



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Adición de la ceniza en la sub rasante para carretera

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE:**

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Huaman Calderon, Emerson (orcid.org/0009-0009-8878-587X)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Adición de la ceniza en la sub rasante para carretera", cuyo autor es HUAMAN CALDERON EMERSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11%, 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 el Trabajo de Investigación 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, 25 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS DNI: 42414842 ORCID: 0000-0003-4459-494X	Firmado electrónicamente por: JBENITESZL el 25- 06-2024 21:51:47

Código documento Trilce: TRI - 0773023



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, HUAMAN CALDERON EMERSON estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Adición de la ceniza en la sub rasante para carretera", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
HUAMAN CALDERON EMERSON DNI: 74554571 ORCID: 0009-0009-8878-587X	Firmado electrónicamente por: EHUAMANCE el 25-06- 2024 21:56:37

Código documento Trilce: INV - 1689715

Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	5
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
IV. CONCLUSIONES.....	14
REFERENCIAS.....	17
ANEXOS.....	18

Resumen

El artículo de revisión analiza múltiples estudios que confirman el efecto positivo de las cenizas de diversas fuentes como aditivos para estabilizar subrasantes en infraestructuras viales. Se destaca que tanto la ceniza de cascarón de huevo como la de cáscara de maní con concha de coco mejoran consistentemente las propiedades físicas del suelo, reduciendo su índice de plasticidad y aumentando su estabilidad bajo cargas estructurales. Además, el uso de cenizas como bagazo de caña de azúcar y cáscara de café ha demostrado incrementos significativos en el Índice de Resistencia California (CBR), indicativo de una mayor capacidad de soporte del suelo. Estos resultados subrayan la viabilidad de emplear cenizas como alternativas sostenibles y efectivas en ingeniería civil, promoviendo prácticas de construcción más duraderas y resistentes. Sin embargo, se enfatiza la necesidad continua de investigar para optimizar las dosificaciones específicas de las cenizas y evaluar su desempeño a largo plazo en condiciones reales, asegurando así la calidad y sostenibilidad de las infraestructuras viales mejoradas con estos aditivos naturales.

Palabras clave: Ceniza, subrasante, carretera.

Abstract

The review article analyzes multiple studies that confirm the positive effect of ash from various sources as additives to stabilize subgrades in road infrastructure. It is highlighted that both eggshell ash and peanut shell ash with coconut shell consistently improve the physical properties of the soil, reducing its plasticity index and increasing its stability under structural loads. Additionally, the use of ashes such as sugarcane bagasse and coffee husk has demonstrated significant increases in the California Strength Index (CBR), indicative of greater soil support capacity. These results highlight the viability of using ash as sustainable and effective alternatives in civil engineering, promoting more durable and resistant construction practices. However, the continued need for research is emphasized to optimize specific ash dosages and evaluate their long-term performance under real conditions, thus ensuring the quality and sustainability of road infrastructures improved with these natural additives.

Keywords: Ash, subgrade, road.

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras son construcciones vitales que conectan comunidades, facilita el crecimiento económico y social de una región e impulsa el crecimiento económico, promoviendo el intercambio cultural. Desde épocas ancestrales, la humanidad siempre ha dependido de redes viarias eficientes para facilitar y agilizar el intercambio de sus recursos, servicios y conocimientos. Con el crecimiento poblacional continua y la expansión urbana, la demanda de redes viales seguras, eficientes y sostenibles nunca ha sido tan acuciante como en la actualidad.

Ante ello, Mar (2022, p. 13), menciona que, España cuenta con redes viarias y ferroviarias de alta capacidad más alta de Europa. Si bien esto afecta negativamente en ella, repercute al analizar respecto al continuo crecimiento de su demanda actual. Una previa evaluación socioeconómica hubiera sido necesaria para evitar pérdidas económicas desde el punto de vista respecto a la demanda. Esto ha generado deficiencias resaltantes en el financiamiento de las inversiones para los mantenimientos de las redes viarias, un ejemplo claro, es que muchas veces es urgente y necesario encontrar otras opciones para asumir los costos de estas. Promover nuevas alternativas de inversión sobre mantenimientos y gestión de infraestructuras priorizando la situación desfavorable en el sector. Asimismo, desde Guatemala, Castellanos (2018, p.4) sostiene que, a causa de la demanda de vehículos, el aumento poblacional significativo y el turismo, se evidencia un significativo atascamiento en la vía principal de la vía en estudio. La edificación de un centro de compras en dicha municipalidad (Sacatepéquez) ocasiona alto atascamiento de vehículos en el área y ello afecta directa y significativamente a un grupo amplio de pobladores nativos de la zona y turistas que visitan y transitan por la municipalidad de la Antigua Guatemala o los que se direccionan al occidente del país.

