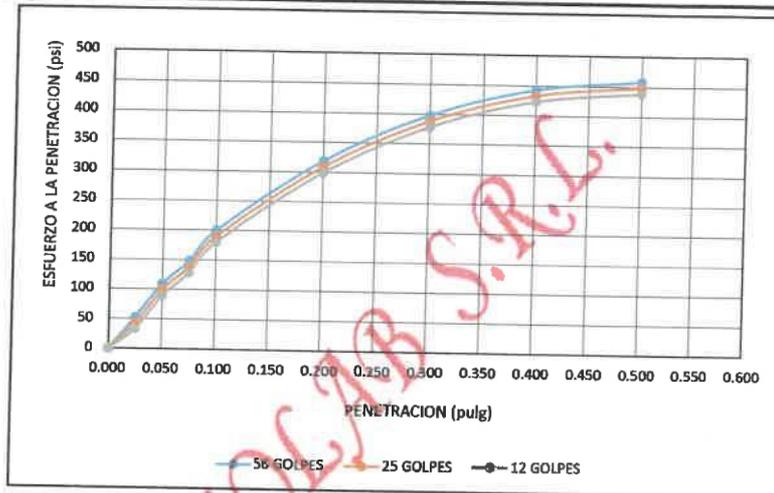
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	1.97	CBR AL 95% DE MDS =	17.8%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.50%	CBR AL 100% DE MDS =	20.0%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.30%	2.66%
25 GOLFES	2.17%	4.39%
12 GOLFES	3.04%	6.11%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.94
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:

INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Furjón Quispe
 CIP. 78916
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA: CALICATA C-2; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. : 1.50m

UBICACIÓN: CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	20.52	20.28	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	64.40	61.88	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	60.96	58.62	
Peso del Agua gr.	3.44	3.26	
Peso de Suelo Seca gr.	40.44	38.34	
Porcentaje de Humedad %	8.51	8.50	8.50

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 8.50



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Forján Quisplume
CIP. 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

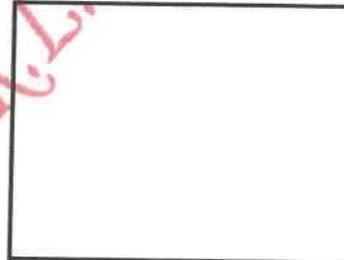
FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.74	13.64	13.64	13.48
Peso capsula. + suelo humedo	30.76	31.16	30.80	30.82
Peso capsula + suelo seco	27.06	27.24	26.88	26.60
Numero de golpes	46	30	21	13
Peso suelo seco	13.32	13.60	13.24	13.14
Peso agua	3.70	3.92	3.92	4.22
% humedad	27.8	28.8	29.6	32.1

OBSERVACIONES:



LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.70	14.72	13.38
Peso capsula. + suelo humedo	25.50	25.58	25.36
Peso capsula + suelo seco	23.54	23.78	23.36
Peso suelo seco	9.84	9.06	9.98
Peso agua	1.96	1.80	2.00
% humedad	19.9	19.9	20.0

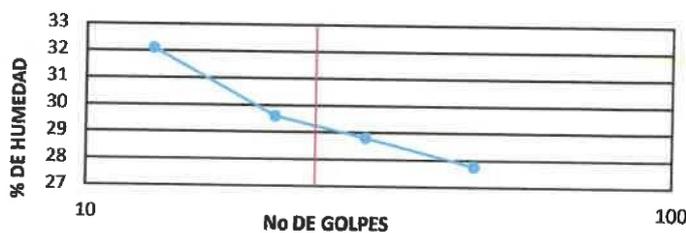
RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **29.3**

LIMITE PLASTICO **19.9**

INDICE PLASTICO **9.3**

LIMITE LIQUIDO



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Fortan Quispilur

CIP. 78016

GERENTE

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107- 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCROY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCROY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.76	57.00	7.09	92.91
Nº 10	2.00	99.00	12.31	80.60
Nº 40	0.43	125.00	15.55	65.05
Nº 100	0.14	115.00	14.30	50.75
Nº 200	0.07	48.00	5.97	44.78
CAZUELA		360.00	44.78	0.00
TOTAL :		804.00	100	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retiene malla Nº4	GW
		GP
		GM
		GC
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa malla Nº 4	SW
		SP
		SM
		SC
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	LIMOS Y ARCILLAS (LL-50)	ML
		CL
		OL
	LIMOS Y ARCILLAS (LL-50)	MH
		CH
	OH	
Altamente Orgánico	Pt	



DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	92.91
PASA Nº10	80.60
PASA Nº40	65.05
PASA Nº200	44.78
RETIENE Nº4	7.09
D10	0.017
D30	0.05
D60	0.33
Cu	19.67
Cc	0.458
LL	29.3%
LP	19.9%
IP	9.3%
CLASIFICACION	
ASSTHO	A-4
SUCS	SC

INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Fariña Quispitup
 CIP: 78018
GERENTE

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2: S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

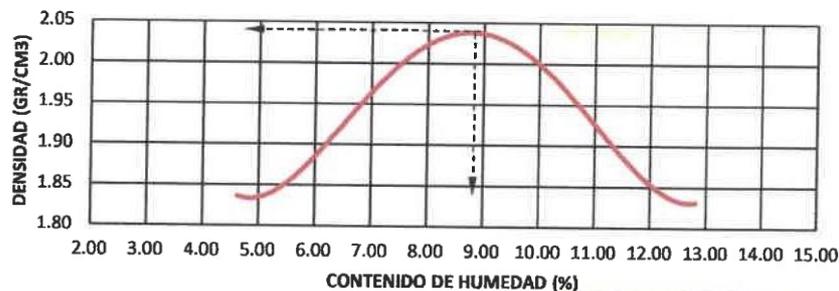
SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6955.00	7260.00	7575.00	7445.00	7260.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4045.00	4350.00	4665.00	4535.00	4350.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.92	2.07	2.22	2.15	2.07					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.44	13.60	13.62	13.70	13.66	14.70	13.38	13.36	13.36	13.04
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	48.30	48.88	48.66	47.82	45.40	47.82	46.08	46.02	47.20	46.98
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	48.75	47.32	46.48	45.68	42.86	45.16	42.90	42.84	43.36	43.12
Peso Suelo Humedo (gr)	1.54	1.56	2.18	2.14	2.54	2.66	3.18	3.18	3.84	3.86
Peso Suelo Seco (gr)	33.32	33.72	32.86	31.98	29.20	30.46	29.52	29.48	30.00	30.08
Contenido de Humedad (w)	4.62	4.63	6.63	6.69	8.70	8.73	10.77	10.79	12.80	12.83
Contenido de Humedad real	4.62	6.66	8.72	10.78	12.82					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.84	1.94	2.04	1.94	1.83					

HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.72
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =	2.04

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Forján Quispilur
 CIP. 78016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA:

SETIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.04	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.72%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.50%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,720	8,760	8,610
Peso del Molde (gr)	3,960	4,080	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,760	4,680	4,565
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.24	2.20	2.15
Densidad Seca (gr/cm3)	2.04	2.00	1.96

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.64	13.90	19.90	20.08	12.90	13.36
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	46.50	47.22	57.70	54.46	52.26	51.60
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	43.56	44.24	54.32	51.38	48.76	48.20
Peso del Agua (gr)	2.94	2.98	3.38	3.08	3.50	3.40
Peso del Suelo Seco (gr)	29.92	30.34	34.42	31.30	35.86	34.84
Contenido de Humedad	9.8%	9.8%	9.8%	9.8%	9.8%	9.8%
Contenido de Humedad Promedio	9.8%					

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,855	8,975	8,925
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,720	8,760	8,610
Porcentaje de Absorción	2.84%	4.59%	6.90%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
04/09/2023	8.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
05/09/2023	8.00	24 horas	10.00	0.010	0.22%	25.00	0.025	0.54%	45.0	0.045	0.98%
06/09/2023	8.00	48 horas	25.00	0.025	0.54%	50.00	0.050	1.09%	80.0	0.080	1.74%
07/09/2023	8.00	72 horas	40.00	0.040	0.87%	70.00	0.070	1.52%	120.0	0.120	2.61%
08/09/2023	8.00	96 horas	65.00	0.065	1.41%	105.00	0.105	2.28%	160.0	0.160	3.47%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
TIEMPO	AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	(mm)	(pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	96.00	225	75	68	159	53	60	141	47
1.0 min	1.27	0.050	168.00	392	131	159	372	124	137	320	107
1.5 min	1.91	0.075	248.00	579	193	228	532	177	215	502	167
2.0 min	2.54	0.100	285.00	665	222	265	618	206	250	584	195
4.0 min	5.08	0.200	475.00	1108	369	455	1061	354	430	1003	334
6.0 min	7.62	0.300	602.00	1404	468	568	1324	441	539	1257	419
8.0 min	10.16	0.400	684.00	1595	532	632	1474	491	594	1385	462
10.0 min	12.70	0.500	740.00	1725	575	681	1588	529	626	1460	487



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quispe
CIP. 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRÍJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

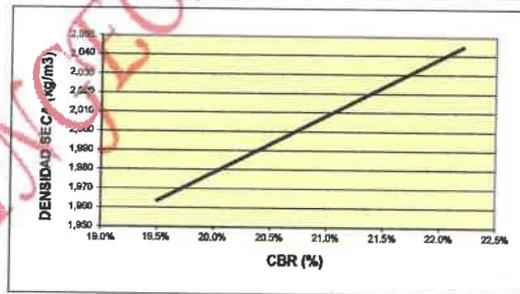
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	2.04	CBR AL 95% DE MDS =	18.8%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.72%	CBR AL 100% DE MDS =	22.2%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.41%	2.84%
25 GOLFES	2.28%	4.59%
12 GOLFES	3.47%	6.90%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.90

OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:

INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Farfan Quispe
CIP 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCROY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCROY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	14.36	14.98	14.68	15.24
Peso capsula. + suelo humedo	31.70	31.52	32.42	31.80
Peso capsula + suelo seco	28.30	27.90	28.36	27.76
Numero de golpes	43	31	21	13
Peso suelo seco	13.94	12.92	13.68	12.52
Peso agua	3.40	3.62	4.06	4.04
% humedad	24.4	28.0	29.7	32.3

OBSERVACIONES:

Empty box for observations.

LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	16.48	15.18	12.78
Peso capsula. + suelo humedo	27.48	27.36	25.38
Peso capsula + suelo seco	25.84	25.32	23.28
Peso suelo seco	9.16	10.14	10.50
Peso agua	1.84	2.04	2.10
% humedad	20.1	20.1	20.0

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	29.0
LIMITE PLASTICO	20.1
INDICE PLASTICO	8.9

LIMITE LIQUIDO

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Forján Quispe
 CIP 72016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCROY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCROY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

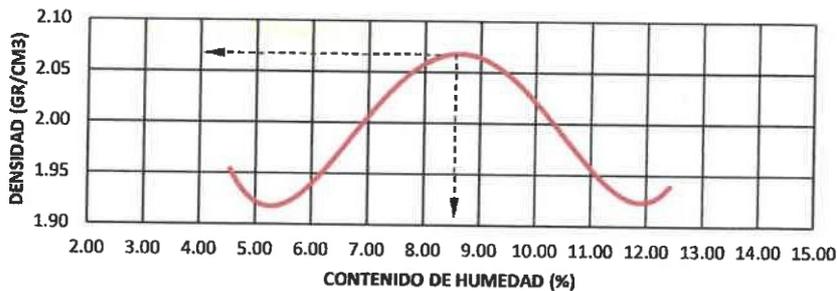
BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105
MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7210.00	7430.00	7640.00	7560.00	7500.00
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4300.00	4520.00	4730.00	4650.00	4590.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m ³)	2.04	2.15	2.25	2.21	2.18
CAPSULA No	1	2	3	4	5
Peso de la Capsula (gr)	12.92	13.10	13.42	13.60	13.66
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	46.80	45.90	48.28	48.94	47.36
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	45.32	44.48	46.00	46.62	44.68
Peso Suelo Humedo (gr)	1.48	1.42	2.28	2.32	2.68
Peso Suelo Seco (gr)	32.40	31.38	32.58	33.02	31.08
Contenido de Humedad (w)	4.57	4.53	7.00	7.03	8.62
Contenido de Humedad real	4.55	7.01	8.64	10.30	12.42
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.95	2.01	2.07	2.00	1.94
HUMEDAD OPTIMA (%) = 8.64					
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = 2.07					

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quispitur
CIP. 78016
GERENTE



INGEOLAB S.R.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.07	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.64%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.50%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.96	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,720	8,740	8,550
Peso del Molde (gr)	3,960	4,080	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,760	4,660	4,505
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.24	2.19	2.12
Densidad Seca (gr/cm3)	2.07	2.02	1.96

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.64	13.90	13.66	14.70	12.90	12.94
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	45.94	46.14	46.20	49.74	45.36	46.12
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	43.40	43.62	43.64	47.00	42.82	43.52
Peso del Agua (gr)	2.54	2.52	2.56	2.74	2.54	2.60
Peso del Suelo Seco (gr)	29.76	29.72	29.98	32.30	29.92	30.58
Contenido de Humedad	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
Contenido de Humedad Promedio	8.5%		8.5%		8.5%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,840	8,940	8,845
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,720	8,740	8,550
Porcentaje de Absorción	2.52%	4.29%	6.55%

ENSAYO DE EXPANSION

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
04/09/2023	10.30	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
05/09/2023	10.30	24 horas	10.00	0.010	0.22%	35.00	0.035	0.76%	40.0	0.040	0.87%
06/09/2023	10.30	48 horas	35.00	0.035	0.76%	55.00	0.055	1.19%	65.0	0.065	1.41%
07/09/2023	10.30	72 horas	50.00	0.050	1.09%	80.00	0.080	1.74%	105.0	0.105	2.28%
08/09/2023	10.30	96 horas	60.00	0.060	1.30%	100.00	0.100	2.17%	150.0	0.150	3.26%

ENSAYO DE PENETRACION

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	95.00	222	74	82	191	64	71	166	55
1.0 min	1.27	0.050	170.00	397	132	157	366	122	146	341	114
1.5 min	1.91	0.075	251.00	586	195	238	554	185	227	530	177
2.0 min	2.54	0.100	292.00	681	227	279	650	217	268	625	208
4.0 min	5.08	0.200	475.00	1108	369	462	1076	359	451	1052	351
6.0 min	7.62	0.300	600.00	1399	466	587	1368	456	576	1343	448
8.0 min	10.16	0.400	650.00	1516	505	637	1484	485	626	1450	487
10.0 min	12.70	0.500	710.00	1655	552	697	1624	541	686	1599	532

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guilo Farfán Quispi
 CIP 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

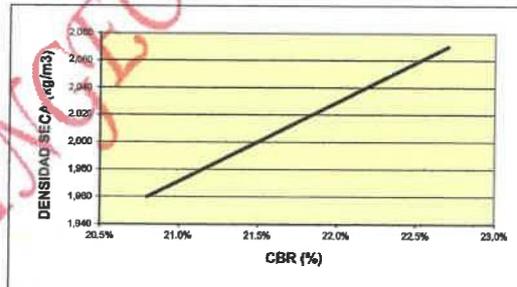
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

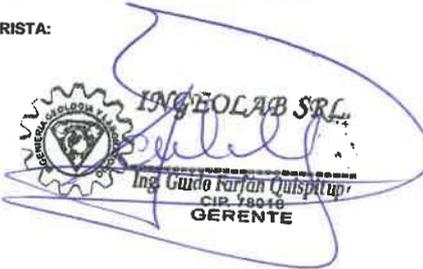
MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	2.07	CBR AL 95% DE MDS =	20.9%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.64%	CBR AL 100% DE MDS =	22.7%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.30%	2.52%
25 GOLFES	2.17%	4.29%
12 GOLFES	3.26%	6.55%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.92
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:


INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Karlan Quispitup
 CIP 78040
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

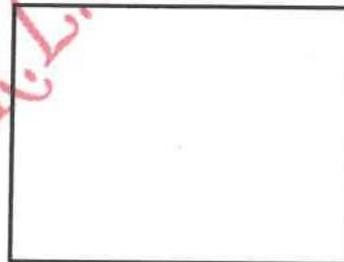
FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	14.36	14.98	14.68	15.24
Peso capsula. + suelo humedo	34.36	35.20	34.58	35.78
Peso capsula + suelo seco	30.50	30.84	30.08	30.68
Numero de golpes	44	33	21	13
Peso suelo seco	16.14	15.86	15.40	15.44
Peso agua	3.86	4.36	4.50	5.10
% humedad	23.9	27.5	29.2	33.0

OBSERVACIONES:



LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	16.52	15.20	12.82
Peso capsula. + suelo humedo	30.14	30.60	25.98
Peso capsula + suelo seco	27.88	28.04	23.80
Peso suelo seco	11.36	12.84	10.98
Peso agua	2.26	2.56	2.18
% humedad	19.9	19.9	19.9

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **28.6**

LIMITE PLASTICO **19.9**

INDICE PLASTICO **8.7**

LIMITE LIQUIDO



INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfán Quispe
 CIP 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

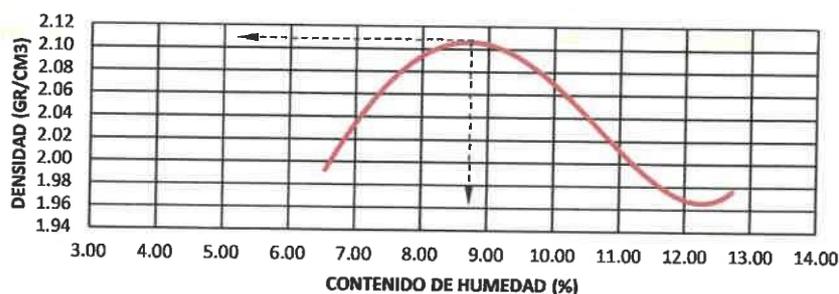
SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (C.C.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7380.00	7530.00	7720.00	7680.00	7600.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4470.00	4620.00	4810.00	4770.00	4690.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	2.12	2.19	2.29	2.27	2.23					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	14.54	14.76	14.36	13.46	13.72	13.96	13.38	13.36	13.42	13.50
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	50.64	51.54	51.46	51.02	48.24	49.22	47.04	49.20	46.36	44.32
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	48.42	49.28	48.98	48.50	45.54	46.44	43.90	45.86	42.64	40.84
Peso Suelo Humedo (gr)	2.22	2.26	2.48	2.52	2.70	2.78	3.14	3.34	3.72	3.48
Peso Suelo Seco (gr)	33.88	34.52	34.62	35.04	31.82	32.48	30.52	32.50	29.22	27.34
Contenido de Humedad (w)	6.55	6.55	7.16	7.19	8.49	8.56	10.29	10.28	12.73	12.73
Contenido de Humedad real	6.55	7.18	8.52	10.28	12.73					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.99	2.05	2.11	2.05	1.98					

HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.52
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =	2.11

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ingl. Guido Parfán Quispe
CIP. 78016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA:

SETIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.11	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Óptima	8.52%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.50%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,810	8,830	8,680
Peso del Molde (gr)	3,960	4,080	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,850	4,750	4,635
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.28	2.23	2.18
Densidad Seca (gr/cm3)	2.11	2.06	2.01

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.64	13.90	13.66	14.70	12.90	12.94
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	45.94	46.14	46.20	49.74	45.36	46.12
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	43.40	43.62	43.64	47.00	42.82	43.52
Peso del Agua (gr)	2.54	2.52	2.56	2.74	2.54	2.60
Peso del Suelo Seco (gr)	29.76	29.72	29.98	32.30	29.92	30.58
Contenido de Humedad	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
Contenido de Humedad Promedio	8.5%		8.5%		8.5%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,920	9,015	8,970
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,810	8,830	8,680
Porcentaje de Absorción	2.27%	3.89%	6.26%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
04/09/2023	14.15	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
05/09/2023	14.15	24 horas	15.00	0.015	0.33%	30.00	0.030	0.65%	35.0	0.035	0.76%
06/09/2023	14.15	48 horas	30.00	0.030	0.65%	45.00	0.045	0.98%	70.0	0.070	1.52%
07/09/2023	14.15	72 horas	40.00	0.040	0.87%	70.00	0.070	1.52%	100.0	0.100	2.17%
08/09/2023	14.15	96 horas	55.00	0.055	1.19%	90.00	0.090	1.95%	145.0	0.145	3.15%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
TIEMPO	AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	TIEMPO	PENETRACION (mm) (pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	84.00	197	66	71	165	55	60	141	47
1.0 min	1.27	0.050	180.00	420	140	167	389	130	156	365	122
1.5 min	1.91	0.075	255.00	595	198	242	564	188	231	539	180
2.0 min	2.54	0.100	296.00	691	230	283	659	220	272	635	212
4.0 min	5.08	0.200	480.00	1119	373	467	1088	363	456	1064	355
6.0 min	7.62	0.300	610.00	1422	474	597	1391	464	586	1366	455
8.0 min	10.16	0.400	640.00	1492	497	627	1461	487	616	1436	479
10.0 min	12.70	0.500	650.00	1516	505	637	1484	495	626	1460	487

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Parján Quispe
 CIP 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

