



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, Av. Pacayal-Carabayllo 2022

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

AUTORES:

Campomanes Matienzo, Yeli Karem (orcid.org/0000-0002-6215-3075)

Guzman Carlos, Hector Javier (orcid.org/0000-0002-9195-2511)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por brindarme los conocimientos y fortalezas en la realización de este trabajo, a mi familia por el apoyo que me brindan en mi carrera profesional y también a todas las personas que me motivan a cumplir muchas metas.

Este proyecto de Investigación va con mucho empeño a Dios por ayudarme a seguir un buen camino, también quiero dedicarle a mi madre, que es la persona que me inspiro y alentó a lo largo de mi vida, una experiencia muy especial, a salir adelante y lograr la meta.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su protección y abrir puertas en mi carrera profesional, a mi familia que me ayudan a tomar las mejores decisiones y brindan su apoyo de manera incondicional.

Primero, quisiera agradecer a Dios, por ayudarme día a día y por permitirnos alcanzar nuestros sueños y metas. A mis padres por sus amplios y dedicados consejos, siempre están ahí para mí. Y porque me brindan su apoyo incondicional en cada momento. También me gustaría agradecer a mi asesor el Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo, cuya experiencia fue invaluable en la enseñanza extensa para culminar este proyecto de investigación.

Índice de Contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	13
3.1.1. Tipo de Investigación:	13
3.1.2. Diseño de Investigación (Cuasi experimental):	13
3.2. Variable y Operacionalización.....	14
3.3. Población, Muestra y muestreo.....	16
3.3.1. Población:	16
3.3.2. Muestra:	16
3.3.3. Muestreo:	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5 Procedimiento	20
3.6. Método de Análisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	42

VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla 1. Número de Ensayos.....	17
Tabla 2. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural	27
Tabla 5. Índice de Plasticidad incorporando CMF	30
Tabla 6. Índice de Plasticidad incorporando CCM	30
Tabla 7. Óptimo Contenido de Humedad incorporando CMF	31
Tabla 8. Óptimo Contenido de Humedad incorporando CCM.....	31
Tabla 9. Máxima Densidad Seca incorporando CMF.....	32
Tabla 10. Máxima Densidad Seca incorporando CCM	32
Tabla 11. California Bearing Ratio incorporando CMF.....	33
Tabla 12. California Bearing Ratio incorporando CCM	33

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Tipos de Vía	17
Figura 2. Ensayos de laboratorio.....	19
Figura 3. Procedimiento para obtener la muestra	20
Figura 4. Mapa del Perú.....	22
Figura 5. Mapa distrito de Carabayllo.....	22
Figura 6. Localización de la Av. Pacayal.....	22
Figura 7. Calicata - 1	23
Figura 8. Calicata - 2	23
Figura 9. Calicata - 3.....	23
Figura 10. Calicata 1 Análisis Granulométrico por Tamizado.....	24
Figura 11. Calicata 2 Análisis Granulométrico por Tamizado.....	25
Figura 12. Calicata 3 Análisis Granulométrico por Tamizado.....	26
<i>Figura 13.</i> Contenido de humedad de la muestra natural.	27
<i>Figura 14.</i> Límites de consistencia de la muestra natural.	27
Figura 15. Óptimo Contenido de Humedad de la muestra natural	28
Figura 16. Máxima Densidad Seca de la muestra natural.....	28
Figura 17. California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural	29
Figura 18. Muestra Húmeda en la Copa de Casa Grande	29
Figura 19. Determinación del límite plástico con pequeños rollos.....	29
Figura 20. Resultados de Índice de Plasticidad agregando CMF.....	30
Figura 21. Resultados de Índice de Plasticidad agregando CCM	30
Figura 22. Ensayo de Proctor modificado de CCM	31
Figura 23. Ensayo de Proctor modificado de CMF.....	31
Figura 24. Resultados de Óptimo Contenido de Humedad agregando CMF	31
Figura 25. Resultados de Óptimo Contenido de Humedad agregando CCM.....	31
Figura 26. Resultados de Máxima Densidad Seca agregando CMF	32
Figura 27. Resultados de Máxima Densidad Seca agregando CCM	32
<i>Figura 28.</i> Molde CBR.....	33
<i>Figura 29.</i> Prensa CBR	33
Figura 30. Resultados de CBR agregando CMF	33
Figura 31. Resultados de CBR agregando CCM.....	33

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022; eligiéndose los ensayos de granulometría, límites de atterberg, Proctor modificado y CBR. Planteándose la metodología: cuyo diseño de investigación fue cuasi experimental, tipo de investigación fue aplicada, de nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Los resultados conforme a los objetivos específicos al añadir la CMF (30%, 31% y 32%) y CCM (24%, 25% y 26%) fueron: el primer objetivo específico fue determinar el IP, disminuyendo de 7% a 0% (NP) al agregar todas las dosificaciones, el segundo objetivo específico fue determinar el óptimo contenido de humedad el cual incrementó de 13.80% a 18.40% (32%CMF) y 17.80% (26%CCM), el tercer objetivo específico fue determinar el CBR al 95% de MDS del patrón, aumentando de 6.90% a 12.70% (32%CMF) y a 13.70% (26%CCM). Conclusión, al agregar las CMF y CCM mejoró las propiedades de la subrasante.

Palabras clave: Cenizas, madera de fondo, carbón mineral, subrasante.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the influence of bottom wood ashes and mineral coal on the properties of the subgrade, Pacayal Avenue - Carabayllo 2022; choosing the tests of granulometry, atterberg limits, modified Proctor and CBR. The methodology proposed was: quasi-experimental research design, type of research was applied, explanatory level and quantitative approach. The results according to the specific objectives when adding the CMF (30%, 31% and 32%) and CCM (24%, 25% and 26%) were: the first specific objective was to determine the PI, decreasing from 7% to 0% (NP) when adding all the dosages, the second specific objective was to determine the optimum moisture content which increased from 13.80% to 18.40% (32%), the second specific objective was to determine the optimum moisture content which increased from 13.80% to 18.40% (32%). 80% to 18.40% (32%CMF) and 17.80% (26%CCM), the third specific objective was to determine the CBR at 95% MDS of the standard, increasing from 6.90% to 12.70% (32%CMF) and to 13.70% (26%CCM). Conclusion, the addition of CMF and CCM improved the properties of the subgrade.

Keywords: Ash, bottom wood, charcoal, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de las subrasantes tienen problemas por poseer baja capacidad portante, debido a esto el grosor de la base y sub base tienden a aumentar. Se obtuvo un mayor CBR de la subrasante al agregar dos tipos de ceniza (madera de fondo y carbón mineral). Tales cambios se dieron en el ahorro del presupuesto y posterior colocado. A nivel internacional en algunos países latinoamericanos a transcurso de los años se encontraron diversas formas para mejorar las fallas en el suelo como por ejemplo en Ecuador, muchos tesisistas emplearon dos suelos de propiedades distintas y mezclando un aditivo en este caso la ceniza de carbón ya que estas favorecen subiendo los rangos de compactación y aminora la humedad, expansión y plasticidad de estos suelos; Colombia al añadir cenizas de cascarilla de arroz en algunos porcentajes pudo estabilizar el suelo, disminuyendo su capacidad de humedad; finalmente Guatemala eligió por implementar ceniza volante y cal debido a que mejoran las propiedades del terreno.

A nivel nacional en el Perú hay muchos departamentos que eligieron utilizar innovadoras técnicas con diversos agregados y aditivos para mejorar la infraestructura vial. Huancayo utiliza ceniza de carbón mineral logrando mejorar la estabilización de los suelos cohesivos, incrementando el índice de plasticidad; Ayacucho aplica ceniza de madera de fondo disminuyendo el índice de plasticidad y mejorando el comportamiento físico – mecánico; finalmente Puno opta por cal, cemento y ceniza volante para mejorar la subrasante.

A nivel local, el distrito de Carabaylo, se encuentra situado al norte de la ciudad del departamento de Lima. Este se encuentra por el Norte y Noreste con el distrito Santa Rosa de Quives la localidad de Carabaylo pertenece a la región costa a una altitud de 500 m.s.n.m. En la actualidad cuenta con 333039 habitantes aproximadamente en el censo del 2017. Comúnmente las precipitaciones no son todo el año; normalmente en el periodo entre junio, julio y agosto se perciben lluvias leves. Conforme al tipo de terreno elegido, se observó que los suelos que se encuentran en el distrito de Carabaylo son suelos granulares y finos según el sistema nacional de información ambiental, debido a la necesidad de sus calles no pavimentadas y con subrasante desnivelada circulan vehículos de diversos

tamaños ocasionando, daños mecánicos, deterioro de los productos de primera necesidad; por ello, se planteó alternativas de agregar ceniza de madera de fondo y carbón mineral en determinadas proporciones y así establecer las mejoras en la subrasante.

Formulación del Problema: Muchas calles en el distrito de Carabayllo no cuentan con pavimento debido a que sus suelos son blandos, algunas pistas están en muy malas condiciones y debido a la necesidad de igual forma son usadas. La falta de pistas y poca resistencia de las propiedades del suelo dificulta el hacer más proyectos viales; ante este requerimiento de uso se plantea mejorar las propiedades del suelo incluyendo en este 2 materiales ceniza de madera de fondo y ceniza de carbón mineral y así poder lograr, reducir su índice de plasticidad; aumentar su óptimo contenido de humedad e incrementar su CBR.

Por esta razón, en la presente investigación se planteó el siguiente problema general: ¿De qué manera las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral influyen en las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022? Igualmente se propuso los problemas específicos: ¿Cuánto influyen las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral en el Índice de plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022?; ¿Cuánto influyen las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022?; ¿Cuánto influyen las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral en el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022?

La justificación principal de esta investigación fue dar una posible solución a la inestabilidad del suelo blando de la Av. Pacayal del distrito de Carabayllo. Al mejorar el suelo de esta avenida podrá soportar mayor carga vehicular y aumentará la vida útil del pavimento. La justificación teórica, referente a la primera variable independiente Cenizas de madera de fondo proveniente del eucalipto al ser quemado por fabricas ladrilleras, respecto a la segunda variable independiente Cenizas de carbón mineral es obtenida de briquetas al ser incineradas, elaboradas por hornos industriales de ladrilleras. Con relación a la variable dependiente subrasante es el último nivel de desplazamiento de tierras y que encima se sitúa el pavimento. La justificación técnica, en el presente proyecto de investigación, se planteó utilizar la ceniza de madera de fondo (CMF) con proporciones de 30%, 31%

y 32% y la ceniza de carbón mineral (CCM) con proporciones de 24%, 25% y 26% con dependencia al peso de la muestra y ver la influencia de las CMF y CCM en las propiedades de la subrasante en suelos blandos del distrito de Carabayllo. La justificación social, este proyecto favorecerá a los ciudadanos del distrito de Carabayllo, al tener calles cuyo suelo sean más estables, dado que facilitará la movilización de los vehículos, y así poder desarrollar nuevos proyectos viales. La justificación económica, se buscará reducir el presupuesto en la construcción de la subrasante, al reemplazar por un residuo que abunda en las fábricas ladrilleras, dejando de lado aditivos costosos.

Asimismo, se propuso el objetivo general: Evaluar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022. Además, se plantearon los objetivos específicos: Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022; Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022; Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022.

En nuestra investigación, se propuso como hipótesis general: La incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% mejorarán las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022. Igualmente se planteó las hipótesis específicas: La incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% disminuyen el Índice de Plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022; la incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% incrementan el óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022; La incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% aumentan el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional tenemos: según, Chilcon y León (2020), tuvo como objetivo de investigación: Determinar la contribución de la ceniza carbón mineral en la consolidación de suelos arcillosos en la subrasante de la Av. Cuzco en San Martín De Porres. La metodología fue del tipo aplicada, la población fue la Av. Cuzco en San Martín De Porres, Lima- Perú; la muestra fue a un kilómetro de la Av. Cuzco, el muestreo fue no probabilístico. Obteniendo resultados en el incremento de la capacidad portante al añadirle CCM en los patrones de 13%, 21% y 24%; también se logró disminuir el índice de plasticidad y el aumento del óptimo contenido de humedad. La conclusión es que la aplicación del 13% 21% y 24% de CCM mejoran las propiedades de la subrasante.¹

Según, Neyra (2020), su objetivo fue: Determinar la influencia de la adición de ceniza de caña de azúcar en la subrasante limo-arenosa en la Ciudad de Piura. La metodología fue del tipo aplicada, la población fueron los suelos limo-arenosos de la provincia de Piura, la muestra fue un suelo de una avenida sin nombre registrado, el muestreo fue no probabilístico. Teniendo como resultado el aumento de la capacidad de resistencia del suelo limo-arenoso. Concluyendo que al aplicar ceniza de caña de azúcar con las dosificaciones de 1% al 5% estabilizo el suelo limo-arenoso.²

Según, Pérez (2021), su objetivo fue: Decidir cuál es la incidencia de la ceniza de madera de fondo, desecho de la ladrillera Cerámicas Júpiter S.A.C. en la estabilización del suelo arcilloso en el uso como subrasante perfeccionada de pavimento. La metodología fue del tipo aplicada, la población fueron los suelos arcillosos del distrito de Calleria, provincia de coronel Portillo; la muestra fue un suelo del Jr. Ayacucho distrito de Calleria, provincia de coronel Portillo, región de Ucayali; el muestreo fue no probabilístico. Obteniendo resultados en la rebaja del índice de plasticidad, reducción de la humedad óptima del suelo y mejora de la calidad del suelo con el patrón de 10%, 20% y 30%. Se concluyó que el añadir CMF beneficia a las cualidades físico mecánicas del suelo.³

A nivel internacional tenemos: según, Chicaiza y Oña (2018), su objetivo fue determinar el desarrollo de consolidación de arcillas expansivas con puzolana

obtenidas de la ceniza de cascarilla de arroz, así dirigir el gran empuje de ampliación libre que se crea con el aumento de humedad. La metodología fue del tipo aplicada, la población son los distintos ensayos de mecánica de suelos, obteniendo como muestra los ensayos para identificar las propiedades de rango de presión, humedad y densidad, el muestreo es de tipo no probabilístico, se consiguió como resultado, que en las diferentes muestras al adicionar la puzolana de ceniza de cascarilla de arroz en distintos porcentajes de dosificaciones en peso presentan muy buenos resultados siendo satisfactorios al incremento del ángulo de fricción y como conclusión la gran disminución posible de expansión de ejemplares estudiados se creó con el porcentaje de 30% de ceniza de cascarilla de arroz, es demostrada puesto que se tomó una muestra que logra disminuir el potencial de crecimiento medio ($EI=82.75$) a un nivel bajo ($EI=28.94$), manteniendo una reducción de 65.03% relacionando con el 10% 20% reduciendo solo el 7.52% y 38.20% , ya que estos datos no superaron el 50% de rebaja producido con la dosificación del 30% en peso de ceniza de cascarilla de arroz.⁴

Según, Cañar (2017), su objetivo fue: equilibrar dos suelos de distintos atributos mezclando cenizas de carbón y evaluar la capacidad de soporte y la solidez al corte a través de ensayos de laboratorio. El estudio fue de tipo experimental, la población, fue la calle Venezuela en la ciudad de Ambato (Ecuador), obteniendo como muestra los suelos de la vía Puyo-Tena del kilómetro 2 ,el muestreo es no probabilístico, Se obtuvo como resultados al aplicar ceniza de carbón en porcentajes 20%, 23% y 25% la mejora de la resistencia de corte de suelo arcilloso de plasticidad elevada y como conclusión la CCM beneficia en gran medida las propiedades físicas de los suelos arcillosos y arenosos disminuyendo la humedad presente en arcillas como aumentando su capacidad en los suelos arenosos, ya que estos requieren de porcentajes altos de ceniza de carbón.⁵

Según, Andaluz (2022), su objetivo fue: Analizar el impacto de la ceniza de cáscara de arroz en las características físicas y mecánicas en la subrasante. El estudio es de tipo experimental, la población fueron los suelos limosos del sector del cantón Puyo, provincia de Pastaza, obteniendo como muestra tres calicatas de diversos sectores del cantón Puyo, el muestreo es no probabilístico, como resultado se obtuvo que la CCA disminuyeron el grosor de las distintas capas del pavimento

flexible y como conclusión al hacer el ensayo Proctor modificado la densidad seca máxima es reducido de modo sucesivo, por ende las cifras del contenido de humedad óptimo en el 1%, 3%, 5% y 8% de CCA a la muestra del suelo.⁶