En nuestro país, las infraestructuras de tránsito son construcciones susceptibles a ser afectadas ante presencia de desastres, a causa del crecimiento de las redes viales en el Perú (el cual alcanza casi 150 000 km), así como por la geografía y el clima y diferenciado por cada zona que esta pasa, evidenciándose muchas veces en riesgo de inundaciones, derrumbes, inestabilizados terraplenes, colapso de puentes, etc., lo que provoca interrupciones de tránsito afectando

directamente el traslado de personas y productos. considerando que el transporte terrestre por la red viaria es el medio que predomina en nuestro país, la situación previa mencionada conlleva a impactos significativos que afectan directamente e indirectamente en el desarrollo económico de nuestro país (López y Paz, 2021, p.6). El mal estado de nuestras redes viarias, muchas veces repercute y conlleva a tener altos índices de accidentabilidad, ante ello, Leite, Rodrigues y Días (2019, p.2), mencionan que, si bien es cierto, la mayoría de las obras de ingeniería se apoyan en el suelo, muchas veces éstas no presentan los requerimientos necesarios para su finalidad. Muchas veces, el terreno para construir encontrándose naturalmente no tienen alta capacidad que se requiere para soportar las cargas de las estructuras impuestas, sin embargo, adicionando productos ya conocidos en la construcción como la cal y cemento portland se puede mejorar la resistencia de ésta, así también como los diversos tipos de cenizas que en muchas investigaciones ha ido ganando interés por sus propiedades y presentando favorables resultados, ya que éstas contienen altos índices puzolánicos.

Las fuertes precipitaciones pluviales son un factor negativo en la conservación de nuestra carretera, ya que debido a las continuas lluvias que aqueja nuestra selva, se ven afectadas, vistas en baches, ondulaciones, deformaciones, hundimientos y ahuellamientos y hasta derrumbes de tramos, debido a que un mayor porcentaje de carreteras ubicadas en la selva, son carreteras a nivel afirmado, y muchas veces a nivel de terreno natural y los afectados directos son los transportistas al averiar sus unidades, por lo que generan más gastos de mantenimiento y el otro frente afectada son los pobladores habitantes de la zona, al presentar demoras en su traslado de productos o bienes en el que su mayor fuente de ingreso es la agricultura.

En el campo de la ingeniería civil, el diseño, construcción y mantenimiento de las redes viales presenta desafíos complejos, el cual requieren de soluciones innovadoras y multidisciplinarias desde la planificación inicial hasta la gestión de tráfico en curso, cada proceso del ciclo de vida de una carretera exige un enfoque meticuloso y enfocado en el futuro.

Para la definición de la variable independiente que hace referencia a la ceniza de tallo de hierba santa, Gentry (1996), menciona que la hierba santa es una planta que puede alcanzar una altura de 3 m. los cuales crecen en las diferentes zonas

del Perú, se puede ver con mayor abundancia en zonas con climas tropicales, esta planta es conocida y muy usada por las personas que habitan en la parte Sierra, la Costa y la Selva peruana. habita de forma silvestre y cultivada en zonas con climas tropicales y subtropicales, en suelos tipo arcillosos y arenosos. Esta planta crece en los diferentes lugares en el Perú, ya que es conocida por sus propiedades curativas, también usada como ingrediente para hacer su llipta los trabajadores del campo o de las minas, para chacchar la coca, ya que contiene componentes alcalinos. Asimismo, la variable dependiente es la subrasante, según SNIP (2015), la subrasante es la es la parte de la carretera que termina a nivel movimiento de tierra, en el que posteriormente se colocará material afirmado o será pavimentada. Éste será la base de las estructuras de acabados posteriores que se construya en la carretera.

El trabajo de investigación en curso se enfoca en abordar el problema general, ¿De qué forma influye la ceniza de tallo de hierba santa al adicionar en la subrasante y el diseño del pavimento afirmado, carretera tramo Marankiari- Satipo 2023?, en consecuencia se desglosan los problemas específicos que son: ¿De qué forma influye la adición de la ceniza de tallo de hierba santa en las propiedades físicas de la subrasante de la carretera tramo Marankiari- Satipo 2023?, ¿ De qué forma influye la adición de la ceniza de tallo de hierba santa en las propiedades mecánicas de la subrasante de la carretera tramo Marankiari- Satipo 2023? y ¿de qué forma influye la subrasante con la adición de la ceniza de tallo de hierba santa en la estructura de carretera no pavimentada en la carretera tramo Marankiari- Satipo 2023?.

La justificación teórica y práctica de esta materia en estudio está fundamentada en estudios realizados sobre la ceniza de tallo de hierba santa como un aditivo para mejorar la estabilidad de la subrasante, un producto alternativo e innovador, y lo más importante, de bajo costo, ya que solo dependerá de los gastos en el proceso de elaboración del aditivo, ya que se reitera que es una planta nativa de la selva, cabe resaltar que dicha planta en estudio es una planta medicinal.