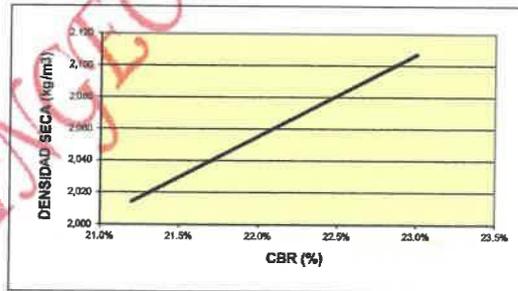
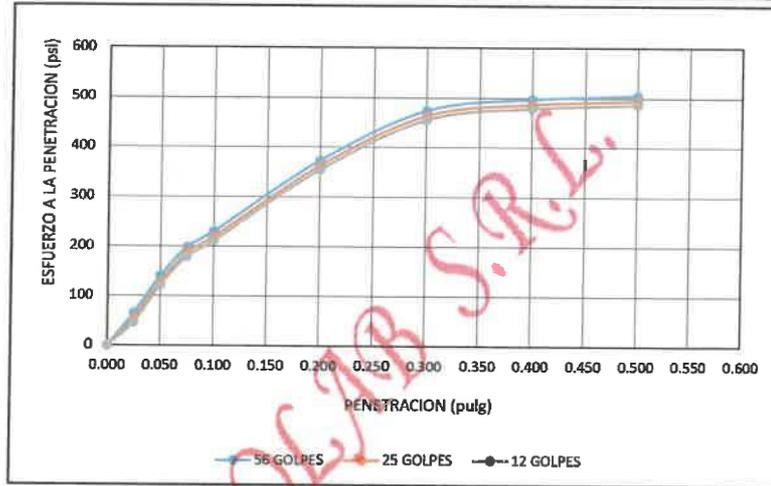
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	2.11	CBR AL 95% DE MDS =	20.9%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.52%	CBR AL 100% DE MDS =	23.0%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.19%	2.27%
25 GOLFES	1.95%	3.89%
12 GOLFES	3.15%	6.26%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.92
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Barfán Quispac
CIP. 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

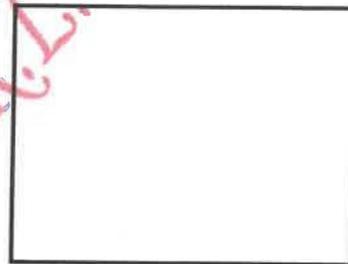
FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	14.36	14.98	14.68	15.24
Peso capsula. + suelo humedo	34.36	35.20	34.58	35.78
Peso capsula + suelo seco	30.50	30.84	30.08	30.68
Numero de golpes	44	33	21	13
Peso suelo seco	16.14	15.86	15.40	15.44
Peso agua	3.86	4.36	4.50	5.10
% humedad	23.9	27.5	29.2	33.0

OBSERVACIONES:



LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	16.52	15.20	12.82
Peso capsula. + suelo humedo	30.14	30.60	25.98
Peso capsula + suelo seco	27.86	28.02	23.78
Peso suelo seco	11.34	12.82	10.96
Peso agua	2.28	2.58	2.20
% humedad	20.1	20.1	20.1

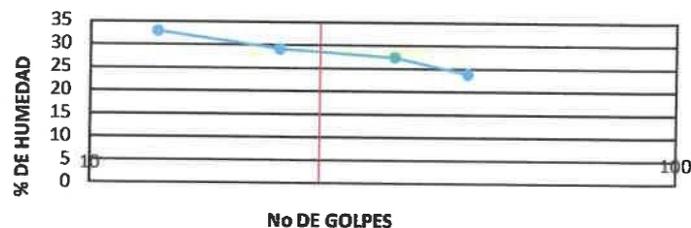
RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **28.6**

LIMITE PLASTICO **20.1**

INDICE PLASTICO **8.5**

LIMITE LIQUIDO



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quispit
CIP: 78018
GERENTE

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

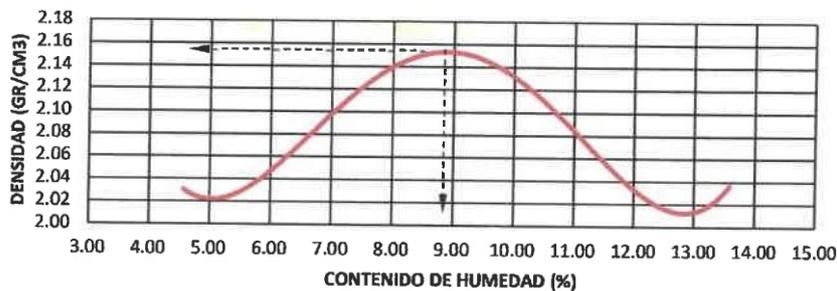
SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7380.00	7610.00	7810.00	7780.00	7780.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4470.00	4700.00	4900.00	4870.00	4870.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	2.12	2.23	2.33	2.31	2.31					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.30	13.30	13.90	14.30	14.50	14.80	13.60	13.10		
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	49.70	52.40	48.00	48.20	48.50	47.70	51.90	51.00	52.00	51.60
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	48.10	50.70	45.80	46.00	45.86	45.06	48.20	47.40	47.40	47.00
Peso Suelo Humedo (gr)	1.60	1.70	2.20	2.20	2.64	2.64	3.70	3.60	4.60	4.60
Peso Suelo Seco (gr)	34.80	37.40	32.20	32.10	31.56	31.66	33.70	32.60	33.80	33.90
Contenido de Humedad (w)	4.60	4.55	6.83	6.85	8.37	8.34	10.98	11.04	13.61	13.57
Contenido de Humedad real		4.57	6.84		8.35		11.01		13.59	
Densidad Seca (Tn/m ³)		2.03	2.09		2.15		2.08		2.04	

HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.35
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =	2.15

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quispitupac
 CIP. 78018
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.15	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Óptima	8.35%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.50%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,910	8,910	8,760
Peso del Molde (gr)	3,960	4,080	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,950	4,830	4,715
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.38	2.27	2.22
Densidad Seca (gr/cm3)	2.15	2.10	2.05

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.50	12.70	12.80	12.60	12.50	12.80
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	50.40	52.20	54.00	55.10	52.00	50.40
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	47.50	49.18	50.84	51.84	48.98	47.52
Peso del Agua (gr)	2.90	3.02	3.16	3.26	3.02	2.88
Peso del Suelo Seco (gr)	35.00	36.48	38.04	39.24	36.48	34.72
Contenido de Humedad	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%
Contenido de Humedad Promedio	8.3%					

DATOS DE ABSORCIÓN	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,005	9,085	9,040
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,910	8,910	8,760
Porcentaje de Absorción	1.92%	3.62%	5.94%

ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
04/09/2023	17.20	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
05/09/2023	17.20	24 horas	10.00	0.010	0.22%	20.00	0.020	0.43%	35.0	0.035	0.76%
06/09/2023	17.20	48 horas	25.00	0.025	0.54%	40.00	0.040	0.87%	70.0	0.070	1.52%
07/09/2023	17.20	72 horas	35.00	0.035	0.76%	60.00	0.060	1.30%	100.0	0.100	2.17%
08/09/2023	17.20	96 horas	45.00	0.045	0.98%	85.00	0.085	1.85%	135.0	0.135	2.93%

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES 25 GOLPES 12 GOLPES								
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	90.00	211	70	77	179	60	66	155	52
1.0 min	1.27	0.050	185.00	432	144	172	401	134	161	376	125
1.5 min	1.91	0.075	260.00	607	202	247	575	192	236	551	184
2.0 min	2.54	0.100	302.00	705	235	289	673	224	278	649	216
4.0 min	5.08	0.200	475.00	1108	369	462	1076	359	451	1052	351
6.0 min	7.62	0.300	600.00	1399	466	587	1368	456	576	1343	448
8.0 min	10.16	0.400	635.00	1481	494	622	1449	483	611	1425	475
10.0 min	12.70	0.500	644.00	1502	501	631	1470	490	620	1446	482

INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Farfán Quispe
 CIP 75016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-2; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

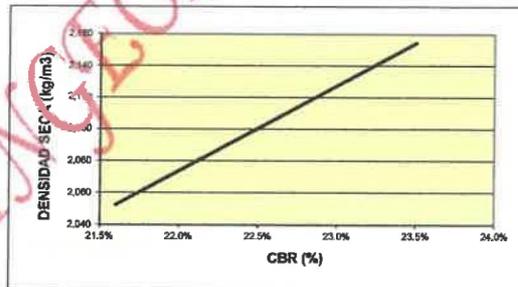
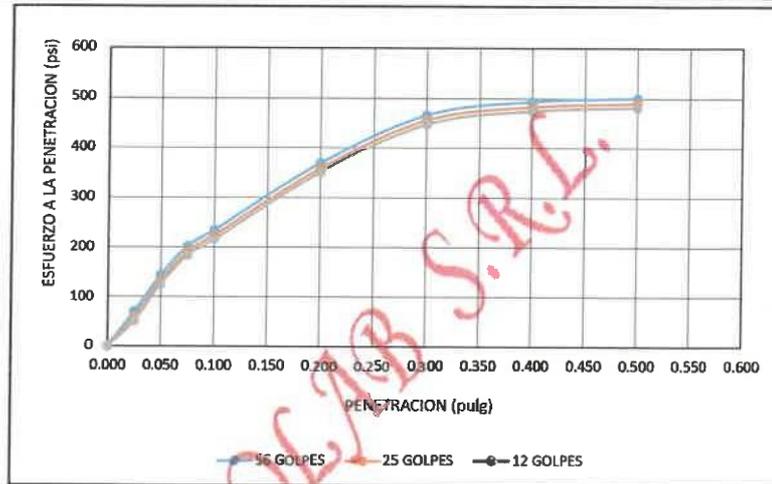
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	2.15	CBR AL 95% DE MDS =	21.5%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.35%	CBR AL 100% DE MDS =	23.5%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	0.98%	1.92%
25 GOLFES	1.85%	3.62%
12 GOLFES	2.93%	5.94%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.96
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:


 INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Rarfan Quespita
 CIP. 18016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA: CALICATA C-3; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. : 1.50m

UBICACIÓN: CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.32	13.36	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	74.62	69.82	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	69.96	65.52	
Peso del Agua gr.	4.66	4.30	
Peso de Suelo Seca gr.	56.64	52.16	
Porcentaje de Humedad %	8.23	8.24	8.24

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 8.24



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Furlán Quispi
CIP. 18016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

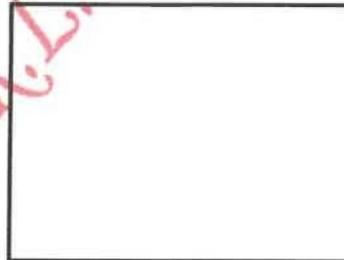
BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.90	13.64	13.36	13.38
Peso capsula. + suelo humedo	31.32	30.52	30.88	29.88
Peso capsula + suelo seco	27.28	26.54	26.60	25.74
Numero de golpes	39	31	20	13
Peso suelo seco	13.38	12.90	13.24	12.90
Peso agua	4.04	3.98	4.28	4.14
% humedad	30.2	30.9	32.3	33.5

OBSERVACIONES:**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.52	13.44	14.54
Peso capsula. + suelo humedo	24.56	24.48	24.76
Peso capsula + suelo seco	22.84	22.78	23.18
Peso suelo seco	9.32	9.34	8.64
Peso agua	1.72	1.70	1.58
% humedad	18.5	18.2	18.3