En otros idiomas tenemos según, Eutimia (2019), su objetivo fue la investigación de la influencia de la adición de ceniza volante a los materiales arcillosos, con énfasis a un suelo de alta plasticidad. El estudio es del tipo experimental, la población fueron los suelos arcillosos de Agios Stefanos (Grecia), obteniendo como muestra los depósitos de material de las excavaciones de Agios Stefanos, en el este del Ática, el muestreo es no probabilístico, como resultado se obtuvo que la ceniza volante provocó la reducción de la humedad e incremento en la resistencia a la compactación y como conclusión al aplicar las proporciones 10% y 15% de ceniza volante los ensayos de solidificación mostraron un aumento en la tensión de absorción y disminución en el tiempo de curado.⁷

Según, Bikash (2017), su objetivo fue desarrollar mezclas de suelo y geopolímeros a base de cenizas volantes para bases de carreteras o construcción de subbases. El estudio es de tipo experimental, la población fueron los suelos de la ciudad de Lafayette del estado de Luisiana (EE.UU), obteniendo como muestra dos calicatas, el muestreo es no probabilístico, como resultado la ceniza volante mejoró las propiedades del suelo de manera notable y como conclusión se logra superar la prueba de durabilidad en seco y en húmedo al añadir 25% de ceniza volante y que se logra la relación humedad-densidad para las mezclas de suelo y ceniza volante aumentando el contenido de humedad óptimo.⁸

Según, Dang (2019), su objetivo fue: utilizar la influencia de la ceniza de bagazo y la cal hidratada en las cualidades del suelo expansivo, su estudio es de tipo experimental, la población fue los suelos de Queensland (Australia), obteniendo como muestra la estabilización de los suelos con el contenido de ceniza de bagazo en un 0% a 25% y la cal hidratada de 0% a 6.25% y la combinación de estas del 0% al 25% de la masa seca del suelo expansivo, los resultados indican que las adiciones de cal hidratada y ceniza de bagazo mejoraron notablemente la resistencia y la capacidad de carga del suelo expansivo estabilizando, y como conclusión la aplicación de ceniza de bagazo y cal hidratada actúan como material

de refuerzo no solo para mejorar las propiedades del suelo sino también facilita a mejorar el material arcilloso en la construcción de carretera.⁹

A nivel de artículo tenemos según, Nnochiri, Ogundipe y Ola (2021), tuvo como objetivo de investigación: Estabilizar lateritas con ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de hoja de bambú modificando las propiedades físico mecánicas de este suelo. Preparando muestras de lateritas en diferentes puntos y incorporando CCA y CHB en proporciones de 0-16%, los resultados de las pruebas mejoraron la estabilización de las lateritas causando que la capacidad portante del suelo sea transformada de un suelo que inicialmente era débil en un suelo adecuado como uso de subbase.¹⁰

Según, Ewa, Akeke y Okoi (2018), tuvieron como objetivo analizar la influencia de las cenizas de cáscara de arroz en el cambio de las características geotécnicas de la subrasante. Preparando muestras de suelos situadas a lo largo de una carretera propuesta dentro de las instalaciones del Cross River, implementando CCA con las proporciones de 5%, 10%, 15% y 20%, la eficacia de las pruebas disminuyó la densidad seca máxima y aumentaron el contenido óptimo de humedad mejorando por consiguiente las propiedades de la subrasante de la carretera.¹¹

Según, Olano, Marín y Benites (2021), su objetivo fue: descubrir la dosificación para estabilizar suelos unificados adicionando eco estabilizante a partir de cenizas de cascarilla de café arábica ,es de tipo experimental, la población fue el suelo de las vías de guineas a mañumal, Utcubamba; obteniendo como muestra fichas de recolección de datos, los resultados muestran que el suelo posee una resistencia pobre de un 4.7% con un CBR al 95%; mientras que el eco estabilizante tiene granos gruesos y al añadir el 10%, 15%, 20% y 25% de CCCA para la resistencia del suelo el eco estabilizante beneficia de manera óptima, puesto que con la dosificación del 15% se tiene mejores resultados en todas las calicatas y como conclusión la dosificación correcta es de 15% de CCCA consiguiendo estabilizar el suelo unificado, con los valores de 19.70% de CBR al 95% y 275 de CBR al 100%.¹²

Como fundamentos teóricos con relación a las variables y dimensiones abarcamos lo siguiente: La ceniza de madera de fondo. Según, Banjo (2021), "Las cenizas de madera de fondo son un tipo de ceniza de desecho de madera producida como

subproducto de la incineración o combustión de plantas de energía alimentadas con leña, pulpa y papel e instalaciones industriales que queman madera. Es el gemelo fraterno de la ceniza volante más común y popular que se obtiene del mismo proceso. La mayor parte de los CMF producidos se desechan en vertederos, mientras que algunas cantidades se utilizan como materiales cementicios suplementarios (SCM) debido a sus actividades puzolánicas”¹³ (p. 1). Según, Gaskin (2002), En diferentes países del mundo la aplicación de cenizas, se ha considerado un producto de desecho en lugar de un recurso, porque pocas industrias han aprovechado sus propiedades beneficiosas. Por lo tanto, la composición de las cenizas de madera puede variar según los procesos industriales. Esto hace que probar la ceniza sea extremadamente importante.¹⁴ (p. 1)

Obtención de la ceniza de madera de fondo: Según, Park, Eom, Lee, Hwang, Kim, Kang, Yun, Cho, Lee y Seo (2020), La ceniza de madera de fondo es obtenida al transcurrir dos días de enfriamiento de los hornos, el recojo de las cenizas se hace manualmente con una pala, esto generalmente permite que las cenizas sean llenadas en una bolsa para el traslado a rellenos sanitarios¹⁵(p. 2). Según, Gálvez y Aponte (2019), Muchas empresas informales, no cuentan con plan de manejo ambiental ni modelos de calidad en su producto. La formación de estas cenizas se obtiene mediante la combustión de madera, este proceso debe realizarse en hornos artesanales, que son elaborados por el mismo fabricante.¹⁶(p. 25).

Definición de la ceniza de carbón mineral: Ceniza de carbón mineral Según, United States Environmental Protection Agency (2020), la ceniza de carbón mineral o combustión de carbón viene de las centrales eléctricas teniendo como subproductos como cenizas inferiores, cenizas de fondo, cenizas volantes y materiales de desulfuración¹⁷ (Conceptos básicos de ceniza de carbón, párr. 1). Según, Vo, Nash, Galdo, Rezania, Crane, Nezhad, y Ferrara (2022), los residuos producidos por el carbón mineral están integrados por el carbono, azufre, hidrógeno, nitrógeno, etc. ya que estas son zonas orgánicas. Estos residuos están divididos en tres grupos la de fondo que se encuentran al interior de los hornos, la ceniza volante que son obtenidas de las chimeneas del horno y la última que son las combinaciones de las dos cenizas.¹⁸(p. 7)

Tipos de ceniza de carbón mineral: Ceniza de fondo, Según, Gonzales (2014), Son las sobras que se encuentran al realizar la combustión del carbón mineral, este se halla separado con el aire, localizado en los hornos en la parte inferior, estas cenizas poseen la peculiaridad de no ser inflamables ¹⁹(p. 29). Ceniza volante, Según, Gonzales (2014), Son partículas residuales no inflamables que son desechadas por las chimeneas de las fábricas, siendo estas ligeras y transportadas por los gases que son originadas de la combustión del carbón mineral de los hornos ²⁰(p. 29).

Propiedades de la ceniza de carbón mineral: Según, Vásquez (2018), son clasificados debido a las diferentes estimaciones térmicas y la cantidad porcentual de carbón que posee. Entre las más conocidas se encuentra la antracita quien comprende la mayor cantidad de carbón puro y también tiene un valor térmico elevado de entre todas las formas de carbón. Luego se encuentra el carbón bituminoso quien tiene menos carbón puro y menor valor térmico que la antracita²¹ (p. 6). Propiedades físicas, Según, Chávez y Guerra (2015), Siendo esta un material no homogéneo estas son mayormente de forma esférica de color gris claro o también suelen ser de color gris oscuro donde se tiene mayores compuestos de hierro²²; Color, suele variar entre los tonos de gris claro y oscuro, ya que algunos contienen mayor cantidad de carbón libre, hierro y humedad²³; El peso específico, generalmente suele ser entre 2,2 y 2.8 gr/cm³. La gravedad específica del carbón se reducirá si contiene elevados índices de carbón y aumentará si contiene elevados índices de hierro ²⁴; Densidad, en estado suelto la humedad óptima se encuentra aproximadamente en 650 Kg/m³ y en un estado compactado tiende a estar entre los niveles de 1120 Kg/m³ y 1300 Kg/m³ ²⁵; Plasticidad, Siendo un material de tipo limo no suele tener cohesión entre sus propias partículas ²⁶(p. 6-9).

Definición de la subrasante: Según, Alicaresp (2019), es una parte de la vía que se utiliza para soportar la capa del pavimento, lo que debe cumplir con los parámetros de diseño para que los materiales colocados sobre ella se dispongan en un espesor uniforme así poder evitar daños (Conceptos básicos de conformación y compactación de la subrasante, sub base y base²⁷ (párr.1). Según, El Manual de Carreteras (2013) La capacidad de carga es uno de los principales factores del suelo, que es responsable de la carga sobre el rodamiento que actúa directamente

sobre las capas del pavimento. Ya que serán aceptables los materiales que tengan un CBR mayor o igual que el 6% para la coronación de la subrasante ²⁸(p. 18). Suelo blando, Según Provincial (2020), Tiene la peculiaridad de que es complicado determinar sus atributos por lo que se hacen ensayos de granulometría, plasticidad, entre otros²⁹. Suelo limoso, Según Infoagro (2019), Tiene capacidad de drenaje bajo contando con más presencia de agua, entre los tipos de suelo blando se tiene a los suelos limosos y arcillosos³⁰ (Importante información acerca de los tipos de suelo párr. 5).

Propiedades del suelo estabilizado: Resistencia, Según Kaliakin (2017), se refiere a un estado limitante que al exceder puede llegar a tener tipos de falla, ya que mediante la resistencia la deformación de un material tendrá un desplazamiento continuo en sus partículas individuales³¹ (p. 419); Compresibilidad, es cuando un suelo contiene una carga y se comprime oportunamente a un volumen debido a la deformación de granos de un suelo³² (p. 332); Permeabilidad, depende de la particularidad de un fluido poroso, ya que cuando se cargan se saturan y tienen exceso de porosidad así retrasando la permeabilidad relativamente baja de un suelo³³ (p. 252).

Propiedades Físicas: Contenido de humedad, Según Gonzalo y Escobar (2016), es la porción relativa de agua en el suelo en relación con la masa de sólidos o volumen del suelo examinado, expresado como porcentaje (%)³⁴ (p. 32). Según, Laurenzi (2018), El contenido de humedad es la cantidad de humedad referencial que está presente en una materia y se puede medir secando la prueba en el horno o medidores de humedad³⁵ (Una explicación del contenido de humedad y las escalas de lectura de humedad, párr. 2).

Límites de Atterberg, Según, Kaliakin (2017), es la consistencia de un suelo donde los límites miden el valor de contenido de humedad gracias a esto se puede distinguir diferentes tipos de limo y arcilla³⁶ (p. 61). Límite líquido, según el Manual Técnico para el Diseño de Carreteras (2016), humedad mostrada como porcentaje de masa de un suelo secado en estufa, modificado en el término de los aspectos líquidos y plásticos. Esto pertenece a la humedad requerida para la demostración del suelo formado, cual se coloca en una bandeja Casagrande y se divide en dos

secciones simétricas separadas en 2 mm por igual, así poder extenderse y llegar a hacer contacto a una longitud de 10 mm después de 25 aplicaciones de golpe³⁷; Límite plástico, presentada como porcentaje del volumen seco del suelo, reestructurado al término del estado semisólido y plástico. Esto incumbe a la humedad requerida para que los bastones cilíndricos de suelo 3 mm de diámetro se rompan en pedazos de 0.5 a 1 cm de largo y no se puedan amasar ni restaurar³⁸; El Índice de plasticidad, es la diferencia numérica del Límite plástico y el Límite líquido de un suelo³⁹ (p. 4)

Propiedades mecánicas: Capacidad de soporte (CBR): Según, Mandoo (2021), es el indicador más usado para determinar la resistencia del suelo⁴⁰ (p. 2). Proctor modificado: Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), esta prueba tiene como objetivo utilizar la compactación en el laboratorio para establecer el enlace entre la densidad máxima seca del suelo y el óptimo contenido de humedad.⁴¹ (p. 105)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación:

Según, Nicomedes (2018), Existen 2 tipos de investigación la básica y la aplicada, la básica es teórica donde se usa herramientas como la observación y el razonamiento lógico, mientras la aplicada se apoya sobre la investigación básica y además de ello se formulan hipótesis y lo experimentan yendo de la mano con la tecnología.⁴²(p. 1)

Mejoramiento de la subrasante (CMF y CCM): La presente investigación es del tipo aplicada, puesto que se realizó el procedimiento práctico y así nutrir más nuestra sabiduría en el mejoría de la subrasante con el uso de la ceniza de madera de fondo y carbón mineral, teniendo como fundamentos a los antecedentes de casos parecidos, con el fin de tomar decisiones obteniendo un impacto beneficioso en la subrasante al añadirle diversos porcentajes de las cenizas, sustentando con los resultados adquiridos en laboratorio y los criterios de Límites de Atterberg, Óptimo contenido de humedad y CBR.

3.1.2. Diseño de Investigación (Cuasi experimental):

Según, Suárez, Saénz y Mero (2016), constituye un orden práctico esencial a la realización de una investigación, con relación al planteamiento del problema ya que el objetivo del proyecto tiene un pleno desarrollo de los investigadores en tener un desempeño eficiente de trabajo de investigación.⁴³ (p. 72)

Se les llama diseño cuasiexperimental, ya que estas tienen algunas limitaciones al ser aplicadas el diseño experimental, así se logró manipular las variables independientes (cenizas de madera de fondo y carbón mineral) con el propósito de observar el resultado y la unión con la variable dependiente (propiedades de la subrasante);

diferenciando del experimental verdadero así retrasando la fiabilidad al inicio.

Mejoramiento de subrasante (cenizas de madera de fondo y carbón mineral): Así el proyecto es considerado cuasi experimental, porque estas fueron manipuladas deliberadamente a las cantidades de las cenizas de madera de fondo (30%, 31% y 32%) y carbón mineral (24%, 25% y 26%) en la subrasante, con la finalidad de evaluar la influencia en las propiedades de la subrasante, también se sub-califica como cuasiexperimental, ya que el tipo de terreno para esta investigación es definida como (suelo blando), se realizaron 7 ensayos que corresponden 1 a la muestra patrón 3 a las muestras con ceniza de madera de fondo en 30%, 31% y 32% y carbón mineral en 24%, 25% y 26% por peso de la muestra; estas dosificaciones fueron elegidas gracias a los sustentos de diversos estudios ya realizados de diferentes autores en el caso de ceniza de madera de fondo (Perez 10%, 20% y 30%) y en el caso de ceniza de carbón mineral (Chilcon y león 13%, 21% y 24%) efectuados con estabilizadores en la subrasante.

3.2. Variable y Operacionalización

Variable Independiente: Ceniza de madera de fondo

Definición conceptual: Según, Akinyemi (2021), Las cenizas de fondo de madera, son un tipo de ceniza de desecho de madera que se produce como subproducto de la incineración de leña, pulpa y papel en instalaciones industriales que queman madera como en ladrilleras, ya que la mayor parte de la CMF son desechadas en vertederos ⁴⁴ (p. 2).

Variable Independiente: Ceniza de carbón mineral

Definición conceptual: Según, Sri, Shinji, Akihiro, Farrah y Erda (2017), son un producto a partir de la combustión de carbón que se han utilizado de diferentes maneras, como material sustitutivo del cemento Portland, rellenos estructurales, construcción de carreteras, estabilización de suelos y relleno

mineral en el hormigón asfáltico debido a sus propiedades físicas auto endurecimiento. ⁴⁵ (p. 31).

Definición operacional: Las dosificaciones de las cenizas de madera de fondo 30%, 31% y 32% y carbón mineral 24%, 25% y 26% en relación al m³ del material, utilizándose en las 6 pruebas siguientes, con la finalidad de reducir el índice de plasticidad, incrementar el óptimo contenido de humedad e intensificar el CBR de la subrasante, al principio se realizaron calicatas, de esta manera ver la clasificación de los suelos y ensayos especificados.