Este estudio de investigación busca promover el uso de productos nativos de la zona que se dejan como residuos de la zona, tal es la ceniza de hierva santa como un aditivo que ayuda a mejorar la estabilidad del suelo. El buen estado de la

superficie de la carretera, se va deteriorando desfavorablemente al pasar el tiempo, ya que está expuesta al clima abierto y a factores externos que no ayudan en su conservación así como el cambio climático, incremento vehicular, periodo de funcionamiento operativo del pavimento, solicitudes de carga y los estándares requeridos de materiales que se usan, entre los daños más relevantes, se tienen las deformaciones, las ondulaciones en las vías, hundimientos de la subrasante, ahuellamientos, desprendimientos, baches, fisuras y agrietamiento, mientras el deterioro sea mayor en el pavimento, ésta repercute generando mayores problemas en los aspectos sociales y económicos, éstas se ven reflejadas en los altos costos operativos vehiculares, inseguridad, disconformidad y lo más notable que se ven reflejadas en tiempo de movilización de los usuarios, sumado a ello también los costos exorbitantes de mantenimiento del pavimento (Ríos, 2019, p. 1).

Esta investigación tiene como objetivo general, demostrar la manera que influye la adición de la ceniza de tallo de hierba santa en la subrasante y el diseño carretera no pavimentada, carretera tramo Marankiari- Satipo 2023, para lograr este propósito, se plantea una serie de objetivos específicos que serán de guía para el desarrollo de la estructura de esta investigación. El primer objetivo específico, se basa en demostrar la manera que influye la adición de la ceniza de tallo de hierba santa en las propiedades físicas de la subrasante, carretera tramo Marankiari- Satipo 2023, también el segundo objetivo específico busca demostrar la manera que influye la adición de la ceniza de tallo de hierba santa en las propiedades mecánicas de la subrasante, carretera tramo Marankiari- Satipo 2023, y en relación al segundo variable , se busca, demostrar la manera que influye la adición de la ceniza de tallo de hierba santa en la estructura de carretera no pavimentada, carretera tramo Marankiari- Satipo 2023.

II. METODOLOGÍA

Procedimiento de recolección de información

El presente trabajo de investigación se centra en el procedimiento de recolección de información para llevar a cabo una revisión de literatura exhaustiva sobre la adición de cenizas en la subrasante de carreteras. Este procedimiento es fundamental para identificar, evaluar y sintetizar la evidencia científica disponible, con el fin de obtener una comprensión completa y actualizada del estado del conocimiento en este campo. A través de una revisión sistemática de estudios previos, se busca explorar los diferentes enfoques metodológicos utilizados, los hallazgos reportados y las conclusiones alcanzadas por investigadores y profesionales en todo el mundo. Esta etapa es crucial, por ello se recabaron información de bases de datos confiables, como son: Scopus, Scielo, Ebsco, ProQuest, libros electrónicos, publicaciones de la UCV, a través de la plataforma virtual trilce de la Universidad Cesar Vallejo.

Se llevó a cabo una exhaustiva búsqueda bibliográfica Entre los años 2019 al 2024, con el propósito específico de recopilar y analizar la literatura más pertinente y actualizada disponible en ese momento. Esta estrategia de búsqueda meticulosa se diseñó para garantizar la inclusión de estudios relevantes y significativos en el campo de estudio, abarcando una amplia gama de fuentes académicas y científicas para obtener una visión comprensiva y actualizada del tema de investigación en cuestión.

La estrategia de búsqueda de la información en estas bases de datos fue utilizando una combinación de términos clave relacionados con la adición de la ceniza en la sub rasante para carretera, la estabilización de suelos y otros conceptos relevante, también se aplicaron filtros en la base de datos para obtener la variedad de documentos que se necesitan. Los documentos recuperados se evalúan inicialmente en función de su título y resumen para determinar su relevancia potencial para la revisión de literatura. Aquellos que cumplen con los criterios de inclusión son seleccionados para una revisión más detallada

A través de este procedimiento estructurado y metódico, se busca recopilar una amplia gama de información pertinente y actualizada que contribuya

significativamente al desarrollo de la revisión de literatura sobre la adición de cenizas en la subrasante de carreteras.

Procesamiento

Tras llevar a cabo la búsqueda bibliográfica según las directrices establecidas por la Universidad César Vallejo, se identificó un total de 15 artículos relevantes relacionados con la adición de cenizas en la subrasante de carreteras. Estos artículos fueron seleccionados de diversas bases de datos académicas y científicas, Scopus, Scielo, Ebsco, ProQuest, libros electrónicos, publicaciones de la UCV. El proceso de selección se llevó a cabo de manera rigurosa, aplicando criterios de inclusión y exclusión predefinidos para garantizar la calidad y relevancia de la literatura recopilada.