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **31.7**

LIMITE PLASTICO **18.3**

INDICE PLASTICO **13.3**

LIMITE LIQUIDO

INGEOLAB S.R.L.
 Ing/ Guido Farján Quispitup
 CIP 18018
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107- 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

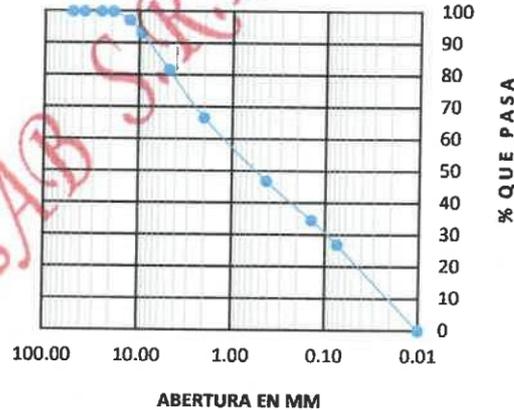
BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4" (101.60 mm.)	0.00	0.00	100.00
2" (50.80 mm.)	0.00	0.00	100.00
1 1/2" (38.10 mm.)	0.00	0.00	100.00
1" (25.40 mm.)	0.00	0.00	100.00
3/4" (19.10 mm.)	0.00	0.00	100.00
1/2" (12.70 mm.)	26.00	2.84	97.16
3/8" (9.52 mm.)	37.00	4.03	93.13
Nº 4 (4.76 mm.)	105.00	11.45	81.68
Nº 10 (2.00 mm.)	138.00	15.05	66.63
Nº 40 (0.43 mm.)	181.00	19.74	46.89
Nº 100 (0.14 mm.)	112.00	12.21	34.88
Nº 200 (0.07 mm.)	70.00	7.63	27.04
CAZUELA	248.00	27.04	0.00
TOTAL :	917.00	100	

GRAFICO DE GRANULOMETRIA

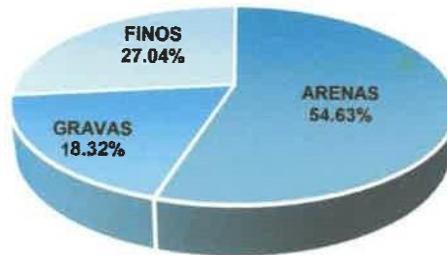


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 60% retiene malla Nº 4	GW
		GP
		GM
		GC
	ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 60% pasa malla Nº 4	SW
	SP	
	SM	
	SC	
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS (LL-60)	ML
		CL
		OL
	LIMOS Y ARCILLAS (LI-60)	MH
		CH
	OH	
Altamente Orgánico		Pt

COMPOSICIÓN



DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	81.68
PASA Nº 10	66.63
PASA Nº 40	46.89
PASA Nº 200	27.04
RETIENE Nº 4	18.32
D10	0.027
D30	0.10
D60	1.47
Cu	53.77
Cc	0.246
LL	31.7%
LP	18.3%
IP	13.3%

CLASIFICACION

ASSTHO	A-2-6
SUCS	SC



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quispe
CIP. 78016
GERENTE

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA:

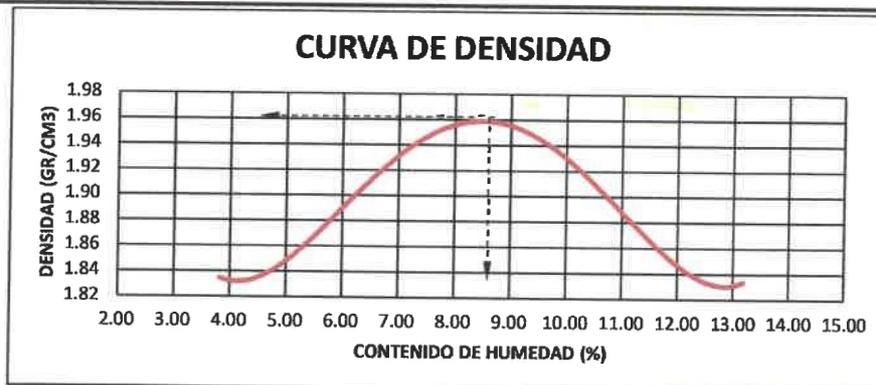
SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volume (C.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6920.00	7150.00	7385.00	7330.00	7280.00
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4010.00	4240.00	4475.00	4420.00	4370.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.91	2.01	2.13	2.10	2.08

CAPSULA No	1	2	3	4	5
Peso de la Capsula (gr)	14.54	14.74	14.36	13.46	13.74
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	48.02	47.56	48.22	49.48	44.54
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	46.78	46.36	46.26	47.38	42.12
Peso Suelo Humedo (gr)	1.24	1.20	1.96	2.10	2.42
Peso Suelo Seco (gr)	32.24	31.62	31.90	33.92	28.38
Contenido de Humedad (w)	3.85	3.80	6.14	6.19	8.53
Contenido de Humedad real	3.82		6.17		8.52
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.83		1.90		1.96

HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.52
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m ³) =	1.96




INGEO LAB S.R.L.

Ing. Guido Farján Quispe
 CIP 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
REGION APURIMAC

SOLICITADO:

DIRECCION SUB REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - CHANKA

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.96	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.52%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.24%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,580	8,480	8,280
Peso del Molde (gr)	4,070	4,090	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,510	4,390	4,235
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.12	2.07	1.99
Densidad Seca (gr/cm3)	1.96	1.90	1.84

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.39	13.36	14.56	14.78	13.64	13.32
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	46.40	45.60	46.20	45.40	48.20	47.88
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	43.82	43.08	43.72	43.00	45.50	45.18
Peso del Agua (gr)	2.58	2.52	2.48	2.40	2.70	2.70
Peso del Suelo Seco (gr)	30.44	29.72	29.16	28.22	31.86	31.86
Contenido de Humedad	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
Contenido de Humedad Promedio	8.5%			8.5%		

DATOS DE ABSORCION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,715	8,700	8,575
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,580	8,480	8,280
Porcentaje de Absorción	2.99%	5.01%	6.97%

ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
11/09/2023	8.35	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
12/09/2023	8.35	24 horas	25.00	0.025	0.54%	30.00	0.030	0.65%	55.0	0.055	1.19%
13/09/2023	8.35	48 horas	40.00	0.040	0.87%	50.00	0.050	1.09%	100.0	0.100	2.17%
14/09/2023	8.35	72 horas	50.00	0.050	1.09%	85.00	0.085	1.85%	135.0	0.135	2.93%
15/09/2023	8.35	96 horas	70.00	0.070	1.52%	115.00	0.115	2.50%	160.0	0.160	3.47%

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES								
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
	(mm)	(pulg)		Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI
0.5 min	0.64	0.025	78.00	183	61	71	166	55	68	159	53
1.0 min	1.27	0.050	162.00	378	126	155	362	121	149	348	116
1.5 min	1.91	0.075	232.00	542	181	229	535	178	218	509	170
2.0 min	2.54	0.100	299.00	698	233	291	679	226	278	649	216
4.0 min	5.08	0.200	418.00	975	325	401	935	312	372	868	289
6.0 min	7.62	0.300	462.00	1077	359	441	1029	343	419	977	326
8.0 min	10.16	0.400	496.00	1157	386	478	1115	372	450	1050	350
10.0 min	12.70	0.500	524.00	1222	407	501	1168	389	470	1096	365

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfan Quispe
 CIP 18018
 GEOTECNICO



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 0.00% (0.0% CCH + 0.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

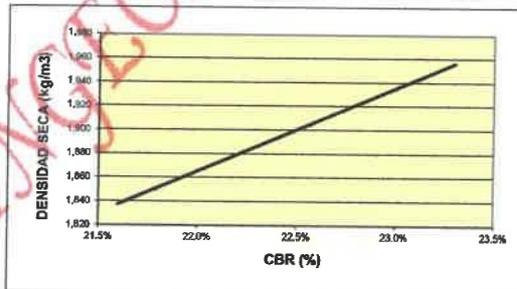
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	1.96	CBR AL 95% DE MDS =	21.9%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.52%	CBR AL 100% DE MDS =	23.3%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.52%	2.99%
25 GOLFES	2.50%	5.01%
12 GOLFES	3.47%	6.97%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.07
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfan Quispiluz,
 CIP. 78016
 GEOTECNICO



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

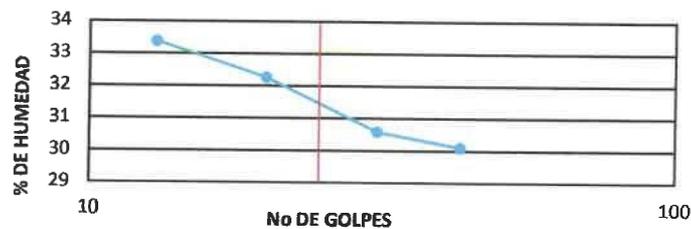
Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.88	13.64	13.36	13.36
Peso capsula. + suelo humedo	30.82	30.46	30.82	29.52
Peso capsula + suelo seco	26.90	26.52	26.56	25.48
Numero de golpes	43	31	20	13
Peso suelo seco	13.02	12.88	13.20	12.10
Peso agua	3.92	3.94	4.26	4.04
% humedad	30.1	30.6	32.3	33.4

OBSERVACIONES:**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	3	
Peso de la capsula	13.52	13.44	14.76
Peso capsula. + suelo humedo	25.46	25.34	25.24
Peso capsula + suelo seco	23.56	23.44	23.56
Peso suelo seco	10.04	10.00	8.80
Peso agua	1.90	1.90	1.68
% humedad	18.9	19.0	19.1

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	31.5
LIMITE PLASTICO	19.0
INDICE PLASTICO	12.5

LIMITE LIQUIDO

INGEOLAB S.R.L.