Variable Independiente V1: CMF

Variable Independiente V2: CCM

Indicadores:

30%, 31% y 32% Ceniza de madera de fondo, por peso de la muestra.

24%, 25% y 26% Ceniza de carbón mineral, por peso de la muestra.

Escala de medición: Razón

Variable Dependiente: Subrasante

Definición conceptual: Según Speight (2016), es el suelo natural que es compactado a distintos niveles, esta capa sirve como cimiento absorbiendo el peso de la estructura de la carretera ⁴⁶ (p. 401).

Definición operacional: En la subrasante, se realizaron ensayos con cenizas de madera de fondo y carbón mineral, las cuales van a contribuir en las propiedades físicas y mecánicas que mejoraran la calidad. En esta investigación se realizaron ensayos de índice de plasticidad, para las 6 combinaciones preestablecidas en ceniza de madera de fondo 30%, 31% y 32% y carbón mineral 24%, 25% y 26% y ver los grados de humedad de cada muestra, del mismo modo, se realizarán ensayos para aumentar el óptimo contenido de humedad y CBR a las 6 combinaciones, anteriormente se hicieron 3 calicatas, para ver la granulometría y la clasificación del suelo, en todos los casos medirá la calidad por medio de ensayos de laboratorio.

Variable Dependiente V1: Subrasante.

Indicadores: Índice de plasticidad (%), Óptimo contenido de humedad (%) y CBR (%).

Escala de medición: Razón

3.3. Población, Muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Según, López y Fachelli (2015), son expresiones equivalentes para la suma de componentes que forman un área de beneficio analítico que deseamos influir en los resultados de nuestro estudio, como las conclusiones son de manera estadístico de hecho o teoría, ya que son conjuntos infinitos o finitos que son unidades precisas que se extrae la muestra.⁴⁷ (p. 7) La población está conformada por toda la subrasante de la Av. Pacayal en el distrito de Carabayllo-Lima que cuenta con 1 Km de longitud y 7 metros de ancho.

3.3.2. Muestra:

Según, López y Fachelli (2015), es una parte o subconjunto de unidades representativas seleccionadas al azar de una población denominada universo sujeto a observación científica con el fin de obtener resultados válidos para el universo total investigado, con cierto margen de error y probabilidad de límites identificadas en cada caso.⁴⁸ (p. 6) La muestra elegida es la subrasante de la Av. Pacayal en el distrito de Carabayllo-Lima, que según la Municipalidad Metropolitana de Lima es una vía colectora conformada por 1500m² como mínimo según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y este al tener 7m de ancho resultó una muestra lineal de 214ml, donde se realizó 3 calicatas con profundidades de 1.50m, tomando como prioridad los suelos blandos, extrayendo una porción mínima y así realizar (07) Ensayos CBR donde 1 es el patrón, 3 de ceniza de madera de fondo y los otros 3 de ceniza de carbón mineral, (07) Óptimo contenido de humedad y (7) Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), de esta manera se determinó las propiedades físico – mecánicas de las proporciones

señaladas en ceniza de madera de fondo (N, N+30%, N+31% y N+32%) y en ceniza de carbón mineral (N, N+24%, N+25% y N+26%).

TIPO VIA	NUMERO MINIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	AREA (m2)
EXPRESAS	1 CADA	1000
ARTERIALES	1 CADA	1200
COLECTORAS	1 CADA	1500
LOCALES	1 CADA	1800

Figura 1. Tipos de Vía

Fuente: CE.010 Pavimentos Urbanos

Cal 1 – h=1.5 mt ----- Limo arenoso (más desfavorable)

Cal 2 – h=1.5 mt ----- Limo arenoso

Cal 3 – h=1.5 mt ----- Limo arenoso

Tabla 1. Número de Ensayos

Ceniza de madera de fondo				
	7 muestras =	CBR	Óptimo Contenido de Humedad	Límites de Atterberg
	N	1	1	1
CMF	N+30%	1	1	1
CMF	N+31%	1	1	1

CMF	N+32%	1	1	1
Ceniza de carbón mineral				
CCM	N+24%	1	1	1
CCM	N+25%	1	1	1
CCM	N+26%	1	1	1
Sumatoria	=	7	7	7

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Muestreo:

Según, Otzen y Manterola (2017), sostienen por finalidad a estudiar los enlaces que existen entre la estructura de una variable en una población y la estructura de la variable en la muestra de investigación.⁴⁹ (p. 227) El tipo de muestreo es no probabilístico ya que es una técnica de selección. La muestra se tomó de un proceso que es poco probable que seleccione a toda la población de la muestra según conveniencia. Ya que no necesita de una fórmula estadística, si no a la elección de la investigación, todo esto lleva a la mejora de decisiones del investigador.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos: Según, Syed (2016), es el desarrollo de resumir y calcular datos de mucho interés sobre las variables, de tal manera, estas se establezcan permitiendo responder las preguntas de investigación, probando las hipótesis y evaluando los resultados; ya que son muy importantes en la realización de la investigación.⁵⁰ (p. 202)

De modo que, para el método de recopilación de la investigación se utilizó la observación para llegar a probables soluciones a los obstáculos dados y comprobar las hipótesis del proyecto; de la siguiente manera, los conceptos de información en las que se fundamenta la teoría de cada variable se utilizó fichas bibliográficas así obteniendo finalmente la técnica cuasi experimental.

Así mismo utilizamos la norma CE-0.10 de Pavimentos Urbanos

Instrumentos de recolección de datos: Según, Almada (2019) Es el proceso para obtener informaciones con el fin de responder al problema de estudio, para que una investigación sea aceptada, la recolección debe estar bien planificada y tener bien claro los objetivos, como también tiene que tener confiabilidad y validez. ⁵¹ (p. 9)

Por esta razón, en esta investigación se efectuó ensayos para adquirir los resultados, por consiguiente, se menciona lo siguiente:

- Observación
- Ensayos a realizar
- Fichas de resultados de laboratorio (certificados)
- Fichas de recolección de datos (por 3 expertos)

ENSAYOS	INSTRUMENTOS
INDICE DE PLASTICIDAD	FICHA DE RESULTADOS DE LABORATORIO (NTP 339.129)
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	FICHA DE RESULTADOS DE LABORATORIO ASTM D-1557
CBR	FICHA DE RESULTADOS DE LABORATORIO (ASTM D-1883)

Figura 2. Ensayos de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

En sustento a las fichas para la toma de datos, mediante el análisis de mecánica de suelos, según los indicadores N (CMF 30%, 31% y 32%) y (CCM 24%, 25% y 26%).

Confiabilidad: Según, Santos (2017), conocida también como precisión, ya que es el grado en que los puntos no están sujetos a errores de medición. Es decir, cuando las medidas se repiten en condiciones constantes, deben ser semejantes. ⁵² (p. 2)

Al mencionar confiabilidad hace referencia a la utilización consecuente de una materia a estudiar. Así que al ser estudiado tiene que brindar resultados iguales o semejantes. Ya que así brindará la certeza de los resultados adquiridos e instrumentos a utilizar en el desarrollo de los ensayos. A cambio los certificados de calibración se distribuirán desde la herramienta, equipos de laboratorio y cuantificación de materiales para el uso en el ensayo.

Validez: Según Santos (2017), es una interrogación de grado. Porque en estas no existen los términos absolutos. Por lo que no se puede decir si el cuestionario es válido o invalido. Aumentar o disminuir dependiendo de la calidad de la certeza de respaldo. Lo cual, la nueva evidencia puede disminuir o aumentar.⁵³ (p. 9)

Por lo tanto, será sujeto a la autenticidad de las normas del NTP y ASTM utilizadas y asignadas para la realización de cada ensayo.

3.5 Procedimiento

Se realizó excavaciones de calicatas para poder obtener las muestras de suelo, del mismo modo se realizó in situ, ya que estas tendrán un fondo no menor a 1.5 m al ras de la subrasante, por lo que fueron trasladadas a un laboratorio de suelos, con la combinación de la muestra patrón N, y las combinaciones (CMF 30%, 31% y 32%) y (CCM 24%, 25% y 26%). Para llevar a cabo los ensayos de CBR, Contenido de humedad e Índice de plasticidad (L. Atterberg), según el ASTM y las NTP, para examinar los resultados, tomando en cuenta los números de ensayo y la suma de calicatas a ejecutar, al tomar muestras de los estratos significativos, finalmente estos fueron llevados al laboratorio.

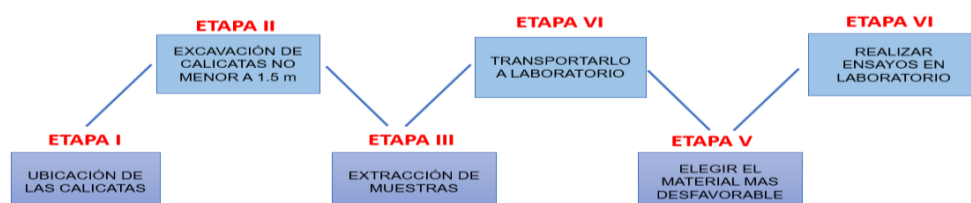


Figura 3. Procedimiento para obtener la muestra

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de Análisis de datos

Según, Monje (2011), permite la recolección, análisis, interpretación y presentación de la información obtenida durante la elaboración de un determinado cuestionario, ya que incluye procedimientos de seguimiento y anotación, en los que el investigador presenta los datos obtenidos para lograr el objetivo del estudio. Sin embargo, es importante proyectar nuevos aspectos principales del análisis teniendo en cuenta la comprobación de las hipótesis formuladas. Ya que estos conceptos facilitarán la etapa de obtención de datos.⁵⁴ (p. 29)

Para seleccionar los datos, se llevó a cabo mediante la observación directa desde las Calicatas, a través de estos podremos representar las diferentes pruebas de la Subrasante efectuados en el laboratorio y captar las notas respectivas de los resultados, los cuales fueron confrontados con los objetivos y las hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Como estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Civil, nuestra presente Tesis se elaboró con absoluta responsabilidad, moral, confianza y respeto de no haber copiado fragmentos de las tesis de diversos autores, citándolos por medio de la Norma ISO-690 y 690-2, respetando sus contribuciones, mostrando todos los manuales, normas e instrumentos que se emplearon en el proyecto de investigación con las correspondientes resoluciones, los cuales finalmente serán verificados por el programa web Turnitin que señala el nivel de semejanza en porcentajes.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Influencia de cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, Av. Pacayal-Carabayllo 2022

Ubicación:

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Carabayllo

Ubicación: Av. Pacayal



Figura 4. Mapa del Perú

Fuente: Google Search



Figura 5. Mapa distrito de Carabayllo

Fuente: Google Search

Localización:

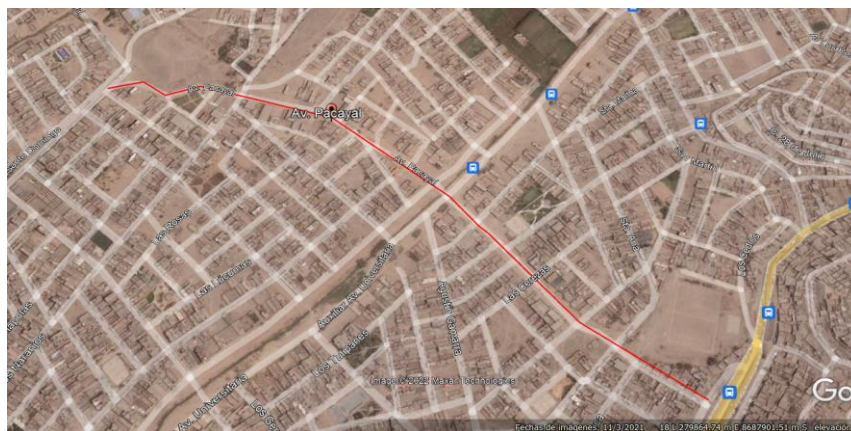


Figura 6. Localización de la Av. Pacayal

Fuente: Google Maps

Nuestro estudio se realizó en la Av. Pacayal – Carabayllo, donde se realizaron la excavación de 3 calicatas en las siguientes progresivas:

Descripción: Calicata - 1

Progresiva: 0+71 Km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 0.80 x 1.00 m

Lado de Vía: Derecha



Figura 7. Calicata - 1

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata - 2

Progresiva: 0+142 Km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 0.80 x 1.00 m

Lado de Vía: Derecha



Figura 8. Calicata - 2

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata - 3

Progresiva: 0+214 Km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 0.80 x 1.00 m

Lado de Vía: Derecha



Figura 9. Calicata - 3

Fuente: Elaboración propia

Trabajo de laboratorio

Se llevaron a cabo 3 calicatas cada 71 metros, ya que la norma CE. 010 de Pavimentos Urbanos nos indica que para vías colectoras se debe tomar un área de 1500 m² ⁵⁵. La municipalidad metropolitana de lima indica que la Av. Pacayal es una vía colectora. Se llevaron a cabo 3 ensayos granulométricos de esta manera se determinó el suelo más desfavorable y posteriormente se agregaron las cenizas para su mejoramiento.

Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo	3
Nombre de grupo	: Limo arenoso de baja plasticidad

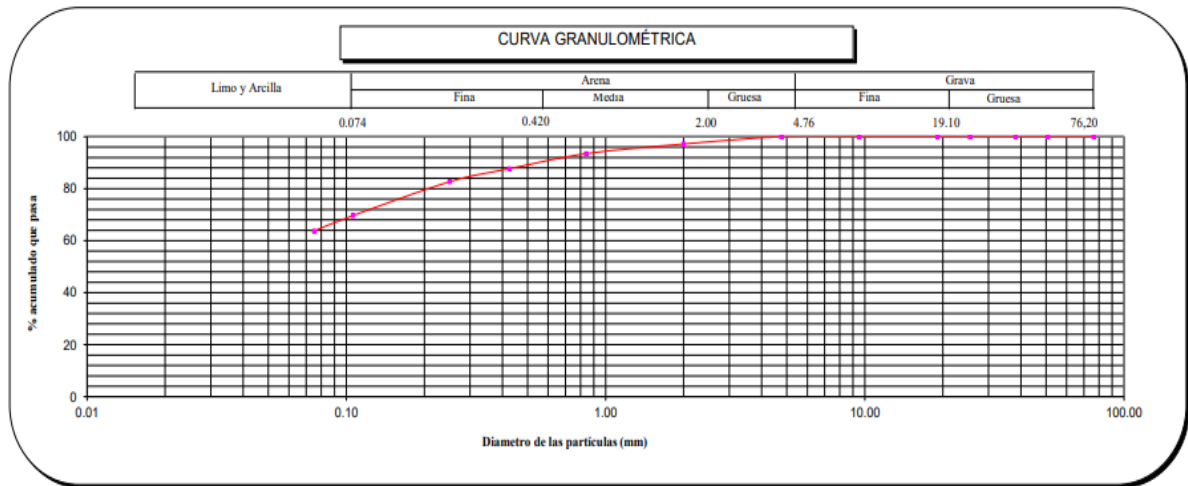


Figura 10. Calicata 1 Análisis Granulométrico por Tamizado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - En la calicata 1 el análisis granulométrico por tamizado demuestra que el material que logra pasar la malla N° 200 es del 63.7% por ello es considerado un material fino, el material que pasó la malla N° 4 pero se retuvo en la malla N° 200 fue un 36.3% considerándolo un material arenoso.

En la muestra extraída de la calicata 1 ubicada en el 0+71 Km de la Av. Pacayal-Carabayllo, Los ensayos de laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C) demostró que según la clasificación SUCS es un Limo arenoso de baja plasticidad (ML) y en la clasificación AASHTO la muestra corresponde al grupo A-4-3.

Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
Indice de Grupo	3

Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad

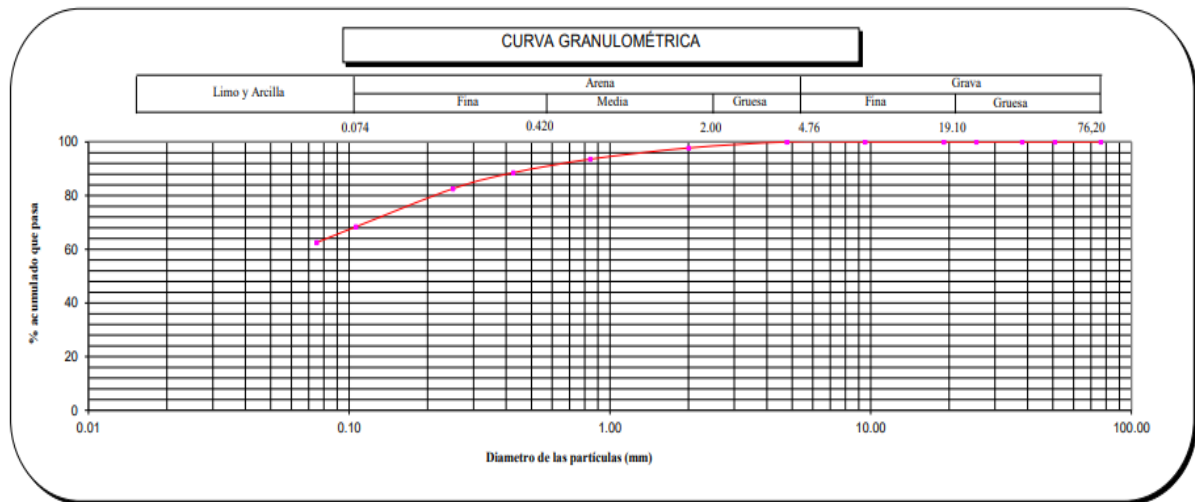


Figura 11. Calicata 2 Análisis Granulométrico por Tamizado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - En la calicata 2 el análisis granulométrico por tamizado demuestra que el material que logra pasar la malla N° 200 es del 62.5% por ello es considerado un material fino, el material que pasó la malla N° 4 pero se retuvo en la malla N° 200 fue un 37.5% considerándolo un material arenoso.

En la muestra extraída de la calicata 2 ubicada en el 0+142 Km de la Av. Pacayal-Carabayllo, Los ensayos de laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C) demostró que según la clasificación SUCS es un Limo arenoso de baja plasticidad (ML) y en la clasificación AASHTO la muestra corresponde al grupo A-4-3.

Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo	2

Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad

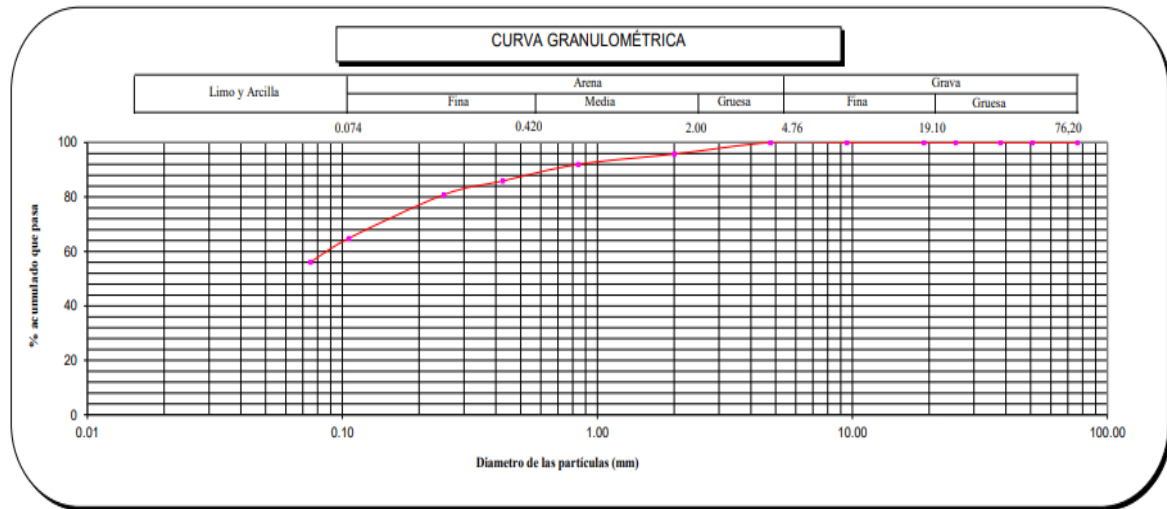


Figura 12. Calicata 3 Análisis Granulométrico por Tamizado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - En la calicata 3 el análisis granulométrico por tamizado demuestra que el material que logra pasar la malla N° 200 es del 56.1% por ello es considerado un material fino, el material que pasó la malla N° 4 pero se retuvo en la malla N° 200 fue un 43.9% considerándolo un material arenoso.

En la muestra extraída de la calicata 3 ubicada en el 0+214 Km de la Av. Pacayal-Carabayllo, Los ensayos de laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C) demostró que según la clasificación SUCS es un Limo arenoso de baja plasticidad (ML) y en la clasificación AASHTO la muestra corresponde al grupo A-4-2.

En conclusión, la calicata N° 1 es considerada la muestra patrón por ser la más desfavorable teniendo mayor cantidad de limo, por consiguiente, se llevó las muestras para realizar los ensayos en el laboratorio (Índice de plasticidad, Óptimo contenido de humedad y CBR)

Tabla 2. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural

ENSAYOS		CALICATA N°01
CONTENIDO DE HUMEDAD		18.6%
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	33%
	Limite plástico	26%
	Ind. plasticidad	7%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	ML-LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
	AASHTO	A-4-3
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	13.80%
	Densidad Máxima Seca (DMS)	1.84 gr/cm3
California Bearing Ratio (CBR 100%)		7.7%
California Bearing Ratio (CBR 95%)		6.9%

Fuente: Elaboración propia

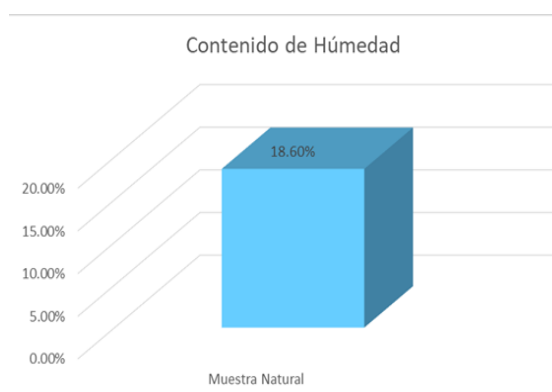


Figura 13. Contenido de humedad de la muestra natural.

Fuente: Elaboración propia

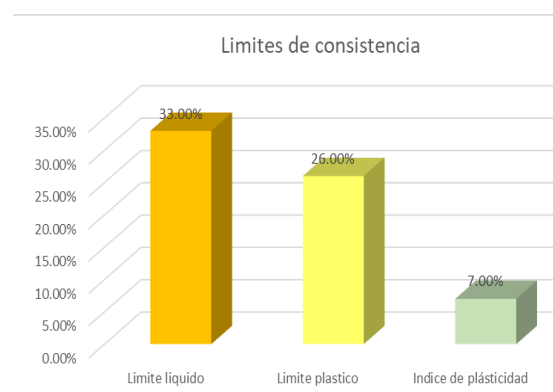


Figura 14. Límites de consistencia de la muestra natural.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - Se observa que la muestra natural de la calicata N° 1 cuenta con un 18.6% de contenido de humedad, un 33% de limite líquido, un 26% de limite plástico resultando un 7% de índice de plasticidad.

Se visualizó que la muestra es un limo arenoso de baja plasticidad que fue comprobado por el ensayo desarrollado en el laboratorio. Estos resultados son

debido a que en el área de estudio no se cuenta con mucha presencia de humedad.

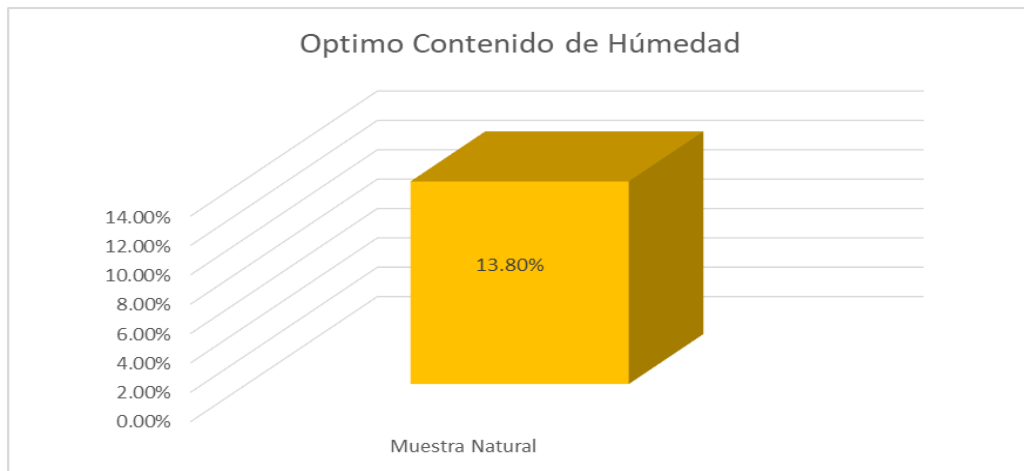


Figura 15. Optimo Contenido de Humedad de la muestra natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - Se observa que la muestra natural de la calicata N° 1 cuenta con un 13.80% de optimo contenido de humedad al realizarse el ensayo de Proctor Modificado.

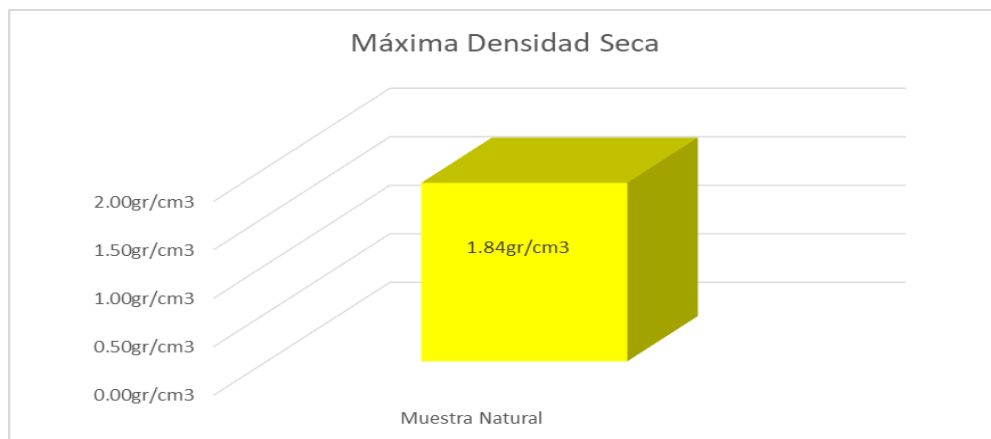


Figura 16. Máxima Densidad Seca de la muestra natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - Se observa que la muestra natural de la calicata N° 1 cuenta con 1.84 gr/cm³ de máxima densidad seca al realizarse el ensayo de Proctor Modificado.

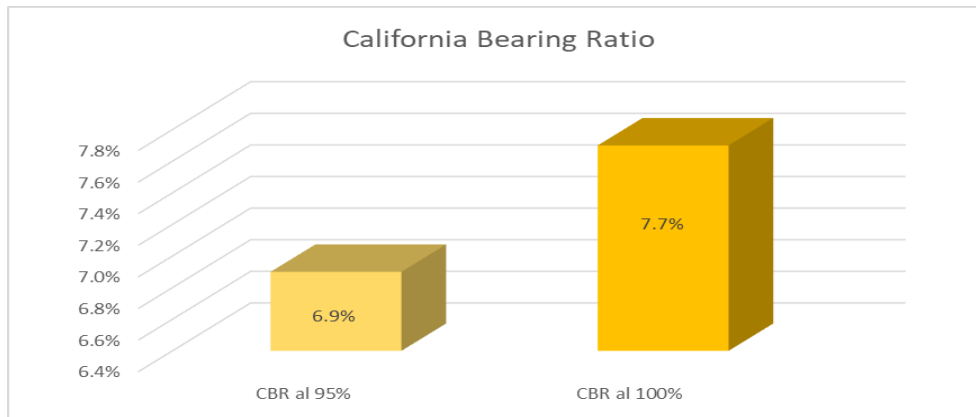


Figura 17. California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - Al realizarse el ensayo de CBR con la muestra patrón del suelo se tuvo una densidad 1.84 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 13.80%. Al ser llevada la muestra a medir su resistencia a una penetración de 0.1” resultado que el valor del CBR al 95% de máxima densidad seca arrojó un valor de 6.9% y el CBR al 100% de máxima densidad seca arrojó un valor de 7.7%.

Estos resultados dan a conocer que el suelo natural es de clasificación regular para el uso de la subrasante.

Objetivo 1:

Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022

Reseña 1: Índice de Plasticidad



Figura 18. Muestra Húmeda en la Copa de Casa Grande
Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Determinación del límite plástico con pequeños rollos
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Índice de Plasticidad incorporando CMF

Límites de consistencia				
L. A.	SN	SN+ 30% CMF	SN+ 31% CMF	SN+ 32% CMF
LL	33.00%	NP	NP	NP
LP	26.00%	NP	NP	NP
IP	7.00%	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Índice de Plasticidad incorporando CCM

Límites de consistencia				
L. A.	SN	SN+ 24% CCM	SN+ 25% CCM	SN+ 26% CCM
LL	33.00%	NP	NP	NP
LP	26.00%	NP	NP	NP
IP	7.00%	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

Límites de consistencia

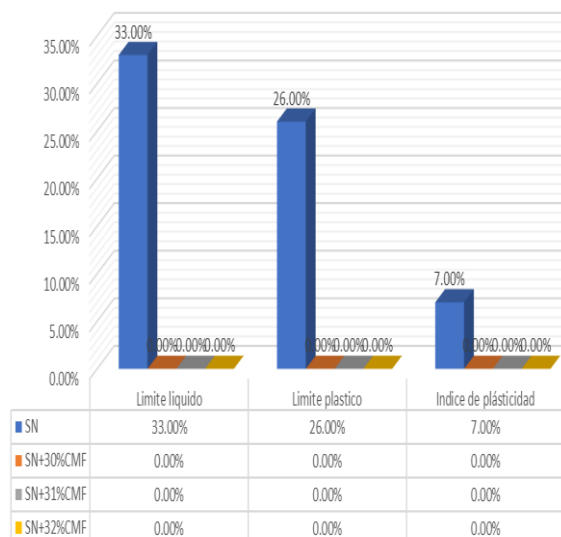


Figura 20. Resultados de Índice de Plasticidad agregando CMF

Fuente: Elaboración propia

Límites de consistencia

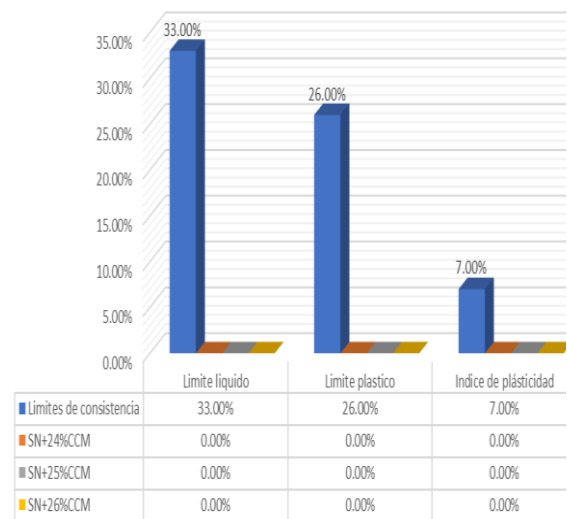


Figura 21. Resultados de Índice de Plasticidad agregando CCM

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Al mostrar las tablas 5, 6 y las figuras 24, 25; tenemos como resultado del ensayo que la muestra patrón tiene un índice de plasticidad de 7% y al añadir las cenizas de CMF (30%, 31% y 32%) y CCM (24%, 25% y 26%) se obtuvo resultados iguales donde no hay índice de plasticidad es decir un no plástico (NP) especificando que es un suelo limo arenosos de baja plasticidad.