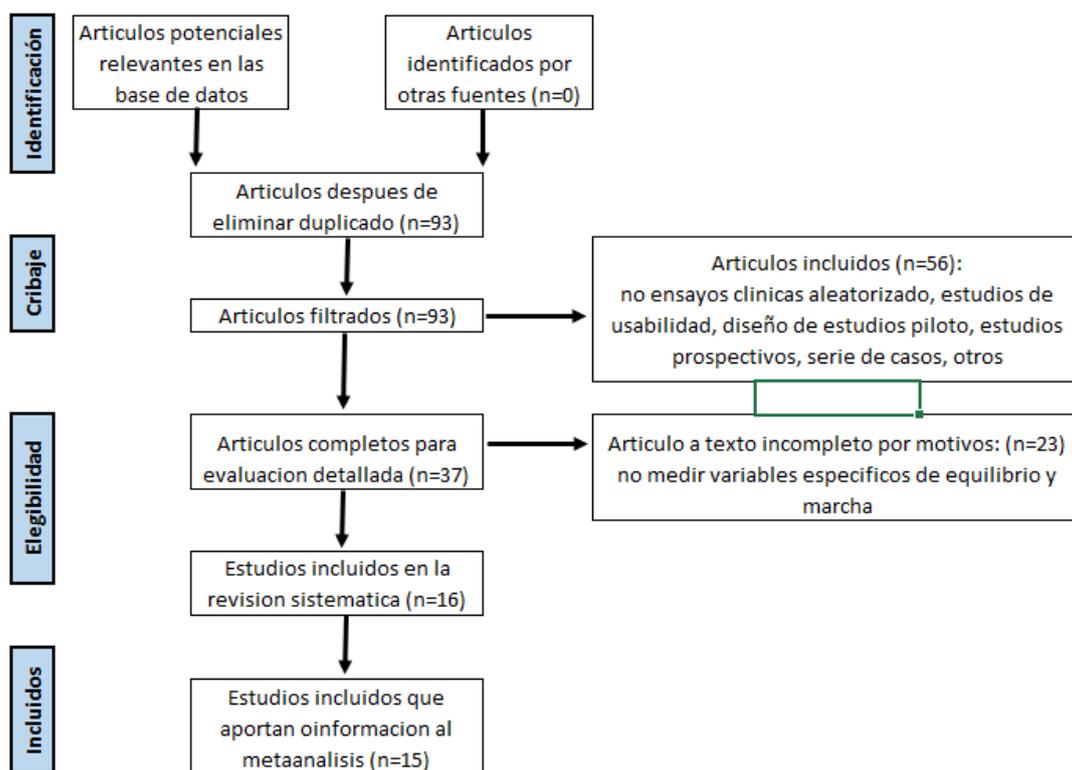


Figura 1. Procesamiento de información

Análisis

Tabla 1. Artículos citados

Ítem	Autor	Año	País	Idioma	Base de datos	Palabras claves	Tipo de investigación
1	Mar Gonzales, Savignat	2022	España	español	ProQuest	Infraestructura vial	Descriptiva
2	Leite, Rodrigues y Días	2019	Brasil	Portugués	ANPET	Estabilización de suelos	Experimental
3	López y Paz	2021	Perú	Español	OSITRAN	Emergencia vial	Descriptiva
4	Ríos De la Cruz Isaac	2019	Perú	Español	Repositorio institucional URP	pavimento	Experimental
5	Aldoradin Madueño, Carolina	2022	Perú	Español	Repositorio institucional UCV	Ceniza, Subrasante	Experimental
6	Ipince Cuevas, Hector A.	2020	Perú	Español	Repositorio institucional UCV	Ceniza, Subrasante	No experimental
7	Millones, Muñoz y Villanueva	2022	Perú	Español	EBSCO	Ceniza, Suelo arcilloso, estabilizador	Documental
8	Hernández y Herrera	2019	Colombia	Español	Repositorio Universidad La Salle	Estabilización de suelo, Compactación de suelos	Experimental
9	Rincón y Cortes	2020	Colombia	Español	Repositorio Universidad La Salle	Ceniza, Estabilización de suelo	Experimental

10	Ospina, Chaves y Jiménez	2020	Colombia	Español	Scielo	Estabilización de suelo, Subrasante	Experimental
11	Bailón, Espinosa y Acevedo	2019	Ecuador	Español	Scielo	Estabilización de suelo	Experimental
12	Sánchez, Torres y Esquivel	2019	Colombia	Español	ProQuest	Estabilización, sub base	Experimental
13	James et al.	2021	India	Ingles	Scielo	Suelo, resistencia, escoria, cal	Experimental
14	López, vega, calzada and juli	2020	España	Ingles	ProQuest	Resistencia a la compresión	Experimental
15	Ajiboye, Amu and Ogunbode	2021	Nigeria	Ingles	EBSCO	Ceniza, cal, estabilización	Experimental