Ingl. Guido Forján Quispituc
CIP. 78016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

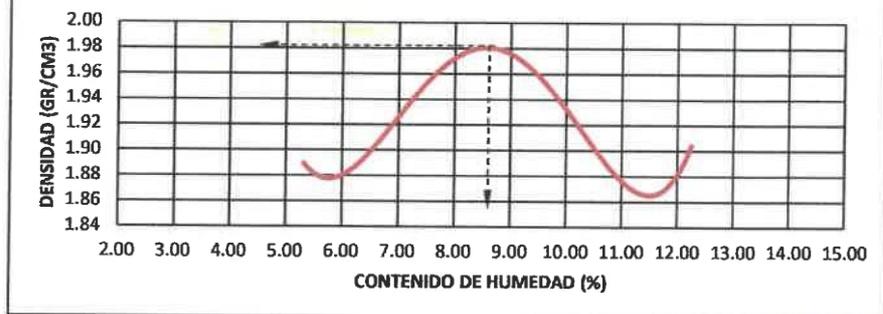
BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00											
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105									
MOLDE No	1	2	3	4	5									
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7100.00	7250.00	7420.00	7380.00	7410.00									
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00									
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4190.00	4340.00	4510.00	4470.00	4500.00									
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105									
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.99	2.06	2.14	2.12	2.14									
CAPSULA No	1	2	3	4	5									
Peso de la Capsula (gr)	13.40	13.39	13.66	13.92	13.54	13.48	14.54	14.78	13.52	13.12				
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	46.32	46.16	47.50	50.90	50.56	47.28	48.28	48.92	44.48	44.28				
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	44.66	44.50	45.28	48.48	47.72	44.70	45.20	45.80	41.10	40.88				
Peso Suelo Humedo (gr)	1.66	1.66	2.22	2.42	2.84	2.58	3.08	3.12	3.38	3.40				
Peso Suelo Seco (gr)	31.26	31.12	31.62	34.56	34.18	31.22	30.66	31.02	27.58	27.76				
Contenido de Humedad (w)	5.31	5.33	7.02	7.00	8.31	8.26	10.05	10.06	12.26	12.25				
Contenido de Humedad real	5.32		7.01		8.29		10.05		12.25					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.89		1.93		1.98		1.93		1.90					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA (%) =</td> <td>8.29</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =</td> <td>1.98</td> </tr> </table>											HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.29	DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m ³) =	1.98
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.29													
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m ³) =	1.98													

CURVA DE DENSIDAD




Ing. Guido Farfan Quispe
 CIP. 78916
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
REGION APURIMAC

SOLICITADO:

DIRECCION SUB REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - CHANKA

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.98	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.29%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.24%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,620	8,540	8,360
Peso del Molde (gr)	4,070	4,090	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,550	4,450	4,315
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.14	2.09	2.03
Densidad Seca (gr/cm3)	1.98	1.93	1.88

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	15.28	14.70	13.30	13.50	14.90	13.30
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	51.16	51.42	36.00	35.90	32.76	30.90
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	46.40	48.60	34.26	34.18	31.38	29.56
Peso del Agua (gr)	2.76	2.82	1.74	1.72	1.38	1.34
Peso del Suelo Seco (gr)	33.12	33.90	20.96	20.68	16.48	16.26
Contenido de Humedad	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.4%	8.2%
Contenido de Humedad Promedio	8.3%			8.3%		

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,740	8,750	8,650
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,620	8,540	8,360
Porcentaje de Absorción	2.64%	4.72%	6.72%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
0.001			Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.									
11/09/2023	10.30	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
12/09/2023	10.30	24 horas	15.00	0.015	0.33%	30.00	0.030	0.65%	50.0	0.050	1.09%
13/09/2023	10.30	48 horas	30.00	0.030	0.65%	50.00	0.050	1.09%	85.0	0.085	1.85%
14/09/2023	10.30	72 horas	45.00	0.045	0.98%	80.00	0.080	1.74%	120.0	0.120	2.61%
15/09/2023	10.30	96 horas	60.00	0.060	1.30%	110.00	0.110	2.39%	155.0	0.155	3.36%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	80.00	187	62	69	161	54	58	136	45
1.0 min	1.27	0.050	170.00	397	132	159	370	123	148	346	115
1.5 min	1.91	0.075	240.00	560	187	229	533	178	218	509	170
2.0 min	2.54	0.100	305.00	712	237	294	685	228	283	660	220
4.0 min	5.08	0.200	420.00	980	327	409	953	318	398	928	309
6.0 min	7.62	0.300	510.00	1189	396	499	1163	388	488	1138	379
8.0 min	10.16	0.400	540.00	1259	420	529	1232	411	518	1208	403
10.0 min	12.70	0.500	560.00	1306	435	549	1279	425	538	1255	418

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Parjan Quispitru
 CIP-76018
 GERENTE

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRÍJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 5.00% (3.0% CCH + 2.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

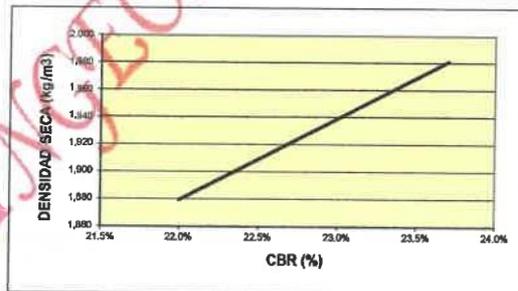
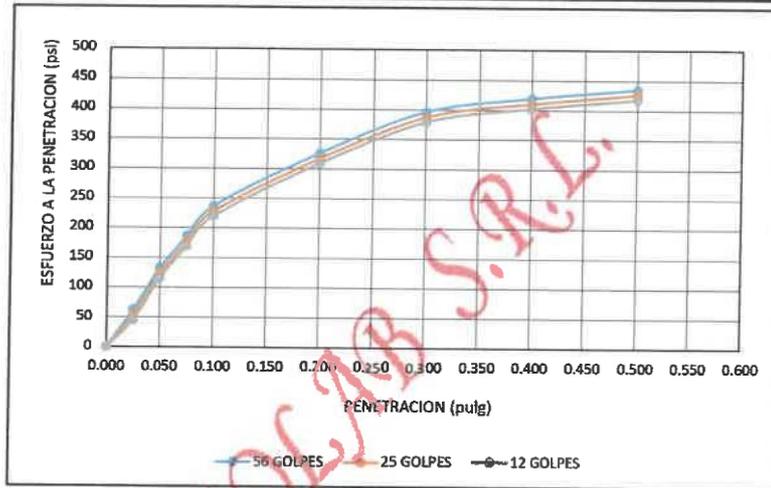
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	1.98	CBR AL 95% DE MDS =	22.0%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.29%	CBR AL 100% DE MDS =	23.7%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	1.30%	2.64%
25 GOLFES	2.39%	4.72%
12 GOLFES	3.36%	6.72%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	1.09
OBSERVACION:	CONFORME

V°B°

LABORATORISTA:



INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Farfan Quispit
 CIP. 78018
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 6.00% (3.5% CGH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

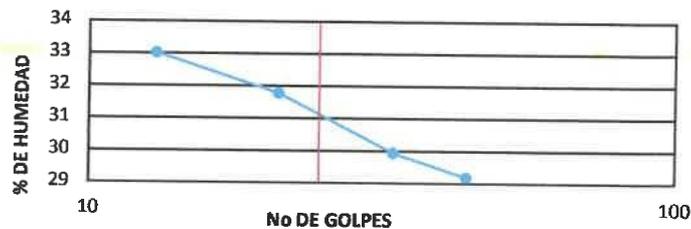
Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	14.36	14.98	14.68	15.24
Peso capsula. + suelo humedo	34.36	35.20	34.58	35.78
Peso capsula + suelo seco	29.84	30.54	29.78	30.68
Numero de golpes	44	33	21	13
Peso suelo seco	15.48	15.56	15.10	15.44
Peso agua	4.52	4.66	4.80	5.10
% humedad	29.2	29.9	31.8	33.0

OBSERVACIONES:**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	3	
Peso de la capsula	16.52	15.20	12.82
Peso capsula. + suelo humedo	30.14	30.60	25.98
Peso capsula + suelo seco	27.94	28.12	23.86
Peso suelo seco	11.42	12.92	11.04
Peso agua	2.20	2.48	2.12
% humedad	19.3	19.2	19.2

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	31.2
LIMITE PLASTICO	19.2
INDICE PLASTICO	12.0

LIMITE LIQUIDO

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfán Quispe
 CIP. 18016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOYO, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOYO, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

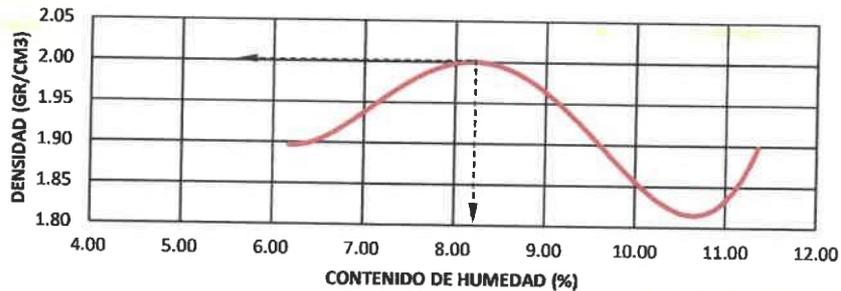
FECHA:

SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (C.C.) :	2105
MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7150.00	7300.00	7460.00	7380.00	7360.00
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4240.00	4390.00	4550.00	4470.00	4450.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m ³)	2.01	2.09	2.16	2.12	2.11
CAPSULA No	1	2	3	4	5
Peso de la Capsula (gr)	14.54	14.75	14.36	13.46	13.72
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	50.64	51.54	51.46	51.02	48.24
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	48.54	49.40	49.00	48.52	45.66
Peso Suelo Humedo (gr)	2.10	2.14	2.46	2.50	2.58
Peso Suelo Seco (gr)	34.00	34.64	34.64	35.06	31.94
Contenido de Humedad (w)	6.18	6.18	7.10	7.13	8.08
Contenido de Humedad real	6.18	6.18	7.12	8.09	9.21
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.90	1.95	2.00	1.94	1.90

HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.09
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =	2.00

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfán Quispit
 CIP 78018
 GERENTE



INGEOLAB S.R.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
REGION APURIMAC

SOLICITADO:

DIRECCION SUB REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - CHANKA

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.00	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.09%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.24%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.96	2123.10

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,660	8,570	8,410
Peso del Molde (gr)	4,070	4,090	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,590	4,480	4,365
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.16	2.11	2.06
Densidad Seca (gr/cm3)	2.00	1.95	1.90

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.00	15.14	12.98	12.60	12.68	13.24
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	42.26	40.58	40.26	40.22	41.68	41.02
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	40.06	38.54	38.22	38.14	39.50	38.94
Peso del Agua (gr)	2.20	2.04	2.04	2.08	2.18	2.08
Peso del Suelo Seco (gr)	27.16	25.40	25.24	25.54	26.82	25.70
Contenido de Humedad	8.1%	8.0%	8.1%	8.1%	8.1%	8.1%
Contenido de Humedad Promedio	8.1%		8.1%		8.1%	

DATOS DE ABSORCION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,770	8,765	8,700
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,660	8,570	8,410
Porcentaje de Absorción	2.40%	4.35%	6.64%

ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
11/09/2023	14.25	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
12/09/2023	14.25	24 horas	15.00	0.015	0.33%	20.00	0.020	0.43%	65.0	0.065	1.41%
13/09/2023	14.25	48 horas	30.00	0.030	0.65%	50.00	0.050	1.09%	85.0	0.085	1.85%
14/09/2023	14.25	72 horas	40.00	0.040	0.87%	70.00	0.070	1.52%	120.0	0.120	2.61%
15/09/2023	14.25	96 horas	55.00	0.055	1.19%	100.00	0.100	2.17%	145.0	0.145	3.15%