Objetivo 2:

Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022

Reseña 2: Óptimo contenido de humedad



Figura 22. Ensayo de Proctor modificado de CCM

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Ensayo de Proctor modificado de CMF

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Óptimo Contenido de Humedad incorporando CMF

C-1	SN	SN+ 30% CMF	SN+ 31% CMF	SN+ 32% CMF
OCH	13.80%	17.70%	17.10%	18.40%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Óptimo Contenido de Humedad incorporando CCM

C-1	SN	SN+ 24% CCM	SN+ 25% CCM	SN+ 26% CCM
OCH	13.80%	16.80%	16.90%	17.80%

Fuente: Elaboración propia

Óptimo Contenido de Humedad

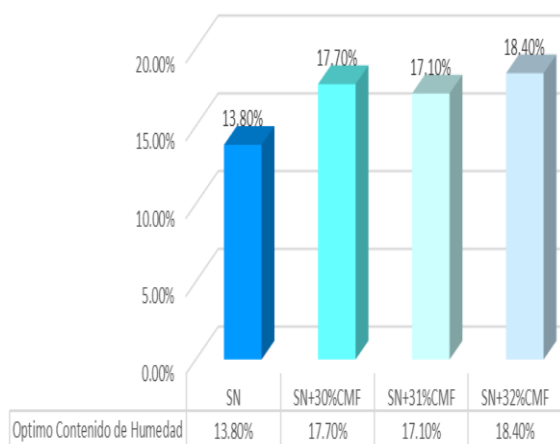


Figura 24. Resultados de Óptimo Contenido de Humedad agregando CMF

Fuente: Elaboración propia

Óptimo Contenido de Humedad

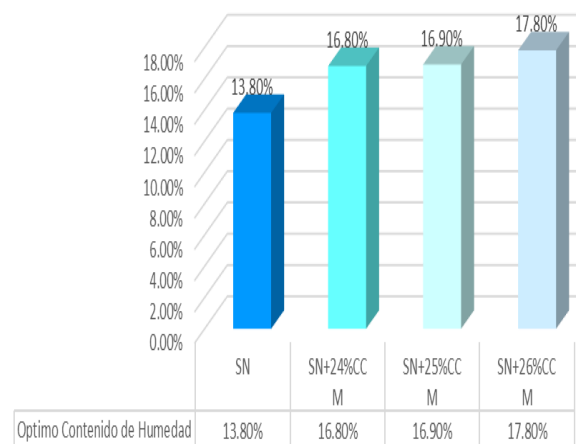


Figura 25. Resultados de Óptimo Contenido de Humedad agregando CCM

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Al mostrar las tablas 7, 8 y las figuras 28, 29; tenemos como resultado de OCH en la muestra patrón un 13.80% y al añadir las cenizas de CMF (30%, 31% y 32%) se obtiene un OCH de 17.70%, 17.10%, y 18.40% respectivamente y al agregar CCM (24%, 25% y 26%) se obtiene un OCH de 16.80%, 16.90%, y 17.80% respectivamente. A mayor dosificación de cenizas tanto de CMF y CCM el OCH aumentó, al agregar el 32% CMF arrojó un resultado de 18.40% y el óptimo contenido de humedad al agregar el 26% CCM arrojó un resultado de 17.80%.

Tabla 7. Máxima Densidad Seca incorporando CMF

	SN	SN+ 30% CMF	SN+ 31% CMF	SN+ 32% CMF
MDS	1.84 gr/cm ³	1.671 gr/cm ³	1.749 gr/cm ³	1.713 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Máxima Densidad Seca incorporando CCM

	SN	SN+ 24% CCM	SN+ 25% CCM	SN+ 26% CCM
MDS	1.84 gr/cm ³	1.688 gr/cm ³	1.702 gr/cm ³	1.775 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Máxima Densidad Seca (MDS)

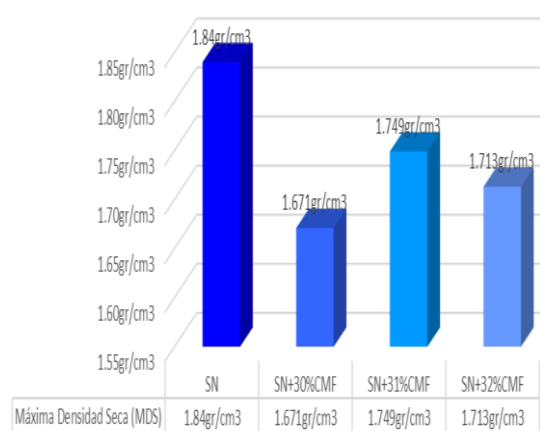


Figura 26. Resultados de Máxima Densidad Seca agregando CMF

Fuente: Elaboración propia

Máxima Densidad Seca (MDS)

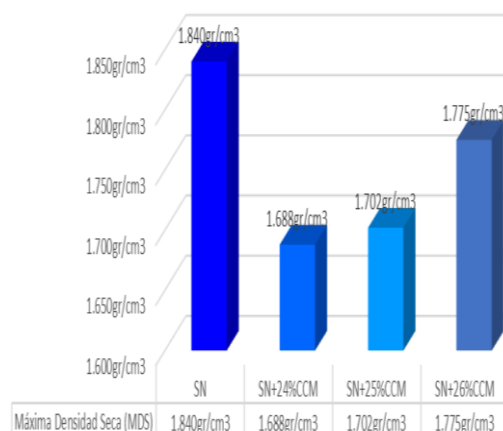


Figura 27. Resultados de Máxima Densidad Seca agregando CCM

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En las tablas 9,10 y en las figuras 30,31; se muestra como resultado que la máxima densidad seca de la muestra patrón es de 1.84 gr/cm³ de tal manera que al incorporar la CMF (30%, 31% y 32%) disminuyen a 1.671 gr/cm³, 1.749 gr/cm³ y 1.713 gr/cm³ respectivamente y de tal manera al incorporar la CCM (24%, 25% y 26%) disminuyen a 1.688 gr/cm³, 1.702 gr/cm³ y 1.775 gr/cm³ respectivamente.

Objetivo 3:

Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022.

Reseña 3: CBR

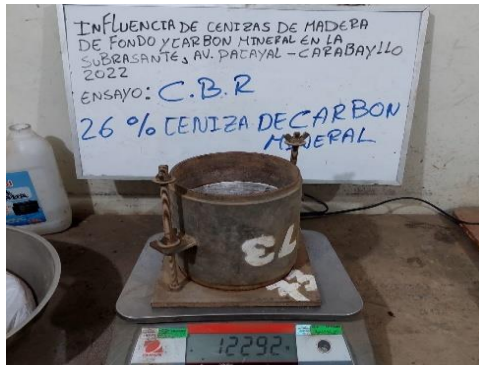


Figura 28. Molde CBR

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Prensa CBR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. California Bearing Ratio incorporando CMF

California Bearing Ratio				
C B R	SN	SN+ 30% CMF	SN+ 31% CMF	SN+ 32% CMF
95%	6.90%	11.70%	12.00%	12.70%
100%	7.70%	14.50%	15.30%	16.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. California Bearing Ratio incorporando CCM

California Bearing Ratio				
C B R	SN	SN+ 24% CCM	SN+ 25% CCM	SN+ 26% CCM
95%	6.90%	10.10%	12.70%	13.70%
100%	7.70%	13.10%	14.60%	15.60%

Fuente: Elaboración propia

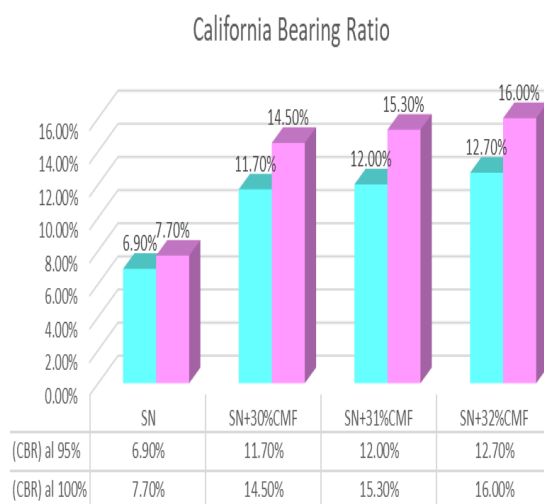


Figura 30. Resultados de CBR agregando CMF

Fuente: Elaboración propia

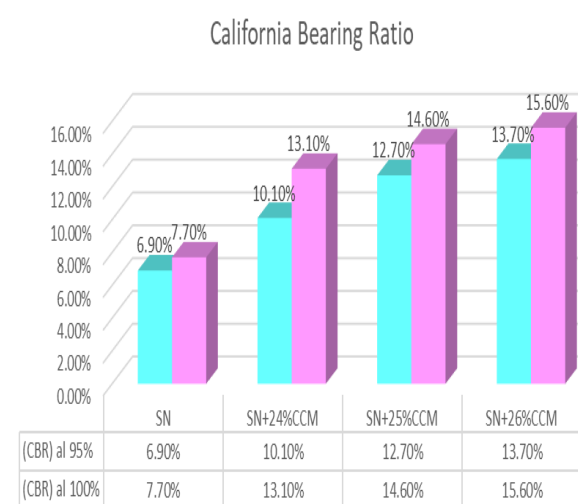


Figura 31. Resultados de CBR agregando CCM

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 11 y en la figura 32 de resultados de CMF; se puede apreciar los resultados de CBR a una compactación al 95% de M.D.S donde el suelo natural tiene un CBR de 6.9% que al agregar 30%CMF el CBR aumentó a 11.70%, al agregar el 31%CMF subió a 12.00% y al agregar 32%CMF incrementó a 12.70%. El suelo natural a una compactación de 100% de M.D.S tiene un CBR de 7.70% que al agregar el 30%CMF subió a 14.50%, al agregar 31%CMF aumentó a 15.30% y al incorporar el 32%CMF subió a 16.00%. En la tabla 12 y en la figura 33; al incorporar 24%CCM a una compactación al 95% de M.D.S aumentó a 10.10%, al agregar 25%CCM subió a 12.70%, al añadir 26%CCM incremento a 13.70%. De igual manera al incorporar 24% CCM a una compactación al 100% de M.D.S aumentó a 13.10%, al incorporar 25%CCM subió a 14.60% y al agregar 26%CCM subió a 15.60%. Por esta razón viendo los resultados de CBR se tomó como dosificación óptima en CMF el 32% y en CCM el 26% que según la norma CE. 010 de pavimentos urbanos lo clasifica como un suelo de subrasante bueno.

Diseño del espesor adecuado de estabilización

Se empleo los valores de CBR obtenidos de los ensayos de laboratorio de la muestra natural (MN) adicionando CMF y CCM con las siguientes dosificaciones.

MN= 6.9%

MN + CMF 30%= 11.70% CBR

MN + CCM 24%= 10.10% CBR

MN + CMF 31%= 12.00% CBR

MN + CCM 25%= 12.70% CBR

MN + CMF 32%= 12.70% CBR

MN + CCM 26%= 13.70% CBR

$$CBR_P = \frac{D_{S1}^3 CBR_1 + D_{S2}^3 CBR_2}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Dónde:

CBR_P = CBR Ponderado

D_{S1} = Espesor de Suelo Estabilizado

D_{S2} = Espesor de Terreno Natural

CBR_1 = CBR de Suelo Estabilizado

CBR_2 = CBR de Terreno Natural

Uso de la fórmula empleando nuestros resultados CBR y usando un espesor de 0.30 m de la siguiente manera:

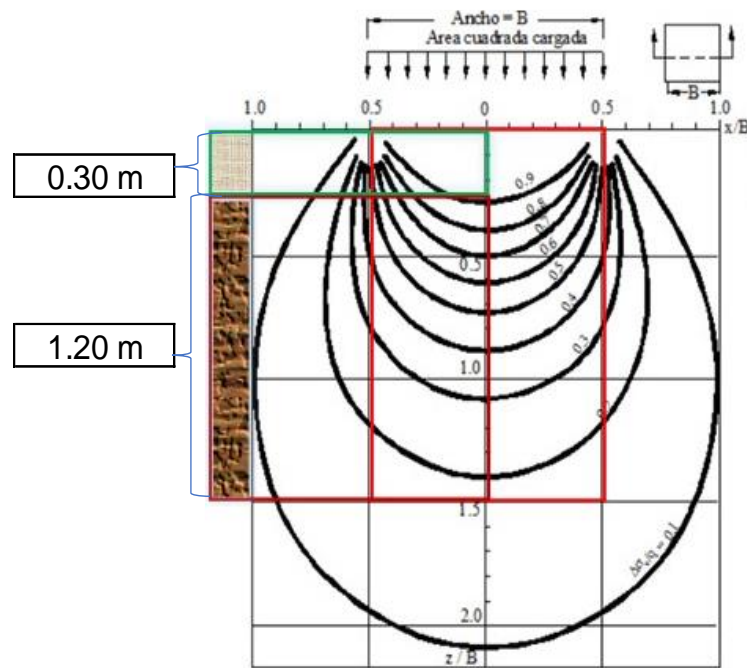


Figura 32. Espesor de estabilización a 0.30 m

Fuente: Elaboración propia

MN + CMF 30%= 11.70% CBR a 0.30 m

$$CBR_{P(CMF)} = \frac{0.30^3 * (11.70\%) + 1.20^3 (6.90\%)}{0.30^3 + 1.20^3} = 6.97\%$$

MN + CMF 31%= 12.00% CBR

$$CBR_{P(CMF)} = \frac{0.30^3 * (12.00\%) + 1.20^3 (6.90\%)}{0.30^3 + 1.20^3} = 6.98\%$$

MN + CMF 32%= 12.70% CBR

$$CBR_{P(CMF)} = \frac{0.30^3 * (12.70\%) + 1.20^3 (6.90\%)}{0.30^3 + 1.20^3} = 6.99\%$$

MN + CCM 24%= 10.10% CBR

$$CBR_{P(CCM)} = \frac{0.30^3 * (10.10\%) + 1.20^3 (6.90\%)}{0.30^3 + 1.20^3} = 6.95\%$$

MN + CCM 25%= 12.70% CBR

$$CBR_{P(CCM)} = \frac{0.30^3 * (12.70\%) + 1.20^3 (6.90\%)}{0.30^3 + 1.20^3} = 6.99\%$$

MN + CCM 26%= 13.70% CBR

$$CBR_{P(CCM)} = \frac{0.30^3 * (13.70\%) + 1.20^3 (6.90\%)}{0.30^3 + 1.20^3} = 7.00\%$$

Asumiendo un espesor de 0.40 m:

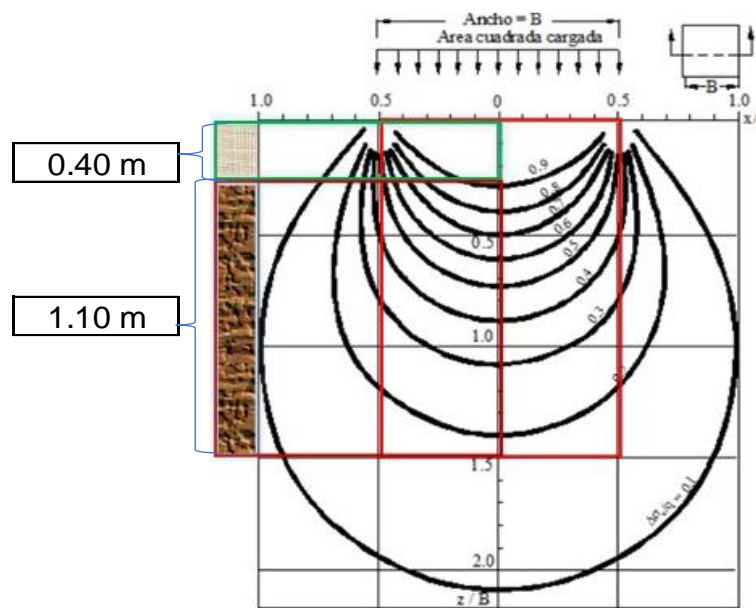


Figura 33. Espesor de estabilización a 0.40 m

Fuente: Elaboración propia

MN + CMF 30%= 11.70% CBR

$$CBR_{P(CMF)} = \frac{0.40^3 * (11.70\%) + 1.10^3 (6.90\%)}{0.40^3 + 1.10^3} = 7.12\%$$

MN + CMF 31%= 12.00% CBR

$$CBR_{P(CMF)} = \frac{0.40^3 * (12.00\%) + 1.10^3 (6.90\%)}{0.40^3 + 1.10^3} = 7.13\%$$

MN + CMF 32%= 12.70% CBR

$$CBR_{P(CMF)} = \frac{0.40^3 * (12.70\%) + 1.10^3 (6.90\%)}{0.40^3 + 1.10^3} = 7.17\%$$

MN + CCM 24%= 10.10% CBR

$$CBR_{P(CCM)} = \frac{0.40^3 * (10.10\%) + 1.10^3 (6.90\%)}{0.40^3 + 1.10^3} = 7.05\%$$

MN + CCM 25%= 12.70% CBR

$$CBR_{P(CCM)} = \frac{0.40^3 * (12.70\%) + 1.10^3 (6.90\%)}{0.40^3 + 1.10^3} = 7.17\%$$