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre el año de publicación del artículo

Tabla 2. Clasificación por año de publicación

Item	Año del Artículo	Cantidad	%
1	2019	5	33.33%
2	2020	4	26.67%
3	2021	3	20%
4	2022	3	20%

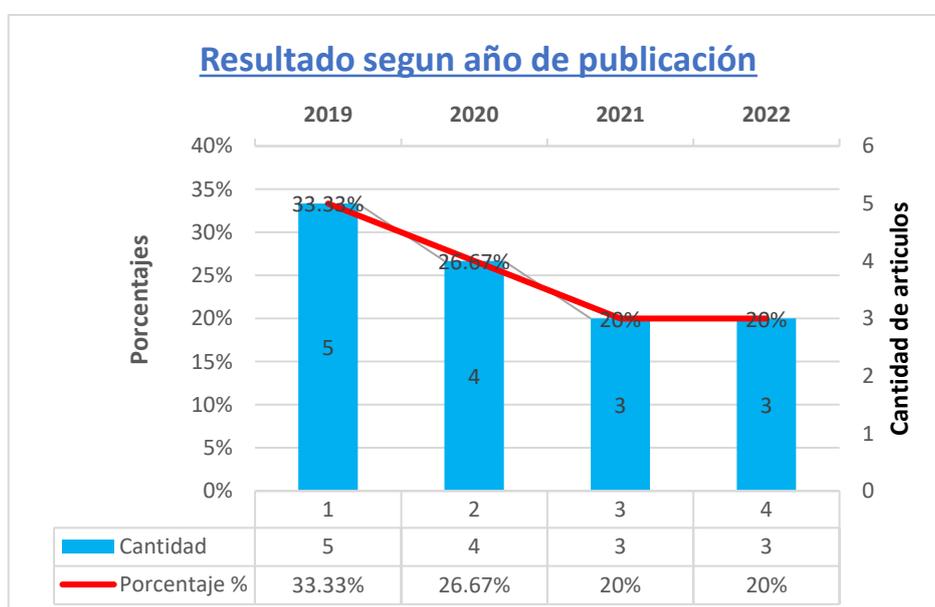


Figura 2. Gráfico de barras según año de publicación.

Según la tabla 2 y figura 2, la tabla muestra la cantidad de artículos encontrados por año de su publicación y el porcentaje que representa sobre el total de artículos encontrados. Por ejemplo, los artículos de búsqueda encontrados del año 2019, se encontraron 5 artículos, lo que representa el 33.33% del total de artículos encontrados en la búsqueda. Por consiguiente, en el gráfico de barras se visualiza la cantidad de artículos por año de publicación y el porcentaje que representan cada año. Cada barra representa un año, y su altura corresponde a la cantidad de artículos publicados en ese año. Además, el porcentaje correspondiente se muestra encima de cada barra representada por una línea. Por

ejemplo, la barra correspondiente a 2019 es la más alta, indicando que en la búsqueda de información se encontraron la mayor cantidad de artículos publicadas en ese año, representando el 33.33% del total de estudios incluidos que aportan información al metaanálisis.

Sobre el idioma de los artículos

Tabla 3. Clasificación según el idioma de los artículos

Ítem	Idioma	Cantidad	%
1	Español	11	73.3
2	Ingles	3	20
3	Portugués	1	6.7

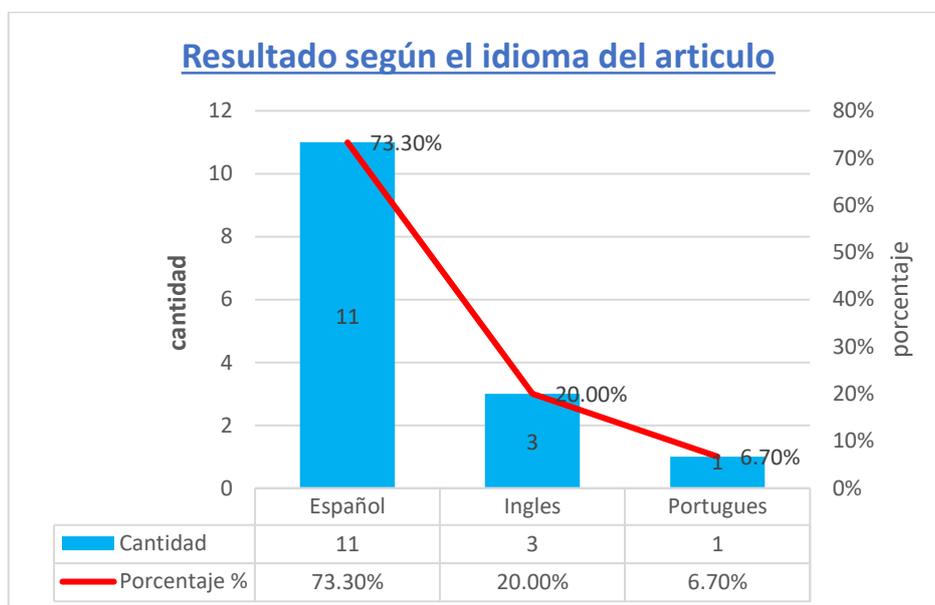


Figura 3. Gráfico de barras según año de publicación.