ENSAYO DE PENETRACION											
CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas											
TIEMPO	PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	(mm)	(pulg)	56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
			Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	78.00	183	61	67	156	52	56	132	44
1.0 min	1.27	0.050	165.00	385	128	154	359	120	143	334	111
1.5 min	1.91	0.075	255.00	595	198	244	568	189	233	544	181
2.0 min	2.54	0.100	311.00	726	242	300	699	233	289	674	225
4.0 min	5.08	0.200	412.00	961	320	401	934	311	390	910	303
6.0 min	7.62	0.300	520.00	1213	404	509	1186	395	498	1161	387
8.0 min	10.16	0.400	610.00	1422	474	599	1396	465	588	1371	457
10.0 min	12.70	0.500	680.00	1585	528	669	1559	520	650	1534	511

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfán Quesada
 CIP. 78018



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRUJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 6.00% (3.5% CCH + 2.5% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

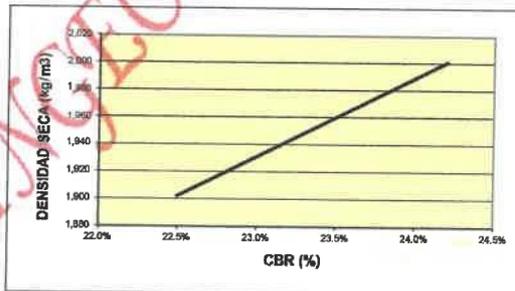
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	2.00	CBR AL 95% DE MDS =	22.5%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.09%	CBR AL 100% DE MDS =	24.2%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	1.19%	2.40%
25 GOLPES	2.17%	4.35%
12 GOLPES	3.15%	6.64%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.13
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Forján Quispitu
CIP. 78016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

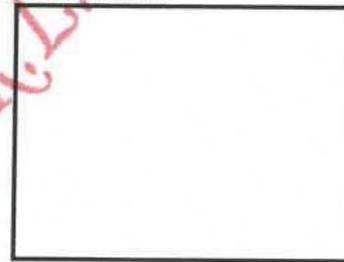
FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.36	13.60	13.60	13.44
Peso capsula. + suelo humedo	31.98	31.90	32.90	32.50
Peso capsula + suelo seco	27.84	27.78	28.40	27.86
Numero de golpes	43	31	20	14
Peso suelo seco	14.48	14.18	14.80	14.42
Peso agua	4.14	4.12	4.50	4.64
% humedad	28.6	29.1	30.4	32.2

OBSERVACIONES:



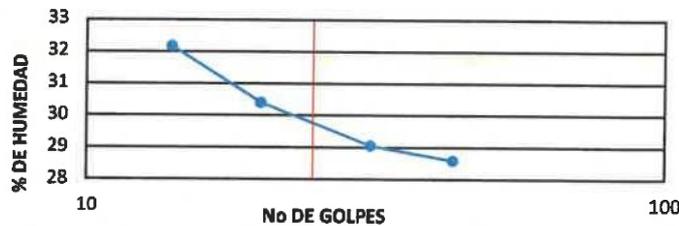
LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.66	14.70	14.52
Peso capsula. + suelo humedo	26.74	25.88	25.78
Peso capsula + suelo seco	23.88	24.16	24.04
Peso suelo seco	10.22	9.46	9.52
Peso agua	1.86	1.72	1.74
% humedad	18.2	18.2	18.3

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	29.8
LIMITE PLASTICO	18.2
INDICE PLASTICO	11.6

LIMITE LIQUIDO



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Ruffin Quispitup
CIP. 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCCOY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

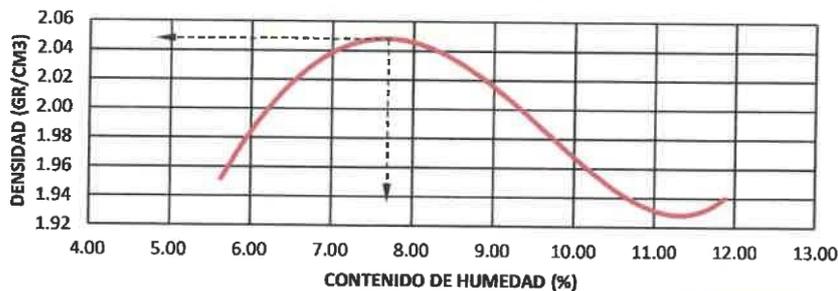
SETIEMBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.) :	2,910.00	Golpes por capa:	56.00		
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7250.00	7380.00	7560.00	7500.00	7480.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4340.00	4470.00	4650.00	4590.00	4570.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	2.06	2.12	2.21	2.18	2.17					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.44	13.62	13.68	13.66	14.70	13.40	13.36	12.58	12.78	
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	49.48	50.72	50.96	53.00	50.36	51.60	50.84	53.80	51.20	50.40
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	47.56	48.74	48.78	50.70	47.66	48.90	47.58	50.28	47.10	46.40
Peso Suelo Humedo (gr)	1.92	1.98	2.18	2.30	2.70	2.70	3.26	3.52	4.10	4.00
Peso Suelo Seco (gr)	34.12	35.12	35.16	37.02	34.00	34.20	34.18	36.92	34.52	33.62
Contenido de Humedad (w)	5.63	5.64	6.20	6.21	7.94	7.89	9.54	9.53	11.88	11.90
Contenido de Humedad real	5.63	6.21	7.92	9.54	11.89					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.95	2.00	2.05	1.99	1.94					

HUMEDAD OPTIMA (%) =	7.92
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m ³) =	2.05

CURVA DE DENSIDAD



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Guido Farfán Quispitup
CIP 76016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCCOY, APURÍMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

DIRECCION SUB REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - CHANKA

FECHA:

SEPTIEMBRE DEL 2023

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.05	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	7.92%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.24%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
56 GOLPES		25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
56 GOLPES		25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,770	8,670	8,520
Peso del Molde (gr)	4,070	4,090	4,045
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,700	4,580	4,475
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.21	2.15	2.11
Densidad Seca (gr/cm3)	2.05	2.00	1.95

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.88	12.68	13.16	13.14	12.90	13.20
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	46.28	56.20	48.26	47.26	48.52	47.12
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	43.84	53.00	45.70	44.76	45.90	44.64
Peso del Agua (gr)	2.44	3.20	2.56	2.50	2.62	2.48
Peso del Suelo Seco (gr)	30.86	40.32	32.54	31.62	33.00	31.44
Contenido de Humedad	7.9%	7.9%	7.9%	7.9%	7.9%	7.9%
Contenido de Humedad Promedio	7.9%		7.9%		7.9%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,865	8,855	8,790
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,770	8,670	8,520
Porcentaje de Absorción	2.02%	4.04%	6.03%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
11/09/2023	16.50	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
12/09/2023	16.50	24 horas	10.00	0.010	0.22%	20.00	0.020	0.43%	25.0	0.025	0.54%
13/09/2023	16.50	48 horas	20.00	0.020	0.43%	45.00	0.045	0.98%	65.0	0.065	1.41%
14/09/2023	16.50	72 horas	30.00	0.030	0.65%	70.00	0.070	1.52%	105.0	0.105	2.28%
15/09/2023	16.50	96 horas	50.00	0.050	1.09%	95.00	0.095	2.06%	140.0	0.140	3.04%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
TIEMPO	AREA PISTON		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	(mm)	(pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	84.00	197	66	73	170	57	62	145	48
1.0 min	1.27	0.050	170.00	397	132	159	370	123	148	346	115
1.5 min	1.91	0.075	255.00	595	198	244	568	189	233	544	181
2.0 min	2.54	0.100	318.00	742	247	307	715	238	296	691	230
4.0 min	5.08	0.200	450.00	1050	350	439	1023	341	428	998	333
6.0 min	7.62	0.300	502.00	1171	390	491	1144	381	480	1119	373
8.0 min	10.16	0.400	545.00	1271	424	534	1244	415	523	1220	407
10.0 min	12.70	0.500	590.00	1376	459	579	1349	450	568	1324	441

INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Farfán Quispe
 CIP. 78016
 GEOTECNIA



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

GRAFICOS CBR

PROYECTO:

DISEÑO DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HABAS-FRIJOL EN CARRETERA ORCCONMALLO-POSOCOCY, APURIMAC-2023

MUESTRA:

CALICATA C-3; S + 7.00% (4.0% CCH + 3.0% CCF)

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

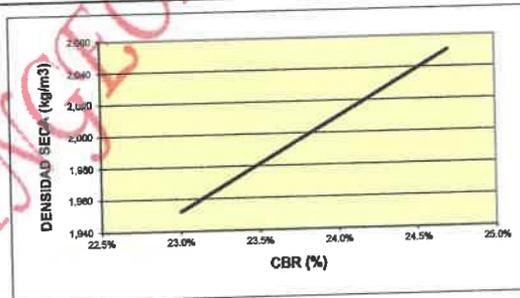
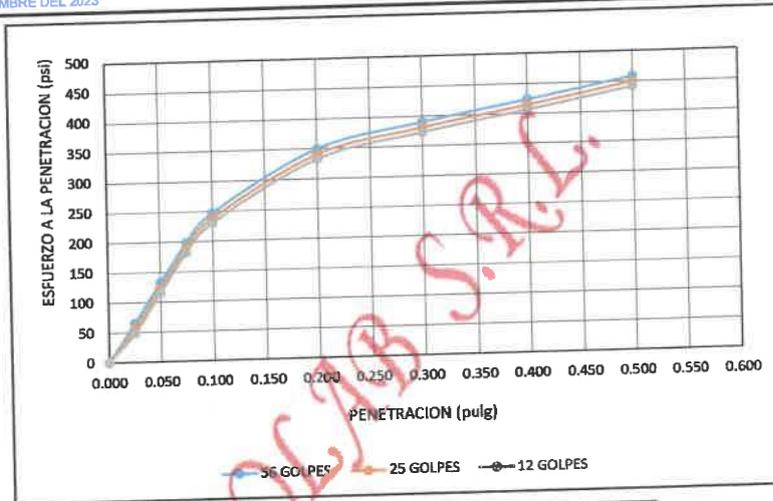
CENTRO POBLADO ORCCONMALLO-POSOCOCY, DISTRITO DE TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. YACKELIN JIMENA ALCARRAZ BULEJE

FECHA :

SEPTIEMBRE DEL 2023



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m³) =	2.05	CBR AL 95% DE MDS =	22.9%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	7.92%	CBR AL 100% DE MDS =	24.7%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	1.09%	2.02%
25 GOLPES	2.06%	4.04%
12 GOLPES	3.04%	6.03%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.06

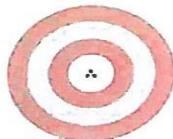
OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:

(Signature)
Ing. Guido Farfán Quisp
 CIP 78016
 GERENTE

Anexo 4. Certificados de calibración



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 234 - 2023

Página 1 de 2

Expediente : T - 250 - 2023
Fecha de emisión : 2023 - 08 - 20

1. Solicitante : INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS S.R.L.

Dirección : JR. G.MO.CECERES NRO. 482 CERCADO -
ANDAHUAYLAS -APURIMAC

2. Descripción del Equipo : PRENSA DE COMPRESION MULTIPLE

Marca de Prensa : PINZUAR

Serie de Prensa : 123

Marca de Celda : VECTOR

Modelo de Celda : 101NH

Capacidad de Celda : 50 kN

Marca de Indicador : PINZUAR

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del Laboratorio de Estructuras antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. GUILLERMO CACERES TRESIERRA 482-ANDAHUAYLAS -APURIMAC
20 DE AGOSTO DEL 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057-14	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,3
Humedad%	50	50

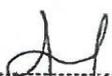
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 229 - 2023

Página: 1 de 3

Expediente : 217 - 2023
Fecha de Emisión : 2023-08-20

1. Solicitante : INGEOLAB S.R.L.

Dirección : JR. G.MO.CECERES NRO. 482 CERCADO -
ANDAHUAYLAS-ANDAHUAYLAS -APURIMAC

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8339530170

Alcance de Indicación : 30000g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LOCAL

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

PROLONGACIÓN AYACUCHO N° 199 SAN MIGUEL - LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 229 - 2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,2 °C	28,1 °C
Humedad Relativa	69%	70%

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-114-2019 / LM-115-2019
		LM-116-2019

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NOTIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NOTIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NOTIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 28,2			Final 28,3		
	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	M(g)	ΔM(g)	E(g)	M(g)	ΔM(g)	E(g)
1	15000	0,6	-0,1	30000	0,7	-0,2
2	15000	0,8	-0,3	30000	0,6	-0,1
3	15000	0,9	-0,4	30000	0,9	-0,4
4	15000	0,7	-0,2	30001	0,8	0,7
5	15000	0,6	-0,1	30001	0,6	0,9
6	15001	0,8	0,7	30001	0,8	0,7
7	15000	0,6	-0,1	30000	0,7	-0,2
8	15000	0,8	-0,3	30000	0,6	-0,1
9	15001	0,9	0,6	30000	0,8	-0,3
10	15000	0,7	-0,2	30000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima	± 1,1			± 1,3		
Error máx no permitido	± 2 g			± 3 g		



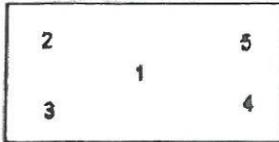
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 229 - 2023

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga máxima (g)	l(g)	Δl(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0,7	-0,2	10 000	10000	0,8	-0,3	-0,1
2		10	0,9	-0,4		9999	0,9	-1,4	-1,0
3		10	0,7	-0,2		9998	0,6	-2,1	-1,9
4		10	0,6	-0,1		10001	0,7	0,8	0,9
5		10	0,8	-0,3		10000	0,8	-0,1	0,2

Temp. (°C) Inicial: 28,2 Final: 28,1

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δl(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E _c (g)		
10	10	0,7	-0,2						1	
50	50	0,6	-0,1	0,1	50	0,8	-0,3	-0,1	1	
500	500	0,8	-0,3	-0,1	500	0,6	-0,1	0,1	1	
2000	2000	0,6	-0,1	0,1	2000	0,9	-0,4	-0,2	1	
5000	5000	0,8	-0,3	-0,1	5000	0,7	-0,2	0,0	1	
7000	7000	0,6	-0,1	0,1	7000	0,6	-0,1	0,1	2	
10000	10000	0,8	-0,3	-0,1	10000	0,8	-0,3	-0,1	2	
15000	15000	0,6	-0,1	0,1	15000	0,7	-0,2	0,0	2	
20000	20000	0,9	-0,4	-0,2	20000	0,6	-0,1	0,1	2	
25000	25000	0,6	-0,1	0,1	25000	0,8	-0,3	-0,1	3	
30000	29999	0,7	-1,2	-1,0	29999	0,7	-1,2	-1,0	3	

T_{emp.} (°C) Inicial: 28,1 Final: 28,1

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e Incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,00000643 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,426 \text{ g}^2 + 0,0000000397 \times R^2}$$

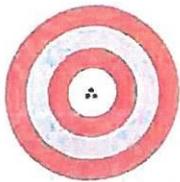
R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 230 - 2023

Página: 1 de 3

Expediente : 217 - 2023
Fecha de Emisión : 2023-08-20

1. Solicitante : INGEOLAB S.R.L.

Dirección : JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO -
ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURIMAC

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SCOUT PRO SP602

Número de Serie : B239364844

Alcance de Indicación : 600 g

División de Escala
de Verificación (e) : 0,01 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LOCAL

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

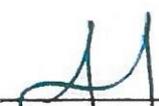
3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

PROLONGACIÓN AYACUCHO N° 199 SAN MIGUEL- LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 230 - 2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,1 °C	27,8 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018 LM-323-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

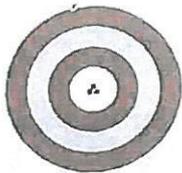
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NOTIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NOTIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NOTIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Inicial			Final		
	Temp. (°C)					
	28,1			28,0		
N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	(g)	ΔL (mg)	E(mg)	(g)	ΔL (mg)	E(mg)
1	299,99	7	-12	600,00	9	-4
2	300,00	6	-1	599,98	8	-23
3	299,99	9	-14	599,99	6	-11
4	300,00	8	-3	599,98	9	-24
5	300,00	6	-1	599,99	7	-12
6	299,99	7	-12	599,99	6	-11
7	299,99	8	-13	600,00	8	-3
8	300,00	6	-1	600,00	8	-3
9	300,00	9	-4	600,00	6	-1
10	300,00	8	-3	599,99	9	-14
Diferencia Máxima				13		
Error máximo permitido	± 30 mg			± 30 mg		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 231 - 2023

Página : 1 de 4

Expediente : T 250 - 2023
Fecha de emisión : 2023 - 08 - 20

1. Solicitante : INGEOLAB S.R.L.

Dirección : JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO -
ANDAHUAYLAS-ANDAHUAYLAS-APURIMAC

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : VIVISA
Modelo del Equipo : NO INDICA
Serie del Equipo : NO INDICA
Capacidad del Equipo : 150 L

Marca de indicador : AUTONICS
Modelo de indicador : TCN4S
Temperatura calibrada : 110 °C
Procedencia : NO INDICA

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

PROLONGACION AYACUCHO NRO.199 - SAN MIGUEL- LIMA
20 DE AGOSTO DEL 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT -075 -2018	INACAL-DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT -0564 -2019	INACAL-DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT -0565 -2019	INACAL-DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT -0566 -2019	INACAL-DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,2
Humedad%	78	78

7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



E

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

INGEOLAB SRL

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, reservorios, Canales de irrigación, Etc.) Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría, Asesoría en General y Otros

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

Jr. Guillermo Cáceres N° 480 (482) - Andahuayles - Andahuayles - Apurímac
 Cel. 983-819242 / 983-663344

web: www.ingeolabperu.com Email: ingeolab_eri@hotmail.com

INGEOLAB SRL

RECIBO
 001- N° 0000376

Señor (a):

Yacretin Jimena Alvarez Buleje

Direcc.:

Jr. San Martin #308 - Talavera

Fecha:

02 / 10 / 23

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	IMPORTE
01	Ensayos de laboratorio para tesis "Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de Subrasante con cenizas de hulla-sólida en carretera Urcosmulla - Paucartambo - Apurímac - 2023"	3000.00	3000.00

Cancelado

ENTREGA:

INGEOLAB SRL
 Ing. Guillermo Quispitupa
 CIP. 78016
 GERENTE

A cuenta S/

3000.00

TOTAL S/

3000.00

Saldo S/

0.00

NOTA: UNA VEZ CANCELADO
 CANJEAR POR BOLETA O FACTURA

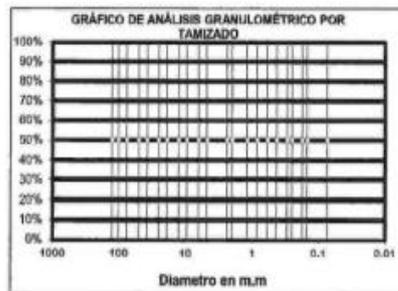
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

Instrumento de recolección de datos para medir el Análisis granulométrico por tamizado

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
ASTM D421

REFERENCIA	Datos de Laboratorio	
SOLICITANTE	Alcarraz Bulojo, Yackelin Jimena	
TESIS	Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Posocoy, Apurímac-2023	
UBICACIÓN	Apurímac	Fecha de ensayo
CALCATA		
MUESTRA		
PROFUNDIDAD		

TAMIZ	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límite Min	Límite Max
5"							
4"							
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
Nº 4							
Nº 10							
Nº 20							
Nº 40							
Nº 60							
Nº 100							
Nº 200							
< Nº 200							



Grava (%) =

Arena (%) =

Fines (%) =

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{\text{D60}}{\text{D10}} =$$

$$C_u = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} =$$

D₁₀ =

D₃₀ =

D₆₀ =

Ing. Eimer Yanai Taipe Mesares
INGENIERO CIVIL
Nº 17717

Yackelin Jimena Alcarraz Bulojo
INGENIERO CIVIL
Nº 17317

Instrumento de recolección de datos de ensayo de Proctor modificado

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557**

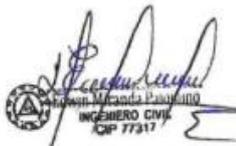
REFERENCIA	Datos de Laboratorio		
SOLICITANTE	Alcarráz Bújeje, Yackelin Jimena		
TESIS	Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Oroconmallo-Posoccoy, Apurímac-2023		
UBICACIÓN	Apurímac	Fecha de ensayo:	
CALICAYA			
MUESTRA			
PROFUNDIDAD			

Volumen Molde:

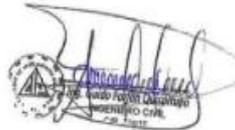
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.				
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.				
Peso Volumétrico Húmedo	gr.				
Recipiente Numero					
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.				
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.				
Peso del suelo seco	gr.				
Contenido de agua	%				
Densidad Seca	gr/cc				

Densidad Máxima Seca:
Contenido Humedad Óptima:




INGENIERO CIVIL
CIP 17317


Ing. Elmer Yuri Tajé Mesares
INGENIERO CIVIL
CIP N° 17317

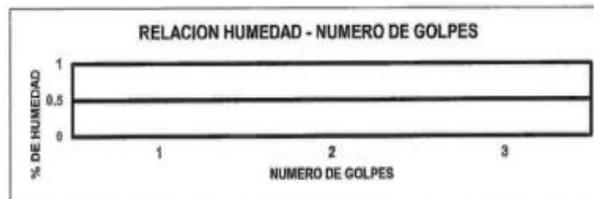

INGENIERO CIVIL
CIP N° 17317

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM-4318**

REFERENCIA	Datos de Laboratorio		
SOLICITANTE	Alcarraz Bulajo, Yackelin Jimena		
TESIS	Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Poaccocoy, Apurímac-2023		
UBICACIÓN	Apurímac:	Fecha de ensayo:	
CALICATA			
MUESTRA			
PROFUNDIDAD			