MN + CCM 26%= 13.70% CBR

$$CBR_{P(CCM)} = \frac{0.40^3 * (13.70\%) + 1.10^3 (6.90\%)}{0.40^3 + 1.10^3} = 7.21\%$$

Análisis comparativo de CBR Ponderado con un espesor de 0.30 m y 0.40 m

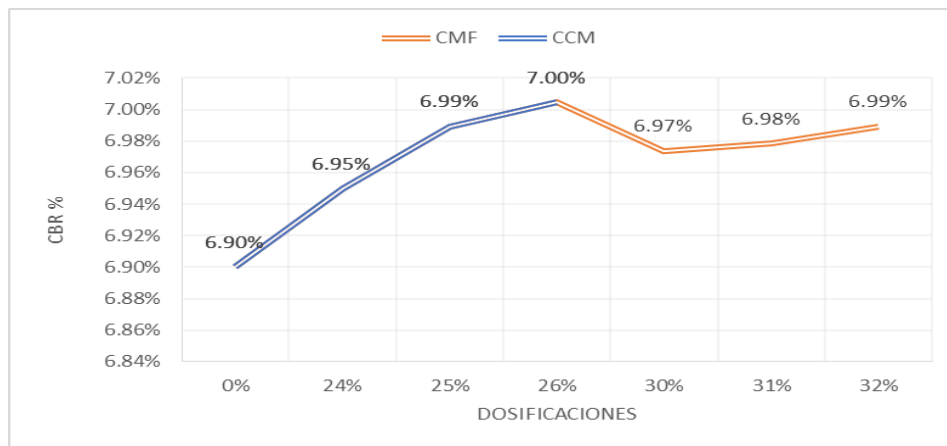


Figura 34. Comparación de CBR Ponderado a 0.30 m de estabilización
Fuente: Elaboración propia

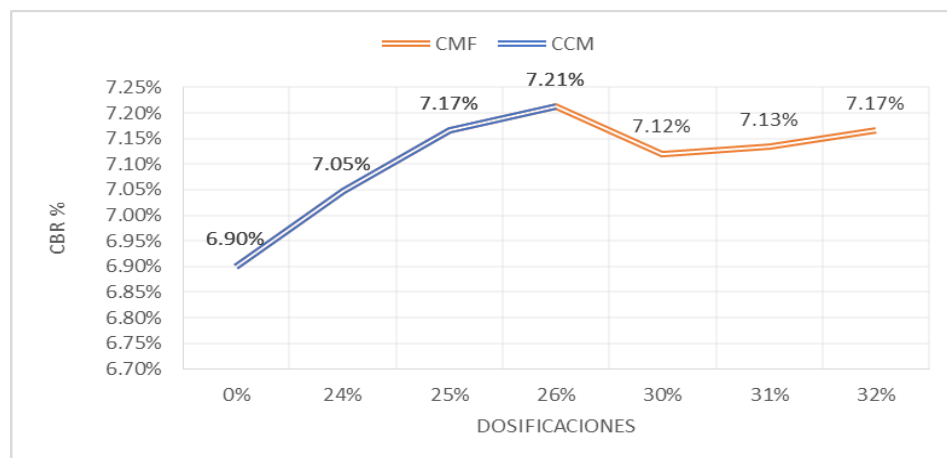


Figura 35. Comparación de CBR Ponderado a 0.40 m de estabilización
Fuente: Elaboración propia

El primer estrato estabilizado a los 30 cm arrojó valores de MN + CMF 30% el CBR_P es 6.97%, MN + CMF 31% el CBR_P es 6.98%, MN + CMF 32% el CBR_P es 6.99%; en cuanto a la mezcla de MN + CCM 24% el CBR_P es 6.95%, MN + CCM 25% el CBR_P es 6.99% y para MN + CCM 26% el CBR_P es 7.00%.

Por otra parte, el segundo estrato estabilizado a los 40 cm arrojó valores de MN + CMF 30% el CBR_P es 7.12%, MN + CMF 31% el CBR_P es 7.13%, MN + CMF 32% el CBR_P es 7.17%; en cuanto a la mezcla de MN + CCM 24% el CBR_P es 7.05%, MN + CCM 25% el CBR_P es 7.17% y para MN + CCM 26% el CBR_P es 7.21%.

Los resultados cumplen con los requisitos mínimos de estabilización de subrasante que el CBR debe ser $\geq 6\%$ señalado por el MTC descrito como la condición AASHTO.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo (30%, 31% y 32%) y carbón mineral (24%, 25% y 26%) en el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022.

Ceniza de madera de fondo

Resultados: La muestra patrón tiene un índice de plasticidad de 7% y al añadir la CMF (30%, 31% y 32%) nos da como resultado que sus índices de plasticidad son no plásticos (NP) especificando que es un suelo limo arenosos de baja plasticidad.

Antecedente: Pérez (2021) en su investigación añadió diversas dosificaciones (10%, 20% y 30%) de ceniza de madera de fondo para estabilizar suelos arcillosos, logrando reducir el índice de plasticidad de 20.30% a 14.90%.

Comparación: La ceniza de madera de fondo del autor Pérez trajo resultados que beneficiaron el suelo, ya que redujo el índice de plasticidad. En el presente proyecto de investigación también se disminuyó el índice de plasticidad dando resultados positivos, siendo similares al antecedente.

Ceniza de carbón mineral

Resultados: La muestra patrón tiene un índice de plasticidad de 7% y al añadir la CCM (24%, 25% y 26%) nos da como resultado que sus índices de plasticidad son no plásticos (NP) especificando que es un suelo limo arenosos de baja plasticidad.

Antecedente: Chilcon y León (2020) en su proyecto de investigación añadió diversas dosificaciones (13%, 21% y 24%) de ceniza de carbón mineral para la consolidación de suelos arcilloso en la subrasante, llegando a disminuir el índice de plasticidad de 24% a 16.6%.

Comparación: La ceniza de carbón mineral del autor Chilcón y León trajo resultados que beneficiaron el suelo, ya que redujo el índice de plasticidad. En el presente proyecto de investigación también se disminuyó el índice de plasticidad dando resultados positivos, siendo similares al antecedente.

Objetivo 2: Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo (30%, 31% y 32%) y carbón mineral (24%, 25% y 26%) en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022.

Ceniza de madera de fondo

Resultados: En la muestra patrón resultó un OCH de 13.80% y al añadir las cenizas de CMF (30%, 31% y 32%) se obtiene un OCH de 17.70%, 17.10%, y 18.40% respectivamente.

Antecedente: Bikash (2017), en su proyecto de investigación agregó diversos porcentajes (5%, 15% y 25%) de cenizas volantes para las capas de subrasante, teniendo como resultados que a mayor dosificación el óptimo contenido de humedad aumentó de 12.5% a 13%.

Comparación: La ceniza volante del autor Bikash dio resultados positivos que beneficiaron el suelo, ya que incrementó el óptimo contenido de humedad. En el presente proyecto de investigación también incrementa el óptimo contenido de humedad dando resultados favorables, siendo similares al antecedente.

Ceniza de carbón mineral

Resultados: En la muestra patrón resultó un OCH de 13.80% y al añadir las cenizas de CCM (24%, 25% y 26%) se obtiene un OCH de 16.80%, 16.90%, y 17.80% respectivamente.

Antecedente: Ewa, Akeke y Okoi (2018), en su proyecto de investigación agregó diversos porcentajes (5%, 10%, 15% y 20%) de cenizas de cascara de arroz para determinar las propiedades de la subrasante, teniendo como resultados que a mayor dosificación el óptimo contenido de humedad aumentó de 18.3% a 23.06%.

Comparación: La ceniza de cascara de arroz de los autores Ewa, Akeke y Okoi resultó de manera positiva beneficiando al suelo, ya que incrementó el óptimo contenido de humedad. En el presente proyecto de investigación también incrementa el óptimo contenido de humedad dando resultados favorables, siendo similares al antecedente.

Objetivo 3: Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo (30%, 31% y 32%) y carbón mineral (24%, 25% y 26%) en el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022.

Ceniza de madera de fondo

Resultados: al realizar los ensayos de CBR a una compactación al 95% de M.D.S donde el suelo natural tiene un CBR de 6.9% que al usar 30%CMF el CBR aumentó a 11.70%, al usar el 31%CMF subió a 12.00% y al usar 32%CMF incrementó a 12.70%. El suelo natural a una compactación de 100% de M.D.S tiene un CBR de 7.70% que al usar el 30%CMF subió a 14.50%, al usar 31%CMF aumentó a 15.30% y al usar el 32%CMF subió a 16.00%.

Antecedente: Cañar (2017), en su proyecto de investigación agregó diversos porcentajes (20%, 23% y 25%) de cenizas de carbón para evaluar la capacidad de soporte del suelo, obteniendo el aumento del CBR que a mayor dosificación de 25%CCM mejoro de 15.60% a 19.60%.

Comparación: La ceniza de carbón del autor Cañar trajo resultados positivos que beneficiaron el suelo, ya que aumentó el CBR. En el presente proyecto de investigación también aumentó el CBR dando resultados favorables, siendo similares al antecedente.

Ceniza de carbón mineral

Resultados: al realizar los ensayos de CBR al incorporar 24%CCM a una compactación al 95% de M.D.S aumentó a 10.10%, al usar 25%CCM subió a 12.70%, al usar 26%CCM incremento a 13.70%. De igual manera al usar 24% CCM a una compactación al 100% de M.D.S aumentó a 13.10%, al usar 25%CCM subió a 14.60% y al agregar 26%CCM subió a 15.60%.

Antecedente: Andaluz (2022), en su investigación usó diversos porcentajes (1%, 3%, 5% y 8%) de cenizas de cascara de arroz para evaluar el CBR, obteniendo su aumento que a mayor dosificación de 8%CCA mejoro de 8.60% a 13.20%.

Comparación: La ceniza de carbón del autor Andaluz favorecieron el suelo, ya que aumento el CBR. En el presente proyecto de investigación también aumenta la capacidad del CBR dando resultados favorables, siendo similares al antecedente.

VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022.

Objetivo General, se evaluó que, la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, mejoraron las propiedades de la subrasante de la Av. Pacayal – Carabayllo, Observando su evaluación en sus propiedades físicas y mecánicas: 1) Al reducir el índice de plasticidad en los límites de atterberg; 2) Al aumentar el óptimo contenido de humedad en el Proctor modificado y 3) Al incrementar el CBR.

Objetivo específico 1, se estableció la dependencia del porcentaje de ceniza de madera de fondo en los ensayos de Índice de Plasticidad, puesto que logro disminuir un 7%, pasando de un 7% a un 0% es decir no plástico (NP) en todas las dosificaciones de la ceniza de madera de fondo; por consiguiente, la influencia de la ceniza de madera de fondo está directamente relacionada con los porcentajes propuestos por contribuir en la mejora de la subrasante, con respecto al índice de plasticidad, el cual queda comprobado así también, se estableció la dependencia de la ceniza de carbón mineral en el Índice de Plasticidad, donde también se redujo un 7%, pasando de un 7% a un 0% es decir no plástico (NP) en todas las dosificaciones de la ceniza de carbón mineral; por lo tanto, la influencia de la ceniza de carbón mineral en los porcentajes propuestos en la subrasante es positiva con respecto al índice de plasticidad.

Objetivo Específico 2, se estableció la relación del porcentaje de ceniza de madera de fondo en los ensayos del óptimo contenido de humedad, logrando aumentar un 3.3% pasando de un 13.80% de la muestra patrón a un 17.10% al agregar el 31% de la ceniza de madera de fondo ya que aquí se encuentra la densidad máxima seca; por esta razón la influencia de la CMF está directamente relacionada con los porcentajes propuestos por contribuir en la mejora de la subrasante con relación al óptimo contenido de humedad, el cual queda comprobado. Así como también, se estableció la dependencia de la ceniza de carbón mineral en el óptimo contenido de humedad, logrando incrementar un 4% pasando de un 13.80% de la muestra patrón a un 17.80% al incorporar un 26% de ceniza de carbón mineral, debido a

que aquí se encuentra la densidad máxima seca, por lo tanto, la influencia de la CCM en los porcentajes propuestos en la subrasante es positiva con respecto al óptimo contenido de humedad, el cual queda comprobado.

Objetivo Específico 3, se estableció la relación del porcentaje de ceniza de madera de fondo en los ensayos del CBR, logrando aumentar un 5.8% pasando de un 6.90% de la muestra patrón a un 12.70% al agregar el 32% de la ceniza de madera de fondo; por esta razón la influencia de la CMF está directamente relacionada con los porcentajes propuestos por contribuir en la mejora de la subrasante con relación a la resistencia del terreno, el cual queda comprobado. Así como también, se estableció la dependencia de la ceniza de carbón mineral en el CBR, logrando incrementar un 6.8% pasando de un 6.90% de la muestra patrón a un 13.70% al incorporar un 26% de ceniza de carbón mineral, por lo tanto, la influencia de la CCM en los porcentajes propuestos en la subrasante es positiva con respecto a la resistencia del terreno, el cual queda comprobado.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Específico 1, en el presente proyecto de investigación al seleccionarse porcentajes de CMF que iban de un 30% hasta 32%, obtuvieron la disminución del índice de plasticidad; para así poder continuar con futuras investigaciones se recomienda emplear la ceniza de madera de fondo hasta un 30% para continuar reduciéndose el índice de plasticidad. Al igual al elegirse los porcentajes de CCM que iban desde un 24% hasta un 26% se logró disminuir el índice de plasticidad; recomendamos para futuras investigaciones que empleen solo hasta un 24% de CCM ya que es tomado como un valor tope.

Objetivo Específico 2, en el presente proyecto de investigación al agregarse los porcentajes de CMF, que van desde 30% hasta un 31%, en las dos dosificaciones incrementaron el óptimo contenido de humedad y al mismo tiempo incrementando la máxima densidad seca; por lo tanto, recomendamos para futuras investigaciones emplear solo hasta el 31% de CMF debido a que es un valor tope. Al igual al elegirse los porcentajes de CCM en las dosificaciones de 24% hasta un 26% se logró elevar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca; por lo que recomendamos para futuras investigaciones que utilicen más del 26% de CCM, de este modo comprobar si el óptimo contenido de humedad va en aumento.

Objetivo Específico 3, en el presente proyecto de investigación al elegirse los porcentajes de CMF que van de un 30% hasta un 32% se lograron incrementar el CBR; recomendamos para futuras investigaciones usar la CMF más del 32% para seguir aumentando el CBR. De tal manera al elegirse las dosificaciones de CCM que van del 24% al 26% obtuvo el aumento del CBR, por lo que recomendamos usar más del 26% de CCM, de este modo averiguar a cuánto puede incrementar el CBR.

En el presente proyecto de investigación como resultado del CBR Ponderado la excavación mínima para mejorar el suelo será de 0.30 m con la dosificación óptima del 32%CMF dándonos un CBR ponderado de 6.99% y en el caso de la dosificación óptima del 26%CCM arrojó un resultado de CBR ponderado de 7%

REFERENCIAS

1. CHILCON Chilcon, Ronaldinio y LEÓN Polo, Guillermo. Evaluación de estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de carbón en la subrasante de la AV. Cuzco, Distrito de San Martín de Porres, 2020 [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad César Vallejo, 2020. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57212>
2. NEYRA León, Mercedes. Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad de Piura, 2020. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4478>
3. PEREZ López, Rudy. Estabilización De Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza De Madera De Fondo Para Su Uso Como Subrasante Mejorada De Pavimento, Producto De Ladrillera Cerámicas Júpiter S.A.C. Del Departamento De Ucayali [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Nacional de Ucayali, 2021. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5148>
4. CHICAIZA Estévez, Edison. y OÑA Oña, Francisco. Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraída de ceniza de cascarilla de arroz [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Escuela Politécnica Nacional, 2018. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19624>
5. CAÑAR Tiviano, Edwin. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Técnica De Ambato, 2017. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25266>
6. ANDALUZ López, Ronnie. Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Técnica de Ambato, 2022. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34106>

7. DE ETIMO Aderezo, Esmeralda. Investigación de laboratorio del comportamiento mecánico de los suelos arcillosos mejorado con cenizas volantes [en línea]. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica Nacional Metropolitana, 2019. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/49214/%CE%94%CE%99%CE%94%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%9F%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%94%CE%99%CE%91%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%92%CE%97%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%93%CE%94%CE%97%20%CE%95%CE%A5%CE%98%CE%A5%CE%9C%CE%99%CE%9F%CE%A5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. BIKASH, Adnikari. Características mecánicas y de durabilidad de las mezclas de suelo y geopolímeros a base de cenizas volantes para capas de base y subbase de carreteras [en línea]. Tesis de Maestría. Universidad de Luisiana en Lafayette, 2017. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1978944274?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
9. LIET Chi, Dang. Mejora de las propiedades de ingeniería de suelos expansivos con cenizas de bagazo, fibra de bagazo y cal hidratada [en línea]. Tesis Doctoral. Universidad Tecnológica de Sydney, 2019. [Consultado 05 setiembre 2022]. Disponible en: <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/133246/1/01front.pdf>
10. NNOCHIRIA, Emeka. MOSES, Olumide y AKINLABI, Samuel. Propiedades geotécnicas y microestructurales de lateritas tratadas con cemento y estabilizadas con cenizas de cáscara de arroz y de hoja de bambú. *Research gate* [en línea]. 2021, Vol. 61, No. 6 [fecha de consulta: 05 setiembre de 2022]. Disponible en: <https://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/ap/article/view/5791> ISSN: 1805–2363.
11. EWA, Desmond. AKEKE, Godwin y OKOI. Influencia de la variabilidad de la fuente de ceniza de arroz en propiedades de la subrasante de la carretera. *Nigerian Journal of Technology* [en línea]. 2018, Vol. 37, No. 3 [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/njt/article/view/174966> ISSN: 2467-8821.