Según la tabla 3 y figura 3, la tabla muestra la cantidad de artículos encontrados según el idioma de su publicación y el porcentaje que representa sobre el total de artículos encontrados. Por ejemplo, se encontraron 11 artículos publicados en español, lo que constituye el 73.3% del total de artículos encontrados en la búsqueda. Por consiguiente, En el gráfico de barras, cada barra representa un idioma y su altura indica el número de artículos encontrados en ese idioma. Además, se muestra el porcentaje correspondiente encima de cada barra. Por ejemplo, la barra más alta representa los artículos en español, lo que indica que se

encontraron más artículos en este idioma en comparación con otros, representando el 73.33% del total incluidas en este estudio.

Sobre las palabras claves de búsqueda

Tabla 4. Clasificación según las palabras claves de búsqueda

Item	Palabras claves	Cantidad	%
1	Ceniza	5	33.33%
2	estabilización	5	33.33%
3	resistencia	2	13.33%
4	Emergencia vial	1	6.67%
5	Infraestructura vial	1	6.67%
6	Pavimento	1	6.67%

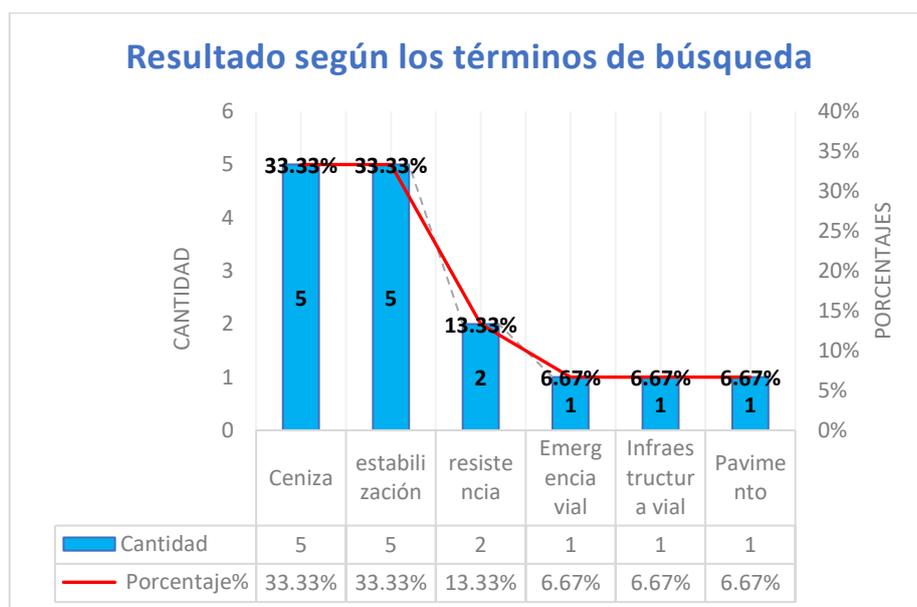


Figura 4. Gráfico de barras según los términos de búsqueda

Según la tabla 4 y figura 4, Esta tabla muestra las palabras clave identificadas en el estudio, junto con la cantidad de estudios que aparecen que por término de búsqueda de veces que cada una aparece y el porcentaje que representa en relación con el total de palabras clave. Por ejemplo, "Ceniza" y "Estabilización" son las palabras clave más frecuentes, cada una apareciendo en 5 ocasiones, lo que representa el 33.33% del total cada una. En contraste, "Resistencia" aparece 2

veces, representando el 13.33% del total. Para una mejor visualización se puede observar la representación mediante un gráfico de barras, en el que cada barra representa una palabra clave identificada en el estudio. La altura de cada barra corresponde a la cantidad de artículos encontrados según la palabra clave de búsqueda. Además, se muestra el porcentaje correspondiente encima de cada barra. Por ejemplo, las palabras clave "Ceniza" y "Estabilización" son aquellas que nos ayudaron a recopilar más información a través de la cantidad de estudios encontrados con esa palabra clave, cada una representando el 33.33% del total y mostradas con una altura igual en el gráfico. Las palabras clave con menos estudios encontrados, como "Emergencia Vial", "Infraestructura Vial" y "Pavimento", aparecen solo una vez cada una, representando el 6.67% del total, como se muestra por la altura de sus barras en el gráfico.

Este gráfico de barras ofrece una representación visual clara de la distribución de palabras clave en el estudio, permitiendo una rápida comprensión de las palabras clave más relevantes y su frecuencia relativa.