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N°					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. De Recipiente		1	2	3	1	2	3
Peso Recipiente + Suelo Húmero (A)	gr.						
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.						
Peso de Recipiente (C)	gr.						
Peso del Agua (A-B)	gr.						
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.						
Contenido de Humedad $W = \frac{(A-B)}{(B-C)} \times 100$	%						
N° De Golpes							

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLÁSTICO	




 Edwin Micaela Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP 77317


 Ing. Elmer Juan Talpe Mesares
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 77.353


 Edwin Micaela Palomino
 INGENIERO CIVIL
 CIP 77317

Instrumento de recolección de datos de ensayo de Relación de soporte de California (CBR)

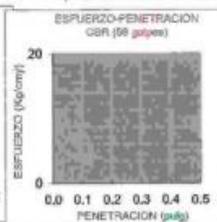
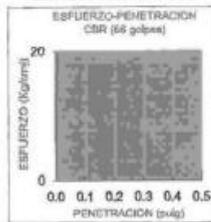
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
NORMA ASTM D1583

REFERENCIA	Datos de Laboratorio	
SOLICITANTE	Alcarraz Buleje, Yackelin Jimena	
TESIS	Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orcomollo-Posococoy, Apurímac-2023	
UBICACIÓN	Apurímac	Fecha de ensayo:
CALICATA		
MUESTRA		
PROFUNDIDAD		

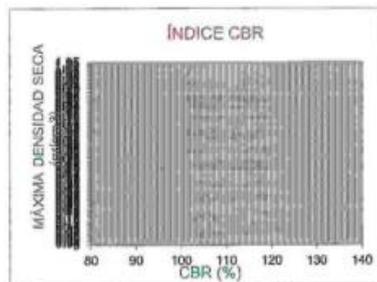
Discos de muestra

Método de compactación
Máxima Densidad Seca kg/cm³
Máxima Densidad Seca al 95%

Óptimo Contenido de Humedad



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.0.1"
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.0.1"
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.0.2"
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.0.2"



[Signature]
Eduardo Miranda
INGENIERO CIVIL
CIP 17317

[Signature]
Ing. Elmer Yuri Tapie Mesares
INGENIERO CIVIL

[Signature]
INGENIERO CIVIL

Instrumento de recolección de datos de ensayo de contenido de sales solubles

**ENSAYO DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES
NTP 339.152**

REFERENCIA	DATOS DE LABORATORIO	
SOLICITANTE	Alcarráz Buleja, Yackelin Jimena	
TESIS	Diseño de espesor de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de habas-frijol en carretera Orconmallo-Pescocoy, Apurímac-2023	
UBICACIÓN	Apurímac	FECHA DE ENSAYO
PROBETA N°		

	Agregado fino	Agregado Grueso
RELACIÓN DE MEZCLA SUELO - AGUA DESTILADA		
NÚMERO DE BEAKER		
PESO DE BEAKER (g)		
PESO DEL BEAKER + RESIDUOS DE SALES (g)		
PESO DEL RESIDUO DE SALES (g)		
VOLUMEN DE SOLUCIÓN TOMADA (ml)		
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN LICUOTA (p p m)		
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES NE MUESTRA (p p m)		
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN PESO SECO (%)		



Edwin Méndez Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP 77317



Ing. Elmer Yuri Taque Mesares
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 22 659



Ing. Carlos Torres Gasque
INGENIERO CIVIL
CIP 10881

Anexo 4. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: FARFAN QUISPITUPA GUIDO

Institución donde labora: GERENTE DE INGEO LAB S.R.L

Especialidad : SUELOS

Instrumento de evaluación: Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s):

II. 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					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 las hipótesis, problema 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION CUMPLE LOS REQUISITOS

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Apurímac, 21 de julio de 2023

Anexo 4. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Tajpe Mesares Elmer Yuri

Institución donde labora: Ejecutor de Proyectos

Especialidad : Carrideras

Instrumento de evaluación: Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s):

II. 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					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 las hipótesis, problema 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento de investigación cumple los requisitos mínimos requeridos para su aplicación y obtención de información

PRÓMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Apurímac, 21 de julio de 2023



[Handwritten signature]

Ing. Elmer Yuri Tajpe Mesares
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 22 658

Anexo 4. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Miranda Pelemino Edwin

Institución donde labora: Gerente de Empresa Consultora Fami S.R.L

Especialidad: Carreteras

Instrumento de evaluación: Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s):

II. 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE.					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 las hipótesis, problema 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

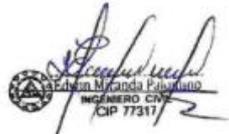
EL INSTRUMENTO de investigación cumple todo los

REQUISITOS

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

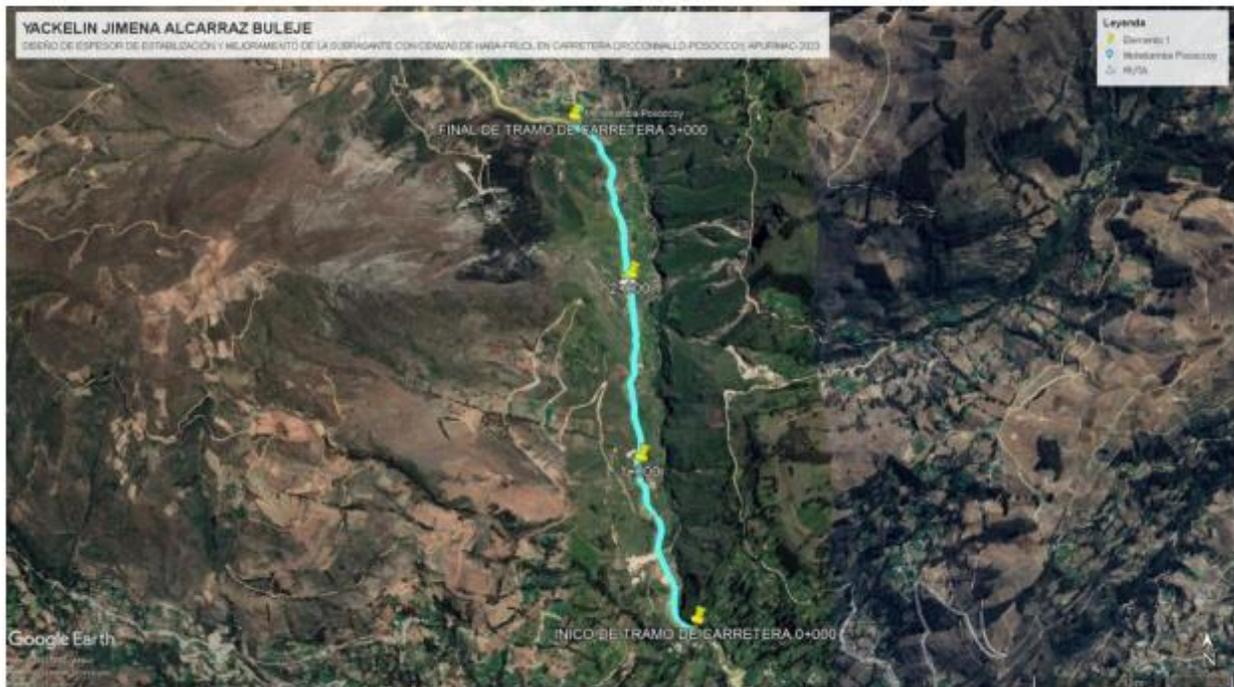
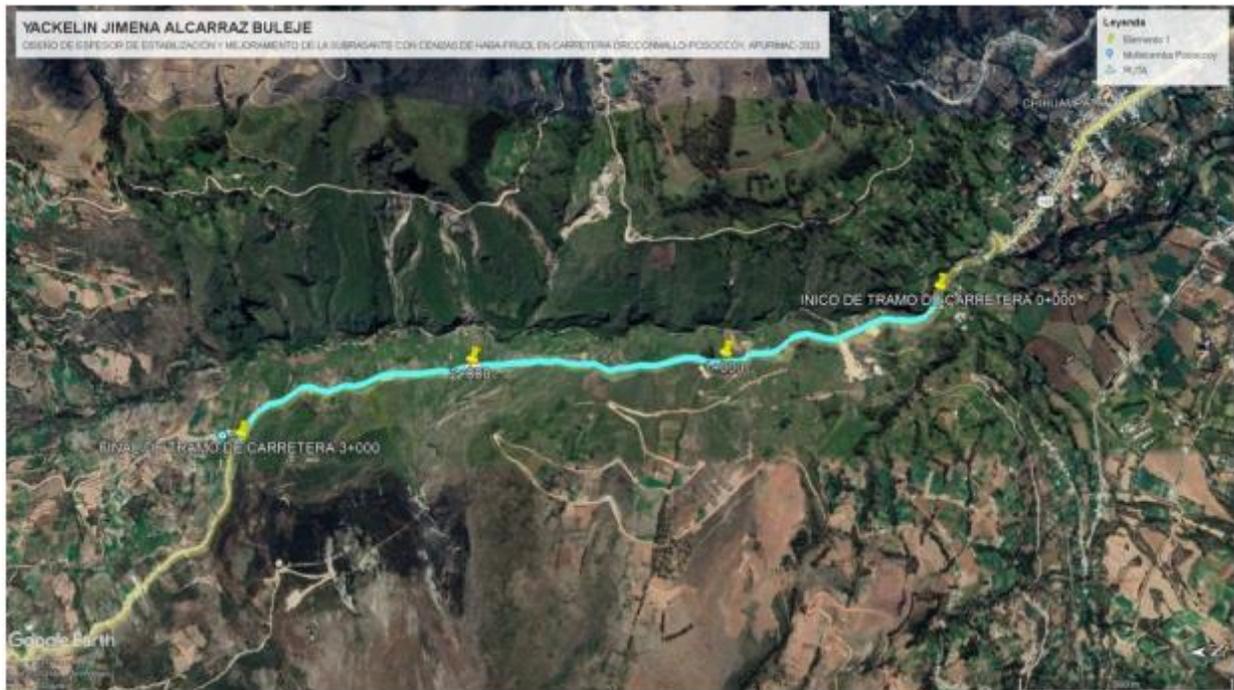
Apurímac, 21 de Julio de 2023


 Edwin Miranda Pelemino
 INGENIERO CIVIL
 CIP 77317

Anexo 5 Normativa

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	AÑO
1	MANUAL DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL	1997
2	MANUAL DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS TRATADOS CON CAL	2004
3	NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS	2010
4	MANUAL PRACTICO DE MECÁNICA DE SUELOS	2012
5	MANUAL DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO O CAL	2012
6	MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA Y PAVIMENTOS	2013
7	MANUAL PARA LA MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD DEL SUELO	2015
8	MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA MAESTROS DE OBRA	2015
9	MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES	2016
10	MANUAL DE MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES	2017

Anexo 6 Plano de ubicación



Anexo 9 Fotografías

