12. PURIFICACIÓN, Lisbet. MARÍN, Noé. y BENITES, Julio. Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café arábica. *Dialnet* [en línea]. 2021, Vol. 51, N.º 1-2 [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234911>
ISSN: 2665-6558.
13. AYOBAMI, Akinyemi. Comportamiento de las cenizas de fondo de madera en aplicaciones a base de cemento y comparación con otras cenizas seleccionadas: Visión general. *Resources, Conservation & Recycling* [en línea]. Marzo 2021, Vol. 166, [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344920306662>
14. Mejores prácticas de gestión para la ceniza de madera como enmienda del suelo agrícola. *Research gate* [en línea]. Marzo 2013, [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/278007526_Best_management_practices_for_wood_ash_as_agricultural_soil_amendment
15. PARK, Jong. [et. al]. Exploración de la capacidad potencial de las cenizas volantes y las cenizas de fondo derivadas de centrales térmicas a base de pellets de madera para la eliminación de metales pesados. *Science of the Total Environment* [en línea]. Octubre 2020, Vol. 740, [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720337268>
16. GÁLVEZ Cano, Julio. y APONTE Castillo, José. Estudio experimental del comportamiento geotécnico de suelo arenoso mejorado con ceniza proveniente de la quema de madera y carbón de las ladrilleras artesanales del Distrito de Lurigancho, lima, 2020 [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 2019. [Consultado 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648674>
17. Fundamentos de la ceniza de carbón [blog]. United States Environmental Protection Agency (6 de marzo del 2022). [Fecha de consulta: 25 de

- setiembre del 2022]. Recuperado de <https://www.epa.gov/coalash/coal-ash-basics>
18. VO, Thanh. [et. al]. Valorización de los residuos de la minería del carbón como geo- materiales brutos en la construcción: A revisión con nuevas perspectivas. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Febrero 2022, Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262104378X>
 19. GONZÁLEZ Guerra, Angel. Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad De San Carlos De Guatemala, 2014. p. 29 [Consultado 25 de setiembre 2022]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1044/>
 20. GONZÁLEZ Guerra, Angel. Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad De San Carlos De Guatemala, 2014. p. 30 [Consultado 25 de setiembre 2022]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1044/>
 21. VÁSQUEZ Cabrera, Alexander. Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad San Pedro, 2018. p. 06 [Consultado 10 de octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8013>
 22. CHÁVEZ Velásquez, Camilo. y GUERRA Maestre, Yohana. Producción, propiedades y usos de los residuos de la combustión del carbón de termotasajero. [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Santo Tomás, 2015. p. 06 [Consultado 10 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9685>
 23. CHÁVEZ Velásquez, Camilo. y GUERRA Maestre, Yohana. Producción, propiedades y usos de los residuos de la combustión del carbón de termotasajero. [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Santo Tomás, 2015. p. 06 [Consultado 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9685>

24. CHÁVEZ Velásquez, Camilo. y GUERRA Maestre, Yohana. Producción, propiedades y usos de los residuos de la combustión del carbón de termotasajero. [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Santo Tomás, 2015. p. 08 [Consultado 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9685>
25. CHÁVEZ Velásquez, Camilo. y GUERRA Maestre, Yohana. Producción, propiedades y usos de los residuos de la combustión del carbón de termotasajero. [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Santo Tomás, 2015. p. 08 [Consultado 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9685>
26. CHÁVEZ Velásquez, Camilo. y GUERRA Maestre, Yohana. Producción, propiedades y usos de los residuos de la combustión del carbón de termotasajero. [en línea] Tesis de titulación en ingeniería civil. Universidad Santo Tomás, 2015. p. 09 [Consultado 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9685>
27. Conceptos básicos de conformación y compactación de la subrasante, sub base y base [blog]. Alicaresp (14 de mayo del 2019). [Fecha de consulta: 10 octubre del 2022]. Recuperado de <http://alicaresp.com/2019/05/14/conceptos-basicos-de-sub-rasante-sub-base-y-base-de-pavimentos/>
28. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos: Lima. Empresa editora Macro E.I.R.L, 2014. pp. 18
ISBN: 978-612-304-191-5
29. PROVINCIAL Gallardo, Olga. Estudio de la mejora de suelos blandos con inclusiones rígidas [en línea]. Tesis de titulación en ingeniería civil. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, 2020. [Consultado 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/105134>
30. Importante información acerca de los tipos de suelo [blog]. INFOAGRO. (13 de marzo del 2019). [Fecha de consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/importante-informacion-acerca-de-los-tipos-de-suelo/>

31. KALIAKIN, Victor. Soil Mechanics Calculations, Principles, and Methods [en línea]. 1a ed. Estados Unidos: Butterworth-Heinemann, 2017 [fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128044919/soil-mechanics>
32. KALIAKIN, Victor. Soil Mechanics Calculations, Principles, and Methods [en línea]. 1a ed. Estados Unidos: Butterworth-Heinemann, 2017 [fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128044919/soil-mechanics>
33. KALIAKIN, Victor. Soil Mechanics Calculations, Principles, and Methods [en línea]. 1a ed. Estados Unidos: Butterworth-Heinemann, 2017 [fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128044919/soil-mechanics>
34. DUQUE, Gonzalo y ESCOBAR, Carlos. Propiedades índices de los suelos y características del hormigón fresco y endurecido. [en línea] [Consultado 27 de octubre 2022]. Disponible en: http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Construccion/Laboratorio-de-Hormigones-y-Suelos-I/G06_Peso_Especifico_Relativo_del_Cemento.pdf
35. Una explicación del contenido de humedad y las escalas de lectura de humedad [blog]. EE. UU: Nueva York (4 de agosto del 2018). [Fecha de consulta: 27 de octubre del 2022]. Recuperado de: [https://www.delmhorst.com/blog/explanation-of-moisture-content-and-moisture-reading-scales#:~:text=Moisture%20content%20\(MC\)%20is%20a,dry%20tests%20or%20moisture%20meters](https://www.delmhorst.com/blog/explanation-of-moisture-content-and-moisture-reading-scales#:~:text=Moisture%20content%20(MC)%20is%20a,dry%20tests%20or%20moisture%20meters).
36. KALIAKIN, Victor. Soil Mechanics Calculations, Principles, and Methods [en línea]. 1a ed. Estados Unidos: Butterworth-Heinemann, 2017 [fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128044919/soil-mechanics>
37. Manual Técnico para el diseño de carreteras. Manual de ensayos de suelos y materiales. [en línea] Administradora Boliviana de carreteras. p. 04 [Consultado 27 de octubre 2022] Disponible en: <https://docplayer.es/58350635-Manuales-tecnicos-para-el-diseno-de-carreteras.html>

38. Manual Técnico para el diseño de carreteras. Manual de ensayos de suelos y materiales. [en línea] Administradora Boliviana de carreteras. p. 04 [Consultado 27 de octubre 2022] Disponible en: <https://docplayer.es/58350635-Manuales-tecnicos-para-el-diseno-de-carreteras.html>
39. Manual Técnico para el diseño de carreteras. Manual de ensayos de suelos y materiales. [en línea] Administradora Boliviana de carreteras. p. 04 [Consultado 27 de octubre 2022] Disponible en: <https://docplayer.es/58350635-Manuales-tecnicos-para-el-diseno-de-carreteras.html>
40. MANDOO, Tanweer. Comparación de valores de cbr de diferentes tipos de suelos con límites de atterberg variables, [en línea]. 2021 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://www.bibliomed.org/?mno=72485>
41. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales. 2016 [en línea] p. 105 01 [Consultado 27 de octubre 2022] Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
42. NICOMEDES, Esteban. Tipos de investigación. *Alicia* [en línea]. 2018, Junio, [Consultado 09 noviembre 2022] Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
43. SUÁREZ, Néstor; SÁENZ Jessica y MERO Jessica. Elementos esenciales del diseño de la investigación. Sus características. Dominio de las Ciencias, [en línea]. 2016, vol. 2, no 3 Especial, p. 72 [fecha de consulta: 09 noviembre de 2022]. Doi: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
44. AYOBAMI, Akinyemi. Rendimiento de la ceniza de fondo de madera en aplicaciones a base de cemento y comparación con otras cenizas seleccionadas: descripción general. Recursos, Conservación y Reciclaje, [en línea]. 2021, vol. 166, pág. 2. [fecha de consulta: 09 noviembre de 2022]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105351>
45. SRI, Hartuti, et al. Estabilización química de cenizas volantes de carbón para la supresión simultánea de la lixiviación de As, B y Se. Beneficio de cenizas

- volantes de carbón: tratamiento del drenaje ácido de minas con cenizas volantes de carbón, [en línea]. 2018, p. 31 [fecha de consulta: 09 noviembre de 2022].
46. SPEIGHT, James. Asphalt materials science and technology. Butterworth-Heinemann is, 2016. [en línea]. p.401
47. LÓPEZ, Roldán y FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa. [en línea]. 2015, p.07. [fecha de consulta: 09 noviembre de 2022]. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf
48. LÓPEZ, Roldán; FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa. [en línea]. 2015, p.06. [fecha de consulta: 09 noviembre de 2022]. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf
49. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* [en línea]. 2017, vol.35, n.1. p.227. [Consultado 09 noviembre 2022] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso
ISSN 0717-9502
50. SYED, sajjad. Metodos de recopilación de datos. *ResearchGate*. [en línea]. 2016, vol. 9, p. 202. [Consultado 09 noviembre 2022] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/325846997_METHODS_OF_DATA_COLLECTION
51. ALMADA Martinez, Selva. Utilización de los métodos de validación y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos en los trabajos de tesis de postgrado. [en línea] Tesis de titulación en maestría en Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Universidad Tecnológica Intercontinental, 2019. p. 09 [Consultado 09 noviembre 2022] Disponible en: <https://www.utic.edu.py/repositorio/index.php/tesis-de-postgrado/facultad-de-ciencias-humanas/45-ciencias-de-la-educacion/maestrias/256-utilizacion-de-los-metodos-de-validacion-y-confiabilidad-de-los-instrumentos-de-recoleccion-de-datos-en-los-trabajos-de-tesis-de-postgrado>

52. SANTOS Sánchez, Guadalupe.. Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla. [en línea] Tesis de titulación en Lic. en Matemáticas Aplicadas, 2017. p. 2 [Consultado 09 noviembre 2022] Disponible en: <https://1library.co/document/6qm54w8z-validez-confiabilidad-cuestionario-calidad-vida-mujeres-lupus-puebla.html>
53. SANTOS Sánchez, Guadalupe. Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla. [en línea] Tesis de titulación en Lic. en Matemáticas Aplicadas, 2017. p. 09 [Consultado 09 noviembre 2022] Disponible en: <https://1library.co/document/6qm54w8z-validez-confiabilidad-cuestionario-calidad-vida-mujeres-lupus-puebla.html>
54. MONJE, Carlos. Metodología De La Investigación Cuantitativa Y Cualitativa [en línea]. 1ª. ed. Colombia: Neiva 2011 [fecha de consulta: 09 noviembre de 2022].
Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
55. Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima: 2016. 5 pp.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

TITULO Influencia de cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE		Como ingresa			
Ceniza de madera de fondo	Según, AYOBAMI, Akinyemi Banjo (2021), Las cenizas de fondo de madera, son un tipo de ceniza de desecho de madera que se produce como subproducto de la incineración de leña, pulpa y papel en instalaciones industriales que queman madera como en ladrilleras, ya que la mayor parte de la ceniza de madera de fondo son desechadas en vertederos (pág. 2)	Las dosificaciones de las cenizas de madera de fondo 30%, 31% y 32% y carbón mineral 24%, 25% y 26% en relación al m3 del material, utilizándose en las 6 pruebas siguientes, con la finalidad de reducir el índice de plasticidad, incrementar el óptimo contenido de humedad, e intensificar el CBR de la subrasante, al principio se realizaran calicatas, de esta manera ver la clasificación de los suelos y ensayos especificados.	Dosificación de ceniza de madera de fondo por peso de la muestra	30%	RAZON
				31%	
				32%	
Ceniza de carbón mineral	Según, Sri Hartuti, Shinji Kambara, Akihiro Takeyama, Farrah Hanum y Erda Rahmilaila Desfitri (2017), son un producto a partir de la combustión de carbón que se han utilizado de diferentes maneras, como material sustitutivo del cemento Portland, rellenos estructurales, construcción de carreteras, estabilización de suelos y relleno mineral en el hormigón asfáltico debido a sus propiedades físicas auto endurecimiento (pág. 31)		Dosificación de ceniza de carbon por peso de la muestra	24%	RAZON
				25%	
				26%	
DEPENDIENTE		Que efecto			
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	Según, James G. Speight, (2016), es el suelo natural que es compactado a distintos niveles, esta capa sirve como cimiento absorbiendo el peso de la estructura de la carretera (pág. 401).	En la subrasante, se realizarán ensayos con cenizas de madera de fondo y carbón mineral, las cuales contribuyeran en las propiedades físicas y mecánicas que mejorarán la calidad. En esta investigación se realizaran ensayos de índice de plasticidad, para las 6 combinaciones preestablecidas en ceniza de madera de fondo 30%, 31% y 32% y carbón mineral 24%, 25% y 26% y ver los grados de reducción de humedad de cada muestra, del mismo modo, se realizarán ensayos para aumentar el óptimo contenido de humedad y CBR a las 6 combinaciones, anteriormente se hicieron 3 calicatas, para ver la granulometría y la clasificación del suelo, en todos los casos medirá la calidad por medio de ensayos de laboratorio.	PROPIEDADES FISICAS	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	RAZON
			PROPIEDADES MECANICAS	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	RAZON
				CBR	RAZON
				(%)	

Anexo 2: Matriz de consistencia

TITULO								
Influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA	
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE					
¿De qué manera las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral influyen en las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022?	Evaluar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022	La incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% mejorarán las propiedades de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022	ceniza de madera de fondo	Dosificación por peso de la muestra	30%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	Método: Científico Tipo de Investigación: Tipo Aplicada Nivel de Investigación: EXPLICATIVA (Causa Efecto) Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo	
					31%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
					32%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
			ceniza de carbón mineral	Dosificación por peso de la muestra	24%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
					25%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
					26%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE					
¿Cuánto influyen las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral en el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022?	Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022	La incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% disminuyen el índice de Plasticidad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022	PROPIEDADES DE LA SUBRASATE	PROPIEDADES FISICAS	INDICE DE PLASTICIDAD	Ficha de resultados de laboratorio	Todos las Muestras ensayados en el Laboratorio Muestra: 7 Muestras Índice Plasticidad 7 Muestras Optimo Contenido Humedad 7 CBR Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa Instrumentos de la investigación: Ficha Recolección de Datos Ficha Resultados de Laboratorio Según NTP - ASTM	
						según (NTP 339.129)		
¿Cuánto influyen las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022?	Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el Óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022	La incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% disminuyen el Óptimo contenido de humedad de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022		PROPIEDADES DE LA SUBRASATE	PROPIEDADES DE LA SUBRASATE	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		Ficha de resultados de laboratorio
								según (ASTM D-1557)
¿Cuánto influyen las cenizas de madera de fondo y de carbón mineral en el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022?	Determinar la influencia de las cenizas de madera de fondo y carbón mineral en el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022	La incorporación de la ceniza de madera de fondo en porcentajes de 30%, 31% y 32% y la ceniza de carbón mineral en porcentajes de 24%, 25% y 26% aumentan el CBR de la subrasante, Av. Pacayal - Carabayllo 2022		PROPIEDADES DE LA SUBRASATE	PROPIEDADES MECANICAS	CBR		Ficha de resultados de laboratorio
								Según (ASTM D-1883)
					(%)	Anexo 4-D		