Los principales resultados Basado en estudios recientes respecto a las propiedades físicas la subrasante, se ha demostrado que la adición de ceniza tiene efectos positivos en la subrasante, ante ello, Aldoradin (2022), quien obtuvo como resultados más significativos respecto al índice de plasticidad fueron adicionando 12 % de ceniza de cascarón de huevo (CCH) el cual tuvo como resultados los valores de 5.70 %, 6.30 %, 6.80 % y 7.40 % respectivamente, mejorando así su estabilidad bajo cargas estructurales. Así también en la investigación de Apolinario (2022), en el cual muestra los resultados del suelo patrón arcilloso, adicionando ceniza de cascara de maní en 40% y ceniza de concha de coco en 40 %. Esta mezcla mejoró significativamente la resistencia de la subrasante y redujo su plasticidad y cumplió con estándares de estabilización de subrasantes. En ambos proyectos, los estudios subrayan la viabilidad y eficacia de utilizar cenizas como aditivos naturales para optimizar suelos en proyectos de infraestructura vial y civil, contribuyendo así a prácticas más sostenibles y efectivas en ingeniería geotécnica.

Los principales resultados de estudios realizados, sobre las propiedades mecánicas, coinciden con estudios de Millones, Muñoz y Villanueva (2022), quienes

observaron incrementos en el CBR adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar alcanzando hasta 11,5 % con la dosificación de 25 % posterior a 7 días de curado. en el CBR de suelos arcillosos adicionados con ceniza de cáscara de café, alcanzando hasta un 62% más respecto a la capacidad de soporte del suelo natural (Millones et al., 2022). Hernández y Herrera (2019) también documentaron aumentos significativos en el CBR al adicionar ceniza de cáscara de café, mejorando la resistencia del suelo en un 356% al agregar un 8% de ceniza (Hernández & Herrera, 2019). Asimismo, Rincón y Cortes (2020) encontraron que la adición de ceniza de caña de azúcar incrementó el CBR del suelo arcilloso-limoso hasta un 65% con una dosificación del 12% de ceniza, siendo más favorable al combinar con cal para obtener un CBR del 87% (Rincón & Cortes, 2020). Finalmente, Olano (2023) demostró que la adición de cenizas de cáscara de café mejoró la resistencia del suelo, alcanzando un CBR del 10.42% con una dosificación del 20%, concluyendo que el óptimo para estabilización fue del 15% de ceniza. Estos estudios destacan la efectividad de las cenizas como aditivos para mejorar las propiedades mecánicas de la subrasante en proyectos de ingeniería civil, proporcionando una base sólida para la implementación de prácticas sostenibles en la construcción de carreteras.

Respecto a la estructura de la carretera no pavimentada, en los estudios realizados de, Quispe (2023) investigó la estabilización de subrasantes con cenizas de cáscaras de cacao y coco en la carretera Marginal Ipoki-Pichanaqui, obteniendo mejoras en el CBR hasta alcanzar valores satisfactorios según los estándares del manual de carreteras, destacando que la ceniza de cáscara de coco requirió ajustes adicionales para cumplir completamente con los requisitos del CBR promedio. Estos resultados subrayan la eficacia de utilizar residuos agrícolas como las cenizas para mejorar las propiedades geotécnicas de las carreteras no pavimentadas, promoviendo prácticas de construcción más eficientes y sostenibles. Sin embargo, se recomienda realizar más estudios para optimizar las dosificaciones específicas y evaluar el rendimiento a largo plazo de estas mejoras en condiciones reales de operación.

IV. CONCLUSIONES

Conclusión 1: En conclusión, los estudios revisados destacan de manera consistente que la adición de cenizas, como la ceniza de cascarón de huevo (CCH) y la ceniza de cascara de maní con concha de coco, tiene efectos positivos significativos en las propiedades físicas de la subrasante. Aldoradin (2022) demostró una notable reducción en el índice de plasticidad del suelo al incorporar CCH, mejorando así su estabilidad bajo cargas estructurales. Por otro lado, Apolinario (2022) encontró mejoras sustanciales en la resistencia y la plasticidad del suelo arcilloso al emplear cenizas de cascara de maní y concha de coco, cumpliendo con estándares de estabilización de subrasantes. Estos estudios subrayan la viabilidad y eficacia de utilizar cenizas como aditivos naturales en proyectos de infraestructura vial y civil, promoviendo prácticas más sostenibles y efectivas en ingeniería geotécnica. La investigación continúa respaldando la necesidad de explorar y optimizar el uso de estos materiales para maximizar los beneficios en la construcción y mantenimiento de carreteras, impulsando así avances hacia una ingeniería más sustentable y resiliente frente a las demandas futuras.