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Cenizas de Madera de Fondo y Carbón Mineral

"Influencia de Cenizas de Madera de Fondo y Carbón Mineral en la Subrasante, Av. Pacayal - Carabaylo 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Campomanes Matienzo, Yeli Karem

Tesista 02: Guzman Carlos, Hector Javier

Fecha: Lima, Setiembre - 2022

Parte B: Dosificación de Cenizas de Madera de Fondo

30%	OK
31%	OK
32%	OK

Tesis: Perez (2021) Dosificación de Ceniza de Madera de Fondo: 10%, 20% y 30%

Parte C: Dosificación de Carbón Mineral

24%	OK
25%	OK
26%	OK

Tesis: Chillon y León (2020) Dosificación de Ceniza de Carbón Mineral: 13%, 21% y 24%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

<p>Apellidos: Alejandro Cedeño Nombres: Telly Título: Ingeniero Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 155439 Firma:</p>  <p>Telly Alejandro Cedeño ING. CIVIL R. CIP. 155439</p>	<p>Apellidos: Castro Aquino Nombres: Royer Título: Ingeniero Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 288678 Firma:</p>  <p>INGENIERO DEL PERU CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO Ing. Royer Rodolfo Castro Aquino INGENIERO CIVIL CIP 288678</p>	<p>Apellidos: Sánchez Guando Nombres: Juan Título: Ingeniero Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 59781 Firma:</p>  <p>JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO Ingeniero Civil CIP N°59781</p>
---	--	---

Anexo 4: Fichas de Resultados de Laboratorio

A) Granulometría



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
 Fijo: 01 656 6232
 informes@jcgeotecniasac.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-L-ISM-PN
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 6

DATOS GENERALES	
Beneficiario	: Javier Guzman Carlos - Yell Campomanes Malierzo
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Influencia de cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, Av. Pacayal-Carabayllo 2022
Ubicación	: Av. Pacayal - Carabayllo 2022
Fecha de emisión	: 13/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA								
Macro	C 1 - M1							
Malla	Nº	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	
	3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D5822	
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	
	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	
	Nº 10	2.000	19.2	2.8	2.8	97.2	% Arena	
	Nº 20	0.840	25.1	3.7	6.5	93.4	% < Nº 200	
	Nº 40	0.425	39.0	5.8	12.3	87.7		
	Nº 60	0.250	33.9	5.0	17.3	82.6		
Nº 140	0.106	87.7	13.0	30.3	69.7			
Nº 200	0.075	46.3	6.0	36.3	63.7			
< 200	MIT 4 197	430.2	63.7	100.0	0.0			
Límite Líquido (LL)							NTP 339.329	33
Límite Plástico (LP)							NTP 339.329	26
Índice Plástico (IP)							NTP 339.329	7
Clasificación (S.U.C.S.)							ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO)							ASTM-D5822	A-4
Índice de Grupo								3
Nombre de grupo : Limo arenoso de baja plasticidad								



- Referencias:
- ASTM D-421-83 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 - ASTM D-4318-02 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
 - ASTM D-2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
 - ASTM D-2230-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
 - ASTM D-1083-04a Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
 - ASTM D-1348-02 Standard test for amount of material on soils finer than the N° 200 (75 microns)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

B) Límites de Atterberg



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
 Fijo: 01 656 6232
 informes@jcgeotecniasac.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

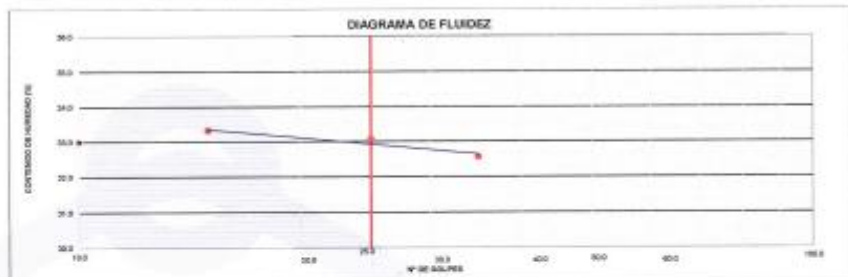
www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	LÍMITES DE ATTERBERG	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Javier Guzmán Carlos - Yeli Campomanes Matienzo
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Influencia de cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, Av. Pacayal-Carabayllo 2022
Ubicación	: Av. Pacayal - Carabayllo 2022
Fecha de emisión	: 13/10/2022
DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1 - M1

LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)				
Nº TARRO		L - 37	L - 39	GEO - 18
TARRO + SUELO HÚMEDO	g ¹	55.78	50.87	50.26
TARRO + SUELO SECO	g ¹	49.22	45.98	44.70
AGUA	g ¹	6.56	4.89	5.56
PESO DEL TARRO	g ¹	29.08	31.19	29.02
PESO DEL SUELO SECO	g ¹	20.14	14.79	16.68
% DE HUMEDAD		32.17	33.66	33.13
Nº DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)				
Nº TARRO		A - 3	C - 2	
TARRO + SUELO HÚMEDO	g ¹	29.67	20.54	
TARRO + SUELO SECO	g ¹	18.46	19.32	
AGUA	g ¹	1.19	1.22	
PESO DEL TARRO	g ¹	13.90	14.69	
PESO DEL SUELO SECO	g ¹	4.58	6.63	
% DE HUMEDAD		25.08	28.35	



CONVERTIDOS PARA LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	33.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	25.0	Ensayo efectuado al material pasado la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	7.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 2228-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221458 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

C) Próctor modificado



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
 Fijo: 01 656 6232
 Informes@jcgeotecniasac.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

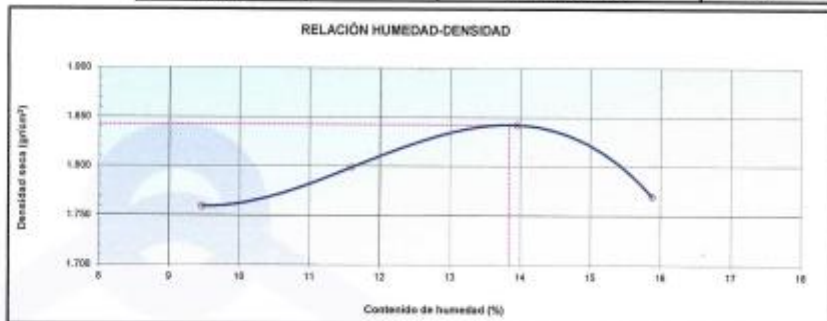
www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	4 de 6

DATOS GENERALES	
Beneficiario	: Javier Guzman Carlos - Yel Campomanes Matienzo
Universidad	: Universidad César Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Influencia de cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, Av. Pacayal-Carabayllo 2022
Ubicación	: Av. Pacayal - Carabayllo 2022
Fecha de emisión	: 13/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1
	RUC: ML AASHTO: A-4 (3)
Método	: A

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5680.00	5756.00	5842.00	5797.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1798.00	1874.00	1960.00	1915.00
Volumen del molde	cm ³	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.93	2.01	2.10	2.05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	315.20	356.20	409.00	331.00
Peso del suelo seco + tara	gr	292.60	322.50	362.70	289.88
Tara	gr	54.00	32.00	31.00	31.00
Peso de agua	gr	22.60	33.70	46.30	41.12
Peso del suelo seco	gr	238.60	290.50	311.70	258.88
Contenido de agua	%	9.47	11.60	13.96	15.88
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.760	1.799	1.843	1.770
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.530	Densidad máxima (gr/cm ³)		1.843
			Humedad óptima (%)		13.8



Referencia: ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 5000 ft-lb (2100 J) per cu ft

Observaciones:
 - Método Seco.
 - Placa Menard.
 - Fuente: la 01-A.
 - Método de Gravedad Específica MFC 6.205 y MFC 6.206.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221455 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.</p>	<p>CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

D) CBR



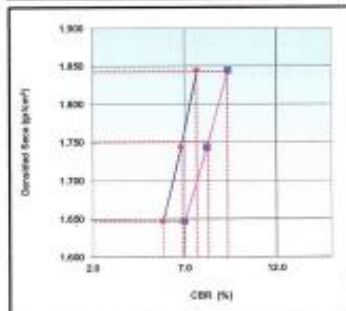
Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
 Fijo: 01 656 6232
 informes@jcgeotecniasac.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayillo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01
			Fecha	03-01-2022
			Página	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Javier Guzman Carlos - Yel Campomano Mastiano
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Influencia de carizas de madera de fondo y carbón mineral en la subbase, Av. Pacayal-Carabayillo 2022
Ubicación	: Av. Pacayal - Carabayillo 2022
Fecha de emisión	: 13/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1
	SUCS : ML ASHTO: A-4 (3)

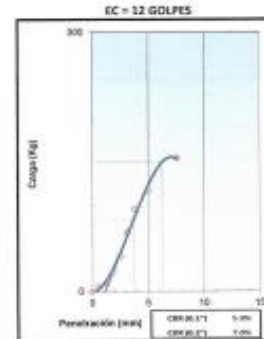
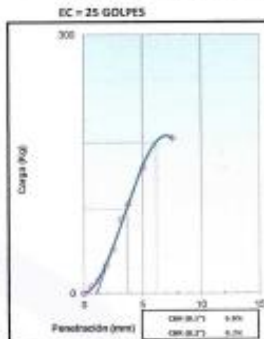
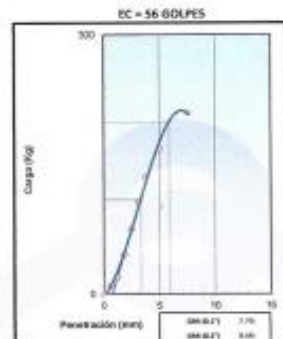


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557 _p
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.843
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.8
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.751

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 7.7	0.2": 9.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 6.9	0.2": 8.3

RESULTADOS (0.2"):
 Valor de C.B.R. al 100% de lo M.D.S. = 9.4 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de lo M.D.S. = 8.3 (%)

RESULTADOS (0.1"):
 Valor de C.B.R. al 100% de lo M.D.S. = 7.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de lo M.D.S. = 6.9 (%)



- Referencia:
- ASTM D 2033-03 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - MDD (M/10) (2700 M/10.0/10)
 - Método de Ensayo CBR (presión 1800 kg), unidades de medida SI
 - Placa de penetración metálica de acero inoxidable de 48.75 mm
 - Carga de Carga Tipo "C" - S-01-M0002375
 - Selección de Tamaño y Penetración: Dos pesos circulares de 150.01 mm de diámetro y masa total de 5.15 kg.

Elaborado por:  JEFE DE LABORATORIO	Revisado por:  ABEL MARCELO BASQUE INGENIERO CIVIL - CIF N° 221479 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentación	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

E) Certificados de Calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 14500 - 2022

Proforma : 13360A

Fecha de Emisión : 2022-08-23

Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - CARABAYLLO

Equipo : Horno
Marca : FORMA SCIENTIFIC
Modelo : No indica
Número de Serie : 32855-158
Identificación : No indica
Procedencia : EE.UU.
Circulación del aire : Turbulencia
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022-08-12

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

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

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	0 °C a 800 °C	1 °C
Selector	Digital	0 °C a 250 °C	1 °C

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

Lugar de calibración

Instalaciones de TEST & CONTROL S.A.C.

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

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

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,9 °C	69 %hr	221 V
Final	19,4 °C	68 %hr	220 V

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.




Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado de Calibración

TC - 15481 - 2022

Proforma : 13360A Fecha de emisión : 2022-08-16
Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Dirección : Mza. D Lote. 02 A.V. Villa Gloria Lima - Lima - Carabayllo

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : PR2200/E
N° de Serie : B927896178
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,5 g
Procedencia : China
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-08-12

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

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

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

Lugar de calibración
Instalaciones de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

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

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico

CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**TC-17260-2022**

PROFORMA : 5341A Fecha de emisión: 2021 - 04 - 05 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Coopip Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASA GRANDEMarca : PINZUAR
Modelo : PS-11
N° de Serie : 1862
Procedencia : COLOMBIA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022 - 27 - 03

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

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

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	28,2 °C	28,8 °C
Humedad Relativa	40,3 %	41,3 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

**L.C. NICOLAS RAMOS PAUCAR****Gerente Técnico****CFP: 0316**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17259 - 2022

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2022 - 13 - 04

Página 1

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. Z. LOTE.34 URB.COOPPIP - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	PRENSA MARSHALL
Marca	No indica
Modelo	MA - 75
N° de serie	156
Intervalo de indicación	0 - 5000Kg
Procedencia	PERUANA
Identificación	No indica
Fecha de Calibración	2022 - 22 - 03
Ubicación	LABORATORIO

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

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

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando el PIC 023
Procedimiento para la calibración de prensas, celdas y anillos de carga

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello



LIC. Nicolás Ramos Pizarro
Gerente Técnico
CFP: 0316

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-17255-2021

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2022-12-04

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Coopplp Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PROCTOR MODIFICADO 6"

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-04-04

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de GEONAYLAMP SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - GEONAYLAMP S.A.C

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la Norma ASTM D-698

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

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,6 °C	26,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	54 % HR	53 % HR

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316



F) Certificados de Cenizas



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
Fijo: 01 656 6232
informes@jcgeotecniasac.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

ANALISIS DE LABORATORIO


SOLICITADO POR: JAVIER GUZMAN CARLOS - YELI CAMPOMANES MATIENZO

ASUNTO: INFLUENCIA DE CENIZAS DE MADERA DE FONDO Y CARBÓN MINERAL EN LA SUBRASANTE, AV. PACAYAL-CARABAYLLO 2022.

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/09/2022

FECHA DE ENTREGA: 17/09/2022

Muestra	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)
Madera de Eucalipto	Calcinación	550	2 horas	20,000 kg.	3,520 kg.
Carbón Mineral	Calcinación	550	4 horas	10,000 kg.	1,208 kg.



ABEL MARCELO PASQUEL
INGENIERO CIVIL - CIP N° 221433
JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.S.

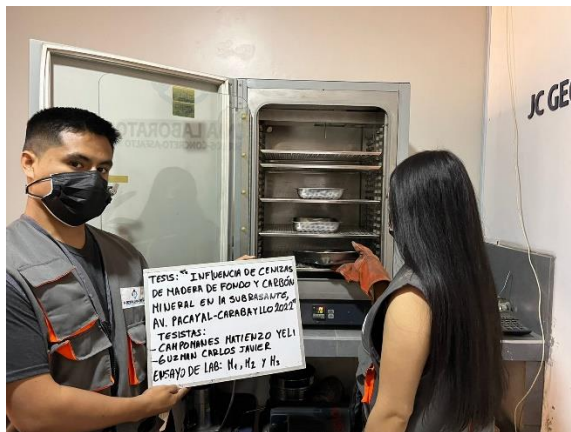
Anexo 5: Fotografías



Calicata 1



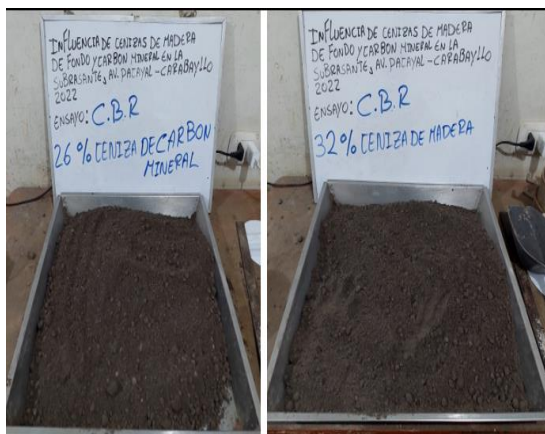
Colado de cenizas



Secado en horno



Copa de casa grande



Incorporación de cenizas en la muestra

Natural



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de cenizas de madera de fondo y carbón mineral en la subrasante, Av. Pacayal-Carabayllo 2022", cuyos autores son CAMPOMANES MATIENZO YELI KAREM, GUZMAN CARLOS HECTOR JAVIER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 08- 12-2022 13:00:45

Código documento Trilce: TRI - 0455748