Conclusión 2: Los estudios revisados revelan de manera consistente que la adición de cenizas de diferentes fuentes, como bagazo de caña de azúcar y cáscara de café, tiene un impacto positivo significativo en las propiedades mecánicas de la subrasante. Los resultados obtenidos por Millones, Muñoz y Villanueva (2022), Hernández y Herrera (2019), Rincón y Cortes (2020), y Olano (2023) muestran incrementos sustanciales en el Índice de Resistencia California (CBR) del suelo al incorporar estas cenizas, mejorando así la capacidad de soporte y resistencia del suelo bajo diversas condiciones geotécnicas.

Estos hallazgos subrayan la efectividad de utilizar cenizas como aditivos naturales en la ingeniería civil, ofreciendo una alternativa sostenible y eficaz para mejorar la estabilidad de las subrasantes en proyectos de construcción de carreteras. Además, enfatizan la importancia de continuar investigando y optimizando las dosificaciones específicas de cenizas para maximizar sus beneficios y aplicaciones en condiciones reales de infraestructura vial.

En conjunto, estos estudios proporcionan una base sólida para promover prácticas de construcción más sostenibles y resilientes, contribuyendo así al desarrollo de infraestructuras más duraderas y eficientes en el tiempo.

Conclusión 3: En la investigación de la estabilización de subrasantes para carreteras no pavimentadas, se ha evidenciado el efecto positivo significativo de la adición de cenizas de diferentes fuentes, como la cáscara de coco y el bagazo de caña de azúcar. Estudios recientes han demostrado mejoras sustanciales en el Índice de Resistencia California (CBR), indicativo de una mayor capacidad de soporte del suelo ante cargas estructurales. Por ejemplo, la ceniza de cáscara de coco ha mostrado resultados prometedores, aunque requirió ajustes adicionales para cumplir completamente con los estándares del CBR. Estos hallazgos subrayan la eficacia de utilizar residuos agrícolas como aditivos para mejorar las propiedades geotécnicas de las subrasantes, promoviendo prácticas de construcción más sostenibles y eficientes. Sin embargo, es crucial continuar investigando para optimizar las dosificaciones específicas y evaluar el desempeño a largo plazo de estas mejoras en condiciones reales de operación, asegurando así la durabilidad y la calidad de las infraestructuras viales.

REFERENCIAS

- ALDORADIN, Carolina. Incorporación de ceniza de cáscara de huevo para el mejoramiento de la subrasante en la Av. Santa Rosa - Chincha - Ica, 2022. Tesis (Titulo de Ingeniera Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2022. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91955>
- APOLINARIO, Alache. Estabilización de suelos de baja capacidad portante utilizando concha del coco seco, ceniza de la cáscara de maní para la estructura de los pavimentos a nivel de la sub-rasante. Tesis (Ingeniero civil). Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2022. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5646/1/T-ULVR-4597.pdf>
- BAILÓN, Emperatriz, ESPINOZA, Romel y ACEVEDO, Jorge. Bloque de suelo estabilizado en pequeño formato y tecnología de colocación en obra en vivienda de interés social. Estudios Públicos [en línea]. Enero,2021. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v37n1/2145-9371-inde-37-01-00105.pdf> ISSN: 2145-9371
- HERNANDEZ, Andrés y HERRERA, María. Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá-Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café. Tesis (Titulo de Ingeniera Civil). Bogotá: Universidad de La Salle, 2019. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1520&context=ing_civil
- IPINCE, Hector. Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019. Tesis (Titulo de Ingeniera Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48544>
- OLANO, Purificación, Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de cenizas cascarilla café arábica, carretera Guineas a Mañumalkm.0+000 al km.7+500, Utcubamba. Tesis (ingeniera civil). Chiclayo: Universidad

Cesar Vallejo, 2021. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74141>

OSPINA, Miguel, CHAVEZ, Saieth y jimenez, Luis. Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Estudios Públicos [en línea]. Junio, 2019. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692> ISSN: 2389-9417

QUISPE, Alexandra. Diseño de espesor adecuado de estabilización y mejoramiento de subrasante con cenizas de cacao - coco en carretera Marginal, Junín 2023. Tesis (Titulo de Ingeniera Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2023. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/136201>

RINCÓN, Leidi y CORTES, Anggie. Análisis de la resistencia a la compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal. Estudios Públicos [en línea]. Febrero, 2020. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1881&context=ing_civil ISSN: 2027-8306

ANEXOS

EMERSON HUAMAN CALDERON | FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA B.pdf

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título del trabajo de investigación
Adición de la ceniza en la sub rasante para carretera

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:
Huaman Calderon, Emerson (orcid.org/0009-0009-8878-587X)

ASESOR:
Dr. Benites Zúñiga, José Luis (orcid.org/0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño De Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Adaptación al cambio climático y fomento de ciudades sostenibles y resilientes

LIMA – PERÚ
2024

Resumen de coincidencias

11 %

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %	>
3	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %	>